



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

FACULDADE DE TECNOLOGIA – FT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL – EFL

**MUDANÇAS NA FLORÍSTICA, ESTRUTURA E NO ESTOQUE DE CARBONO
DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DE UM FRAGMENTO DE CERRADÃO**

GABRIEL CARRIJO CAMARGOS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

BRASÍLIA / DF

2019

GABRIELCARRIJO CAMARGOS

**MUDANÇAS NA FLORÍSTICA, ESTRUTURA E NO ESTOQUE DE CARBONO
DA VEGETAÇÃO ARBÓREA DE UM FRAGMENTO DE CERRADÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal

BRASÍLIA / DF

2019

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	3
1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	9
3. JUSTIFICATIVA.....	9
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
5. MATERIAIS E MÉTODOS	13
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
5.2. COLETA DE DADOS.....	14
5.3. ANÁLISE DE DADOS	15
5.3.1. SUFICIÊNCIA AMOSTRAL	15
5.3.2. MUDANÇAS NA FLORÍSTICA E NA ESTRUTURA HORIZONTAL.....	16
5.3.4. MUDANÇAS NO ESTOQUE DE CARBONO	19
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1. SUFICIENCIA AMOSTRAL.....	22
6.2. MUDANÇAS NA FLORÍSTICA E NA ESTRUTURA HORIZONTAL	23
6.3. DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	30
6.4. MUDANÇAS NO ESTOQUE DE CARBONO.....	32
7. CONCLUSÃO	35
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros Fitossociológicos.	18
Tabela 2- Estatística dos Inventários Florestais.	23
Tabela 3 - Espécies arbóreas registradas em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF, em dois monitoramentos (2004 e 2018).....	24
Tabela 4 - espécies amostradas nos dois inventários divididas em ambiente de predominância das mesmas.	27
Tabela 5- Índices de diversidade e de equabilidade obtidos em cada ano monitorado. Registrados em 2004 e 2018 em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.....	28
Tabela 6- Distribuição de frequência absoluta por classe de diâmetro, das árvores com $Db \geq 5$ cm amostradas em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.	32
Tabela 7 - diferença agregada para cada equação em relação ao volume real dos indivíduos cubados.	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Curva de rarefação realizada para os dois anos inventariados na área de cerradão.	23
Figura 2- As 10 espécies com maiores valores de IVI e sus respectivos parâmetros fitossociológicos para o ano de 2004 em uma mancha de cerradão localizada na Fazenda Água Limpa, DF.	29
Figura 3- As 10 espécies com maiores valores de IVI e sus respectivos parâmetros fitossociológicos para o ano de 2018 em uma mancha de cerradão localizada na Fazenda Água Limpa, DF.	29
Figura 4- Distribuição diamétrica (Db) para os dois anos analisados (2004 e 2018) da comunidade amostrada em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.	31
Figura 12- As 10 espécies mais representativas em relação ao estoque de carbono no ano de 2004 em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.	33
Figura 13- As 10 espécies mais representativas em relação ao estoque de carbono no ano de 2018 em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.	34

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar as mudanças na composição florística, na estrutura da vegetação e no estoque de carbono da vegetação lenhosa de um fragmento de cerrado localizado na Fazenda Água Limpa (15°56'43" S e 47°56'43" O), considerando o período de 2004 a 2018. Um total de 5 parcelas de 20 m x 50 m) foram selecionadas aleatoriamente dentro do fragmento do cerrado e a coleta de dados em cada parcela considerou todos os indivíduos arbóreos com $Db \geq 5$ cm para espécies típicas de cerrado *sensu stricto*, e com $DAP \geq 5$ cm para espécies típicas de mata ou cerrado. A florística em 2004 apresentou 59 espécies arbóreas, enquanto em 2018 foram registradas 68 espécies. As famílias botânicas com maiores representantes foram Fabaceae e Vochysiaceae para os dois anos analisados. O índice de diversidade de Shannon-Weiner e o de equabilidade de Pielou pouco se alteraram no período analisado ($H' = 3,39$ e $J = 0,82$ em 2004; e $H' = 3,41$ e $J = 0,8$ em 2008). Notou-se uma substituição de algumas espécies em relação ao nível hierárquico quando se analisou as estruturas horizontais de cada ano. No que diz respeito à distribuição diamétrica, constatou-se um aumento significativo na densidade de espécies pertencentes as menores classes de diâmetro, indicando alta taxa de recrutamento (33,6%). A quantidade de carbono estocado nos anos de 2004 e 2018 foram iguais a $19,6 \text{ t ha}^{-1}$ e $26,3 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. O fragmento de cerrado estudado sequestrou cerca de $0,48 \text{ t ha}^{-1}$ de carbono por ano. As espécies que mais se destacaram em relação ao sequestro de carbono foram *Emmotum nitens* e *Ocotea spixiana*.

Palavras-chave: Composição florística, estrutura da vegetação, estoque de carbono, cerrado.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the changes in floristic composition, vegetation structure and carbon stock of woody vegetation of a cerrado fragment located at Água Limpa Farm (15 ° 56'43 "S and 47 ° 56'43" O), considering the period from 2004 to 2018. A total of 5 plots of 20 mx 50 m) were randomly selected within the cerrado fragment and data collection in each plot considered all tree individuals with $Db \geq 5$ cm for typical cerrado *sensu stricto* species and with $DBH \geq 5$ cm for typical species of forest or cerrado. The floristic in 2004 presented 59 tree species, while in 2018, 68 species were recorded. The botanical families with the largest representatives were Fabaceae and Vochysiaceae for the two years analyzed. The Shannon-Weiner diversity index and the Pielou equability index changed little during the analyzed period ($H' = 3.39$ and $J = 0.82$ in 2004; and $H' = 3.41$ and $J = 0.8$ in 2008). Some species were substituted in relation to the hierarchical level when the horizontal structures of each year were analyzed. Regarding the diameter distribution, a significant increase in the density of species belonging to the smallest diameter classes was observed, indicating a high recruitment rate (33.6%). The amount of carbon stored in 2004 and 2018 was 19.6 t.ha⁻¹ and 26.3 t.ha⁻¹, respectively. The cerrado fragment studied sequestered about 0.48 t.ha⁻¹ of carbon per year. The most prominent species in relation to carbon sequestration were *Emmotum nitens* and *Ocotea spixiana*.

Key words: Floristic composition, vegetation structure, carbon stock, cerrado.

1. INTRODUÇÃO

Considerado como o segundo maior bioma brasileiro, abrangendo aproximadamente 200 milhões de hectares, o Cerrado se estende por 11 estados da federação, além do Distrito Federal (UNESCO, 2000). Sua flora é rica, composta por mais de 12.000 espécies vasculares, das quais, cerca de 35% são endêmicas (MENDONÇA *et al.*, 2008). Além de ser considerado a savana mais rica do mundo em diversidade de espécies vasculares (WALTER, 2006), está entre as savanas mundiais de maior biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000) e entre os 35 ecossistemas do mundo com prioridade para a conservação (WILLIAMS *et al.*, 2011).

A elevada riqueza de espécies do Cerrado, que inclui plantas herbáceas, arbóreas, arbustivas e cipós, é reflexo da alta diversidade de ambientes do bioma. Muitas espécies apresentam grande potencial não madeireiro e são utilizadas, principalmente, por comunidades tradicionais do Cerrado. Contudo, desde a década de 1970, muitas áreas do Cerrado vêm sendo substituídas por outros usos, como atividades agrosilvopastoris, empreendimentos de hidrelétricas, áreas urbanas, mineração, obras de infraestrutura em geral, entre outras (WALTER & GUARINO, 2006). Entre as fisionomias do Cerrado as mais visadas são o cerradão e o cerrado *sensu stricto* para instalação de áreas de pecuária e agricultura (CARVALHO *et al.*, 2016). As consequências dessas mudanças de uso do solo são muitas, com destaque para a fragmentação dos ambientes, elevada perda da cobertura natural do Cerrado, perda significativa da biodiversidade, alterações das condições climáticas, entre outras. Segundo o MMA (2013), entre os anos de 2003 e 2013, as áreas remanescentes de Cerrado reduziram de 55,7% para 51,1%.

O Cerrado se caracteriza por apresentar grande diversidade de fitofisionomias. Segundo Ribeiro & Walter (2008), a cobertura vegetal do Cerrado pode ser dividida em três grupos, com 11 tipos principais de vegetação: Florestal (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), Campestre (campo limpo, campo sujo e campo rupestre) e Savânicas (cerrado denso, cerrado típico ou *sensu stricto*, cerrado ralo e cerrado rupestre mais vereda, parque de cerrado e palmeiral).

A fitofisionomia cerradão é uma das menos representativas do Cerrado, ocupando apenas cerca de 1% da área total do bioma. Contudo, apesar de ser bastante insignificante no âmbito do bioma, a flora do cerradão tem papel fundamental para garantir a diversidade do Cerrado. Embora o cerradão seja classificado como uma formação florestal no bioma, este tipo de vegetação apresenta características bastante singulares, já

que sua flora é composta por espécies de outras fitofisionomias do Cerrado (SOLÓRZANO, 2011). Espécies de cerrado *sensu stricto* geralmente predominam, mas, várias espécies de mata Seca semidecídua e mata de Galeria não-inundável também estão presentes em sua composição florística. De forma geral, a composição florística do cerradão é variável conforme a fertilidade do solo, já que tal fitofisionomia ocorre tanto em solos distróficos quanto mesotróficos (RATTER, 1971; RATTER *et al.*, 1973; 1977; ARAÚJO & HARIDASAN, 1988).

Grande parte da área total coberta por cerradão já foi transformada em outros usos e, atualmente, a área remanescente é representada, principalmente por pequenos fragmentos isolados. A pressão sobre áreas naturais de cerradão se dá, principalmente, devido a sua ocorrência em locais com solo profundo, bem drenado e fértil, ideal para agricultura. Portanto, diante de tal cenário, para o desenvolvimento de modelos tanto de conservação, uso sustentável e/ou recuperação de áreas perturbadas ou degradadas, é importante, no âmbito da vegetação lenhosa, conhecer não somente a composição florística e a estrutura da vegetação, mas, também, a dinâmica da comunidade em áreas remanescentes de vegetação nativa bem preservada. Até hoje, a maioria dos estudos realizados em áreas de cerradão considera apenas aspectos relacionados à caracterização da flora e da estrutura da vegetação, sendo raros os estudos que envolvam aspectos relacionados à dinâmica, e, principalmente, à produção da vegetação (MIGUEL, 2014).

O conhecimento a respeito da estrutura fitofisionômica e da dinâmica sucessional em áreas pouco estudadas e sujeitas a fortes pressões antrópicas é fundamental para subsidiar programas de conservação e preservação da cobertura florestal, bem como definir estratégias de restauração florestal (ABREU *et al.*, 2017)

2. OBJETIVOS

Avaliar as mudanças na composição florística, na estrutura da vegetação e no estoque de carbono da vegetação lenhosa de um fragmento de cerradão, localizado na Fazenda Água Limpa, UnB, Distrito Federal, considerando o período de 2004 a 2018.

3. JUSTIFICATIVA

Apesar da baixa representatividade no bioma Cerrado, o cerradão é uma fitofisionomia de grande importância para o bioma, contudo, como ocupa em geral solo

com boas condições para a agricultura, suas áreas ainda remanescentes encontram-se seriamente ameaçadas.

Atualmente, os estudos em áreas de cerrado buscam responder não apenas questões relacionadas às alterações da sua flora, mas, também, mudanças na estrutura da vegetação relacionadas principalmente às variáveis quantitativas, como volume e estoque de carbono, além da dinâmica vegetação ao longo do tempo. Informações provenientes destes estudos poderão subsidiar medidas de manejo e conservação para esta fitofisionomia que vem sendo desmatada de forma indiscriminada e que, ao mesmo tempo, é pouco representada em Unidades de Conservação do território nacional.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Devido à sua grande extensão e complexidade, os estudos realizados no Cerrado ainda não permitiram um conhecimento pleno de sua vegetação. Isso faz com que as Unidades de Conservação presentes no Bioma não sejam necessárias para representar e conservar toda sua biodiversidade (CASTRO *et al.*, 1999). Esse conhecimento é ainda menor quando se trata da fisionomia cerrado, ou floresta oreádica segundo Castro (1994).

Rizzini (1963) chamou o cerrado de “Floresta Xeromorfa”, por ser uma formação florestal com aspectos xeromórficos. Para Campos (1943) “o cerrado é uma mata mais rala e fraca”. Fitofisionomia caracterizada pela presença de espécies que ocorrem tanto no cerrado sentido restrito quanto em mata. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, porém floristicamente é mais similar a um cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998).

O cerrado apresenta dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea que pode variar de 50% a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15 metros, proporcionando condições de luminosidade que favorecem à formação de estratos arbustivos e herbáceos diferenciados. A presença de espécies epífitas é reduzida. (RIBEIRO & WALTER, 1998).

No que diz respeito à fertilidade, os solos do cerrado podem ser classificados como distróficos (solos pobres) ou mesotróficos (solos mais ricos), cada qual possuindo florística característica e adaptada a esses ambientes (RATTER *et al.*, 1978; RIBEIRO *et al.*, 1982a.; ARAÚJO & HARIDASAN, 1989; RIBEIRO & HARIDASAN, 1990; OLIVEIRA FILHO & RATTER, 1995). Em relação à dinâmica da vegetação, nota-se

que o cerradão distrófico apresenta taxas de dinâmica mais estáveis, e o mesotrófico uma maior variação entre as principais espécies (MARIANO *et al.*, 2019).

E geral, os solos do cerradão são profundos, bem drenados, de média e baixa fertilidade, ligeiramente ácidos, pertencentes às classes Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo ou Latossolo Roxo. Também pode ocorrer em proporção menor Cambissolo distrófico. O teor de matéria orgânica nos horizontes superficiais é médio e recebe um incremento anual de resíduos orgânicos provenientes da deposição de folhas durante a estação seca (RIBEIRO & WALTER, 1998).

Segundo Felfili *et al.* (2002), os cerradões do Brasil possuem uma elevada riqueza florística, com aproximadamente 120 espécies vasculares por hectare (40 arbustivo-herbácea e 80 arbóreas) e densidade em torno de 1.200 plantas lenhosas por hectare, quando se assume um DAP igual ou superior a 5 cm.

Apesar de ocorrerem espécies de cerrado sentido restrito em cerradão (MARIMON JUNIOR & HARIDASAN, 2005), e que geralmente essas duas fitofisionomias ocorram de forma adjacente, existe uma nítida separação estrutural entre elas.

Carvalho *et al.* (2016) define o cerradão como uma “floresta mesófila esclerófila”, que se caracteriza por um sub-bosque formado por pequenos arbustos e ervas, com poucas gramíneas e esse ecossistema é composto pela presença preferencial de espécies que ocorrem no cerrado *sensu stricto* e também por espécies de florestas, particularmente, as de mata seca semidecídua e de mata de galeria não-inundável.

Os estudos sobre a florística de determinada região são importantes para determinar que espécies ocorrem em uma determinada área geográfica, bem como suas afinidades com outros grupos de espécies e sua distribuição espacial (horizontal e vertical), caracterizando a função ecológica de cada espécie dentro de uma comunidade vegetal (GARAMBONE *et al.*, 1990; CAVALCANTE *et al.*, 2000; GUEDES –BRUNI *et al.*, 2002).

Assim sendo, é evidente a importância dos dados florísticos como ferramenta em ações que visam a conservação e o uso racional dos ecossistemas, agindo de forma decisiva na indicação dos estágios sucessionais da vegetação e na melhor avaliação da influência de fatores do clima, solo e intervenção antrópica (CAVALCANTE *et al.*, 2000; GUEDES–BRUNI *et al.*, 2002).

Os ecossistemas florestais são ambientes que mais acumulam biomassa no planeta, aspecto este que ganha notória relevância nos estudos de fixação de carbono (SANQUETTA, 2002).

Com o aumento das concentrações de gás carbônico na atmosfera e seu efeito potencial sobre o clima, tem-se desenvolvido muitas pesquisas que visam obter estimativas sobre a contribuição de cada ecossistema na absorção do carbono atmosférico (REZENDE *et al.*, 2006). Pouco tem sido o esforço para se quantificar o estoque e as taxas de sequestro de carbono nos diferentes biomas brasileiros, apesar da sabida importância das formações vegetais no ciclo global do carbono (REZENDE *et al.*, 2006).

A obtenção de estimativas precisas de produtividade em formações vegetais tropicais é um pré-requisito de fundamental importância no estabelecimento de ações de manejo florestal (ROCHA, 2011).

De acordo com Miguel (2014), o interesse sobre a quantificação do estoque de carbono na vegetação tem aumentado, apesar de serem poucas as pesquisas que tratam do armazenamento de carbono em florestas nativas, em especial para as diferentes fitofisionomias do Cerrado. Tais estudos são escassos em função da dificuldade, onerosidade e morosidade para quantificar a biomassa de uma comunidade.

Compreender a relação da diversidade de espécies arbóreas com o estoque de carbono é essencial para manter estoques de carbono de florestas protegidas (SOARES *et al.*, 2005).

Atualmente, a metodologia padrão para estimar o estoque de carbono em ecossistemas florestais baseia-se em dados de inventários florestais. Existem comumente duas maneiras de se estimar as perdas ou acúmulo de carbono em uma região: mensurando as mudanças no estoque e mensurando o fluxo de entrada e de saída (LINDNER & KARJALAINEN, 2007). Segundo Silveira (2008), as metodologias utilizadas atualmente para obter estimativas de biomassa em áreas florestais são baseadas também em dados de inventários florestais, empregando-se equações de regressão que estimam a biomassa a partir de dados de diâmetro e altura das árvores.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um fragmento de cerradão distrófico, localizado na Reserva Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa (FAL), situada a 1.100 m de altitude, entre as coordenadas 15°56' – 15°59' S e 47°58' W, no Distrito Federal. A FAL, que ocupa aproximadamente 4.500 hectares, pertence ao Núcleo da Biosfera do Cerrado e faz parte da Área de Proteção Ambiental - APA das Bacias do Gama e Cabeça do Veado. No interior da APA encontra-se a Área Relevante de Interesse Ecológico – ARIE Capetinga/Taquara, também denominada Estação Ecológica da Universidade de Brasília. Da área total desta fazenda, 50% são destinados à preservação e os outros 50% para conservação e produção, no âmbito da pesquisa.

A pluviosidade da região é de, aproximadamente, 1.600 mm anuais, com período de maior intensidade de chuva de novembro a janeiro e de menor intensidade de junho a julho. O clima, segundo a classificação de KÖPPEN, é do tipo Aw com temperatura média máxima de 28,5°C ocorre no mês de setembro e a mínima de 12°C ocorre em julho (FELFILI *et al.*, 1997).

Os solos predominantes são os Latossolos Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo, caracterizados por serem profundos com baixa fertilidade e bem drenados (HARIDASAN, 1993).

O fragmento de cerradão estudado ocupa, aproximadamente, 4 hectares e está localizado no declive da margem direita do Ribeirão do Gama próximo às coordenadas geográficas 15°56'47'' S e 47°56'43'' O.

Em 1970, a vegetação deste fragmento sofreu algumas intervenções antrópicas, quando uma equipe de funcionários responsável pela construção da barragem no Ribeirão do Gama, montou acampamento próximo à área do cerradão, causando vários danos à vegetação. Registros históricos indicam que naquela época houve corte de árvores de algumas espécies arbóreas tais como: *Bowdichia virgiloides*, *Emmotun nitens*, *Pterodon pubescens*, entre outras. Em 2007 foi registrado outro distúrbio na área, causado por um trabalho de pesquisa na área de zoologia. Armadilhas para animais foram colocadas em trilhas construídas por diversos pontos da área. Para a construção dessas trilhas toda a vegetação do sub-bosque, que inclui regeneração natural de espécies arbóreas, vegetação herbácea-arbustiva, etc, foram totalmente cortadas. Baldes plásticos foram enterrados ao

longo destas trilhas para a captura de insetos e pequenos mamíferos, e sacos plásticos pretos de polietileno foram esticados ao longo das trilhas, sendo fixados por estacas de madeira. Além disso, a área tem sofrido periodicamente com a ação do fogo, normalmente registrado nos períodos de seca.

5.2. COLETA DE DADOS

Para atender este estudo foram utilizados dados provenientes de dois inventários realizados na área do fragmento, o primeiro realizado em 2004 e o segundo em 2018. Em 2004 foram implantadas na área do fragmento, segundo o sistema de amostragem inteiramente casualizado, cinco parcelas permanentes de 1.000 m² (20 x 50 m) cada, correspondentes a uma intensidade amostral de 12,5% da área total (4 hectares).

Em cada parcela, todos os indivíduos arbóreos, vivos e mortos em pé, pertencentes a espécies típicas de cerrado sentido restrito, que apresentavam diâmetro tomado a 0,30 m acima do nível do solo (Db) igual ou superior a 5 cm, foram etiquetados com placas de alumínio, identificados botanicamente e seus diâmetros e alturas registrados. Para aqueles indivíduos pertencentes a espécies que ocorrem exclusivamente em ambientes florestais, foi adotada a mesma metodologia utilizada na medição de espécies típicas de cerrado sentido restrito, no entanto, foi medido também o diâmetro tomado à 1,30 m do solo (DAP). Neste último caso, somente indivíduos com DAP igual ou superior a 5 cm tiveram esta medida registrada. A medição do diâmetro foi feita com o uso de uma suta de alumínio de 50 cm e a medição das alturas foi registrada com régua hipsométrica de 15 m. Alturas superiores foram estimadas.

As espécies registradas em cada parcela amostrada foram classificadas em dois grupos: Grupo 1: Espécies típicas do cerrado *sensu stricto* e Grupo 2: Espécies exclusivas de ambientes florestais. Deve ser salientado que neste estudo, para efeito de cálculo de área basal, volume e estoque de carbono, todos os caules de um mesmo indivíduo, saindo separadamente do solo (independentemente da distância entre suas circunferências ao nível do solo) ou bifurcando a uma altura inferior a 30 cm do solo (no caso de espécies típicas de cerrado *sensu stricto*), ou ainda, a uma altura inferior a 1,30 m do solo (no caso de espécies exclusivas de ambientes florestais), foram considerados indivíduos diferentes.

Em 2018 foi realizado novo inventário florestal na área de estudo. Indivíduos registrados em 2004 (vivos e mortos em pé) tiveram seus valores de diâmetro e altura total remedidos. Indivíduos vivos e mortos em pé, recrutados em função do critério de

inclusão foram etiquetados com um número de identificação, identificados botanicamente e os valores de diâmetro e altura total registrados. A medição do diâmetro seguiu o mesmo critério adotado em 2004, considerando espécies típicas de cerrado *sensu stricto* e espécies exclusivas de ambientes florestais.

As parcelas de 20 x 50 m foram subdivididas em parcelas de 10 x 10 m, com a finalidade de extrair a coordenada X e Y de cada indivíduo mensurado no inventário. Os indivíduos medidos no interior de cada parcela foram georreferenciados em relação ao canto direito inferior de cada parcela. Essa medida trará maior controle da vegetação para estudos futuros que serão realizados nessa mesma área.

Coletas botânicas foram prensadas e levadas para estufa para o processo de secagem. Coletas não identificadas foram destinadas para herbário para consultas às chaves analíticas ou à especialistas. A classificação botânica adotada foi o APG IV (2016).

5.3. ANÁLISE DE DADOS

5.3.1. SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

Em termos qualitativos, a suficiência da amostragem para caracterizar a representatividade da flora lenhosa registrada nos dois inventários florestais realizados no fragmento de cerradão, foi avaliada com base na curva de rarefação (ou curva espécie-área), que relaciona o número de espécies com o aumento da área amostrada (MUELLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974). Esta metodologia é baseada na ideia de que quanto maior o tamanho da amostra, maior o número de espécies encontrado no local, mas a uma taxa decrescente, até o ponto em que a curva estabiliza e se torna horizontal. Esse ponto seria a área mínima necessária para representar a comunidade.

Quantitativamente, a suficiência amostral foi avaliada pelo erro amostral (PELLICO NETO & BRENA, 1997), calculado em cada inventário florestal, considerando o processo de amostragem aleatório, com parcelas de área fixa (20 X 50 m). O erro amostral foi analisado para duas variáveis quantitativas avaliadas neste estudo, ou seja, densidade de indivíduos e área basal.

5.3.2. MUDANÇAS NA FLORÍSTICA E NA ESTRUTURA HORIZONTAL

A caracterização florística da vegetação lenhosa do cerradão, para cada época monitorada, foi realizada com base na composição (em nível de família, gênero e espécie), riqueza e diversidade de espécies. Uma lista contendo todas as espécies, classificadas em nível de família, gênero e espécie, foi produzida.

Com o propósito de avaliar a diversidade florística foi utilizado o Índice de Shannon-Weiner (MAGURRAN, 1988), que assume que os indivíduos são amostrados de forma aleatória dentro de um conjunto infinitamente grande de indivíduos e que, todas as espécies estarão representadas na amostra (FELFILI & REZENDE 2003). Em geral, o valor deste índice varia de 1,5 a 3,5, mas, em casos excepcionais pode exceder a 4,5 (MAGURRAN, 1988). Conforme Kent & Coker (1992) este índice é dado por:

$$H' = \sum_{i=1}^n pi \cdot \ln(pi)$$

em que:

H' = Índice de Shannon-Weiner;

\ln = logaritmo neperiano na base n ;

i = Espécie ($i = 1, 2, 3, \dots, S$);

pi = proporção de indivíduos ou abundância da i -ésima espécie expressa como uma proporção da cobertura total, dado por:

$$pi = \frac{ni}{N}$$

em que:

ni = número de indivíduos da espécie i ;

N = número total de indivíduos.

Para expressar a abundância relativa das espécies foi utilizado o Índice de Uniformidade ou Equabilidade ou Índice de Pielou (J) (KENT & COKER, 1992). Este índice é derivado do índice de diversidade de Shannon-Weiner e representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1975). Quanto maior o valor de J , mais homogênea é a distribuição das espécies dentro da

amostra ou comunidade (SCOLFORO & MELLO, 2006). O valor de J tende a zero, quando uma única espécie é presente na comunidade e pode atingir no máximo 1 (um) quando todas as espécies possuem abundância igual (MARGURRAN, 1988; KENT & COKER, 1992). Conforme Kent & Coker (1992) este índice é dado por:

$$J = \frac{H'}{\ln(S)}$$

em que:

J = Índice de Equabilidade de Pielou;

H' = Índice de Shannon;

S = número de espécies presentes;

ln = logaritmo neperiano na base n.

As mudanças na florística da vegetação lenhosa do cerradão entre 2004 e 2018 foram diagnosticadas comparando as informações relacionadas a composição, riqueza e diversidade de espécies registradas em cada época.

Os parâmetros utilizados para expressar a estrutura fitossociológica da vegetação (Tabela 1) foram densidade, frequência e dominância, os quais permitem inferir sobre a posição sociológica de uma determinada espécie em uma comunidade arbórea a partir do cálculo do Índice de Valor de Importância (IVI) (MÜLLER-DOMBOIS & ELLEMBERG, 1974; KENT & COKER, 1992).

A densidade refere-se ao número de indivíduos de cada espécie dentro de uma associação vegetal por unidade de área (SCOLFORO & MELLO, 2006), podendo ser expressa em termos absolutos ou relativos. A dominância indica o grau de ocupação dos indivíduos de cada espécie na área amostrada, com base na área basal de cada espécie (SCOLFORO & MELLO, 2006). Neste estudo as áreas basais foram calculadas com os valores de diâmetro ao nível do solo (Db), inclusive para as espécies florestais. A frequência representa a relação entre o número total de parcelas (ou unidades amostrais) em que determinada espécie foi registrada e o número total de parcelas amostradas. Já a frequência relativa é a relação entre frequência absoluta de determinada espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas. O Índice de Valor de Importância (IVI) reflete o grau de importância ecológica de uma espécie ou família, integrando dados estruturais e florísticos e é obtido a partir da soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência de cada espécie (SCOLFORO & MELLO, 2006).

Tabela 1 – Parâmetros Fitossociológicos.

Variáveis Fitossociológicas	Unidade	Fórmula
Densidade Absoluta da espécie i (DAi)	ind ha ⁻¹	$DAi = \frac{ni}{A}$
Densidade Relativa da espécie i (DRi)	%	$DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^n DA_i} \cdot 100$
Dominância Absoluta da espécie i (DoAi)	m ² ha ⁻¹	$DoAi = \frac{Gi}{A}$
Dominância Relativa da espécie i (DoRi)	%	$DoRi = \frac{DoAi}{\sum DoAi} \cdot 100$
Frequência Absoluta da espécie i (FAi)	%	$FA_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \cdot 100$
Frequência Relativa da espécie i (FRi)	%	$FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i} \cdot 100$
Índice de Valor de Importância da espécie i (IVI)	%	$IVI_i = DR_i + DoR_i + FR_i$

Gi = Área basal da espécie i; Fi = Número de parcelas onde ocorreu a espécie i; A = Área total amostrada.

As mudanças na estrutura fitossociológica da vegetação lenhosa do cerradão entre 2004 e 2018 foram diagnosticadas verificando se houve alterações significativas na posição hierárquica de cada espécie na comunidade.

5.3.3. MUDANÇAS NA ESTRUTURA DIAMÉTRICA

A estrutura diamétrica da vegetação será avaliada pela distribuição dos indivíduos amostrados em classes de diâmetro definidas segundo a fórmula de Spiegel (1976), dada por:

$$IC = \frac{A}{nc}$$

em que:

IC = intervalo de classe;

A = amplitude (valor máximo – valor mínimo de diâmetro);

nc = número de classes.

$$nc = 1 + 3,3\log(n)$$

em que:

n = número de indivíduos;

log = logaritmo na base 10.

As classes de diâmetro foram calculadas com base no diâmetro a altura da base (Db) para todos os fustes mensurados nos inventários. Portanto, o gráfico foi gerado com base nas classes de diâmetro a altura da base e na densidade de fustes para cada classe de diâmetro.

5.3.4. MUDANÇAS NO ESTOQUE DE CARBONO

O estoque de carbono da vegetação lenhosa em cada período monitorado foi estimado em nível de espécie e de comunidade, considerando apenas a parte aérea (fuste e galhos) dos indivíduos vivos e mortos em pé registrados em cada ano inventariado.

Para o caso das espécies comuns a fitofisionomia cerrado *sensu stricto*, o estoque de carbono foi estimado com base na equação alométrica desenvolvida para um cerrado *sensu stricto*, localizado também na FAL (REZENDE *et al.*, 2006):

$$EC = -0,24564 + 0,01456 * Db^2 * H \quad (R^2_{\text{ajustado}} = 98,29\% \text{ e } Syx = 25,79\%)$$

Em que:

EC = estoque de carbono por árvore (Kg);

Db = diâmetro da árvore, tomado a 0,30 metros do solo (cm);

H = altura total da árvore (m);

R^2_{ajustado} = coeficiente de determinação;

Syx = erro-padrão da estimativa.

Para as espécies florestais (típicas de mata seca e mata de galeria e cerradão) foi realizada a cubagem rigorosa dos indivíduos arbóreos em pé, no ano de 2004, utilizando técnicas de escalada. Com base nos dados da cubagem, foi obtido o volume real de cada indivíduo cubado, para posterior transformação do volume real em estoque de carbono.

Para a estimativa de volume de espécies pertencentes a ambientes florestais foram testadas quatro equações ajustadas para a mesma fitofisionomia, em diferentes regiões do país, são elas:

$$V = 0,000085 * DAP^{2,122270} * Ht^{0,666217} \text{ (MIGUEL, 2014);}$$

$$V = \exp(-9,7003574958 + 2,3603328234 * \ln(DAP) + 0,5063592154 * \ln(Ht)) \text{ (SCOLFORO, 2008b);}$$

$$V = 0,000094001 * DAP^{1,830398} * Ht^{0,960913} \text{ (CETEC 1, 1995);}$$

$$V = 0,000088 * DAP^{1,819376} * Ht \text{ (CETEC 2, 1995)}$$

Foi realizado o teste estatístico de Tukey, para constatar se existe diferença estatística significativa entre os volumes estimados por cada fórmula. Ainda para a escolha do melhor modelo, foi aplicado o método da diferença agregada entre os volumes estimados e o volume real dos indivíduos cubados, escolhendo aquele que apresentou o menor valor percentual. Essa diferença é calculada da seguinte maneira:

$$DA = \left(\frac{\sum Vr - \sum Ve}{\sum Vr} \right) * 100$$

Em que:

DA= Diferença agregada em %;

Vr= Volume real dos indivíduos cubados;

Ve= Volume estimado dos indivíduos inventariados.

Na ocasião, em 2004, não foi possível realizar o abate dos indivíduos para determinar o peso verde de fustes e galhos. Assim, para posterior obtenção do peso seco e, conseqüentemente, do estoque de carbono, foi estimada a massa seca dos componentes (fustes e galhos) de cada indivíduo cubado, com base no volume de cada componente da árvore e na massa específica básica do indivíduo, ou seja:

$$Mseca. c_i = Vc_i * Meb. c_i$$

em que:

$Mseca. c_i$ = Massa seca do componente do tronco (fuste e galho) do indivíduo i;

Vc_i = Volume do componente (fuste e galho) do indivíduo i ;

$Meb.c_i$ = Massa específica básica do componente (fuste e galho) do indivíduo i .

A massa específica básica de cada espécie foi determinada pelo método do máximo teor de umidade sugerido por (SMITH, 1954, citado por VITAL, 1984).

$$Meb = \frac{1}{\frac{Psat - Pseco}{Pseco} - \frac{1}{1,53}}$$

em que:

Meb = massa específica básica da amostra;

$P\ sat$ = peso da amostra saturada;

$P\ seco$ = peso seco da amostra.

A amostragem para o cálculo da massa específica foi feita nos mesmos indivíduos que foram cubados em pé, rigorosamente. Para isto, foi utilizada uma sonda de Pressler (trado) para obter uma amostra em forma de bagueta. Foi utilizada apenas uma amostra por árvore (ROCHA, 2008).

A amostra foi coletada na altura do DAP e no sentido leste oeste. Imediatamente após a coleta, a amostra era acondicionada em saco plástico, identificada e levada para laboratório, para obtenção dos pesos saturado e seco (ROCHA, 2008).

Em laboratório, cada bagueta era mergulhada em um recipiente com água para posterior obtenção do peso verde saturado. Em seguida as amostras eram levadas para estufa, para secagem a uma temperatura de 100° C, até obtenção da massa constante (variação de 1%). Após secagem, cada amostra era pesada novamente para obter o peso seco da amostra. Para obtenção do peso verde e seco das amostras foi utilizada uma balança de precisão, com sensibilidade de 10⁻⁴ gramas (ROCHA, 2008).

No caso dos galhos, a amostra para determinar a massa seca do galho foi retirada em apenas um galho vivo, selecionado, localizado na metade da altura da árvore. As amostras coletadas nos galhos foram tratadas da mesma forma que as amostras retiradas no fuste. Vale ressaltar que tanto para o fuste quanto para os galhos, a casca foi mantida para obtenção dos pesos seco e saturado (ROCHA, 2008).

Para aquelas espécies que estiveram presentes no inventário, mas que não foram cubadas e não passaram pelo processo da sonda de Pressler, foi consultado em outros

estudos de cerradão a massa específica básica (SILVA *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2014) com o intuito de calcular a massa seca total. Ainda assim, algumas espécies não apareceram na literatura no que diz respeito à massa específica básica, neste caso adotou-se a média das outras massas específicas básicas como referência.

O estoque de carbono de cada indivíduo foi considerado como sendo 50% da sua massa seca total, considerando fuste e galhos (BODIG & JAYNE, 1963).

As mudanças nos estoques de carbono da comunidade e das principais populações da vegetação lenhosa do cerradão entre 2004 e 2018 foram diagnosticadas verificando a ocorrência de alterações no estoque total de carbono na comunidade e nas principais populações da área.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. SUFICIENCIA AMOSTRAL

A curva de rarefação feita a partir do inventário florestal realizados nas 5 parcelas em dois anos distintos, em um fragmento de cerradão na FAL é apresentado na Figura 1. Pode-se inferir que as curvas tenderam à estabilização, mas que ainda não estabilizaram, sugerindo a implementação de mais parcelas permanentes na área de estudo.

De acordo com Scolforo *et al.* (2008) e Condit *et al.* (1996), citados por Miguel (2014), a riqueza de espécies, pertencentes a comunidades arbóreas tropicais, alcança uma ligeira estabilização assintótica da curva espécie-área entre 1 e 3 hectares.

Quantitativamente a suficiência amostral em cada monitoramento, para número de indivíduos e área basal foi satisfatória, uma vez que ficou abaixo de 20% de erro, ao nível de 95% de probabilidade, e a maioria dos órgãos ambientais dos estados da federação em que o Cerrado está presente, aceita essa porcentagem de erro para estudos da vegetação arbórea em seus termos de referência. A Tabela 2 mostra esses resultados para cada ano e para cada variável analisada.

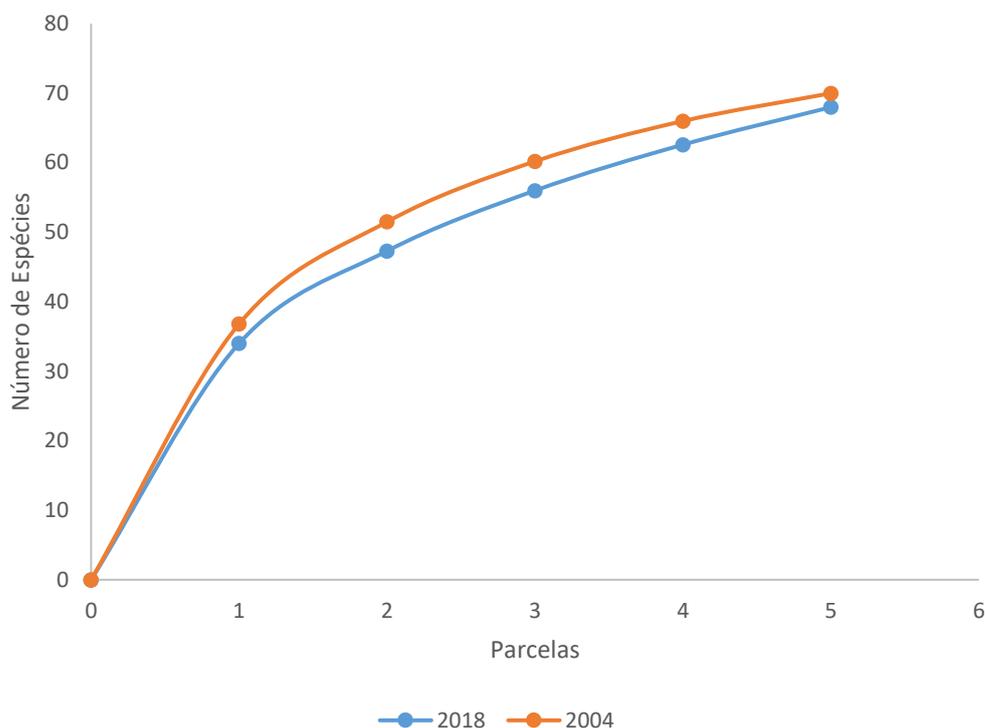


Figura 1- Curva de rarefação registrada nos dois anos inventariados na área de cerradão.

Tabela 2- Estatística dos inventários florestais.

Inventário	Estatísticas	Densidade (ind ha ⁻¹)	Área Basal (m ² ha ⁻¹)
Ano 2004	Média	1.442	23,5
	Precisão %	11,5	12,23
	Intervalo de confiança	1.276 a 1.608	20,62 a 26,37
Ano 2018	Média	1.706	24,4
	Precisão %	18,13	14,11
	Intervalo de confiança	1.397 a 2.015	21,01 a 27,92

IC = Intervalo de Confiança, considerando nível de significância igual a 5%.

6.2.MUDANÇAS NA FLORÍSTICA E NA ESTRUTURA HORIZONTAL

No ano de 2004 foram mensuradas 661 árvores, 721 fustes, sendo 109 mortas em pé. Foram registradas, na ocasião, 59 espécies, 48 gêneros e 29 famílias. Já no ano de 2018, foram mensurados 853 indivíduos, 956 fustes, sendo 92 mortos em pé. Neste mesmo ano, foram amostradas 68 espécies, 51 gêneros e 32 famílias. A Tabela 3 mostra

a lista florística com espécies pertencentes aos dois anos analisados. Cabe salientar que 6 espécies deixaram de existir na área considerando o intervalo de 14 anos, são elas: *Connarus suberosus* Planch., *Hymenaea courbaril* L., *Lafoensia pacari* A.St.-Hil., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, *Styrax ferrugineus* Nees & Mart. e *Palicourea rigida* Kunth, a maioria pertencente ao cerrado *sensu stricto*. Entretanto, ingressaram na área 16 espécies, sendo a maioria pertencente às formações florestais.

Tabela 3 - Espécies arbóreas registradas em um fragmento de cerrado, localizado na Fazenda Água Limpa, DF, em dois monitoramentos (2004 e 2018).

FAMÍLIA	ESPÉCIE	PERÍODO	
		2004	2018
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	*	*
ANNONACEAE	<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltl.	*	*
	<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.		*
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	*	*
	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	*	*
ARALIACEAE	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltl.) Frodin	*	*
ASTERACEAE	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	*	*
	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	*	*
BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	*	*
CALOPHYLLACEAE	<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.		*
CARYOCARACEAE	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	*	*
CELASTRACEAE	<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. Ex Schult.) G. Don	*	*
CHRYSOBALANACEAE	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	*	*
CONNARACEAE	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	*	
DILLENACEAE	<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	*	*
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	*	*
EUPHORBIACEAE	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	*	*
FABACEAE	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	*	*
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	*	*
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	*	*
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	*	*
	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	*	*
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	*	
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	*	*
	<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	*	*
	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	*	*
	<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	*	*
	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	*	
	<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	*	*
	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	*	
	LAURACEAE	<i>Ocotea pomaderroides</i> (Meisn.) Mez	*
<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez		*	*
MALPIGHIACEAE	<i>Banisteriopsis</i> sp.		*

FAMÍLIA	ESPÉCIE	PERÍODO	
		2004	2018
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	*	*
	<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.		*
	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss	*	*
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	*	*
	<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss	*	*
MALVACEAE	<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	*	*
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	*	*
	<i>Miconia cuspidata</i> Naudin		*
	<i>Miconia ferruginata</i> DC.	*	*
	<i>Miconia leucocarpa</i> DC.	*	*
	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin		*
METTENIUSACEAE	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	*	*
MYRISTICACEAE	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	*	*
MYRTACEAE	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	*	*
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	*	*
	<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	*	*
	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg	*	*
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell		*
	<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell		*
	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	*	*
	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	*	*
OCHNACEAE	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	*	*
PERACEAE			
PRIMULACEAE	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.		*
	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze		*
PROTEACEAE	<i>Roupala montana</i> Aubl.	*	*
RUBIACEAE	<i>Palicourea rigida</i> Kunth.	*	
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.		*
SALICACEAE	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.		*
SAPINDACEAE	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.		*
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.		*
	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	*	*
	<i>Pouteria</i> sp.		*
SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.		*
STYRACACEAE	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	*	
VOCHYSIACEAE	<i>Callisthene major</i> Mart. & Zucc.	*	*
	<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.	*	*
	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	*	*
	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	*	*
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	*	*
	<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	*	*
	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	*	*

A família com maior número de espécies foi a Fabaceae, sendo representada por 12 espécies, em 2004, e 10 espécies em 2018, seguida por Vochysiaceae, com 7 representantes nos dois anos analisados. Em outros estudos realizados no Distrito Federal (RIBEIRO *et al.*, 1985; SILVA, 2009), a família Fabaceae também apareceu como a mais importante.

Os gêneros com maior destaque em 2004 foram *Qualea* (4), *Miconia* (3) e *Byrsonima* (3), enquanto no ano de 2018 se destacaram os gêneros *Miconia* (5), *Qualea* (4), *Byrsonima* (4) e *Guapira* (3).

As espécies mais abundantes em de 2004 foram *Schefflera macrocarpa* (101), *Emmotum nitens* (38), *Ocotea spixiana* (35), *Qualea grandiflora* (36), *Tachigali subvelutina* (31) e *Miconia ferruginata* (29), que juntas respondem por mais de 44% de todos os indivíduos inventariados no cerradão. Já em 2018, as espécies mais representativas foram *Schefflera macrocarpa* (114), *Siphoneugena densiflora* (74), *Emmotum nitens* (72), *Ocotea spixiana* (48), *Callisthene major* (39) e *Miconia ferruginata* (40), e juntas também correspondem por mais de 44% dos indivíduos inventariados.

Nota-se que em 2018 houve um predomínio de espécies pertencentes à ambientes florestais dentre as mais representativas, fato este que não ocorreu em 2004. Tais resultados são diferentes dos encontrados por Miguel (2014), que realizou seu estudo em um cerradão no Parque Estadual do Lajeado, em Palmas – TO, e encontrou como principais gêneros *Licania*, *Byrsonima*, *Parkia*, *Miconia* e *Qualea*. Esta diferença pode ser explicada pelo fato do autor supracitado ter estudado um cerradão mesotrófico, enquanto o cerradão do presente estudo é classificado como distrófico.

A Tabela 4 apresenta as espécies amostradas nos dois inventários distribuídas por ambiente de predominância.

Tabela 4 - Espécies amostradas nos dois inventários distribuídas por ambiente de predominância.

Espécies de cerrado <i>sensu stricto</i>	Espécies de cerrado ou mata
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin	<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil.
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.
<i>Kiellmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. Ex Schult.) G. Don	<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	<i>Ocotea pomaderroides</i> (Meisn.) Mez
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	<i>Ocotea spixiana</i> (Nees) Mez
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	<i>Byrsonima laxiflora</i> Griseb.
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	<i>Miconia cuspidata</i> Naudin
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	<i>Miconia sellowiana</i> Naudin
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	<i>Virola sebifera</i> Aubl.
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	<i>Siphoneugena densiflora</i> O.Berg
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	<i>Guapira areolata</i> (Heimerl) Lundell
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.
<i>Banisteriopsis</i> sp.	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss	<i>Pouteria</i> sp.
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	<i>Callisthene major</i> Mart. & Zucc.
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	<i>Qualea dichotoma</i> (Mart.) Warm.
<i>Miconia leucocarpa</i> DC.	<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	

Espécies de cerrado <i>sensu stricto</i>	Espécies de cerradão ou mata
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	
<i>Roupala montana</i> Aubl.	
<i>Palicourea rigida</i> Kunth.	
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	

A Tabela 5 mostra os índices de diversidade e de equabilidade para os dois anos estudados.

Tabela 5- Índices de diversidade e de equabilidade obtidos em cada ano monitorado. Registrados em 2004 e 2018 em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.

	Shannon (nats/ind)	Pielou
2004	3,39	0,82
2018	3,41	0,8

Os resultados que os valores encontrados são bem próximos, indicando que não houve mudanças no que diz respeito à diversidade florística e à equabilidade na presente área de estudo. Esses valores de diversidade e equabilidade estão de acordo com o encontrado em outros estudos na mesma fitofisionomia. Solórzano (2011), utilizando o mesmo critério de inclusão adotado no presente estudo ($DAP \geq 5$ cm), encontrou valores de diversidade compreendidos entre 2,92 e 3,54 nats/ind. para diferentes áreas de cerradão localizadas em diferentes áreas do país. Quando comparados aos resultados constatados por Minami *et al.* (2017), que estudou um cerradão localizado no município de Nova Mutum –MT, verifica-se que o grau de diversidade (2,13) foi menor que o do presente estudo.

A Figura 2 mostra o resultado da análise fitossociológica, destacando as 10 espécies mais importantes do cerradão em 2004, com seus respectivos valores de índice de Valor de Importância (IVI).

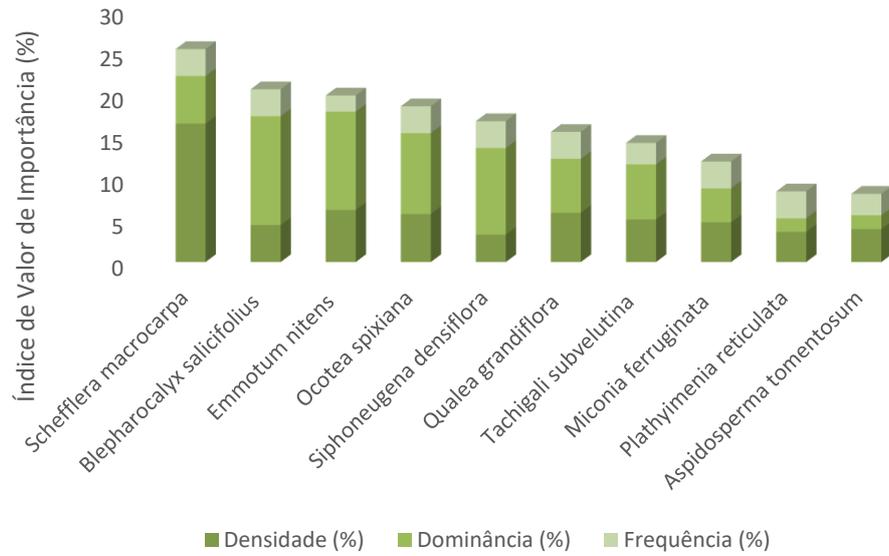


Figura 2- As 10 espécies com maiores valores de IVI e sus respectivos parâmetros fitossociológicos para o ano de 2004 em uma mancha de cerradão localizada na Fazenda Água Limpa, DF.

A Figura 3 mostra o resultado da análise fitossociológica, destacando as 10 espécies mais importantes na área em 2018, com respectivos valores de índice de Valor de Importância (IVI).

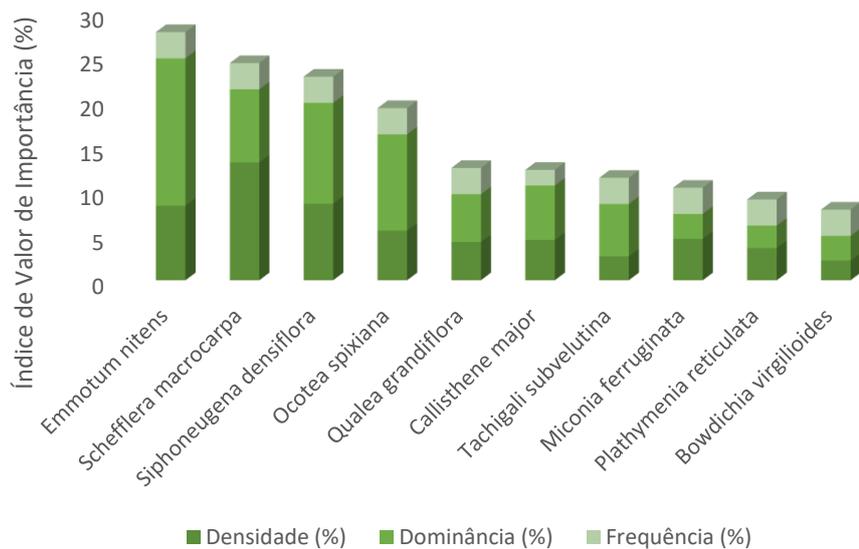


Figura 3- As 10 espécies com maiores valores de IVI e sus respectivos parâmetros fitossociológicos para o ano de 2018 em uma mancha de cerradão localizada na Fazenda Água Limpa, DF.

As Figuras 2 e 3 mostram que houve troca na posição hierárquica das espécies amostradas em 2004 e 2018, e o surgimento de outras com importância significativa. *Emmotum nitens* assumiu o posto de espécie mais importante depois de 14 anos. *Schefflera macrocarpa* caiu para posição de segunda espécie mais importante. *Ocotea spixiana* manteve-se na quarta posição. *Callisthene major*, que não aparecia entre as 10 espécies de maior IVI em 2004, alcançou a sexta posição em 2018. Vale ressaltar que durante o período monitorado houve substituição de espécies pertencentes à ambientes florestais por aquelas típicas de cerrado *sensu stricto* no que diz respeito à posição hierárquica.

A espécie *Schefflera macrocarpa* que obteve maior IVI em 2004, alcançou essa posição devido à densidade de indivíduos presentes na área de estudo (101). O mesmo não ocorreu com *Emmotum nitens*, que alcançou a primeira posição em 2018 devido à representatividade em área basal (3,54 m² por hectare).

Os valores de área basal do presente estudo foram iguais a 23.5 m²/ha em 2004 e 24,4 m²/ha em 2018. Tais valores estão de acordo com outros estudos realizados em áreas de cerradão, cujos valores variaram de 17,05 a 24,9 m²/ha (FELFILI *et al.*, 1994; COSTA ARAÚJO, 2001; TOPPA, 2004; MARIMON JUNIOR; HARIDASAN, 2005; GUILHERME; NAKAJIMA, 2007; MIGUEL, 2014), porém, próximo ao limite superior do intervalo encontrado por outros pesquisadores. Isto pode ser explicado com base na metodologia do presente estudo, que levou em consideração o diâmetro a altura da base (Db) para calcular a área basal de todas as espécies, enquanto os outros autores se basearam no diâmetro a altura do peito (DAP).

6.3.DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

A figura 4 mostra que a distribuição dos indivíduos amostrados em classes de diâmetro, em ambos períodos monitorados, apresentou comportamento exponencial negativo, comum à formações vegetais nativas de regiões tropicais. Nota-se que há um aumento significativo no número de indivíduos nas duas menores classes de diâmetro, indicando que houve alta taxa de recrutamento durante esse período de 14 anos.

Foram recrutados 317 fustes durante tal período, que representa uma taxa de recrutamento de 33,6%. A taxa de mortalidade passou de 15,11% em 2004 para 9,62%

em 2018, fato esse que pode indicar a diminuição da ação antrópica na área durante os 14 anos analisados.

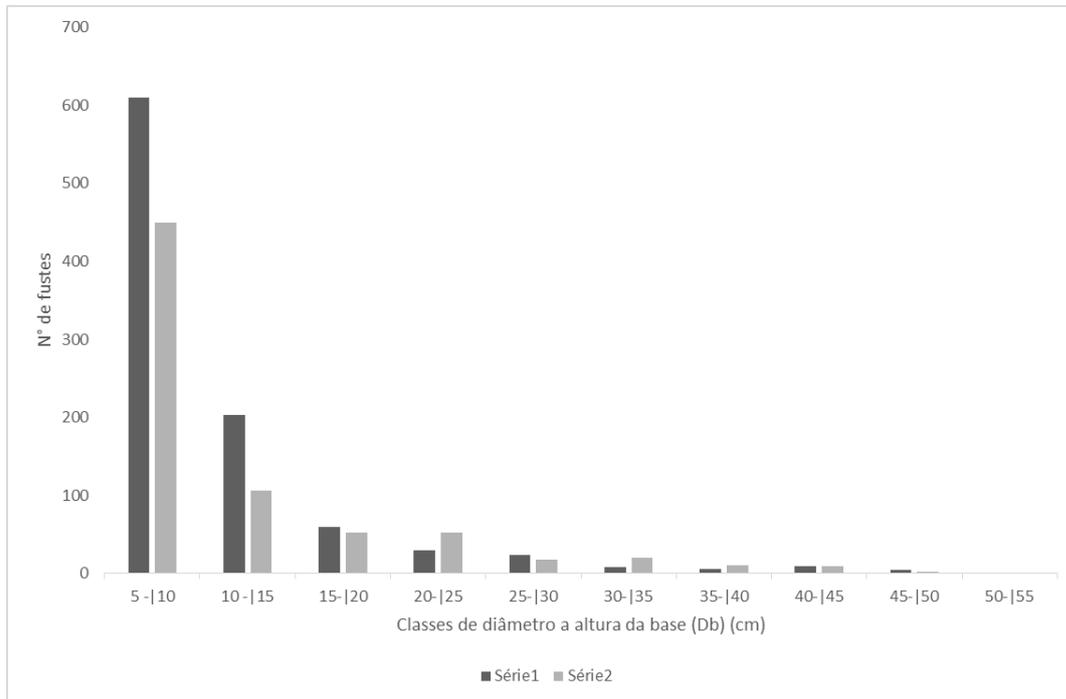


Figura 4- Distribuição diamétrica (Db) para os dois anos analisados (2004 e 2018) da comunidade amostrada em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.

De acordo com Scolforo *et al.* (2008), a grande densidade de indivíduos nas menores classes de diâmetro indica que a vegetação está apta a fornecer alguns de seus indivíduos para as classes superiores, auxiliando na dinâmica da comunidade e garantindo a permanência da fitofisionomia. A Tabela 6 apresenta os valores das classes de diâmetro e suas respectivas frequências absolutas.

Tabela 6- Distribuição de frequência absoluta por classe de diâmetro, das árvores com $Db \geq 5$ cm amostradas em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.

Classes de DAP (cm)	Frequência absoluta	
	2004	2018
5 - 10	449	610
10 - 15	106	203
15- 20	53	60
20- 25	52	30
25- 30	18	24
30- 35	20	8
35- 40	11	6
40- 45	9	9
45- 50	2	5
50- 55	1	1
Total	721	956

Segundo Silva Júnior (1999), o padrão da curva em “J” invertido, com grande maioria dos indivíduos na primeira classe de diâmetro e a menor representação nas classes maiores, demonstra um balanço positivo entre o recrutamento e a mortalidade, podendo assim classificar o fragmento de cerradão estudado como auto-regenerante.

6.4. MUDANÇAS NO ESTOQUE DE CARBONO

O teste de Tukey mostrou não existir diferença estatística significativa entre as equações testadas para estimativa do volume daquelas espécies pertencentes a ambientes florestais. Portanto, o critério utilizado para a escolha da melhor equação foi o da diferença agregada. A Tabela 7 mostra os resultados da diferença agregada para cada equação em relação ao volume real dos 23 indivíduos cubados. A equação que apresentou a menor diferença agregada foi a CETEC 1, logo estimou-se o volume das espécies florestais a partir da mesma.

Tabela 7 - Diferença agregada para cada equação em relação ao volume real dos 23 indivíduos cubados.

EQUAÇÕES	DIFERENÇA AGREGADA (%)
MIGUEL (2014)	58,01
SCOCLFORO (2008b)	19,39
CETEC 1 (1995)	6,21
CETEC 2 (1995)	7,07

A partir das estimativas de estoque de carbono para os indivíduos vivos e mortos presentes na área gerou-se um gráfico com as 10 espécies mais importantes no que diz respeito ao estoque de carbono. A figura 12 apresenta os resultados para o ano de 2004, e quanto a Figura 13 para o ano de 2018.

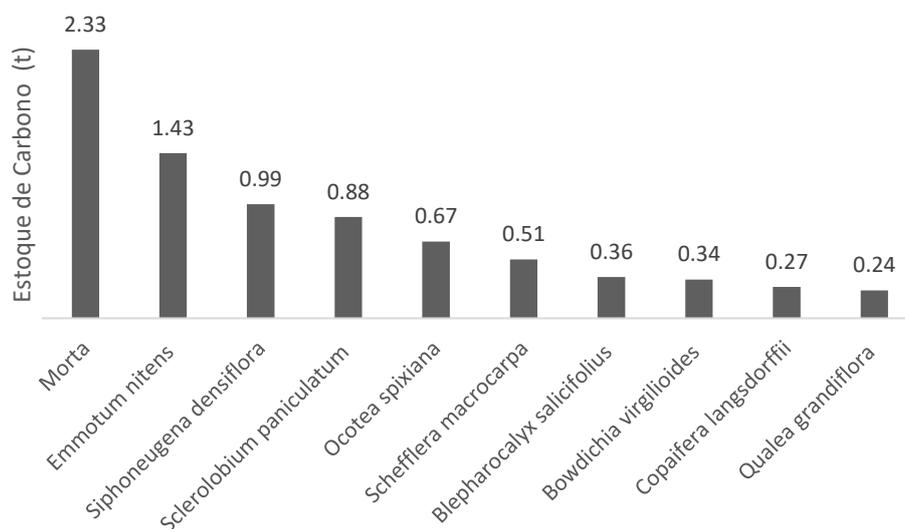


Figura 5- As 10 espécies mais representativas em relação ao estoque de carbono no ano de 2004 em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.

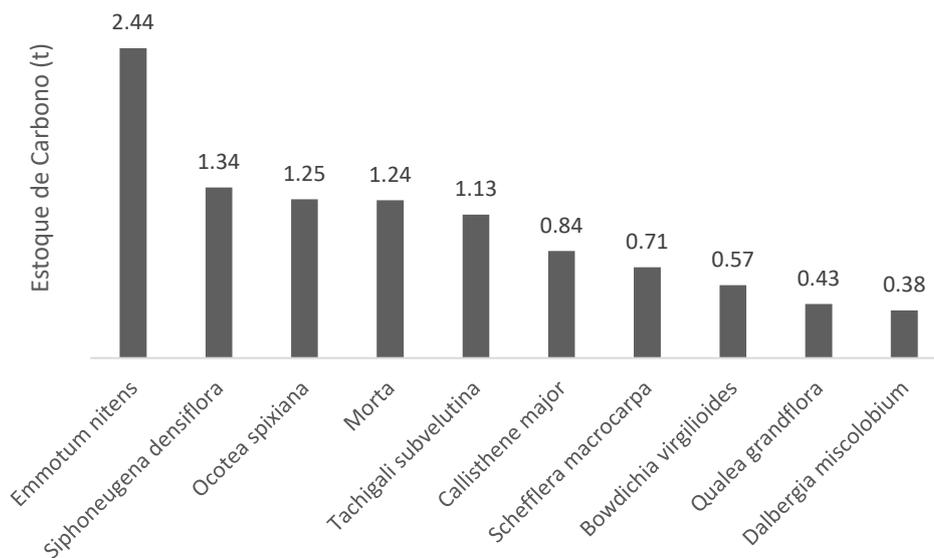


Figura 6- As 10 espécies mais representativas em relação ao estoque de carbono no ano de 2018 em um fragmento de cerradão localizado na Fazenda Água Limpa, DF.

No ano de 2004 os indivíduos mortos em pé foram os que mais representaram o estoque de carbono do fragmento, com 2,33 toneladas estocadas, seguido de *Emmotum nitens* com 1,43 toneladas. Já em 2018, *Emmotum nitens* se destacou em relação à estocagem de carbono (2,44 toneladas), enquanto as árvores mortas em pé caíram para quarta posição com 1,24 toneladas.

Assim, em 2004 essas 10 espécies mais importantes armazenaram o equivalente a 40,9% do carbono total estocado na área de estudo, considerando apenas galhos e fuste. Em 2018 as 10 espécies mais importantes estocaram 39,2% do carbono total da área.

Com isso, constatou-se que em 2004, o cerradão estocou em sua parte aérea um total de 19,6 t ha⁻¹ de carbono, enquanto, em 2018 o estoque de carbono foi estimado em 26,3 t ha⁻¹. Estes valores são inferiores ao encontrado por Miguel (2014) em uma área de cerradão localizada no Tocantins, 30,83 t ha⁻¹. Essa discrepância pode ser explicada pelo tipo de cerradão (distrófico e mesotrófico) presentes em tais estudos, e ainda pelo tipo de metodologia empregada no inventário florestal, em que Miguel (2014) obteve o DAP para todos os indivíduos maiores de 5 cm. Rezende *et al.* (2006), estudando uma área de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa – DF, encontraram um estoque de 4,93 t ha⁻¹.

Entretanto, de acordo com Sanqueta *et al.* (2002) e Houghton (1994), citado por Miguel (2014), locais diferentes pertencentes a um mesmo tipo de floresta, estocam quantidades diferentes de carbono em sua biomassa.

7. CONCLUSÃO

- O fragmento de cerradão da FAL-UnB apresenta flora rica e bastante diversificada, e ao longo de 14 anos (2004 a 2018), sua flora não sofreu grandes alterações;
- A família Fabaceae se destacou na área, nos dois anos de estudo, por apresentar maior número de espécies;
- A estrutura da vegetação pouco alterou ao longo dos 14 anos;
- *Emmotum nitens*, *Siphoneugena densiflora*, *Ocotea spixiana* e *Tachigali subvelutina* estão entre as espécies com maior valor de importância na área e, também, se destacam pelo potencial em estocar carbono.
- O cerradão aumentou o seu estoque de carbono em 14 anos e sequestrou cerca de 0,48 t ha⁻¹ de carbono por ano. As espécies que mais sequestraram carbono no período foram *Emmotum nitens* e *Ocotea spixiana*. Tais espécies poderiam ser indicadas na recuperação de áreas degradadas e plantios que visem o seqüestro e estoque de carbono.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, G. M. et al. **Estrutura de um fragmento florestal na microbacia do córrego Fundo, em região de ecótono Cerrado-Pantanal**. *Magistra*, v. 27, n. 3/4, p. 323-333, 2017. ISSN 2236-4420.

ARAÚJO, G. M.; HARIDASAN, M. A. A comparison of the nutritional status of two forest communities on mesotrophic and dystrophic soils in Central Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. V.19, P.1075-1089, 1989.

BODIG, J.; JAYNE, B.A. *Mechanics of wood and wood composites*. Florida: Krieger Publishing Company, 1963. 735p.

CAMPOS, J. C. C., LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 605 p.

CASTRO, A.A.J.F. 1994. Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociológica (Piauí – São Paulo) de amostras de cerrado. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CASTRO, A.A.J.F., MARTINS, F.R., TAMASHIRO, J.Y. & SHEPHERD, G.J. 1999. How rich is the flora of Brazilian cerrados? **Annals of the Missouri Botanical Garden** 86:192-224.

CARVALHO, M.A.F., BITTAR, P.A., SOUZA, P.B., & FERREIRA, R.Q.S. 2016. **Florística, fitossociologia e estrutura diamétrica de um remanescente florestal no município de Gurupi, Tocantins**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 11:59-66.

CAVALCANTE, A. M. B.; SOARES, J. J.; FIGUEIREDO, M. A. 2000. Comparative phytosociology of tree sinusiae between contiguos forests in different stages of sucession. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60; n. 4; p. 551 – 562.

CAVALCANTI, D. 1998. **Florística e fitossociologia de um remanescente florestal transicional no município de Guaratinguetá, SP**. Dissertação (Mestrado em Biologia). Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. 103 p.

CONDIT, R.; HUBBELL, S.P.; LAFRANKIE, J.V.; SUKUMAR, R.; MANOKARAN, N.; FOSTER, R.B.F.; ASHTON, P.S. 1996. Species-area and speciesindividual

relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. **Journal of Ecology**, Vol. 84, p. 549-562.

COSTA, A. A.; ARAÚJO, G. M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerrado e cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasílica**, v.15, n. 1, p. 63-72.

DAUBENMIRE, R. 1968. **Plant communities**: a textbook of plants synecology. Harper e Row, New York.

DRAPPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley, 1981. 725p.

FEARNSIDE, P.M.; GUIMARÃES, W.M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.80, p.35-46, 1996.

FELFILI, J. M. 1997. Diameter and height distributions of a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 20, p.155-162.

FELFILI, J.M.; SILVA JR., M.C; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, P.E.; WALTER, B.M.T.; SILVA, M. A.; ENCINAS, J. I. Comparação florística e fitossociológica do cerrado nas Chapada Pratinha e dos Veadeiros. In: Leite, L. e Saito, C.H. (eds.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado**. Editora Universidade de Brasília, Brasília. 1997. p. 6-11.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C. 2002. Composição florística do cerrado sentido restrito no município de Água Boa – MT. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, p. 103-112.

FELFILI, J.M.; REZENDE, R.P. Conceitos e métodos em fitossociologia. **Comunicações Técnicas Florestais**, v.5, n.1, Brasília: Universidade de Brasília, Depto. de Engenharia Florestal, 2003. 68p.

FELFILI, J. M.; FILGUEIRAS, T. S.; HARIDASAN, M.; SILVA JR., M. C.; MENDONÇA, R. C.; REZENDE, A. V. 1994. Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. **Cadernos de Geociências**, v.12, n.4, p.75-166.

- GUEDES-BRUNI, R. R.; LIMA, M. P. M.; LIMA, H. C.; SYLVESTRE, L. S. 2002. Inventário florístico. In: SYLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. (orgs.). **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Editora Universidade Rural. p. 24-50.
- GUILHERME, F.A.G. ; NAKAJIMA, J.N. 2007. Estrutura da vegetação arbórea de um remanescente ecotonal urbano floresta-savana no Parque do Sabiá, em Uberlândia, MG. **Revista Árvore** 31: 329-338.
- HARIDASAN, M. A. Solos do Distrito Federal. In: NOVAES-PINTO, m. (Ed.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2ª edição. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, p. 321-344, 1993.
- HOUGHTON, P. M. 1994. As florestas e o ciclo do carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994. Rio de Janeiro-RJ **Anais...** Rio de Janeiro-RJ: Companhia Vale do Rio Doce, p. 39-76.
- KENT, M., COKER, P., 1992. Vegetation Description and Analysis. **A Practical Approach**. Belhaven Press, London. 363 p.
- KLINK, C.A. & MACHADO, R.B. 2005. Conservation of the brazilian cerrado. **Conservation Biology**. 19:707-713.
- LINDNER, M.; KARJALAINEN, T. 2007. Carbon inventory methods and carbon mitigation potentials of forests in Europe: a short review of recent progress. **Europe Journal Forest Research**. 126: 149-156.
- LOUMAN, B.; DAVID, Q. e MARGARITA, N. (2001). **Silvicultura de Bosques Latifiliados Húmidos com ênfase na América Central**. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- MAGURRAN, A. E. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton: **Princeton University Press**,. p.81-99, 1988.
- MARIANO, G. V. P.; GARCIA DA SILVA, V. P.; SANTOS, L. C. S.; PIRES, W. K. L.; CARMO, M. C. A.; VALE, V. S. **Estrutura e dinâmica comparative entre cerradão distrófico e mosotrófico**. ACSA, Patos-PB, v.15, n.3, p. 184-190, Edição Especial VI CONEFLOR, 2019, ISSN: 1808-6845.

MARIMON-JUNIOR, B.H. & HARIDASAN, M. 2005. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado *sensu stricto* em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** vol.1, p. 913-926.

MENDONÇA, R. C.; Felfili, J. M.; Walter, B. M. T.; Silva Júnior, M. C.; Rezende, A. V.; Filgueiras, T. S. & Nogueira, P. E. 2008. Flora Vascular do Cerrado. Pp. 289-556. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC.

MIGUEL, E. P. (2014). Caracterização da flora e da produção em volume, biomassa e carbono da vegetação arbórea em área de cerradão no estado do Tocantins. Tese de Doutorado em Ciências Florestais. Publicação **PPGEFL.TD-039/2014**. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília – UnB, Brasília/DF. 2014. 96p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2013. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite**. 65 p.

MINAMI, P.; RIBEIRO, E. S.; MARTINS, V. G.; MOREIRA, E. L.; **Florística e fitossociologia em mata de galeria e cerradão no município de Nova Mutum – MT, Brasil**. Biodiversidade - V.16, N1, 2017 - pág. 47

MUELLER-DOMBOIS, D.; H. ELLENBERG. Aims and Methods of Vegetation Ecology. **Wiley, New York**. 1974. 547 p.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, R. A. A study of the origin of central Brazilian forest by analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v.52, n2, p.141-194, 1995.

OLIVEIRA, G. M. V. **Densidade da madeira em Minas Gerais: amostragem, espacialização e relação com variáveis ambientais** / Lavras: UFLA, 2014. 125 p.: il. Tese (doutorado) Universidade Federal de Lavras, 201.

PIELOU, E.C. Ecological diversity. **New York: Wiley**, 1975. 165 p.

RATTER, J. A.; ASKEW, G. P.; MONTGOMERY, R. F.; GIFFORD, D. R. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v1, n. 1, p.47-58, 1978.

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

RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; AZEVEDO, L. G. Estrutura e composição florística em tipos fisionômicos dos Cerrados e sua interação com alguns parâmetros do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina, PI: **Anais**. Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982^a. P. 141-156.

RIBEIRO, J. F.; HARIDASAN, M. A. Comparação fitossociológica de um cerrado denso e um cerradão em solos distróficos no Distrito Federal. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 35., 1984, Manaus, AM: **Anais**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1990. P. 342-353.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA – Cerrados, 1998. p.89 – 166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In S. M. Sano, S. P. de Almeida, & J. F. Ribeiro (Eds.), **Cerrado: Ecologia e Flora** (pp. 151–199). Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008.

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

SALIS, S. M.; ASSIS, M. A.; MATTOS, P. P.; PIÃO, A. C. S. 2006. Estimating the aboveground biomass and wood volume of savanna woodlands in Brazil's Pantanal wetlands based on allometric correlations. **Forest Ecology and Management, Amsterdam**, v. 228, n. 1-3, p. 61-68.

SANQUETTA, C.R. 2002 Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. (eds.). **As florestas e o carbono**, p.119-140.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Inventário florestal. **Lavras: ESAL/FAEPE**, 2006. 126p.

SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T.; OLIVEIRA, A. D. 2008. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Monitoramento dos Reflorestamentos e Tendências da**

Produção em Volume, Peso de Matéria seca e Carbono. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, v.1, p.150.

SCOLFORO, J. R.; RUFINI, A. L.; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA, A. D. de; SILVA, C. P. de C. Equações para estimar o volume de madeira das fisionomias, em Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JÚNIOR, F. W.(Ed.). **Inventário florestal de Minas Gerais: equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fisionomias da flora nativa.** Lavras: UFLA, 2008b. p. 67-101.

SOLÓRZANO, A. 2011. **Análise Fitogeográfica do cerrado: conexões florísticas, padrões estruturais, relações ecológicas e modelagem de sua distribuição potencial.** Tese (Doutorado em Ecologia). UnB. Brasília-DF.128 p.

SILVA, J. S. 2009. **Diversidade alfa, florística e fitossociologia na ARIE do cerrado, na APA Gama e Cabeça de Veado, DF.** Dissertação (Mestrado em Botânica)-Universidade de Brasília, Brasília, 126 p.

SILVA JÚNIOR, M.C. 1999. Composição florística, fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Monjolo, Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 4, p. 30-45.

SILVA, C. J.; VALE, A. T.; MIGUEL, E. P. **Densidade básica da madeira de espécies arbóreas de cerrado no estado de Tocantins.** Pesq. flor. bras., Colombo, v. 35, n. 82, p. 63-75, abr./jun. 2015.

SOARES, C. P. B.; LEITA, H. G.; GORGENS, E. B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista Árvore**, vol. 29, n. 5. Viçosa, Brasil. 2005. P. 711-718.

SPIEGEL, M. R. **Estatística.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. 580 p.

TOPPA, R. H.; PIRES, J. S. R.; DURIGAN, G. 2004. Flora lenhosa e síndromes de dispersão nas diferentes fisionomias da vegetação da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, São Paulo. **Hoehnea**, v. 32, n.1, p. 67-76.

UNESCO. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço.** Brasília: UNESCO, 2000. P. 31-33.

WALTER, B. M. T.; GUARINO, E. S. G. 2006. Comparação do método de parcelas com o “levantamento rápido” para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, p. 285-297.