



**Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais**

IGOR ELOI SILVA MACHADO

**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS
FLORESTAIS EM UM FRAGMENTO DE CERRADO *STRICTO
SENSU*, GURUPI-TO.**

**GURUPI - TO
2018**



Universidade Federal do Tocantins
Campus Universitário de Gurupi
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

IGOR ELOI SILVA MACHADO

**FLORÍSTICA, FITOSSOCIOLOGIA E ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS
FLORESTAIS EM UM FRAGMENTO DE CERRADO *STRICTO
SENSU*, GURUPI-TO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Giongo

**GURUPI - TO
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- M149f Machado, Igor Eloi Silva.
Florística, fitossociologia e estimativa de variáveis florestais em um fragmento de Cerrado stricto sensu, Gurupi - TO. / Igor Eloi Silva Machado. – Gurupi, TO, 2018.
55 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências Florestais e Ambientais, 2018.
Orientador: Marcos Giongo
1. Espécies. 2. Endemismo. 3. Inventário florestal. 4. Parcelas menores. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



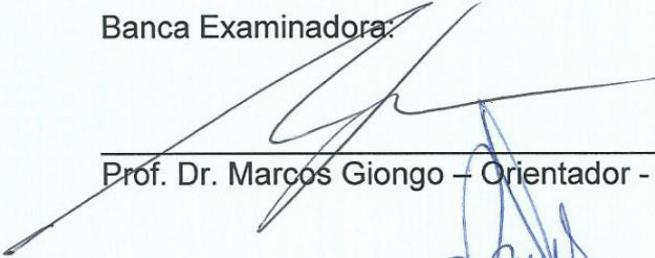
IGOR ELOI SILVA MACHADO

Florística, fitossociologia e estimativa de variáveis florestais em um fragmento de Cerrado *stricto sensu*, Gurupi-TO

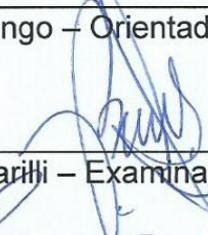
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais em 16/02/2018 foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data da aprovação: 16/02/2018.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcos Giongo – Orientador - UFT



Profª. Drª. Juliana Barilli – Examinadora - UFT



Prof. Dr. Jose Fernando Pereira – Examinador – UFT



Profª. Drª. Priscila Bezerra de Souza – Examinadora – UFT

Gurupi (TO).
2018.

DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu pai Sócrates Machado, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. E a minha mãe (in memoria), que eu sei de onde esteja, estará sempre comigo me dando força para continuar a minha jornada.

Ao meu orientador Prof. PhD. Marcos Giongo, por sua postura profissional, seu apoio e incentivos que foram de imensa importância para seguir adiante e buscar o crescimento acadêmico.

Aos membros da banca examinadora, por aceitarem o convite e enriquecerem o trabalho com suas avaliações e sugestões.

Aos meus irmãos do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo, pela amizade, companheirismo, e me ajudar sempre quando mais precisei. E a toda a equipe restante do CeMAF, que estiveram ao meu lado durante esse período, na colaboração da pesquisa e na coleta de dados em campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PGCFA) e aos professores do Programa, que foram importantes na minha vida acadêmica. A Universidade Federal do Tocantins por disponibilizar toda a sua estrutura para realização deste trabalho.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa durante a realização deste mestrado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O bioma Cerrado possui uma rica flora e apresenta alto nível de endemismo. Em relação ao contexto estadual, o Tocantins está situado na zona de transição geográfica entre o Cerrado e Amazônia. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a florística, fitossociologia e aplicação de técnicas de amostragem para levantamentos florestais, tais como, tamanho e forma de parcelas, intensidade e processos amostral em uma área de Cerrado *stricto sensu*. Por meio de um censo, em uma área de 6,7 hectares, foram identificados indivíduos arbóreos com limite de inclusão de circunferência a altura do peito (CAP) maior ou igual a 15 cm, assim também tiveram sua altura total medida. Foram amostrados 15.434 indivíduos, pertencentes a 78 espécies, 72 gêneros e 37 famílias das quais predominaram as famílias Myrtaceae e Fabaceae. A densidade total da área e área basal foram, respectivamente, de 2.303 ind.ha⁻¹ e 14,07 m².ha⁻¹. Na área de estudo as espécies que se destacaram em relação aos parâmetros fitossociológicos foram: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Qualea multiflora*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea* e *Byrsonima stipulacea*. Após essa etapa foram definidas variações das simulações de amostragem, considerando as combinações: dois processos de amostragem, aleatório e sistemático, diferentes tamanhos de parcelas (250, 500, 1000, 1500 m²) e formas (quadrada, retangular e circular) com as diferentes intensidades de amostragem (2,5, 5, 7,5 e 10%) avaliando três variáveis florestais: volume, área basal e número de árvores. De modo geral, o aumento da intensidade amostral apresentou estreita relação com a melhoria das estimativas das variáveis. No entanto, verificou-se que ao utilizar parcelas de 250 m², para as variáveis de interesse, apresentaram tendências de menores valores dos erros amostral e real, ao contrário do que ocorre em parcelas de tamanhos maiores. Portanto, parcelas de 250 m² tendem a captar de forma mais precisa a variação da distribuição espacial das variáveis de interesse, produzindo resultados mais confiáveis do que ao utilizar parcelas de 1.000 e 1.500 m², sob uma mesma intensidade de amostragem. De modo que, utilizando uma intensidade superior a 5%, com parcelas de 250 e 500 m², obteve erro amostral menor que 20%, resultado aceitável para área de matas nativas. Concluindo que, com base no exposto, é recomendável que, para a estimativa de variáveis florestais, sejam utilizadas parcelas pequenas, 250 ou 500 m² e intensidade amostral variável em função dos recursos de tempo e financeiros disponíveis.

Palavras-chave: Espécies; Endemismo; Inventário florestal; Parcelas menores.

ABSTRACT

The Cerrado biome has a rich flora and presents a high level of endemism. In relation to the state context, the Tocantins is situated in the geographical transition zone between the Cerrado and the Amazon. The objective of this research was to evaluate floristic, phytosociology and application of sampling techniques for forest surveys, such as size and shape of plots, intensity and sampling processes in an area of Cerrado *stricto sensu*. Through a census, in an area of 6.7 hectares, arboreal individuals with a limit of inclusion of chest circumference (CAP) greater than or equal to 15 cm were identified, as well as their total height measured. We sampled 15,434 individuals belonging to 78 species, 72 genera and 37 families of which the families Myrtaceae and Fabaceae predominated. The total density of the area and basal area were, respectively, 2,303 ind.ha⁻¹ and 14,07 m².ha⁻¹. In the study area the species that stood out in relation to phytosociological parameters were: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Qualea multiflora*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea* and *Byrsonima stipulacea*. After this step, variations of the sampling simulations were defined, considering the combinations: two sampling processes, random and systematic, different sizes of plots (250, 500, 1.000, 1.500 m²) and shapes (square, rectangular and circular) with the different sampling intensities (2,5, 5, 7,5 and 10%) evaluating three forest variables: volume, basal area and number of trees. In general, the increase in sample intensity showed a close relationship with the improvement of the estimates of the variables. However, it was verified that when using plots of 250 m², for the variables of interest, they presented tendencies of smaller values of the sampling and real errors, unlike what occurs in plots of larger sizes. Therefore, plots of 250 m² tend to more accurately capture the variation of the spatial distribution of the variables of interest, producing more reliable results than using plots of 1,000 and 1,500 m², under the same sampling intensity. So, using an intensity of more than 5%, with plots of 250 and 500 m², obtained a sampling error of less than 20%, an acceptable result for native forest area. Based on the above, it is recommended that, for the estimation of forest variables, small plots, 250 or 500 m² are used, and the sampling intensity should be as great as the available time and money resources allow

Keywords: Speceis; Endemism; Forest Inventory; smaller plots.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPITULO I: FLORÍSTICA E FITOSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO DE CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>, GURUPI- TO.	11
INTRODUÇÃO.....	12
MATERIAL E MÉTODOS.....	13
<i>Área de estudo</i>	13
<i>Base de dados</i>	14
<i>Identificação e georreferenciamento dos blocos</i>	14
<i>Coleta de dados</i>	16
<i>Processamento dados censo</i>	17
<i>Determinação do número de árvores por hectare</i>	17
<i>Área basal</i>	18
<i>Parâmetros fitossociológicos</i>	18
RESULTADOS.....	20
<i>Índices fitossociológicos</i>	20
<i>Distribuição diamétrica</i>	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
CAPITULO II: AVALIAÇÃO DE SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGENS PARA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS FLORESTAIS EM ÁREA DE CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	33
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
<i>Área de estudo</i>	35
<i>Coleta de dados</i>	36
<i>Amostragem</i>	37
<i>Variáveis para análise dos dados</i>	38
<i>Área basal média (G)</i>	39
<i>Volume (V)</i>	39
<i>Análise de variância</i>	39
<i>Erro de amostragem</i>	39
<i>Erro real relativo</i>	40
RESULTADOS.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DO CENSO REALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL CEMAF DAS ESPÉCIES ENCONTRADAS.	20
TABELA 2. PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DO CENSO REALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL CEMAF, COM RELAÇÃO AS FAMÍLIAS ENCONTRADAS NA ÁREA.	24
TABELA 3. TAMANHO E FORMA DAS PARCELAS POR PROCESSO E INTENSIDADE AMOSTRAL.....	38

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ORTOFOTO DA ÁREA DO CAPÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL CeMAF (EEC).	13
FIGURA 2. CODIFICAÇÃO DOS BLOCOS A PARTIR DE COLUNAS E LINHAS SEQUENCIAIS, DO CAPÃO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL CeMAF (EEC), GURUPI-TO.....	15
FIGURA 3. CARACTERIZAÇÃO DO BLOCO EM FAIXAS. INÍCIO DA COLETA DE DADOS COM O POSICIONAMENTO DA TRENA NO CENTRO DAS FAIXAS.	16
FIGURA 4. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS ESPÉCIES EM UMA ÁREA DE CERRADO <i>STRICTO SENSU</i>	27
FIGURA 5. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DAS DEZ ESPÉCIES DE MAIOR REPRESENTATIVIDADE NA ÁREA.	29
FIGURA 6. ORTOFOTO DA ÁREA DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL CeMAF (EEC).	36
FIGURA 7. ERRO REAL DAS VARIÁVEIS ANALISADAS. FIGURAS 7A E 7B, VARIÁVEL VOLUME NO PROCESSO AMOSTRAL ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO, RESPECTIVAMENTE. FIGURAS 7C E 7D, VARIÁVEL ÁREA BASAL NO PROCESSO AMOSTRAL ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO, RESPECTIVAMENTE. FIGURAS 7E E 7F, VARIÁVEL NÚMERO DE ARVORES NO PROCESSO AMOSTRAL ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO, RESPECTIVAMENTE.	43
FIGURA 8. . ERRO AMOSTRAL DAS VARIÁVEIS ANALISADAS. FIGURAS 8A E 8B, VARIÁVEL VOLUME NO PROCESSO AMOSTRAL ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO, RESPECTIVAMENTE. FIGURAS 8C E 8D, VARIÁVEL ÁREA BASAL NO PROCESSO AMOSTRAL ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO, RESPECTIVAMENTE. FIGURAS 8E E 8F, VARIÁVEL NÚMERO DE ARVORES NO PROCESSO AMOSTRAL ALEATÓRIO E SISTEMÁTICO, RESPECTIVAMENTE.	47

INTRODUÇÃO GERAL

O conhecimento prévio dos recursos florestais existentes, dinâmica, crescimento, composição florística e estrutura são de suma importância para a correta tomada de decisões na gestão e manejo destes recursos. Os conhecimentos relacionados aos recursos florestais constituem uma peças-chave para a definição de políticas regulamentárias relacionadas ao uso, prevenção e conservação destes recursos. As corretas informações sobre os recursos existentes, são também de fundamental importância na definição e criação de unidades de conservação, concessões florestais, licenciamentos, entre outras, etc., visando salvaguardar material genético, tanto de fauna e flora, garantindo bases para a pesquisa de recuperação de espécies em extinção e o uso desses recursos naturais de modo que os mesmos possam perpetuar para as gerações futuras (AUGUSTYNCZIK et al. 2013).

As informações altamente confiáveis sobre os recursos florestais somente podem ser obtidas com o censo florestal, isto é, o parâmetro da população, ou seja, a amostragem de 100% da área florestal, em que deverão ser medidos todos os indivíduos na floresta, podendo em este possuir uma restrição de um DAP (Diâmetro a Altura do Peito) mínimo para a amostragem (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). No entanto devido a custos, principalmente em áreas grandes extensões, utiliza-se a aplicação das técnicas de processos e métodos de amostragem para se obter a estimativa desses parâmetros (AUGUSTYNCZIK et al. 2013).

Levantamentos de composição florística auxiliam na detecção de padrões de dominância de certas espécies, bem como, a importância das relações ecológicas na manutenção das comunidades. Isso é base na elaboração de programas de controle e conservação dos remanescentes ainda preservados. Estudos florísticos são essenciais para a conservação da diversidade, pois fornecem o conhecimento atual dos fragmentos e subsídios para planos de recuperação de áreas degradadas (Ferreira et al. 2017), assim estudos da flora das fisionomias típicas do Cerrado são de suma importância para o conhecimento da diversidade e distribuição das espécies.

O sucesso de um inventário florestal está ligado à definição correta do processo de amostragem, do tamanho e forma das unidades amostrais e da intensidade de amostragem, requisitos básicos para obter as informações com

precisão. Essas variáveis também estão diretamente relacionadas com a redução de custos e tempo de execução dos levantamentos de campos.

Diversos trabalhos buscam responder essas questões, mas atualmente, de um modo geral, o uso de unidades amostrais iguais à 1000 m² (20 x 50 m) e/ou parcelas circulares com um raio máximo de 15 m em florestas nativas heterogêneas e multiâneas são mais utilizados (ANDRADE et al. 2006; SCOLFORO, 2006). Já em levantamentos fitossociológicos, têm usado sistematicamente parcelas menores, tais como as de 10 x 10 m, 10 x 20 m, que assim podem distribuí-las melhor sobre toda a área da floresta (ISERNHAGEN, 2001; KERSTEN e GALVÃO, 2011).

Entretanto, não é difícil encontrar controvérsias sobre este assunto, principalmente no que diz respeito a forma, podendo ser retangular, quadrada ou circular, e o tamanho destas unidades amostrais empregadas em inventários florestais, principalmente em áreas de vegetação nativa no Cerrado. Considerando que a intensidade amostral é definida no planejamento do inventário florestal e está estreitamente relacionada ao conhecimento prévio da variação da população e da precisão pretendida (HIGUCHI et al. 1982). A intensidade amostral é de suma importância para a precisão dos inventários florestal inventariada, sendo que uma maior intensidade amostral em relação a área total, menor o erro amostral, que geralmente visa atingir um erro amostral aceitável.

A utilização amostragem acarreta a existência de um erro de amostral, devido à medição de apenas parte da população e que quanto menor for esse erro de amostragem, mais precisas são as estimativas. O problema do uso de amostragem reside quando se especifica os resultados a nível de espécie em florestas heterogêneas e multiâneas contendo centenas de espécies arbóreas, com isso os erros amostrais a nível de espécie são muito elevados, exceto para algumas espécies mais abundantes e que se distribuem aleatoriamente em toda a área inventariada (AUGUSTYNCZIK et al. 2013). Os erros de amostragem na estimativa das variáveis desejadas dependem da variação da população, da fração amostral, do processo e do método de amostragem utilizados (UBIALLI et al. 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a florística, fitossociologia e aplicação de técnicas de amostragem para levantamentos florestais, tais como, tamanho e forma de parcelas, intensidade e processos amostral em uma área de Cerrado *stricto sensu*.

CAPITULO I: FLORÍSTICA E FITOSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO DE CERRADO *STRICTO SENSU*, GURUPI-TO.

Resumo: Objetivo deste trabalho foi avaliar a composição florística e fitossociológica de um fragmento de Cerrado *sensu stricto*, no município de Gurupi -TO. Área de estudo, total de 6,7 hectares, para facilitar a área foi dividida em blocos com dimensões de 1600 m², facilitando a realização de censo, com limite de inclusão de 15 cm de CAP. A base de dados obtida teve um total de 15.434 indivíduos, todos identificados e especializados (coordenadas X e Y). Foi realizada análise dos valores absolutos e relativos de densidade, dominância e valor de cobertura. Foram identificados 78 espécies, 72 gêneros e 37 famílias. Uma densidade total de 2.303,58 ind.ha⁻¹ e área basal de 94,303 m². A espécie mais abundante foi *Myrcia splendens* (2.447 ind; 15,85%). As espécies com maiores valores de cobertura em ordem decrescente foram: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Curatella americana*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea*, *Byrsonima stipulacea* e *Machaerium brasiliense*, que representaram 53% do total dos indivíduos da área. As espécies do gênero *Qualea* apresentaram dominância e número de espécies abrangente, representando 11% do total de indivíduos, se dá principalmente por ser pioneiras em áreas de cerrado *sensu stricto*. O padrão de distribuição dos indivíduos foi no formato de "J" invertido. *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens* e *Tachigali aurea* são exemplos de espécies com menor número de indivíduo nas classes iniciais, é possível inferir que possuem uma regeneração em ciclos ou sofreram algum tipo de perturbação no passado. Analisando em geral, a área de estudo se encontra em processo de regeneração, com maior número de indivíduos nas classes iniciais de diâmetro.

Palavras chaves: densidade; distribuição; espécies abrangentes.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the floristic and phytosociological composition of a Cerrado fragment *sensu stricto*, in the municipality of Gurupi -TO. Study area, total of 6.7 hectares to facilitate the area was divided in blocks with dimensions of 1600 m², facilitating the realization of census with 15 cm CAP inclusion threshold. The database obtained had a total of 15,434 individuals, all identified and specialized (X and Y coordinates). The absolute and relative values of density, dominance and coverage value were analyzed. It was identified 78 species, 72 genera and 37 families. A total density of 2,303.58 ind.ha⁻¹ and a basal area of 94.303 m². The most abundant species was *Myrcia splendens* (2,447 ind; 15.85%). The species with higher margin calls in descending order were: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Curatella americana*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea*, *Byrsonima stipulacea* and *Machaerium Brasiliensis*, which accounted for 53% of all individuals of the area. The species of the genus *Qualea* showed dominance and comprehensive number of species, representing 11% of all individuals, it is mainly for being pioneers in cerrado areas. The distribution pattern of individuals was in inverted "J" format. *Astronium fraxinifolium*, *Tachigali aurea* and *Magonia pubescens* are examples of species with smaller number of individual classes in the initial, it can be inferred that have a regeneration cycles or in some type of disturbance experienced in the past. Analyzing in general, the study area is in the regeneration process, with a greater number of individuals in the initial diameter classes.

Keywords: density; distribution; comprehensive species.

Introdução

O bioma Cerrado possui a mais rica flora dentre as savanas (KLINK e MACHADO, 2005), portanto essa elevada diversidade de espécies, presença de espécies endêmicas e o intenso desmatamento, localizado dentro de uma fronteira agrícola, colocam o Cerrado na lista de *hotspots* mundiais (MITTERMEIE et al. 2005). No estado do Tocantins, ocupa cerca de 90 % do território, situa se numa zona de transição entre o Cerrado e a Amazônia (IBGE, 2007).

A vegetação do Cerrado é composta por diversos tipos de ambientes: cerradão, cerrado, cerrado *sensu stricto*, mata de galeria/ciliar e formações campestres, como o campo limpo e o campo sujo (RIBEIRO e WALTER, 1998). No contexto estadual, de acordo com a SEPLAN (2012), o Cerrado *sensu stricto* se destaca em sua maior abrangência. O conhecimento florístico destas formações florestais é fundamental, especialmente para a conservação da biodiversidade que é um dos maiores desafios da atualidade devido ao elevado nível de perturbações antrópicas dos ecossistemas naturais, existentes no Brasil.

De acordo com Chaves et al. (2013), os levantamentos florísticos geram informações sobre a distribuição geográfica das espécies, sua abundância em diferentes locais. Segundo Freitas e Magalhães (2012), pode-se obter características quantitativas como volume, área basal, altura média das árvores, biomassa, densidade, dominância, índice de valor de cobertura e importância, posição sociológica, índice de regeneração natural e outras variáveis através dos inventários florestais.

Estes estudos florísticos fornecem o conhecimento e subsídios para tomadas de decisões (FERREIRA et al. 2017), assim estudos da flora das fisionomias típicas do cerrado são de suma importância para o conhecimento da diversidade e distribuição das espécies e na instalação de políticas regulamentórias, de preservação e conservação do cerrado, e no manejo e recuperação de áreas degradadas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição florística e fitossociológica de um fragmento de Cerrado *sensu stricto*, obtido através do levantamento feito na área de estudo.

Material e métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado na Estação Experimental CeMAF (EEC), localizado na Universidade Federal do Tocantins (UFT), no Campus de Gurupi (TO). A área total é de aproximadamente 6,7 hectares (Figura 1). O Capão da EEC tem fitofisionomia do tipo Cerrado *sensu stricto* e subtipo cerrado típico de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (1998), por apresentar vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo de altura média de três a seis metros. Também é observado na área, estágio avançado de regeneração com fustes de pequenos diâmetros e presença de lianas (cipós). Concluiu-se, devido a evidências que antigamente o local era de pastagens para atividade de pecuária, ratificando isso, no decorrer da EEC tem se uma estrada antiga no qual já está sendo fechada pela a vegetação e pedaços de cercas velhas de arames.



Figura 1. Ortofoto da área do Capão da Estação Experimental CeMAF (EEC).

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, o clima na região em estudo é C2wA'a", caracterizado como úmido subúmido e de moderada deficiência hídrica no inverno (SEPLAN, 2012). Com os dados dos principais elementos meteorológicos registrados na Estação Meteorológica do Campus de Gurupi (TO) historiou um regime pluvial com lâmina média anual de 1.688,4 mm. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar a zero.

Base de dados

A base de dados desta pesquisa é formada por 15.434 árvores medidas no censo realizado no Capão da EEC durante os meses de maio a setembro de 2017, realizada pela equipe do centro de monitoramento ambiental e manejo do fogo (CeMAF). Nos itens subsequentes é abordada a metodologia utilizada para a coleta e processamento das informações desta base.

Identificação e georreferenciamento dos blocos

No planejamento para a realização do censo no Capão da EEC, para facilitar a área foi dividida em Blocos (B), com as dimensões 40 x 40 m, caracterizando uma área de 1600 m². Os blocos estão codificados, de forma a facilitar sua diferenciação, facilitando qualquer trabalho desenvolvido dentro do Capão da EEC. Foram ordenados quanto às colunas e linhas, sendo as colunas (sentido Sudeste à Noroeste) sequenciadas de A até E, e as linhas (sentido Nordeste à Sudoeste) sequenciadas de 1 a 11. Desta forma, cada bloco possui um código próprio. Exemplo: B_C7 refere-se ao bloco localizado na coluna C e linha 7. Para a demarcação dos blocos em campo, definição do local de instalação dos pontos e distâncias entre eles, utilizou-se teodolito, com auxílio de uma baliza e trena, garantindo a formação correta dos blocos. (Figura 2).

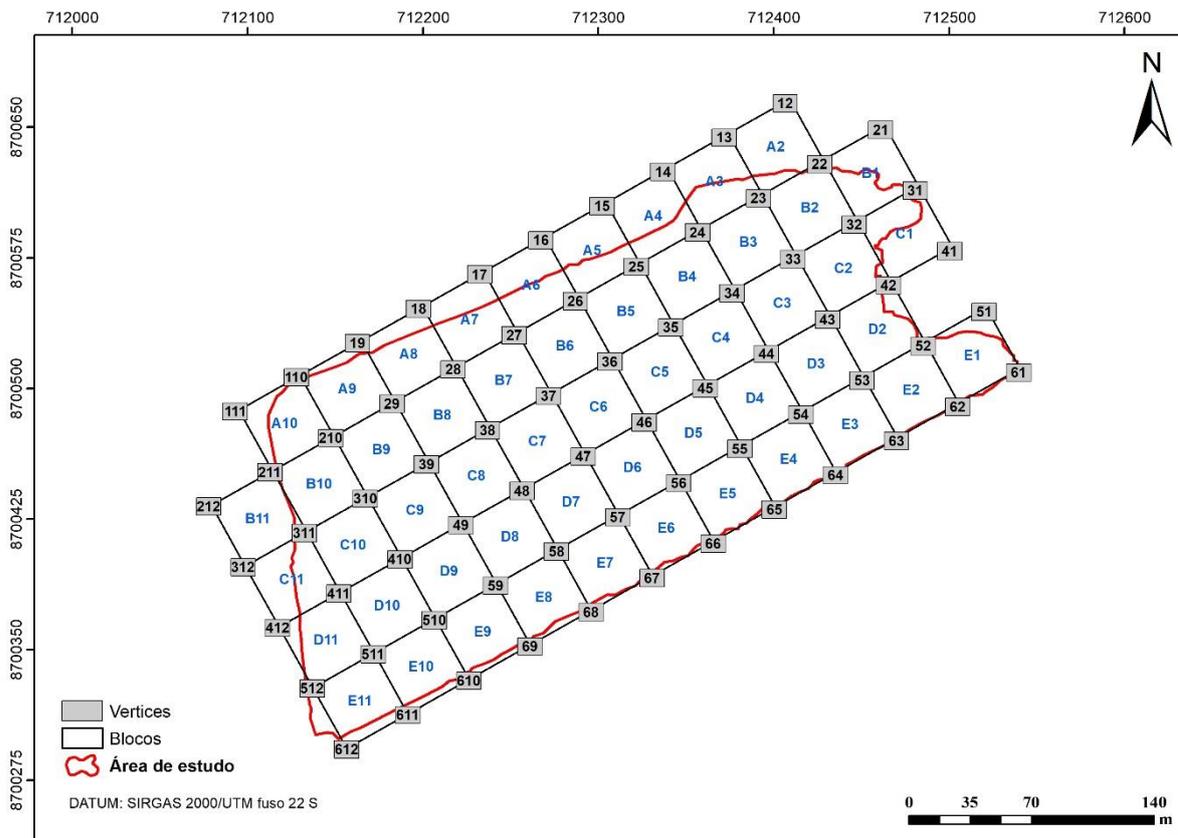


Figura 2. Codificação dos blocos a partir de colunas e linhas sequenciais, do Capão da Estação Experimental CeMAF (EEC), Gurupi-TO.

No campo, cada vértice está materializado por um marco de concreto, com sua devida codificação em uma placa metálica, sendo que para a determinação das coordenadas dos vértices foi utilizado GPS (Trimble R3). Os dados brutos coletados em campo com o GPS, foram pós-processados no escritório. Para a determinação das coordenadas de cada um dos vértices utilizou-se o método de correção diferencial com os dados brutos (coletados em campo) e os dados de uma estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) do IBGE.

Neste trabalho utilizou-se os dados da estação Gurupi (TOGU) que se encontra a menos de 1 km da área de estudo. Em todos os vértices obteve-se uma solução fixa no processamento dos dados e erros inferiores a 10 cm. Uma vez concluído o georreferenciamento foi possível viabilizar a espacialização das árvores dentro da floresta na etapa do censo. Com base nisso foi possível realizar as análises da distribuição espacial das espécies e as simulações de inventário. Por isso, esta foi uma etapa fundamental dentro de todo o trabalho.

Coleta de dados

Para a realização do censo, cada bloco foi subdividido em quatro faixas, com as dimensões 10 x 40 m, e numeradas de 1 a 4 (Figura 3). Essa divisão foi utilizada de forma a sistematizar e possibilitar uma melhor coleta das informações de cada indivíduo. Ainda, por meio de planejamento, o deslocamento dentro do bloco partiria do vértice inicial (VI), no qual era indicado na ficha de campo, deslocando-se assim até o vértice final (VF).

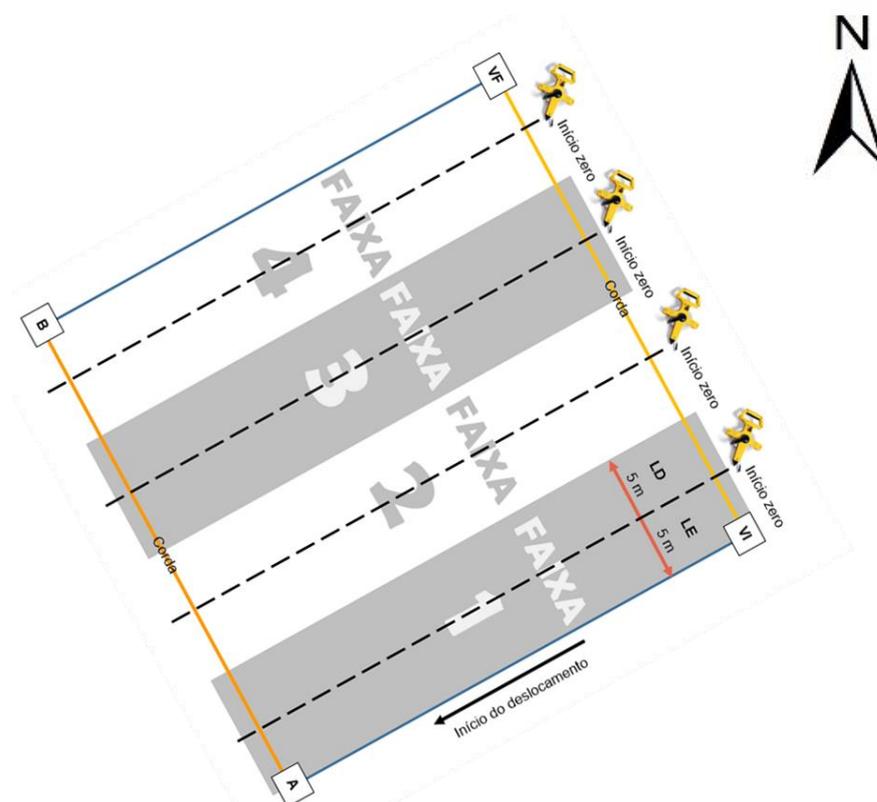


Figura 3. Caracterização do bloco em faixas. Início da coleta de dados com o posicionamento da trena no centro das faixas.

Primeiramente se deu a determinação das linhas centrais das diferentes faixas que foi realizada com auxílio de duas cordas e uma trena a qual se utilizou o seguinte procedimento: uma corda era posicionada do ponto VI ao VF e a outra do A ao B, no qual eram marcadas as medidas de 5, 15, 25 e 35 m, onde se posicionava a trena de 40 m para a materialização da linha central da faixa, dividindo a faixa em Lado Direito (LD) e Lado Esquerdo (LE).

Para a realização das atividades na área de estudo foi considerado inicialmente que cada bloco disponibilizava de um sistema de coordenadas

individuais, ou seja, onde a linha central da faixa (trena de 40 m) era o eixo principal (x) e a distância do indivíduo (trena de 5 m) até essa linha central era o eixo secundário (y). O início do trabalho era dado pela faixa 1 tendo como referência a linha central onde estava alocada uma trena em todo o bloco. O caminhamento era realizado por uma equipe composta de seis pessoas, em que uma era responsável por anotar as localizações dos indivíduos e suas variáveis; em marcar as árvores com placas de metal numeradas; para medir a circunferência a altura do peito (CAP); duas nas coordenadas dos indivíduos e; uma para mensurar a altura.

O levantamento de dados realizados na área de estudo do componente arbóreo, utilizou-se o procedimento: dentro de cada faixa, mediram-se indivíduos arbóreos com CAP ≥ 15 cm e circunferência da base (CAB) a 10 cm com auxílio de fita métrica; cada árvore recebeu uma plaqueta numerada de forma sequencial dentro do censo e já identificava por nome popular (espécie) ou coletava material para uma futura identificação (herbário).

Os indivíduos (arbóreos) foram espacializados, ou seja, referenciados quanto a sua coordenada Y e X, via que a coordenada Y refere-se a distância encontrada na trena principal (Trena), enquanto que a coordenada X refere-se a distância encontrada na trena lateral (Fita métrica lateral). Para atribuir as coordenadas às árvores, tomou-se sempre como referência as coordenadas dos quatro vértices de cada um dos blocos com auxílio de software específicos.

Processamento dados censo

Determinação do número de árvores por hectare

Para a determinação do valor paramétrico do número de árvores por hectare, foi obtido o número total de árvores existentes na área de estudo, englobando todos os indivíduos com CAP maior ou igual a 15 cm sobre área total estudada, como segue na equação (1).

$$N = \frac{n}{A} \quad (1)$$

Onde:

N = número médio de árvores por hectare;

n = número de árvores total do censo;

A = área de estudo (ha).

Área basal

A área basal foi obtida através da soma das áreas transversais de todas as árvores da área de estudo e, em seguida, dividindo-a pela área total inventariada (Equações 2 e 3).

$$g = \frac{\pi * DAP^2}{40.000} \quad (2)$$

Onde:

g = área transversal da área de estudo (m^2);

DAP = diâmetro altura do peito (cm).

$$G = \frac{\sum g}{A} \quad (3)$$

Onde:

G = área basal por hectare ($m^2 \cdot ha^{-1}$);

A = área total de estudo (ha).

Parâmetros fitossociológicos

Foram calculados para cada espécie os seguintes parâmetros fitossociológicos: dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR), densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR) e índice de valor de cobertura (IVC), segundo Brower e Zar (1984):

Dominância

A dominância expressa a influência de cada espécie na área e é calculada pela soma das áreas transversais da espécie (Equação 4), enquanto que a dominância relativa é calculada em porcentagem (Equação 5).

$$DoA_i = \sum g_i \quad (4)$$

Onde:

DoA_i = dominância absoluta ($m^2 \cdot ha^{-1}$) da i -ésima espécie;

g_i = área basal da i -ésima espécie (m^2).

$$DoR_i = \left(\frac{DoA_i}{G} \right) \cdot 100 \quad (5)$$

Onde:

DoR_i = dominância relativa da i-ésima espécie (%);

G = área basal total média de todas as espécies (m^2).

Densidade

A densidade determina a participação das várias espécies no fragmento, ou seja, relaciona o número de indivíduos por unidade de área ou pelo total de indivíduos da amostra, conforme as equações 6 e 7.

$$DA_i = N_i \quad (6)$$

Onde:

DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie;

N_i = número médio de árvores da i-ésima da espécie por hectare.

$$DR_i = \left(\frac{DA_i}{N} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

Onde:

DR_i = densidade relativa da i-ésima espécie (%);

N = número médio de árvores por hectare.

Índice de Valor de Cobertura (IVC)

Expressa a importância ecológica da espécie em termos de distribuição horizontal, baseando-se, contudo, apenas na densidade e na dominância (Equação 8).

$$IVC = \frac{DR_i + DoR_i}{2} \quad (8)$$

Onde:

IVC = Índice de valor de cobertura (%);

DR_i = densidade relativa da i-ésima espécie;

DoR_i = dominância relativa da i-ésima espécie.

RESULTADOS

Índices fitossociológicos

A composição florística da área constituiu-se de 78 espécies, 72 gêneros e 37 famílias, e dentre as espécies, dez não foram identificadas quanto ao gênero e família (Tabela 1). Foram amostrados 15.434 indivíduos, o que representa uma densidade total de 2.303,58 ind.ha⁻¹. A somatória da área transversal de todas as árvores com circunferência a altura do peito (CAP) superior ou igual a 15 cm foi de 94,303 m², resultou numa área basal de 14,075 m².ha⁻¹

Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos do censo realizado na Estação Experimental CeMAF das espécies encontradas.

Espécie	NI	DA	DR	AB	DoA	DoR	IVC
<i>Myrcia splendens</i> (sw.) Dc.	2447	365,22	15,85	10,02	1,49	10,63	13,24
<i>Astronium fraxinifolium</i> schott	839	125,22	5,43	6,08	0,90	6,45	5,94
<i>Magonia pubescens</i> a.st.-hil.	728	108,65	4,71	5,15	0,76	5,47	5,09
<i>Qualea parviflora</i> mart.	693	103,43	4,49	3,85	0,57	4,09	4,29
<i>Protium heptaphyllum</i> (aubl.) Marchand	684	102,08	4,43	3,68	0,55	3,91	4,17
<i>Qualea multiflora</i> mart.	652	97,31	4,22	2,63	0,39	2,79	3,51
<i>Vatairea macrocarpa</i> (benth.) Ducke	646	96,41	4,18	5,25	0,78	5,58	4,88
<i>Tachigali aurea</i> tul.	635	94,77	4,11	4,40	0,65	4,67	4,39
<i>Byrsonima stipulacea</i> a.juss.	630	94,03	4,08	2,80	0,41	2,98	3,53
<i>Machaerium brasiliense</i> vogel	619	92,38	4,01	3,55	0,53	3,77	3,89
<i>Qualea grandiflora</i> mart.	614	91,64	3,97	2,30	0,34	2,44	3,21
<i>Curatella americana</i> l.	467	69,70	3,02	5,13	0,76	5,45	4,24
<i>Callisthene minor</i> mart.	404	60,29	2,62	1,60	0,23	1,70	2,16
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (mart.) A.robys	366	54,62	2,37	3,61	0,54	3,84	3,10
<i>Copaifera langsdorffii</i> desf.	314	46,86	2,03	3,08	0,46	3,27	2,65
<i>Antonia ovata</i> pohl	313	46,71	2,03	1,59	0,23	1,69	1,86
<i>Roupala montana</i> aubl.	309	46,11	2,00	2,50	0,37	2,66	2,33
<i>Ouratea hexasperma</i> (a.st.- hil.) Baill.	284	42,38	1,84	0,85	0,12	0,91	1,37
<i>Myracrodruon urundeuva</i> allemão	265	39,55	1,72	1,97	0,29	2,10	1,91
<i>Terminalia argentea</i> mart.	248	37,01	1,60	2,05	0,31	2,18	1,89
ssp.3	247	36,86	1,60	1,09	0,16	1,16	1,38
<i>Eriotheca gracilipes</i> (k.schum.) A.rob.	211	31,49	1,37	2,82	0,42	2,99	2,18
<i>Diospyros burchellii</i> hiern	152	22,68	0,98	0,68	0,10	0,72	0,85
<i>Guettarda viburnoides</i> cham. & schltdl.	151	22,53	0,98	0,50	0,07	0,53	0,76
<i>Couepia grandiflora</i> (mart. & zucc.) Benth.	131	19,55	0,85	0,71	0,11	0,76	0,80
<i>Tabebuia aurea</i> (silva manso) benth. & hook.f. Ex s.moore	113	16,86	0,73	0,63	0,09	0,67	0,70
<i>Lafoensia pacari</i> a.st.-hil.	109	16,27	0,71	0,39	0,05	0,42	0,56
<i>Eugenia florida</i> dc.	101	15,07	0,65	0,28	0,04	0,31	0,48
<i>Apeiba tibourbou</i> aubl.	97	14,47	0,63	1,24	0,18	1,32	0,97

<i>Campomanesia velutina</i> (cambess.) O.berg	96	14,32	0,62	0,33	0,05	0,36	0,49
<i>Luehea grandiflora</i> mart. & zucc.	94	14,02	0,61	0,64	0,09	0,68	0,65
<i>Kielmeyera coriacea</i> mart. & zucc.	92	13,73	0,59	0,43	0,06	0,46	0,53
<i>Psidium myrsinites</i> dc.	89	13,28	0,57	0,32	0,04	0,35	0,46
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (l.) Dc.	86	12,83	0,55	0,39	0,05	0,42	0,49
<i>Erythroxylum deciduum</i> a.st.- hil.	85	12,68	0,55	0,24	0,03	0,26	0,40
<i>Caryocar brasiliense</i> cambess.	80	11,94	0,51	0,89	0,13	0,94	0,73
<i>Himatanthus obovatus</i> (müll. Arg.) Woodson	80	11,94	0,52	0,41	0,06	0,43	0,48
<i>Guazuma ulmifolia</i> lam.	78	11,64	0,51	0,86	0,12	0,92	0,71
<i>Annona crassiflora</i> mart.	75	11,19	0,48	0,25	0,03	0,27	0,38
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	73	10,89	0,47	0,59	0,08	0,63	0,55
<i>Alchornea glandulosa</i> poepp. & endl.	70	10,44	0,45	0,23	0,03	0,25	0,35
<i>Xylopia aromatica</i> (lam.) Mart.	65	9,70	0,42	0,68	0,10	0,73	0,58
<i>Machaerium hirtum</i> (vell.) Stellfeld	63	9,40	0,41	0,66	0,09	0,71	0,56
ssp.10	63	9,40	0,41	0,31	0,04	0,33	0,37
<i>Pterodon pubescens</i> (benth.) Benth.	51	7,61	0,33	1,02	0,15	1,09	0,71
<i>Plathymania reticulata</i> Benth.	50	7,46	0,32	0,44	0,06	0,47	0,40
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	49	7,31	0,32	0,21	0,03	0,22	0,27
<i>Alibertia edulis</i> (rich.) A.rich.	47	7,01	0,31	0,17	0,02	0,18	0,24
ssp. 4	45	6,71	0,29	0,20	0,03	0,22	0,25
<i>Hirtella glandulosa</i> spreng.	42	6,26	0,27	0,40	0,06	0,43	0,35
<i>Dilodendron bipinnatum</i> radlk.	41	6,12	0,26	0,30	0,04	0,32	0,29
ssp. 2	40	5,97	0,26	0,19	0,03	0,21	0,23
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (mart.) Coville	36	5,37	0,23	0,33	0,05	0,35	0,29
<i>Anacardium giganteum</i> w.hancock ex engl.	33	4,92	0,21	0,12	0,01	0,13	0,17
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	31	4,62	0,20	0,13	0,02	0,14	0,17
<i>Davilla elliptica</i> a.st.-hil.	31	4,62	0,20	0,11	0,02	0,12	0,16
<i>Mouriri pusa</i> gardner	31	4,62	0,20	0,09	0,01	0,10	0,15
ssp. 6	29	4,32	0,18	0,40	0,06	0,42	0,31
<i>Hymenaea courbaril</i> l.	26	3,88	0,16	0,70	0,10	0,75	0,46
<i>Tapirira obtusa</i> (benth.) J.d.mitch.	26	3,88	0,16	0,21	0,03	0,22	0,20
ssp. 9	23	3,43	0,14	0,10	0,01	0,11	0,13
ssp. 8	22	3,28	0,14	0,27	0,04	0,29	0,21
ssp. 1	19	2,83	0,12	0,08	0,01	0,09	0,11
ssp. 5	16	2,39	0,10	0,12	0,01	0,13	0,12
<i>Vitex polygama</i> cham.	16	2,38	0,10	0,12	0,01	0,13	0,11
<i>Dipteryx alata</i> vogel	15	2,24	0,09	0,14	0,02	0,15	0,12
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> lam.	15	2,24	0,09	0,13	0,02	0,14	0,12
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> mart. Ex hayne	13	1,94	0,08	0,23	0,03	0,25	0,17
<i>Ouratea spectabilis</i> mart. Engl.	10	1,49	0,06	0,07	0,01	0,07	0,07
ssp. 7	6	0,89	0,04	0,04	0,01	0,05	0,04
<i>Cecropia lyratiloba</i> miq.	5	0,74	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03
<i>Hancornia speciosa</i> gomes	2	0,29	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
<i>Andira vermifuga</i> (mart.) Benth.	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bauhinia rufa</i> (bong.) Steud.	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Bowdichia virgilioides</i> kunth	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01

<i>Cabralea canjerana</i> (vell.) Mart.	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Enterolobium gummiferum</i> (mart.) J.f.macbr.	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
<i>Tabebuia ochracea</i> (DC.) A.H.Gentry	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Total	15.434	2.303,58	100	94,30	14,07	100	100

Legenda: Ind.: número de indivíduos; DA: densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR: densidade relativa (%); AB: área basal (m².ha⁻¹); DoA: dominância absoluta (m².ha⁻¹); DoR: dominância relativa (%); IVC: índice valor de cobertura (DR+DoR)/2.

Resultados que corroboram com os obtidos por Mews et al. (2011) em uma área de Cerrado típico no Parque do Bacaba, Mato Grosso com área amostral de 0,5 hectare, no qual foram registradas 80 espécies, 66 gêneros e 35 famílias e com a área basal 14,54 m².ha⁻¹. Já Ferreira et al. (2017) em um levantamento fitossociológico e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado *sensu stricto* localizado na cidade de Gurupi – TO, a uma área amostral de 0,5 hectare, identificaram 102 espécies, e 78 gêneros e uma área basal 19,34 m².ha⁻¹.

As espécies com maiores valores de cobertura em ordem decrescente foram: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Curatella americana*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea*, *Byrsonima stipulacea* e *Machaerium brasiliense*, que representaram 53% do total dos indivíduos da área. Segundo Possebom et al. (2017), através do índice de valor de cobertura pode-se relacionar a distribuição das espécies e estabelecer a estrutura dos táxons (espécie, família, etc.) na comunidade florestal.

A espécie *Myrcia splendens* destacou-se também com maior valor de dominância, ou seja, englobando uma maior área basal em relação à área de estudo, representando 15,85% do total de indivíduos, enquanto que as outras espécies obtiveram uma porcentagem abaixo de seis. De acordo com Oliveira Filho (2006), a ocorrência da *M. splendens* vai desde o México até o sul do Brasil, é recomendada para restauração de área degradada, por ser uma espécie pioneira, com seu fruto apreciado pela avifauna, facilitando a sua dispersão.

As espécies mais importantes em termos de representatividade no número de árvores por hectare, na composição do fragmento, foram: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Qualea multiflora*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea*, *Byrsonima stipulacea* e *Machaerium brasiliense* representando 55,55% da área total. As espécies *Tachigali aurea*, *Qualea parviflora* e *Qualea multiflora* estão também entre as

predominantes nos estudos realizados por Silva Neto et al. (2016) e que de acordo com Silva Júnior (2012) são espécies amplamente distribuídas no Cerrado *sensu stricto*, onde a *Qualea parviflora* foi a segunda dentre as 100 árvores mais frequentes no Cerrado *stricto sensu*.

As espécies do gênero *Qualea* apresentaram dominância e número de espécies abrangente, representando 11% do total de indivíduos, o que também foi observado no trabalho de Silva Neto et al. (2016), em um fragmento de Cerrado *sensu stricto*. Resultados que podem ter relação com o fato de que diversas literaturas relatam que este gênero apresenta ampla distribuição no Cerrado (COSTA et al., 2010a; SILVA JÚNIOR, 2012; FINGER e FINGER, 2015). A grande representividade deste gênero, se dá principalmente por ser pioneiras em áreas de cerrado *sensu stricto*, com elevada distribuição e mesmo sua dispersão sendo anemocórica (LORENZI, 2000; BERNASOL e LIMA-RIBEIRO, 2010; SANTOS et al. 2017), e logo como esta é uma área em processo de regeneração, a mesma terá um maior destaque.

As espécies *Curatella americana*, *Pseudobombax tomentosum* e *Copaifera langsdorffii* obtiveram representatividade menor em relação ao número de indivíduos, comportamento explicado por ser espécies, no processo de sucessão ecológica, classificadas como tardias. As espécies que obtiveram representatividade em relação a área basal e dominância no fragmento em ordem decrescente foram: *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Vatairea macrocarpa*, *Magonia pubescens*, *Curatella americana*, *Tachigali aurea*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Pseudobombax tomentosum* e *Copaifera langsdorffii*. Espécies que podem ser trabalhadas em planos de recuperação de áreas degradadas sendo bem adaptadas e facilmente encontradas em fisionomias típicas de cerrado.

Das famílias registradas, as que obtiveram maior valor de cobertura foram Fabaceae, Myrtaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae e Sapindaceae que somaram juntas 60,98% do IVC total, representando 62,54% do total de indivíduos, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos do censo realizado na Estação Experimental CeMAF, com relação as famílias encontradas na área.

Família	NI	DA	DR	Ab	DoA	DoR	IVC
Fabaceae	2576	384,47	16,69	20,59	3,07	21,84	19,26
Myrtaceae	2782	415,22	18,03	11,18	1,67	11,86	14,94
Vochysiaceae	2363	352,68	15,31	10,39	1,55	11,02	13,17
Anacardiaceae	1163	173,58	7,54	8,39	1,25	8,90	8,22
Sapindaceae	769	114,77	4,98	5,46	0,81	5,79	5,39
Malpighiaceae	716	106,86	4,64	3,19	0,47	3,39	4,02
Burseraceae	684	102,09	4,43	3,69	0,55	3,91	4,17
Não identificadas	510	76,12	3,30	2,83	0,42	3,01	3,15
Dilleniaceae	498	74,33	3,23	5,24	0,78	5,57	4,40
Malvaceae	463	69,11	3,00	4,86	0,72	5,15	4,08
Loganiaceae	313	46,71	2,03	1,60	0,24	1,69	1,86
Proteaceae	309	46,11	2,00	2,50	0,37	2,66	2,33
Ochnaceae	294	43,88	1,90	0,92	0,13	0,98	1,44
Combretaceae	248	37,01	1,61	2,05	0,31	2,18	1,89
Bombacaceae	211	31,49	1,37	2,82	0,42	2,99	2,18
Rubiaceae	198	29,55	1,28	0,67	0,10	0,72	1,00
Chysobalanaceae	173	25,82	1,12	1,11	0,17	1,19	1,15
Ebenaceae	152	22,68	0,98	0,68	0,10	0,72	0,85
Annonaceae	140	20,89	0,91	0,94	0,14	1,00	0,95
Bignoniaceae	114	17,01	0,74	0,63	0,09	0,68	0,71
Lythraceae	109	16,26	0,71	0,39	0,05	0,42	0,56
Tiliaceae	94	14,03	0,61	0,64	0,09	0,68	0,65
Clusiaceae	92	13,73	0,60	0,43	0,06	0,46	0,53
Erythroxylaceae	85	12,68	0,55	0,24	0,03	0,26	0,40
Apocynaceae	82	12,24	0,53	0,41	0,06	0,44	0,48
Caryocaraceae	80	11,94	0,52	0,89	0,13	0,94	0,73
Sterculiaceae	78	11,64	0,51	0,86	0,13	0,92	0,71
Euphorbiaceae	70	10,45	0,45	0,23	0,03	0,25	0,35
Melastomaceae	31	4,63	0,20	0,09	0,01	0,10	0,15
Lamiaceae	16	2,38	0,10	0,12	0,01	0,13	0,11
Rutaceae	15	2,24	0,10	0,13	0,02	0,14	0,12
Urticaceae	5	0,75	0,03	0,02	0,00	0,02	0,03
Meliaceae	1	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	15434	2303,58	100	94,30	14,07	100	100

Legenda: Ind.: número de indivíduos; DA: densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR: densidade relativa (%); AB: área basal (m².ha⁻¹); DoA: dominância absoluta (m².ha⁻¹); DoR: dominância relativa (%); IVC: índice valor de cobertura (DR+DoR)/2.

As famílias que se destacaram em dominância, quanto em área basal foram: Fabaceae (3,07 m².ha⁻¹) Myrtaceae (1,67 m².ha⁻¹), Vochysiaceae (1,55 m².ha⁻¹), Anacardiaceae (1,25 m².ha⁻¹) e Sapindaceae (0,81 m².ha⁻¹), totalizando 59,38% da dominância total. No trabalho feito por Finger e Finger (2015), no Cerrado *sensu stricto*, as famílias Fabaceae, Vochysiaceae e Myrtaceae também se destacaram.

Vochysiaceae, Fabaceae e Myrtaceae são famílias bem representadas nos cerrados do Brasil Central (GENTRY et al. 1997; MENDONÇA et al. 2008; FELFILI et al. 2001)

Em relação à densidade, as famílias mais representativas foram: Myrtaceae (415,22 ind.ha⁻¹), Fabaceae (384,47 ind.ha⁻¹), Vochysiaceae (352,68 ind.ha⁻¹) e Anacardiaceae (173,58 ind.ha⁻¹), representando 57,57% da densidade total, apesar de representarem apenas 11,43% do total de famílias amostradas. As famílias que obtiveram uma quantidade abaixo de dois indivíduos por hectare foram: Urticaceae e Meliaceae, representando menos de 1% do total de indivíduos amostrados.

As famílias que mais contribuíram para a riqueza florística para a área de estudo foram: Fabaceae, com 17 espécies, Myrtaceae, com 5 espécies, Anacardiaceae e Vochysiaceae, com 4 espécies, que representando 38,50% do total de espécies amostradas. Já as famílias Dilleniaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Rubiaceae e Sapindaceae apresentaram duas espécies cada, e as demais famílias apresentaram uma. As famílias Ochnaceae e Apocynaceae contribuíram com apenas uma espécie, padrão comumente encontrado em áreas de Cerrado sentido restrito, segundo Bridgewater et al. (2004).

Foi observado que em relação aos parâmetros fitossociológicos, três famílias se sobressaíram, que são elas: Vochysiaceae, Fabaceae e Myrtaceae. Em outros estudos de fitossociologia no Cerrado como: Costa et al. (2010a); Finger e Finger (2015); Oliveira, (2011); Cerqueira et al. (2017); Ferreira et al. (2017), Vochysiaceae e Fabaceae, estas famílias também foram as mais expressivas.

A família Vochysiaceae obteve maior representatividade na área de estudo, sendo que várias espécies são consideradas acumuladoras típicas de alumínio (HARIDASAN e ARAÚJO, 1988). Esta característica fisiológica apresentada por muitas espécies proporciona vantagens durante o estabelecimento das plantas em solos ácidos e ricos em alumínio de Cerrado *sensu stricto* e provavelmente justifique a alta representatividade da família Vochysiaceae na área de estudo (CARVALHO et al., 2008; PEDREIRA et al., 2011). Outra explicação para a alta representatividade desta família relaciona-se com às estratégias reprodutivas de muitas espécies e as adaptações às condições climatológicas do Cerrado, apresentando dispersão das sementes no início da estação chuvosa, boa germinação e ausência de dormência nas sementes (OLIVEIRA, 2011).

A família Fabaceae é considerada a terceira maior família de angiospermas, de acordo com Lewis et al. (2005), possuindo 727 gêneros e 19.325 espécies,

distribuídas em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Papilionoideae (ou Faboideae). No presente estudo, obteve-se uma densidade maior na subfamília Fabaceae-Caesalpinioideae, com 240,15 ind.ha⁻¹, seguida da Fabaceae-Papilionoideae, com 115,82 ind.ha⁻¹, Fabaceae-Mimosoideae, com 28,51 ind.ha⁻¹. As espécies desta família representaram 16,70% do total das espécies amostradas na área, resultados próximos aos obtidos por Soares e Nunes (2013), que observaram que cerca de 21% do total de espécies encontradas em sua área.

Fabaceae tem sido a família mais diversificada na maioria dos levantamentos realizados no cerrado (RIBEIRO et al. 1985; MANTOVANI e MARTINS, 1993; ISHARA et al. 2008; SOARES e NUNES, 2013; AQUINO et al. 2014) embora outras famílias também já tenham sido citadas nesta posição como a Vochysiaceae e a Myrtaceae. A amostragem florística e fitossociológica de diversos trabalhos em ambiente de Cerrado *sensu stricto* tem mostrado que apesar de possuírem famílias que se mantêm em destaque no Cerrado, as espécies variam entre os diversos fragmentos savânicos, tanto nas unidades federativas como em vários fragmentos que fazem parte do mesmo estado.

Isso comprova a vasta riqueza de espécies do bioma Cerrado, o qual é influenciado por diversos fatores como: latitude, altitude, relevo, clima e solo. Segundo Oliveira Filho (2006), dependendo das condições do meio, determinada espécie será melhor adaptada a uma área que outra. Portanto, o estudo de outras áreas com a mesma fitofisionomia, se faz necessário para conhecer a flora e futuramente lançar estratégias de conservação e preservação já que esse bioma vem perdendo áreas de mata para a implantação de atividades agropecuárias.

Distribuição diamétrica

Em relação ao tipo de distribuição diamétrica, observou-se que o fragmento da área de estudo possui uma distribuição exponencial negativa, também conhecida como “J” invertido, com 38,88% do total de indivíduos pertencentes a primeira classe de diâmetro (4,5 a 6,5 cm), caindo para 9,10 % na quarta classe (10,5 a 12,5) (Figura 4).

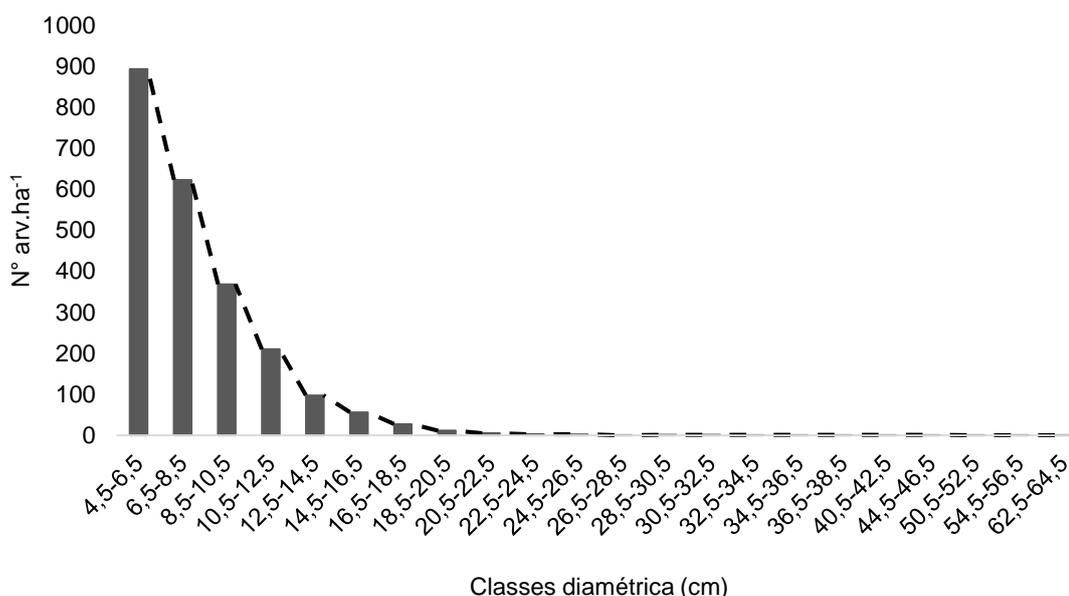
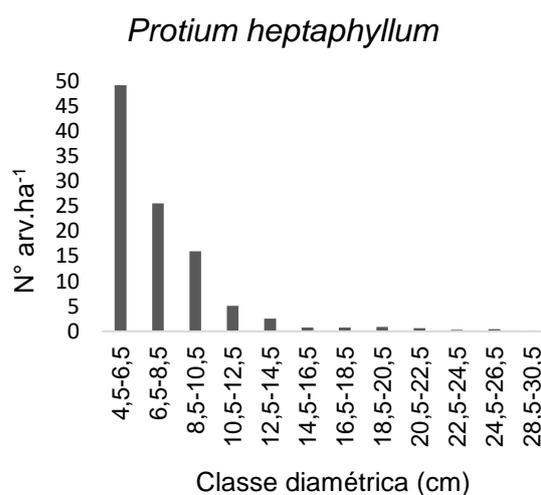
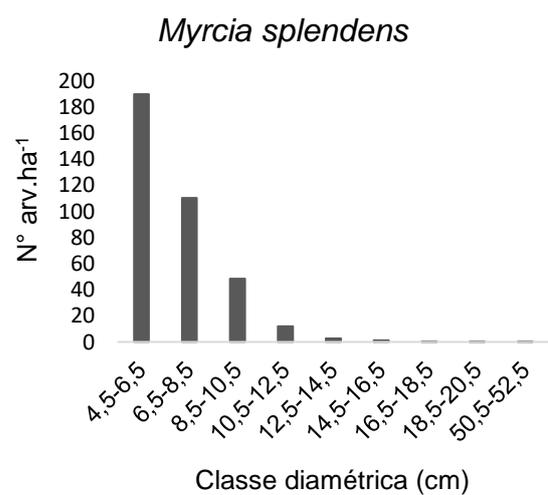
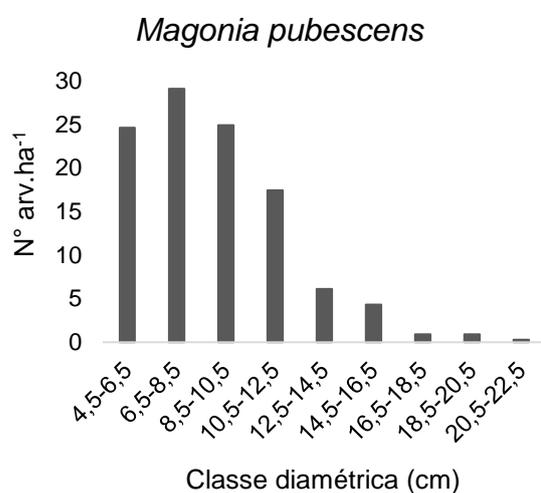
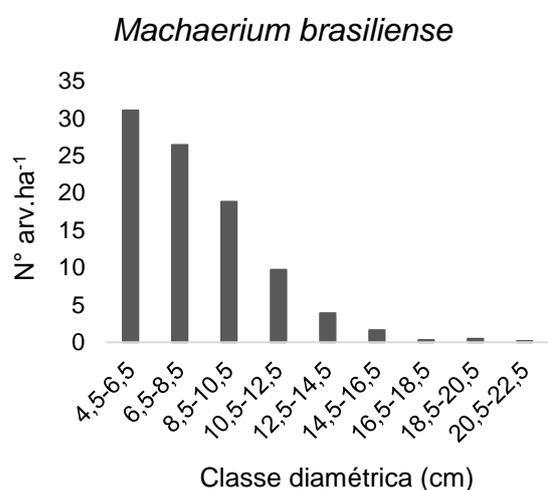
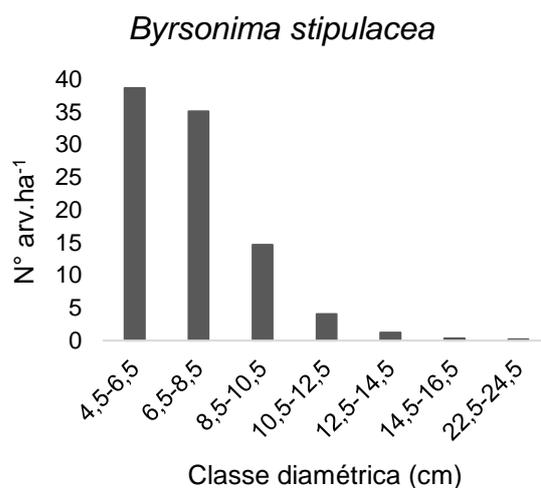
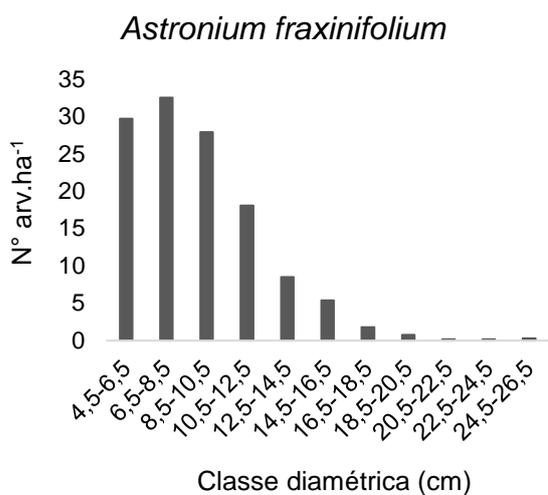


Figura 4. Distribuição diamétrica das espécies em uma área de cerrado *stricto sensu*.

Assim percebe-se uma quantidade maior de indivíduos com diâmetro menores, e uma redução de indivíduos com diâmetros maiores de 15 cm e que segundo Scolforo (2006), esse tipo de distribuição diamétrica é característico de florestas de composição de várias espécies e idades e, é indicativo de fitofisionomias auto regenerativas.

A maioria dos indivíduos (81,85%) apresentaram uma distribuição de DAP em torno de 4,5 a 10,5 cm, corroborando com o resultado encontrado por Paula et al. (2009) em uma área localizada no Distrito Federal, onde 82 % dos indivíduos arbóreos apresentaram um DAP inferior a 10,5 cm. Apenas 109 (0,71%) indivíduos, apresentaram diâmetro superior a 20,5 cm.

Apesar da floresta como um todo ter apresentado uma distribuição diamétrica exponencial negativa, era de se esperar que algumas espécies apresentassem comportamento diferente (unimodal), ou seja, com uma frequência (N° arv./ha⁻¹) maior não só na primeira classe diamétrica (Figura 7). As espécies *Machaerium brasiliense*, *Byrsonima stipulacea*, *Qualea multiflora*, *Myrcia splendens*, por exemplo, apresentaram uma distribuição padrão “J-invertido”, demonstrando uma diminuição de indivíduos nas classes de maior diâmetro.



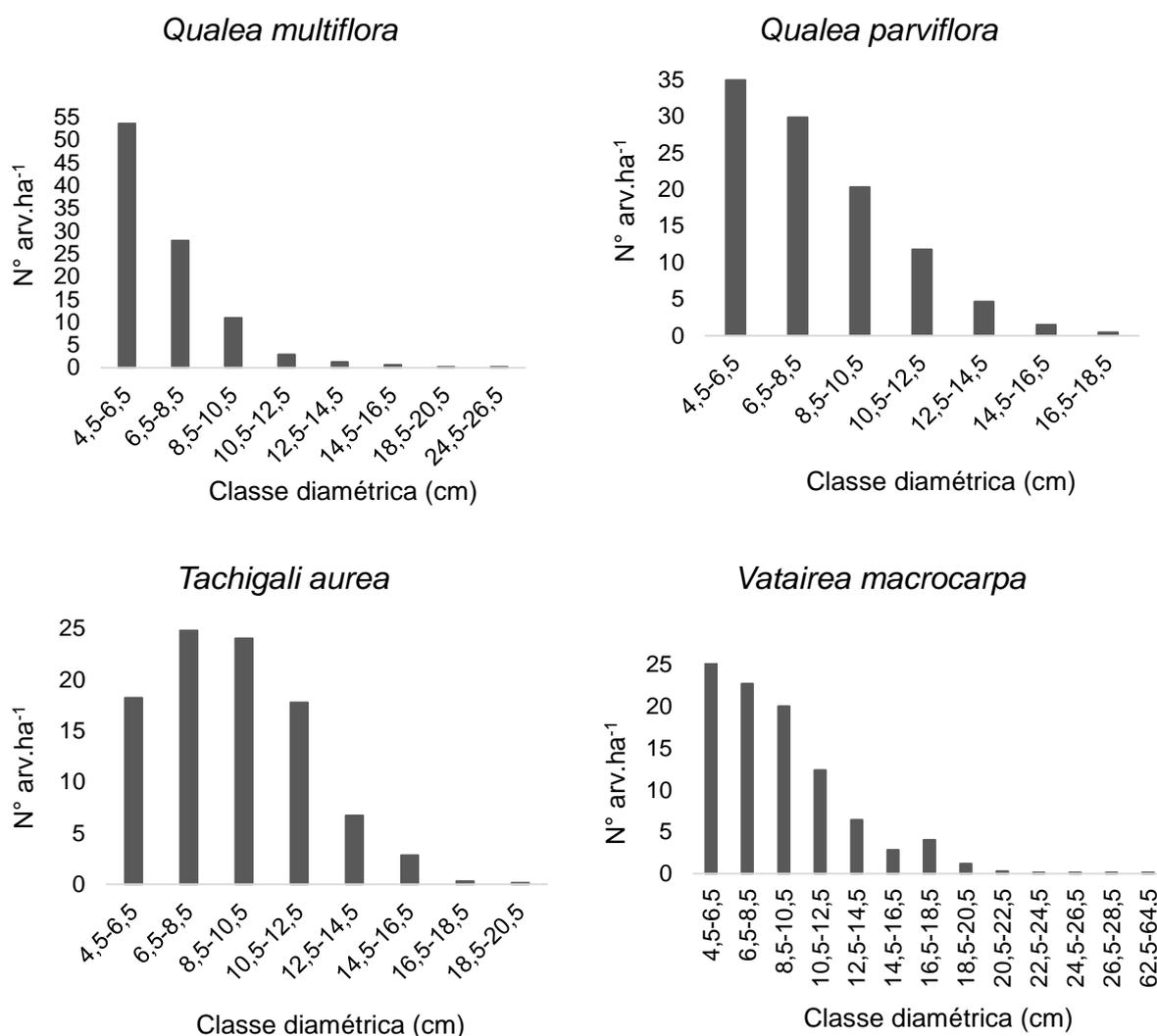


Figura 5. Distribuição diamétrica das dez espécies de maior representatividade na área.

Constata-se que *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens* e *Tachigali aurea* são exemplos de espécies com distribuição diamétrica unimodal. Augustynczyk (2011), afirma que com esta análise é possível inferir quais espécies possuem uma regeneração em ciclos ou sofreram algum tipo de perturbação no passado que vem prejudicando o desenvolvimento do banco de plântulas da espécie.

Santos et al. (2017), apresentaram distribuição diamétrica das espécies mais importantes, como *Astronium fraxinifolium*, *Qualea grandiflora* e *Byrsonima stipulacea*, sendo que a espécie *Astronium fraxinifolium* apresentou padrão de distribuição diamétrica semelhante ao encontrado neste trabalho e no estudo de Ferreira et al. (2015), menor número na primeira classe, um forte acréscimo nas classes seguintes e caindo notoriamente a partir da quarta classe, indicando comportamento comum para esta espécie. Pode constatar também que este comportamento é típico de

espécie pioneira, e sua grande distribuição em áreas de cerrado se dá muito devido ao seu fruto, leve e alado, facilitando dispersão anemocórica.

Referências bibliográficas

AQUINO, F. de G.; PEREIRA, C.S.; PASSOS, F.B.; OLIVEIRA, M.C. Composição florística e estrutural de um cerrado sentido restrito na área de proteção de manancial mestre d'armas, Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 565-575, 2014.

AUGUSTYNCZIK, A.L.D.; MACHADO, S. do A.; FILHO, A.F.; NETO, S.P. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361-368, 2013.

BERNASOL, W. P.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudeste goiano. **Hoehnea**. v.37, n.2, p.181-198, 2010.

BRIDGEWATER, S.; RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F. Biogeographic patterns, B-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 2295-2318, 2004.

BROWER, J.E; ZAR, J.H. Field & laboratory methods for general ecology. 2nd ed. Iowa: Wm. C. Brown Publishers; 1984. 226p.

CARVALHO, F.A.; RODRIGUES, V.H.P.; KILCA, R.V.; SIQUEIRA, A.S.; ARAÚJO, G.M.; SCHIAVINI, I. Composição florística, riqueza e diversidade de um Cerrado *sensu stricto* no sudeste do estado de Goiás. **Bioscience Journal**, v.24, n.4, p.64-72, 2008.

CERQUEIRA, C.L.; LISBOA, G. dos S.; STEPKA, T.L.; FRANÇA, L.C de J.; FONSECA, N.C.; ABREU, Y.K.L.; SANTOS, J.C. dos. Florística, fitossociologia e distribuição diamétrica em um remanescente de Cerrado *sensu stricto*, Brasil. **Espacios**, v.38, n.23, p.13, 2017.

CHAVES, A.D.C.G.; SANTOS, R.M.S.S.; SANTOS, J.O.; FERNANDES, A.A.; MARACAJÁ, P.B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.2, p.42-48, 2013.

COSTA, F.V.; OLIVEIRA, K.N.; NUNES, Y.R.F.; MENINO, G.C.O.; BRANDÃO, D.O.; ARAÚJO, L.S.; MIRANDA, W.O.; D'ÂNGELO NETO, S. Florística e estrutura da comunidade arbórea de duas áreas de cerrado sentido restrito no Norte de Minas Gerais. **Cerne**, v.16, n.3, p.267-281, 2010a.

FELFILI, J.M.; SILVA JUNIOR, M.C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. **Acta Botanica Brasilica**, v.2, p.85-104, 2001.

FERREIRA, R.Q.S.; CAMARGO, M.O.; TEIXEIRA, P.R.; SOUZA, P.B.; SOUZA, D.J. de. Diversidade florística do estrato arbustivo - arbóreo de três áreas de Cerrado *sensu stricto*, Tocantins. **Desafios**, v.4, n.2, p.69-82, 2017.

FINGER, Z.; FINGER, F.A. Fitossociologia em comunidades arbóreas remanescentes de Cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. **Floresta**, v.45, n.4, p.769-780, 2015.

FREITAS, W.K. de; MAGALHÃES, L.M.S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.4, p.520-540, 2012.

GENTRY, A. H.; HERRERA-MAC BRYDE, O.; HUBER, O.; NELSON, B. W.; VILLAMIL, C. B. Regional overview: South America. In: HEIWOOD, V. H.; DAVIS, S. D. (Eds.). Centres of plant diversity. **Cambridge: WWF/IUCN**, 1997. p. 269 - 307.

HARIDASAN, M.; ARAÚJO, G.M. Aluminum accumulating species in two forest communities in the Cerrado region of central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.24, n.1, p.15-26, 1988.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**: escala 1:250.000. 2007. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/biomas.pdf>. Acesso em: 28 Ago. 2017.

ISHARA, K.L.; DÉSTRO, G.F.G.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S.; YANAGIZAWA, Y.A.N.P. Composição florística de remanescente de cerrado *sensu stricto* em Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.4, p.575-586, 2008.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v.1, n.1, p.147-155, 2005.

LEWIS, G.; SCHRINE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the world**. Royal Botanic Gardens, Kew. 2005. 577p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 352p.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. Flora Vascular do Cerrado. p. 289-556. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed). **Cerrado: ambiente e flora**. 2008.

MEWS, H.A.; MARIMON, B.S.; MARACAHIPES, L.; FRAN CZAK, D.D.; MARIMONJUNIOR, B.H. Dinâmica da comunidade lenhosa de um Cerrado Típico na região Nordeste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v.11, n.1, p.73-82, 2011.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G.B. Hotspots Revisited: earth's biologically richest and most endangered ecoregions. **Conservation International**, 2005.

OLIVEIRA, O. E. de. **Florística e fitossociologia de fragmentos em área ecotonal cerrado-pantanal no município de Santo Antônio do Leverger - Mato Grosso**. 2011. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

OLIVEIRA FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 423p.

PAULA, J.E.; IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O.A.; RIBEIRO, G.S.; IMAÑA, C.R. Levantamento florístico e sua distribuição diamétrica da vegetação de um cerrado *sensu stricto* e de um fragmento de floresta de galeria no ribeirão Dois Irmãos na APA de Cafuringa, DF, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, p.35-46, 2009.

PEDREIRA, F.R.B.; ALVES, L.R.; LOLIS, S.F.; VIANA, R.H.O. Composição florística e fitossociologia de espécies arbóreas em uma área de cerrado *stricto sensu* no Município de Porto Nacional, TO. **Global Science and Technology**, v.4, n.1, p.8-15, 2011.

POSSEBOM, G.; PADILHA, D.G.; SASSO, V.M.; FIORAVANÇO, L.P. Inventário florestal de uma pequena central hidrelétrica em Pinhal Grande, Rio Grande do Sul. **Espacios**, v.38, n.32, p.28-39, 2017.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado: os biomas do Brasil. In: **Cerrado: ambiente e flora**. EMBRAPA, Planaltina, DF, 1998. p.89-116.

RIBEIRO, J.F.; SILVA, J.C.S.; BATMANIAN, G.J. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina - DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v.8, p.131-142, 1985.

SANTOS, M.J.F; V.C.L; FREITAS, B.C.; FERREIRA, R.Q de S.; BANDEIRA, S.B; SOUZA, P.B. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado *sensu stricto*, sul do Tocantins. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.16, n.3, p.328-334, 2017.

SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393p.

SILVA NETO, V.L.; OLIVEIRA, A.L. de; FERREIRA, R.Q. de S.; SOUZA, P.B. de; VIOLA, M.R. Fitossociologia e distribuição diamétrica de uma área de Cerrado *sensu stricto*, Dueré-TO. **Revista de Ciências Ambientais**, v.10, n.1, p.91-106, 2016.

SILVA JÚNIOR, M.C. da. **100 árvores do Cerrado: sentido restrito: guia de campo**. Brasília, Ed. Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 304p.

SOARES, M.P; NUNES, Y.R.F. Regeneração natural de cerrado sob plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Ceres**, v.60, n.2, p.205-214, 2013.

CAPITULO II: AVALIAÇÃO DE SIMULAÇÕES DE AMOSTRAGENS PARA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS FLORESTAIS EM ÁREA DE CERRADO *STRICTO SENSU*

RESUMO: O objetivo desta pesquisa é avaliar aplicação de técnicas de amostragem para inventários florestais em área Cerrado *sensu stricto*. Por meio de um censo, em uma área de 6,7 hectares, foram mensurados indivíduos com CAP maior ou igual a 15 cm e sua altura total. Considerou para as simulações: processos de amostral, aleatório e sistemático, tamanhos de parcelas (250, 500, 1.000, 1.500 m²), e formas (quadrada, retangular e circular) e intensidades amostral (2,5, 5,0, 7,5 e 10%) avaliando variáveis florestais: volume, área basal e número de árvores. De modo geral, o aumento da intensidade amostral apresentou melhoria das estimativas das variáveis. E ao utilizar parcelas de 250 m² apresentaram tendências de captar de forma mais precisa a variação das variáveis de interesse sob uma mesma intensidade amostral. De modo que, utilizando uma intensidade superior a 5%, com parcelas de 250 e 500 m², obteve erro amostral menor que 20%, resultado aceitável para área de matas nativas. Concluindo que, com base no exposto, é recomendável que sejam utilizadas parcelas menores e intensidade amostral tão grande quanto os recursos de tempo e dinheiro disponíveis permitirem.

Palavras-chave: Inventário florestal; intensidade amostral; erro amostral.

ABSTRACT: The objective of this research is to evaluate the application of sampling techniques for forest inventories in Cerrado *sensu stricto* area. By means of a census, in an area of 6.7 hectares, individuals with CAP greater or equal to 15 cm and their total height were measured. For the simulations, sample sizes (250, 500, 1.000, 1.500 m²) and shapes (square, rectangular and circular) and sampling intensities (2,5, 5,0, 7,5 and 10,0%) evaluating forest variables: volume, basal area and number of trees. In general, the increase in sample intensity showed an improvement in the estimates of the variables. And when using plots of 250 m² showed tendencies to capture more precisely the variation of the variables of interest under the same sample intensity. So, using an intensity of more than 5%, with 250 and 500 m² plots, obtained a sampling error of less than 20%, an acceptable result for native forest area. Concluding that, based on the above, it is recommended to use smaller plots and sample intensity as large as the available time and money resources allow.

Keywords: Forest inventory; sample intensity; sampling error.

Introdução

Os conhecimentos prévios relacionados aos recursos florestais constituem uma peças-chave para a definição de políticas regulamentárias relacionadas ao uso, prevenção e conservação destes recursos. Sendo de fundamental importância na definição e criação de unidades de conservação, concessões florestais, licenciamentos, entre outras, etc., garantindo bases para a pesquisa de recuperação

de espécies em extinção e o uso desses recursos naturais de modo que os mesmos possam perpetuar para as gerações futuras (AUGUSTYNCZIK et al. 2013).

As informações altamente confiáveis sobre os recursos florestais somente podem ser obtidas com o censo florestal, isto é, a amostragem de 100% da área florestal, em que deverão ser medidos todos os indivíduos na floresta, podendo em este possuir uma restrição de um DAP (Diâmetro a Altura do Peito) mínimo para a amostragem (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). No entanto devido a custos, principalmente em áreas grandes extensões, utiliza-se amostragem para se obter a estimativa desses parâmetros (AUGUSTYNCZIK et al. 2013).

O sucesso de uma amostragem está ligado à definição correta do processo de amostral, do tamanho e forma das unidades amostrais e da intensidade de amostragem, requisitos básicos para obter as informações com precisão. Essas variáveis também estão diretamente relacionadas com a redução de custos e tempo de execução dos levantamentos de campos. Atualmente, de um modo geral, o uso de unidades amostrais iguais à 1000 m² (20 x 50 m) e/ou parcelas circulares com um raio máximo de 15 m em florestas nativas heterogêneas e multiâneas são mais utilizados (ANDRADE et al. 2006; SCOLFORO, 2006).

Entretanto, não é difícil encontrar controvérsias sobre este assunto, principalmente no que diz respeito a forma, podendo ser retangular, quadrada ou circular, e o tamanho destas unidades amostrais empregadas em inventários florestais, principalmente em áreas de vegetação nativa no Cerrado. Considerando que a intensidade amostral é definida no planejamento do inventário florestal e está estreitamente relacionada ao conhecimento prévio da variação da população e da precisão pretendida (HIGUCHI et al. 1982). A intensidade amostral é de suma importância para a precisão dos inventários florestal inventariada, sendo que uma maior intensidade amostral em relação a área total, menor o erro amostral, que geralmente visa atingir um erro amostral aceitável.

A utilização amostragem acarreta a existência de um erro de amostral, devido à medição de apenas parte da população e que quanto menor for esse erro de amostragem, mais precisas são as estimativas. O problema do uso de amostragem reside quando se especifica os resultados a nível de espécie em florestas heterogêneas e multiâneas contendo centenas de espécies arbóreas, com isso os erros amostrais a nível de espécie são muito elevados, exceto para algumas espécies mais abundantes e que se distribuem aleatoriamente em toda a área inventariada

(AUGUSTYNCZIK et al. 2013). Os erros de amostragem na estimativa das variáveis desejadas dependem da variação da população, da fração amostral, do processo e do método de amostragem utilizados (UBIALLI et al. 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar aplicação de técnicas de amostragem para levantamentos florestais, tais como, tamanho e forma de parcelas, intensidade e processos amostral em uma área de Cerrado *stricto sensu*.

Material e métodos

Área de estudo

Este estudo foi realizado na Estação Experimental CeMAF (EEC), localizado na Universidade Federal do Tocantins (UFT), no Campus de Gurupi (TO). A área total é de aproximadamente 6,7 hectares (Figura 1). A EEC tem fitofisionomia do tipo Cerrado *sensu stricto* e subtipo cerrado típico de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (1998), por apresentar vegetação predominantemente arbóreo-arbustivo de altura média de três a seis metros. Também é observado na área, estágio avançado de regeneração com fustes de pequenos diâmetros e presença de lianas (cipós). Concluiu-se, devido a evidências que antigamente o local era de pastagens para atividade de pecuária, ratificando isso, no decorrer da EEC tem se uma estrada antiga no qual já está sendo fechada pela a vegetação e pedaços de cercas velhas de arames.

De acordo com a classificação climática de Thornthwaite, o clima na região em estudo é C2wA'a", caracterizado como úmido subúmido e de moderada deficiência hídrica no inverno (SEPLAN, 2012). Com os dados dos principais elementos meteorológicos registrados na Estação Meteorológica do Campus de Gurupi (TO) historiou um regime pluvial com lâmina média anual de 1.688,4 mm. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar a zero.



Figura 6. Ortofoto da área da Estação Experimental CeMAF (EEC).

Coleta de dados

No campo, área de estudo foi dividida em blocos (40 x 40 m), e cada vértice foi determinada as coordenadas de cada um dos vértices utilizou-se o método de correção diferencial com os dados brutos (coletados em campo) e os dados de uma estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) do IBGE. Uma vez concluído o georreferenciamento foi possível viabilizar a espacialização das árvores dentro da floresta na etapa do censo, onde para atribuir as coordenadas às árvores, tomou-se sempre como referência as coordenadas dos quatro vértices de cada um dos blocos com auxílio de software específicos. Com base nisso foi possível realizar as análises da distribuição espacial das espécies e as simulações de inventário. Por isso, esta foi uma etapa fundamental dentro de todo o trabalho.

O levantamento de dados realizados na área de estudo do componente arbóreo, utilizou-se o procedimento: mediram-se indivíduos arbóreos com $CAP \geq 15$ cm com auxílio de fita métrica; e a altura total que foi mensurada a uma distância entre o observador e o indivíduo de 15 m através do hipsômetro de Blume-leiss, que

funciona com base no princípio trigonométrico, ou seja, transforma automaticamente ângulos (graus) em distâncias (metros). O equipamento consiste quatro escalas, as alturas são em função de cada das distâncias em que se faz a visada (15, 20, 30 ou 40 m). Cada árvore recebeu uma plaqueta numerada de forma sequencial dentro do censo.

Amostragem

O método de amostragem selecionado para a execução das simulações de amostragem foi o de área fixa por ser ele o mais amplamente utilizado atualmente no Brasil (UBIALLI et al., 2009; OLIVEIRA, 2010; AUGUSTYNCZIK et al., 2013). As mais utilizadas são as formas quadradas, retangulares e circulares. Basicamente, o motivo é a facilidade de obtenção de todos os estimadores diretamente na unidade amostral medida e pela praticidade e simplicidade no estabelecimento das unidades amostrais em campo.

Segundo Nakajima et al. (1998), a eficiência dos diferentes métodos de amostragem (tipo, forma e tamanho das parcelas) varia de acordo com o tipo florestal, com as condições da floresta, com as condições da região de estudo. Entretanto, nesta pesquisa avaliou-se as unidades amostrais de forma retangulares, quadradas e circulares.

De acordo com Pellico Netto & Brena (1997), processo de amostragem consiste na forma de abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais. Os processos aleatório, sistemático e misto são os mais utilizados em inventários florestais. Diante disso, os processos de amostragens avaliados neste trabalho foram o sistemático e aleatório.

Basicamente, a amostragem aleatória simples requereu que toda a área inventariada do Capão fosse tratada como uma população única, onde todas unidades amostrais tivessem chances iguais de participar da amostra. No sistemático, consistiu no sorteio da primeira unidade amostral e determinação das demais por meio de uma sistematização, utilizando intervalos fixos, variando em função do tamanho da intensidade amostral, do tamanho da unidade amostral e das dimensões da área de estudo.

Para a realização das simulações para cada uma das combinações de processos de amostragem (aleatório ou sistemático) com os tamanhos e formas (retangular, quadrado e circular) de unidades amostrais propostas foram considerados

as seguintes intensidades amostrais: 2,5; 5,0; 7,5 e 10% da área total da população. Os tamanhos das parcelas avaliados foram: 250 m², 500 m², 1.000 m² e 1.500 m².

Tendo em vista que cada árvore teve suas coordenadas N e E determinadas, foi possível, em ambiente SIG, simular o uso de diferentes tamanhos e formas de parcelas dentro da população, com intensidade amostrais distintas. Para cada uma das simulações foi criado um arquivo vetorial, no qual foram digitalizadas as unidades amostrais, permitindo identificar com precisão o conjunto de árvores que compõe cada uma das unidades amostrais.

Desta forma, foi desenvolvido um cadastro que contém todo o conjunto de dados necessários para a realização de cada uma das simulações propostas. As simulações foram realizadas a partir das combinações dos procedimentos amostrais avaliados, os tamanhos e forma de unidades amostrais e as intensidades de amostragem (Tabela 3)

Tabela 3. Tamanho e forma das parcelas por processo e intensidade amostral.

Processo de amostragem	Intensidade amostral (%)	Forma das parcelas	Tamanho das parcelas
Aleatório	2,5%	Retangular	250 m ²
	5%	Quadrada	500 m ²
Sistemático	7,5 %		1000 m ²
		10%	Circular

Variáveis para análise dos dados

Número de árvores por hectare (N)

As estimativas do número de árvores por hectare através das simulações de amostragem foram realizadas extrapolando o número de árvores por unidade amostral para o número de árvores por hectare:

$$\hat{n} = \frac{\sum_{j=1}^n n_j}{n} \times \frac{10000}{a}$$

Em que: \hat{n} : número de árvores estimado;

n : número de unidades amostrais na simulação;

n_j : estimativa do número de árvores da unidade amostral j ;

a : área da unidade amostral (m²) na simulação.

Área basal média (G)

As estimativas da área basal média foram obtidas por meio da soma das áreas transversais das árvores presentes em cada unidade amostral, e, posteriormente, extrapolar estes valores para o hectare e para o total da floresta, como segue equação 10:

$$\hat{G} = \frac{\sum_{j=1}^n G_j}{n} \times \frac{10000}{a}$$

Em que: \hat{G} : número de árvores estimado;

n : número de unidades amostrais na simulação;

G_j : estimativa do número de árvores da unidade amostral j ;

a : área da unidade amostral (m^2) na simulação.

Volume (V)

Para as estimativas do volume, utilizou se a equação proposta por Spurr e ajustada por Rufini et al., 2010: $\ln(V) = -9,784504 + 1,01195 \cdot \ln(DAP^2) \cdot Ht$. Tendo os seguintes parâmetros estatísticos: $R^2 = 98,14\%$ e $Syx = 26,19\%$.

Em que: V : volume total da árvore (m^3);

DAP: Diâmetro a altura do peito (cm);

Ht: altura total da árvore (m).

Análise de variância

Os dados provenientes das variáveis florestais obtidas através das simulações, foram avaliadas se há diferenças significativas das médias entre cada tratamento (processo, intensidade amostral, forma e tamanho de parcela), realização da ANOVA e teste de comparação de médias Tukey, com intervalo de confiança de 95 e 5% de probabilidade.

Erro de amostragem

De acordo com Péllico Netto e Brena (1997), o erro de amostragem utiliza o método das diferenças sucessivas para a obtenção de uma maior aproximação do erro verdadeiro, sendo que o erro amostral expressa a precisão do inventário.

Os procedimentos necessários são os seguintes:

a) Média estimada:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

b) Variância:

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

c) Desvio padrão:

$$S_x = \sqrt{S_{\bar{x}}^2}$$

d) Erro padrão da média

$$S_{\bar{x}} = \mp \frac{S_x}{\sqrt{n}} \sqrt{(1-f)}$$

$$f = \frac{n}{N}$$

n = número de unidades amostrais medidas;

N = número de unidades amostrais possíveis.

e) Erro de amostragem relativo

$$Ea = \mp \frac{t \cdot S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100 (\%)$$

t = valor tabelado da distribuição de Student (GL; $\alpha = 0,05$)

Erro real relativo

Após a estimativa das variáveis de interesse da floresta através das simulações realizadas, foi determinada a diferença entre o valor real (censo) e o valor estimado. O erro real é uma medida do grau de dispersão entre dois valores representativos de uma variável desejada, em termos relativos, e é usado, normalmente, para comparar valores obtidos pelo censo e estimados por amostras de variáveis em uma população, para distintos tamanhos de unidades amostrais (UBIALLI, 2007; AUGUSTYNICZIK, 2011).

$$ER = \frac{(Vr - Ve)}{Vr} \cdot 100 (\%) \quad (16)$$

ER = Erro real relativo

Vr = Valor real (censo)

Ve = Valor estimado na amostragem.

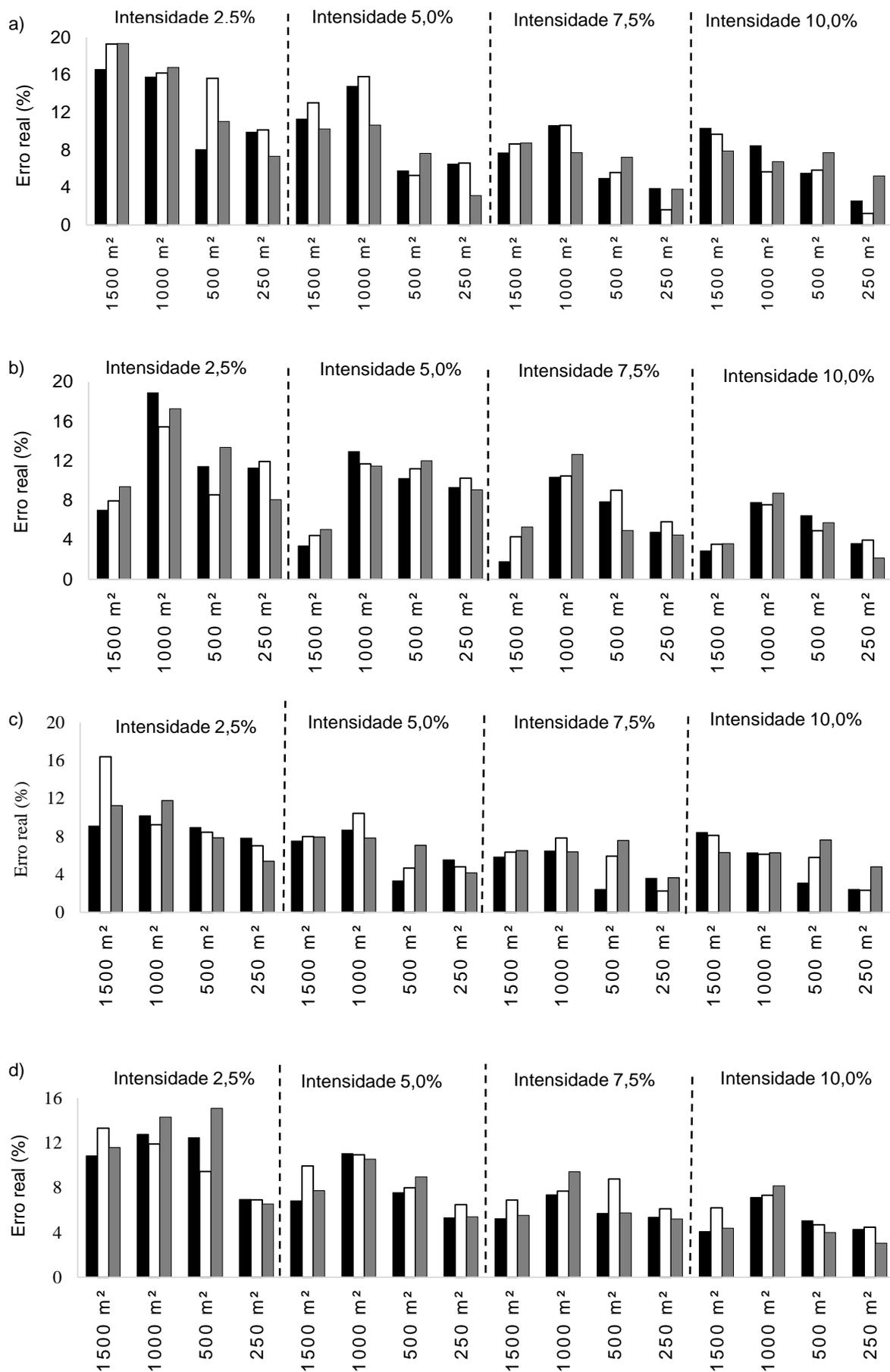
Resultados

Com a análise de variância (ANOVA) com as variáveis avaliadas (V, G e N), de modo que, analisar se há diferenças estatísticas entre as médias dentro dos tratamentos das seis repetições de cada, percebe-se que os tamanhos das parcelas (250, 500, 1000 e 1500 m²) mostraram diferenças significativas ($p= 0,05$) nas médias de V, N e G.

Higuchi et al., (2012) analisando a influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição diamétrica, encontrou evidências muito fracas para afirmar que há diferença estatística entre os tratamentos, logo, não houve necessidade de realizar o Teste Tukey. Portanto, o mesmo autor recomenda, como as evidências são fracas para afirmar que os tamanhos diferentes têm desempenhos diferentes, é utilizar os tamanhos de parcelas definidos na literatura. Já Oliveira (2010) avaliando tamanho e forma de parcelas para volume, em espécies arbóreas da floresta amazônica, detectou diferenças significativas entre elas ($p= 0,01$).

Outro tratamento que obteve diferença significativa ($p= 0,05$), diante do N e G, foi o tipo de processo, sistemático e aleatório, mostraram diferenças. Onde o aleatório com média mais próxima do real, 2303,58 arv.ha⁻¹ e 14,57 m².ha⁻¹. Corte et al., (2013) avaliando desempenho de métodos e processos de amostragem para avaliação de diversidade em floresta ombrófila mista (FOM), observou que os tratamentos que mais se aproximou do número real de espécies ocorrentes na área, foi com processo de distribuição das unidades amostrais de forma aleatória. Outro tratamento que também mostrou diferenças significativas ($p= 0,05$), para N, foi intensidade a ser utilizada.

Para melhor representação dos efeitos das variações entre os valores paramétricos e das simulações nas estimativas das variáveis foram calculados os erros reais, em valor modular (Figura 7) e o erro de amostragem. Ubialli (2007), afirma que o erro real, é a expressão relativa de afastamento dos valores obtidos pela amostragem em relação ao parâmetro, sem a devida correção de probabilidade.



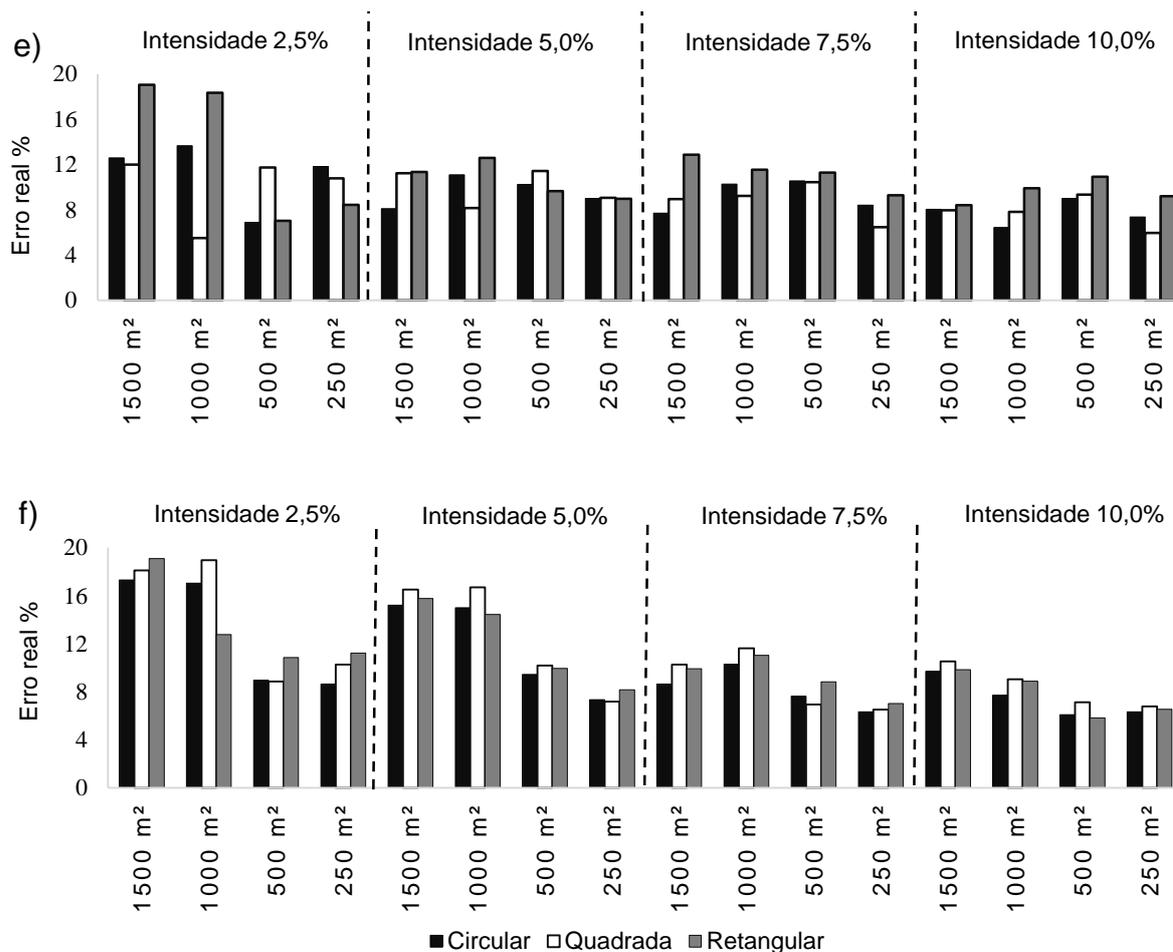


Figura 7. Erro real das variáveis analisadas. Figuras 7a e 7b, variável volume no processo amostral aleatório e sistemático, respectivamente. Figuras 7c e 7d, variável área basal no processo amostral aleatório e sistemático, respectivamente. Figuras 7e e 7f, variável número de árvores no processo amostral aleatório e sistemático, respectivamente.

Determinar se esse valor, convertido em porcentagem, é avaliar onde se encontra os limites do intervalo máximo em que a média verdadeira corrigida pode situar-se, e é uma informação muito útil quando se deseja aferir a representatividade da amostra praticada. Dentre todas as simulações, todos os erros reais foram menores que 20%, tendo uma leve tendência de diminuição de acordo com aumento da intensidade amostral, chegando em alguns casos até 2%.

Podendo avaliar na análise gráfica, que as parcelas menores na amostragem sistemática, com área de 250 e 500 m², obtiveram menores erros reais, em exceção para a variável volume, com 2,5; 5,0; e 7,5% de fração amostral, as parcelas de 1.500 m² se apresentaram com menores erros reais. Já no processo aleatório, não apresentou nenhuma tendência dentro da mesma intensidade amostral, variando, o

erro sendo menor em alguns casos em parcelas maiores e em outros em parcelas menores.

Moreira (2007) defende que a utilização de métodos de amostragem com parcelas pequenas são mais eficientes em virtude da sua melhor distribuição espacial na população. Ao contrário Augustynczik (2011), afirma que as parcelas de dimensões menores sempre captam poucos indivíduos dentro da unidade amostral, isso resulta que a amplitude dos DAP captados em parcelas menores seja menor, principalmente quando a distribuição dessa variável ocorre de forma aleatória. Dessa forma, parcelas menores podem amostrar sempre indivíduos de uma única classe de dimensão dentro da floresta, o que pode ocasionar erros maiores de superestimativa ou subestimativa para as variáveis dependentes do DAP, quando a distribuição dos indivíduos também for aleatória.

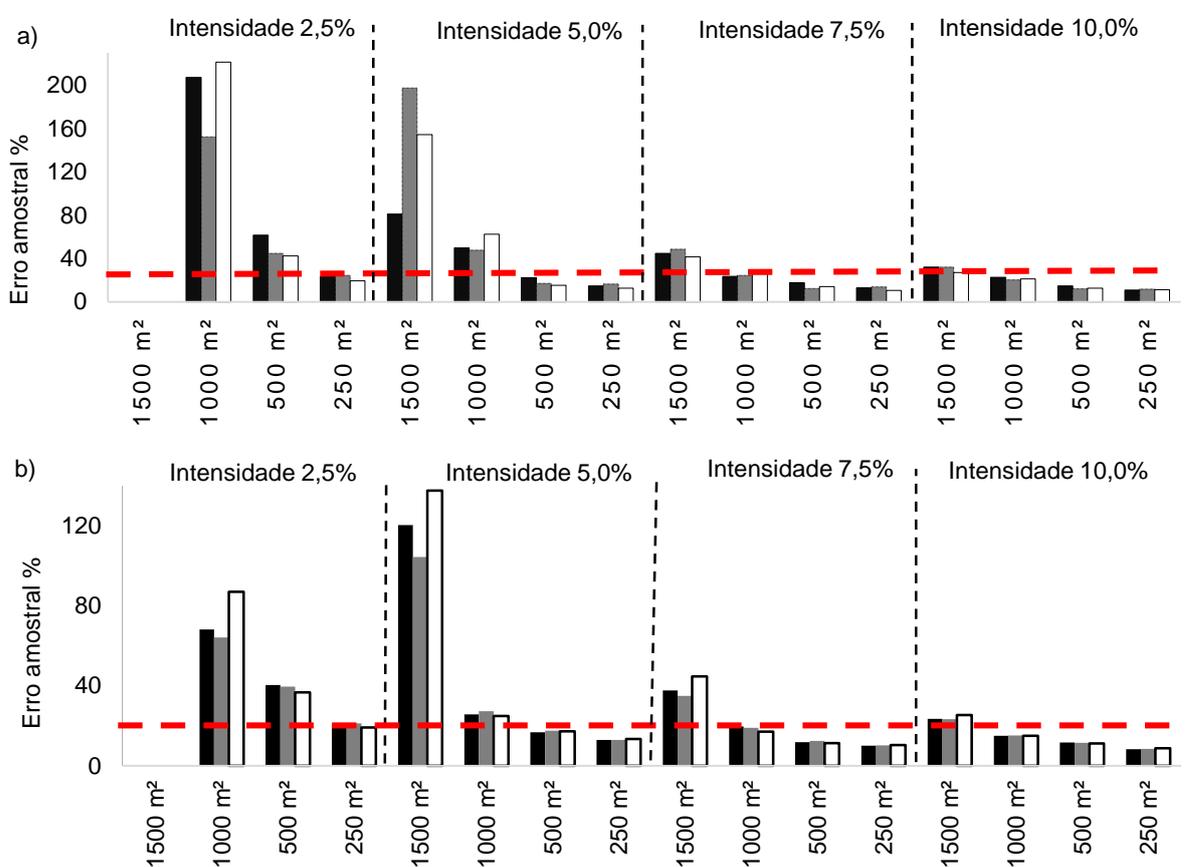
Augustynczik (2011), assegura ainda que o uso de parcelas maiores capta de forma mais eficiente, as variações que ocorrem dentro da floresta e proporcionam resultados mais próximos à realidade. Para o caso de indivíduos que ocorrem de forma agregada e que possuem a variável de interesse distribuída de forma aleatória, as parcelas maiores também tendem a captar melhor a variação, contribuindo com resultados mais confiáveis. Ubialli (2007) avaliando métodos e processos de amostragem em uma floresta ecotonal, encontrou que as menores parcelas produziram os maiores desvios, e observou que os erros provocados pela estimativa dos parâmetros crescem na medida em que o número de árvores trabalhado diminui, ou seja, menores tamanhos de parcelas.

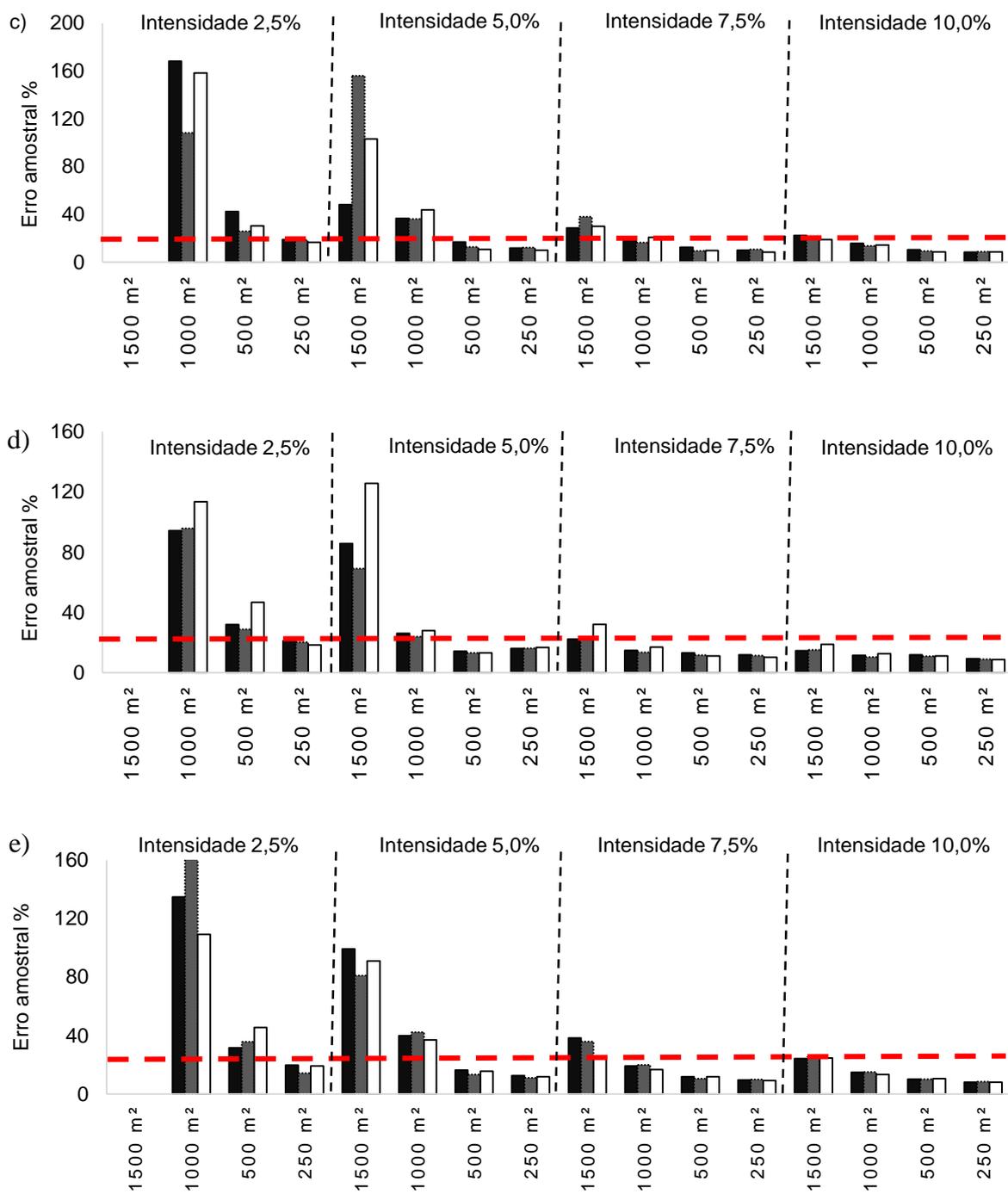
Ao simular várias vezes o mesmo inventário, utilizando parcelas pequenas, os valores obtidos para o total apresentarão maior variância do que simulações com parcelas maiores. Husch (1982) afirmou que para se obter confiabilidade estatística, a unidade amostral deve conter um mínimo de 20 árvores mensuráveis e que é possível obter estimativas sem tendências a partir de qualquer tamanho e forma de parcelas. Neste trabalho pode-se atribuir esse melhor desempenho das parcelas menores no processo sistemático à sua distribuição mais homogênea dessas parcelas dentro da floresta, o que não ocorre com parcelas grandes.

Para pequenas intensidades de amostragem, 2,5%, por exemplo, houve a instalação de apenas uma parcela de 1.500 m², por isso, apresentam maiores desvio, pois não cobriu toda variação da floresta. Já no processo aleatório, pode ser que tenha uma distribuição mais homogênea ou não, nas intensidades maiores, já que todos

indivíduos da área têm a mesma chance de serem escolhidos, havendo assim variação nas diferenças entre paramétrico e as estimativas, entre os tamanhos das parcelas.

Segundo Ubialli (2007), o erro amostral, por estarem acrescidos pelos fatores de correção, devidos ao procedimento estimativo, são sempre maiores do que os erros reais. Como se pode notar na figura 8. De maneira geral, os valores estimados pelos diversos tamanhos e formas de parcelas mostraram variação entre as intensidades e nos tamanhos das parcelas, em ambos os processos, sistemático e aleatório.





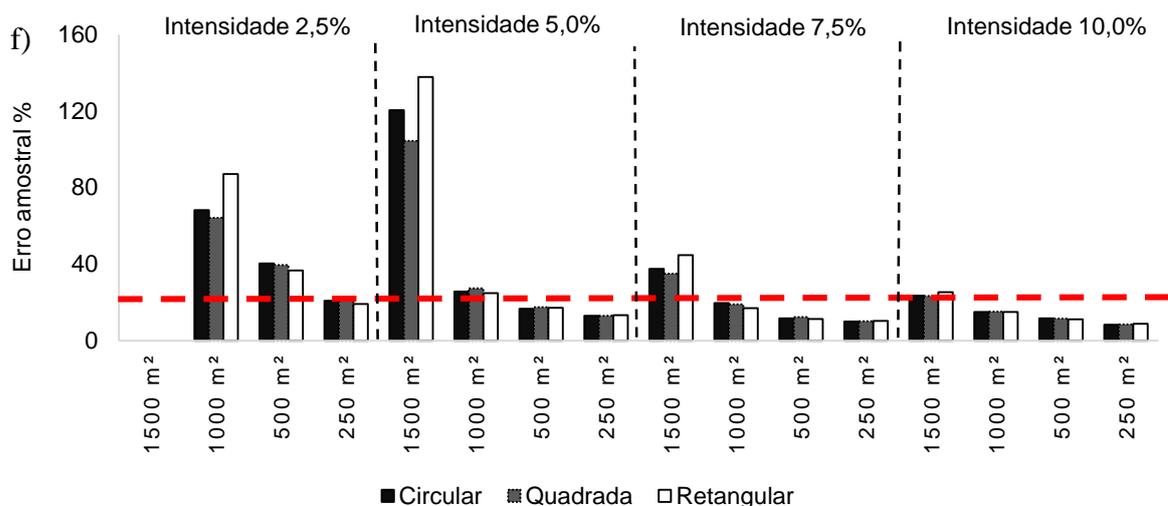


Figura 8. . Erro amostral das variáveis analisadas. Figuras 8a e 8b, variável volume no processo amostral aleatório e sistemático, respectivamente. Figuras 8c e 8d, variável área basal no processo amostral aleatório e sistemático, respectivamente. Figuras 8e e 8f, variável número de árvores no processo amostral aleatório e sistemático, respectivamente.

Os menores erros amostrais, foram produzidos quando se amostrou 10% da população estudada. Os erros amostrais, principalmente nas menores intensidades, 2,5% e 5%, e em áreas maiores, 1500 e 1000 m², resultou em valores muito altos, superiores a 100%, sendo notadamente quando a área das parcelas é menor, atingem erro amostrais menores em qualquer intensidade amostral. Resultados que corroboram com Ubialli et al. (2009), que afirmam que nos menores tamanhos de parcelas, entretanto, atingem maiores precisões, principalmente nas intensidades de amostragem de 5 para 10%.

Essa tendência também foi verificada por Sé et al. (2013) e Mello et al. (2015), em que ao analisar a precisão de inventários florestais, verificaram que intensidades amostrais maiores apresentam os estimadores mais adequados e exato. Bonetes (2003), estimando da área basal e do número de árvores por hectare, apresentaram de erros de amostragem que variaram de 0,09% até acima de 300%, não mostrando qualquer tendência lógica para todos os tamanhos de parcelas e intensidades testadas.

Segundo Péllico Netto e Brena (1997), a heterogeneidade do ambiente determina variações dos indivíduos, o que resulta em menor variabilidade dentro das parcelas pequenas, mas entre as parcelas a variabilidade pode aumentar consideravelmente. O oposto ocorre com as parcelas grandes, ou seja, menor variação entre parcelas e maior dentro da parcela, influenciando no erro amostral.

Segundo Schreuder et al. (1993), um grande problema de utilizar parcelas grandes é de ordem estatística, pois geralmente são alocadas poucas parcelas e, conseqüentemente, há redução dos graus de liberdade para os cálculos do intervalo de confiança e do erro amostral. Um exemplo disso são os altos valores de erro amostral encontrados nas simulações de inventário com as parcelas 1000 m² com intensidade de 2,5% (duas unidades de amostra) e 1500 e 1000 m² com 5% de intensidade (duas e três unidades de amostra, respectivamente). Além do que, na intensidade de 2,5% com tamanho de parcela de 1500 m² não foi possível calcular erro amostral por ter apenas uma unidade amostral.

Já Farias (2012), sobre a utilização de parcelas de menores dimensão, conclui que as mesmas demandam menor tempo de medição, menor equipe e mais tempo improdutivo de deslocamento e demarcação. Por outro lado, podem proporcionar maior abrangência de área amostrada e menor incidência de erros não amostrais. A desvantagem, nesse caso, é a alta variabilidade entre parcelas que em alguns casos compromete a precisão das estimativas. Segundo Husch et al. (1982), as estimativas não tendenciosas de volume, área basal e de outros parâmetros da população florestal, podem ser obtidos de qualquer tamanho ou forma das parcelas. Entretanto, o tamanho ótimo a ser utilizado sob certas condições florestais é variável. Dentre as formas de parcelas não foi possível observar diferenças ou tendências entre eles neste trabalho.

Higuchi et al. (1982) avaliando tamanho de parcela amostral para inventários florestais, a parcela retangular foi a que se apresentou melhor. Definindo que o princípio na escolha do tamanho e forma da parcela deveria ser de maneira a ter uma parcela bastante grande para incluir um número representativo de árvores, mas, bastante pequena para garantir o tempo mínimo de medições. Considerando que o uso dos inventários florestais, em termos gerais, é de 10% de limite de erro (Sanquetta et al. 2014), pode-se afirmar que apenas as estimativas geradas para G e N, com intensidade de 10% e tamanho de parcela 250 m² atende esse limite.

Porém, no caso de florestas nativas, há uma tendência de se aceitar até 20% de erro, considerando a grande variabilidade normalmente encontrada. Assim, pode-se afirmar que, de forma geral, a maioria dos casos de configurações de amostragem testadas neste estudo produziram estimativas satisfatórias, exceção para intensidade de 2,5%. Avaliando dentro de cada variável estudada, observou-se que as mesmas apresentaram comportamento semelhante nas estimativas e erros, que apresentou N

e G tiveram melhores estimativas, obtendo erros amostrais de até 6%, enquanto para V foi de no mínimo 10% para a maior intensidade avaliada. Por ser o volume a variável de interesse mais importante em atividades de inventário florestal, com o objetivo de diagnosticar o potencial madeireiro, a utilização de uma menor fração de amostragem implicará na redução dos custos na execução do inventário (Sydow, et al. 2017)

Sydow, et al. (2017) ainda conclui que em levantamentos fitossociológicos as unidades amostrais de menor área (geralmente com áreas de 100 m², 200 m² m ou 400 m²) são as mais utilizadas. Nesses casos, as variáveis N e G são de maior interesse, pois os índices fitossociológicos, como Densidade e Frequência são calculados a partir do número de indivíduos de um conjunto de espécies, enquanto a Dominância é calculada a partir da área basal. Mostrando assim a importância de se obter um erro amostrais e reais menor para as parcelas de menor área nestas variáveis.

Kersten e Galvão (2011), estudando um fragmento urbano de FOM, notaram que a intensidade amostral repercute em maior ganho de precisão na estimativa de área basal ao tamanho da unidade amostral. Concluíram, também, que na maior parte dos casos, percebeu-se leve superioridade do processo de amostragem sistemático em relação ao aleatório, em relação ao erro de amostragem. Tratando-se de erros reais, as estimativas das variáveis G e V, no processo de amostragem sistemático apresentaram os valores mais satisfatórios, ou seja, os valores mais próximos de zero.

De acordo Péllico Netto e Brena, (1997), as qualidades da amostragem aleatória simples (independência entre as unidades de amostra e livre de tendência de seleção), do ponto de vista biológico, nem sempre garante a representação da variação das populações estudadas, ocasionando, portanto, estimativas com erros amostrais elevados.

Por fim, é importante salientar que cada população alvo de inventário florestal deve ser analisada previamente antes da realização do levantamento, planejando o método adequado a se utilizar (tamanho e forma da parcela), o processo de amostragem, e a intensidade de amostragem, considerando sempre o limite de erro admissível e os objetivos do inventario em si. Não há uma recomendação válida universalmente e as especificidades de cada área a ser inventariada devem ser levadas em consideração. Mas realizando um planejamento correto, levando-se em conta esses elementos, estará apto para realização de um inventário florestal de qualidade.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, V.C.L.; MARTINS, S.V.; CALEGARIO, N.; CHICHORRO, J.F. Influência de três sistemas de amostragem na estimativa da relação hipsométrica e do volume de árvores em um fragmento de Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, v. 31, n.70, p. 31-37, 2006.
- AUGUSTYNCZIK, A.L.D.; MACHADO, S. do A.; FILHO, A.F.; NETO, S.P. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361-368, 2013.
- AUGUSTYNCZIK, A.L. **Avaliação do tamanho de parcelas e intensidades de amostragem para a estimativa de estoque e estrutura horizontal em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista**. 2011. 164f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- BONETES, L. **Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista**. 2003. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- FARIAS, L.L. **Tamanho e forma de parcela amostral para inventários de espécies não madeireiras da Amazônia Central**. 2012. 107f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2012.
- HIGUCHI, F.G; SIQUEIRA, J.D.P.; LIMA, A.J.N.; FILHO, A.F.; HIGUCHI, N. Influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição diamétrica de Weibull na floresta primária da Amazônia central. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 599 – 606, 2012.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; JARDIM, F.C.S. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. **Acta amazônica**, v.12, n.1, p.649-656, 1982.
- HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3 ed. New York, The Ronald Press Company, 1982, 402 p.
- KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOH, P. V.; MELO, M. M. R. F. (Org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, Viçosa: UFV, 2011. v.1, p.156-173.
- MELLO, J.M.; SCOLFORO, H.F.; RAIMUNDO, M.R.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; FERRAZ FILHO, A.C. Estimating precision of systematic sampling in forest inventories. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n.1, p. 15-22, 2015.
- MOREIRA, C. M. **Avaliação de métodos fitossociológicos através de simulações de amostragens numa parcela permanente de cerradão, na Estação Ecológica de Assis**. SP. 67 f. Dissertação (Mestrado em Recursos

Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2007.

NAKAJIMA, N. Y.; KIRCHNER, F. F.; SANQUETTA, C. R.; POSONSKI, M. **Elaboração de um sistema de amostragem para estimativa de valores correntes e mudança/crescimento em reflorestamento de Pinus**. Curitiba: CNPq/UFPR, 1998. 33 p.

OLIVEIRA, M. M. de. **Tamanho e forma de parcelas para inventários florestais de volume de madeira e estoque de carbono de espécies arbóreas da Amazônia central**. 2010. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, Manaus, 2010.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba, 1997. 316 p

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 4. ed. Curitiba: Multi-Graphic, 2014. 406p.

SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393p.

SCHREUDER, H.T.; GREGOIRE, T.G.; WOOD, G.B. **Sampling methods for multi-resource forest inventory**. John Wiley & Sons, New York. 1993. 446p.

SÉ, D.C.; MELLO, J.M.; SCALON, J.D.; MUNIZ, J.A.; OLIVEIRA, M.S.; SCOLFORO, J.R.S. Use of the correlation coefficient between plots in order to improve the accuracy of forest inventories. **Cerne**, v.19, n.4, p.575-580, 2013.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. Diretoria Geral de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico (DZE). Projeto de Desenvolvimento Regional Sustentável. Estudo da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins. **Dinâmica do Tocantins**. Palmas, Seplan/DEZ, v.1, 2012.

SYDOW, J.D.; SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.D.; SANQUETTA, M.N.I.; FILHO, A.F. Comparação de métodos e processos de amostragem para inventário em floresta ombrófila mista. **BIOFIX Scientific Journal**, v.2, n.1, p.60-68, 2017.

UBIALLI, J.A. **Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos e estimativas de estoque de uma floresta ecotonal na região norte Matogrossense**. 2007. 241f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná. 2007.

UBIALLI, J.A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; ARCE, J. E. Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense. **Acta Amazonica**, v.39, n. 2, p.305-314, 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados 78 espécies, 72 gêneros e 37 famílias, e dentre as espécies, dez não foram identificadas quanto ao gênero e família. As espécies *Myrcia splendens*, *Astronium fraxinifolium*, *Magonia pubescens*, *Qualea parviflora*, *Protium heptaphyllum*, *Qualea multiflora*, *Vatairea macrocarpa*, *Tachigali aurea*, *Byrsonima stipulacea* e *Machaerium brasiliense* representando 55,55% da área total, sendo as mais importantes em termos de representatividade.

Estas espécies podem ser trabalhadas em planos de recuperação de áreas degradadas sendo facilmente encontradas em áreas de cerrado. Destaque a *Myrcia splendens*, principalmente pelo seu fruto carnoso, facilitando a dispersão pela avifauna. A área se encontra em processo de regeneração, maior número de indivíduos nas classes iniciais de diâmetro.

Os tamanhos de parcelas obtiveram diferenças significativas entre si em todas as variáveis florestais. Já as formas de parcelas e não diferiram estaticamente entre si em nenhuma das variáveis. O erro real apresentou tendência de melhora com o aumento da intensidade amostral, enquanto que com a variação no tamanho da parcela, para uma mesma intensidade de amostragem, não há ganhos diretos sobre o erro real.

Na medida que diminui o tamanho da parcela na mesma intensidade amostral, tem-se uma melhora no erro amostral. As formas de parcelas, circular, quadrada e retangular, não apresentaram ganhos diretos nos erros reais e amostral, avaliando o mesmo tamanho de parcela. É recomendável que em área de cerrado *stricto sensu*, sejam utilizadas parcelas pequenas, 250 ou 500 m² e intensidade amostral tão grande quanto os recursos de tempo e dinheiro disponíveis permitirem.

Se possível para trabalhos futuros, analisar questões sobre se os processos amostrais, intensidades, tamanhos e formas das parcelas obtêm comportamento comum para nível de espécie, exemplo número de indivíduos, área basal por espécie, espécies dominantes, em relação ao censo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, V.C.L.; MARTINS, S.V.; CALEGARIO, N.; CHICHORRO, J.F. Influência de três sistemas de amostragem na estimativa da relação hipsométrica e do volume de árvores em um fragmento de Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, v. 31, n.70, p. 31-37, 2006.
- AUGUSTYNCZIK, A.L.D.; MACHADO, S. do A.; FILHO, A.F.; NETO, S.P. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 99, p. 361-368, 2013.
- FERREIRA, M.B. O cerrado em Minas Gerais, gradações e composição florística. **Informe Agropecuário**, v.61, p.4-8, 1980.
- FERREIRA, R.Q.S.; CAMARGO, M.O.; TEIXEIRA, P.R.; SOUZA, P.B.; SOUZA, D.J. de. Diversidade florística do estrato arbustivo - arbóreo de três áreas de Cerrado *sensu stricto*, Tocantins. **Desafios**, v.4, n.2, p.69-82, 2017.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; JARDIM, F.C.S. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. **Acta amazônica**, v.12, n.1, p.649-656, 1982.
- ISERNHAGEN, I. **A fitossociologia florestal no Paraná e os programas de recuperação de áreas degradadas: uma avaliação**. 2001. 219f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOH, P. V.; MELO, M. M. R. F. (Org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, Viçosa: UFV, 2011. v.1, p.156-173.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba, 1997. 316p
- SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 393p.
- UBIALLI, J.A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; ARCE, J. E. Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta otonal da região norte matogrossense. **Acta Amazonica**, v.39, n. 2, p.305-314, 2009.