

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Efeitos do uso e cobertura da terra na biomassa e diversidade lenhosa em
área de Cerrado**

Jonas Alex Antonio de Sousa

Brasília-DF, julho de 2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

Jonas Alex Antonio de Sousa

**Efeitos do uso e cobertura da terra na biomassa e diversidade lenhosa em
área de Cerrado**

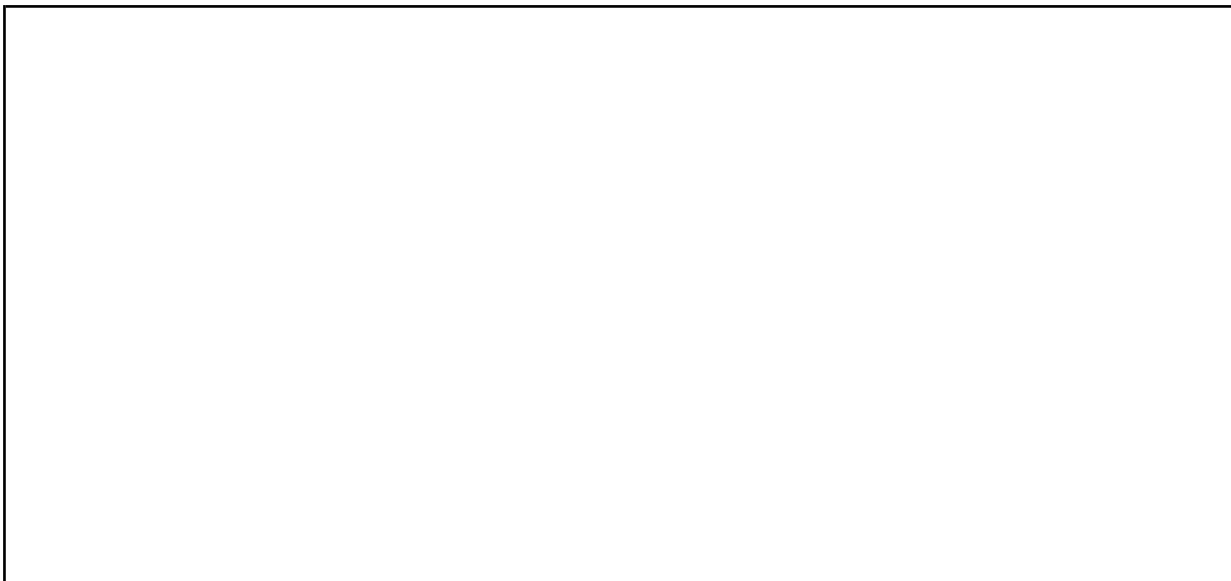
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade de Brasília - UnB, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador (a): Prof. Dr.
Aldicir Scariot

Brasília-DF, julho de 2025

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal – EFL

FICHA CATALOGRÁFICA



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Jonas Alex Antonio de Sousa (SOUSA, J. A. A.) Efeitos do uso e cobertura da terra na biomassa e diversidade lenhosa em área de Cerrado. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

CESSÃO DE DIREITOS

Jonas Alex Antonio de Sousa

TÍTULO: Efeitos do uso e cobertura da terra na biomassa e diversidade lenhosa em área de Cerrado.

GRAU: Mestre

ANO: 2025

É concedida à Universidade de Brasília, UnB, permissão para reproduzir cópias desta obra e para emprestar ou vender tais cópias, desde que somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de Mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Jonas Alex Antonio de Sousa
jonasalex126@gmail.com

Dedico este trabalho aos meus ascendentes que, com muito esforço e trabalho, aplainaram os caminhos que me trouxeram até aqui. Dedico-o especialmente à minha avó Joanita (in memoriam) e aos meus pais José e Elizabete.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui minha gratidão ao "processo mestrado" e às experiências vividas, bem como àqueles que estiveram e contribuíram comigo nessa caminhada. Foram momentos memoráveis e, mesmo naqueles difíceis, tudo pode ser resumido em aprendizado e experiências. Gostaria de exteriorizar meus agradecimentos aos seres que foram "luzes" na minha vida nesses mais de 24 meses.

Agradeço primeiramente a Deus pela existência, saúde e proteção.

Ao Sr. Zé e à dona Betinha, meus pais, pelo amor incondicional, cuidado e educação. Minha gratidão também aos meus avós; à minha irmã Valéria; aos meus irmãos Vagner, Elizard e Josimar; ao cunhado e sobrinha (os), ao amigo Breno de Sousa (e sua família) pela parceria e ensinamentos, e aos demais amigos que estiveram comigo até aqui.

Aos colegas, professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, do Departamento de Engenharia Florestal da UnB. Agradeço ao professor Eraldo e à professora Alba pela acolhida e pelos ensinamentos.

Aos colegas do projeto Ecosipas: Ao Matheus pelas campanhas de campo, ao Ruan pela parceria; à Beatriz e ao Kennedy; à Viviane pela parceria desde a graduação e pelos trabalhos em campo; à Evelyn pela ajuda com as burocracias e na organização das amostras; à Bianca; ao Vagner que desde o início contribuiu com as coletas dos dados; à Fabrícia, Eliane, Valdé e Geneilson. Gratidão também aos parceiros do programa ASA: Kathrin, Sophia, Anastasiya, Stephanie e Maria.

À equipe da Embrapa Cenargen-PBE: Serginho, Andrielle, Gabriela, Juarez, Nilton, João, Dudu, Adilson, Esmael, Bruno, Luciano, Marcelo brilhante, Daniel e Marcelo Simon.

À equipe do projeto sustenta&inova, BemDiverso: Anderson pelos conselhos e "puxões de orelha"; ao Renan pela ajuda com o Geoprocessamento, e à Larissa.

À família que me acolheu em Brasília e que sou e serei eternamente grato. À Dona Maria Zuleide; ao André; à Taciana, que me ensinou os "modos" da cidade grande e por quem tenho grande carinho, admiração e respeito; ao Aldicir que, como orientador, teve paciência e contribuiu grandemente com a minha formação profissional, e, como amigo, ensinou-me sobre aspectos importantes da vida, com conselhos valiosos (inclusive sobre vinhos haha) e apoio constante.

Aos amigos e companheiros geraizeiros do Alto Rio Pardo, por permitirem a amostragem nas suas propriedades e no seu território, e pelos ensinamentos compartilhados ao longo das campanhas de campo.

RESUMO

Jonas Alex Antonio de Sousa (SOUSA, J. A. A.) Efeitos do uso e cobertura da terra na biomassa e diversidade lenhosa em área de Cerrado. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

A substituição da vegetação nativa do Cerrado por diferentes usos da terra representa um risco à biodiversidade e ao provimento dos diversos serviços ecossistêmicos no bioma, podendo comprometer os modos de vida de comunidades e povos tradicionais que estão ligados à paisagem e que realizam um manejo tradicional do ambiente. Nesse cenário, as unidades de conservação representam uma estratégia de proteção à biodiversidade e ao fornecimento de serviços ecossistêmicos. No presente estudo, avaliamos os efeitos das mudanças no uso e cobertura da terra sobre o estoque de biomassa e a diversidade da vegetação lenhosa em áreas de Cerrado de uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS Nascentes Geraizeiras). Amostramos áreas cobertas por dois tipos de vegetação nativa (cerrado *sensu stricto* e Carrasco); áreas cobertas por pastagens (com e sem árvores), além de áreas em processo de regeneração natural. Quantificamos a biomassa, acima e abaixo do solo, presente em cinco componentes: lenhoso; herbáceo (gramíneas, ervas, arbustos e regenerantes); necromassa; serrapilheira e raízes. Além disso, avaliamos a diversidade do componente lenhoso. O aumento na intensidade do uso da terra implica em redução na produção de biomassa. As pastagens não arborizadas possuem 6 vezes menos biomassa que o carrasco e 5 vezes menos que o cerrado *sensu stricto*. Não houve diferenças significativas entre biomassa acima do solo e a biomassa abaixo do solo para um mesmo uso da terra. Além disso, a biomassa do solo está concentrada nas camadas superficiais (0-20, 20-40 cm), com exceção das áreas em regeneração natural. Em todos os usos da terra, as dez espécies de maior biomassa respondem por 80% ou mais da biomassa lenhosa, representada principalmente por grandes indivíduos. Nas pastagens, esses indivíduos são poupados porque são úteis aos agricultores e devido à aplicação da legislação ambiental. A diversidade de espécies lenhosas não varia entre os usos da terra, enquanto a riqueza de espécies somente se diverge entre o Carrasco e o Cerrado *sensu stricto*. A vegetação nativa é de grande importância no acúmulo de biomassa e, conseqüentemente, de carbono e na diversidade e riqueza de espécies. As pastagens arborizadas contribuem para manter a diversidade de espécies do Cerrado.

Palavras-chave: Uso sustentável; biodiversidade; serviços ecossistêmicos; pastagem.

ABSTRACT

Jonas Alex Antonio de Sousa (SOUSA, J. A. A.) Effects of Land use and Land cover on biomass and woody vegetation diversity in Cerrado area. Master's thesis (Postgraduate in Forestry Sciences) – University of Brasília, Brasília, DF- Brazil.

The replacement of Cerrado vegetation by different land uses poses a risk to biodiversity and the provision of various ecosystem services in the biome and could affect the livelihoods of traditional communities and people who are linked to the landscape and who conduct traditional management of the environment. In those scenarios, protected areas represent a strategy for protecting biodiversity and providing ecosystem services. In this study, we evaluated the effects of land use and cover changes on the biomass stock and diversity of woody vegetation in Cerrado area of a Sustainable Development Reserve (RDS Nascentes Geraizeiras). We quantified the biomass, above and below ground, in five components: woody; herbaceous (grasses, herbs, shrubs and regenerants); necromass; litter; and roots. We also assessed the diversity of the woody component. Increased land use and cover intensity implies a reduction in biomass production. Non-wooded pastures have 6 times less biomass than Carrasco and five times less than cerrado *sensu stricto*. There were no significant differences between above-ground biomass and below-ground biomass for the same land use. In addition, biomass is concentrated in the topsoil layers (0-20, 20-40 cm), exception of natural regeneration areas. For all land uses, the top ten species of highest biomass account for 80% or more of the woody biomass, which is concentrated in large individuals. In wooded pastures, these individuals are spared because they are useful to farmers or because of environmental legislation. Species diversity does not vary between land uses, while species richness only varies among Carrasco and Cerrado *sensu stricto*. Native vegetation is of immense importance in the accumulation of biomass and, consequently, carbon stock and in the species diversity and richness. Wooded pastures contribute to conserve the Cerrado's species diversity.

keywords: Sustainable development; biodiversity; ecosystem services; pasture.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Localização e usos da terra (2019) da RDS Nascentes Geraizeiras e da sua zona de amortecimento, na bacia hidrográfica do Rio Pardo e São João do Paraíso, no Norte do estado de Minas Gerais. As classes de uso e cobertura da terra são aquelas apresentadas no Geoportal Bem Diverso/Sustenta & Inova/EcoSiPaS, (Sevilha, 2025). 17
- Figura 2-** Representação dos usos e coberturas da terra amostrados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras (RDS NG) e sua Zona de Amortecimento, em Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagens Com Árvores; PSA: Pastagens Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp. 19
- Figura 3-** Componentes da biomassa amostrada em cinco usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas. 20
- Figura 4-** Unidade amostral da vegetação em cerrado sensu stricto e em áreas de Regeneração Natural na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, na região Norte de Minas Gerais. Fonte: Autor, 2025. 21
- Figura 5-** Unidade amostral da vegetação em área de Carrasco, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, na região Norte de Minas Gerais. Fonte: Autor, 2025. 22
- Figura 6-** Valores medianos de área basal, densidade, altura, Índice de Shannon e riqueza de espécies registrados nas comunidades lenhosas das áreas de Cerrado sob diferentes usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: áreas em Regeneração Natural que outrora foram utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp. Valores que são 1.5 vezes maiores ou menores que o intervalo interquartil são representados por pontos pretos. Valores medianos seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o 1º e 3º quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo). 30
- Figura 7-** Top dez espécies de maior contribuição para a biomassa ($Mg\ ha^{-1}$) do componente lenhoso em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Carrasco (CAR);

Cerrado sensu stricto (CSS); Pastagem Com Árvores (PCA); Regeneração Natural (REG-EUCA) em áreas outrora utilizadas para o cultivo de Eucalyptus spp..... 31

Figura 8- Biomassa lenhosa (Mg ha^{-1}) por classe de diâmetro, registrada nos diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. A linha em verde indica a biomassa nas classes diamétricas. Carrasco (CAR); Cerrado sensu stricto (CSS); Pastagens Com Árvores (PCA); Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de Eucalyptus spp (REG-EUCA)..... 32

Figura 9- Biomassa lenhosa (Mg ha^{-1}) por classe de altura registrada nos diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. A linha em verde indica a biomassa nas classes de altura. Carrasco (CAR); Cerrado sensu stricto (CSS); Pastagens Com Árvores (PCA); e Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas no cultivo de Eucalyptus spp (REG-EUCA). 33

Figura 10- Comparação dos estoques medianos de biomassa total (Mg ha^{-1}) registrados nas áreas sob diferentes usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem com Árvores; PSA: Pastagem sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração em áreas outrora utilizadas para o cultivo de Eucalyptus spp. Valores medianos de biomassa total seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o 1º e 3º quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo). . 34

Figura 11- Comparação dos estoques medianos de biomassa (Mg ha^{-1}) acima (AGB) e abaixo do nível do solo (BGB) registrados nas áreas sob diferentes usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagens Com Árvores; PSA: Pastagens Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de Eucalyptus spp. Letras iguais indicam que não há diferenças estatísticas pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Letras maiúsculas indicam comparação de medianas de AGB e de BGB entre os usos da terra; Letras minúsculas indicam comparação de medianas entre AGB e BGB para um mesmo uso da terra. Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o 1º e 3º quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo). 35

Figura 12- Comparação dos estoques medianos de biomassa (Mg ha^{-1}) dos componentes lenhoso, herbáceo, serrapilheira e necromassa em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp. Valores medianos de biomassa seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o 1º e 3º quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo). 36

Figura 13- Distribuição do estoque de biomassa total (Mg ha^{-1}) entre os componentes lenhoso, herbáceo, serrapilheira, necromassa e raiz, nos usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizada para o cultivo de *Eucalyptus* spp. 37

Figura 14- Distribuição da biomassa radicular (Mg ha^{-1}) no perfil do solo registrada em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. As barras transversais representam o intervalo interquartil. A Equivalência representa a contribuição da biomassa da respectiva camada nos teores de biomassa radicular total. Valores medianos de biomassa seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). 38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição das espécies do componente arbóreo, amostradas nos usos e coberturas da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, no Norte de Minas Gerais, cuja densidade da madeira foi obtida alternativamente na literatura, bem como as respectivas fontes dos valores de densidade. ρ = Densidade básica da madeira (gramas por cm^3). 50

Tabela 2- Composição florística, Parâmetros fitossociológicos e variáveis dendrométricas da vegetação em diferentes usos e coberturas da terra por parcela na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade (Den) de indivíduos; área basal (ab) em m^2 ; diâmetro médio quadrático (q) em cm; altura mínima (h min); altura máxima (h máx) em m; altura média (h med) em m; Diâmetro à altura do peito mínimo (DAP min) em cm; Diâmetro à altura do peito máximo (DAP máx) em cm; e índice de Shannon (H'). CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp. 51

Tabela 3- Parâmetros fitossociológicos das espécies da vegetação lenhosa em áreas de Carrasco (CAR), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (FA); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V). 52

Tabela 4- Parâmetros fitossociológicos das espécies da vegetação lenhosa em áreas de Cerrado sensu stricto (CSS), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (F); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V). 53

Tabela 5- Parâmetros fitossociológicos das espécies da vegetação lenhosa em áreas de Regeneração Natural (REG-EUCA) outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (FA); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V). 55

Tabela 6- Parâmetros fitossociológicos das espécies do componente lenhoso em áreas de pastagem com árvores (PCA), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes

Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (FA); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V).

..... 56

Tabela 7- Biomassa total (Mg.ha^{-1}), em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e zona de amortecimento, Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp, Intervalo Interquartil (IQR). Valores medianos seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p>0,05$)..... 34

Tabela 8- Valores de biomassa (Mg.ha^{-1}) dos diversos componentes em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp e IQR: Intervalo Interquartil. Valores medianos seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (teste Dunn; $p>0,05$). 59

Tabela 9- Valores de biomassa (Mg.ha^{-1}) das camadas do solo em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, no Norte de Minas Gerais. Carrasco (CAR); Cerrado sensu stricto (CSS); pastagem com árvores (PCA); pastagem sem árvores (PSA); e Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp. (REG-EUCA); número de unidades amostrais (n); Intervalo Interquartil (IQR); Porcentagem média da biomassa da respectiva camada na biomassa total radicular (EQA). Valores medianos, dentro do mesmo uso da terra, seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (teste Dunn; $p>0,05$). 59

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	24
Equação 2.....	25
Equação 3.....	25
Equação 4.....	25
Equação 5	25
Equação 6.....	26
Equação 7	26
Equação 8.....	26
Equação 9	26
Equação 10	26
Equação 11	26
Equação 12	27
Equação 13	27
Equação 14.....	27

SUMÁRIO

1. Introdução	15
2. Materiais e Métodos	16
2.1. Área de estudo	16
2.2 Usos e cobertura da terra amostrados e alocação das parcelas.....	18
2.3. Implantação das unidades amostrais e coleta de dados	20
2.3.1. Componente lenhoso	21
2.3.2. Componente herbáceo	23
2.3.3. Necromassa	23
2.3.4. Serrapilheira	24
2.3.3. Raízes	24
2.4 Processamento das amostras e quantificação da biomassa.....	24
2.5 Parâmetros fitossociológicos.....	26
2.6 Análise de dados.....	27
3. Resultados	28
3.1. Diversidade e estrutura da vegetação nos usos da terra.....	28
3.2. Biomassa do componente arbóreo em função da espécie e do tamanho das árvores.	30
3.3. A biomassa total, e seus componentes (acima do solo e no solo), variam entre usos da terra	33
3.4. Contribuição dos componentes da vegetação nos estoques de biomassa total.....	36
4. Discussão.....	39
4.1 A diversidade dos indivíduos lenhosos não varia entre usos da terra	39
4.2. Biomassa total e seus componentes acima e abaixo do solo variam entre usos da terra	40
4.3 A biomassa é determinada por poucas espécies e pelas árvores grandes	41
4. Conclusões	43
5. Referências Bibliográficas	44
6. Anexos:.....	50

1. Introdução

O Cerrado, a savana mais biodiversa do mundo com mais de 13 mil espécies de plantas registradas, das quais mais de 4 mil são endêmicas (Myers et al., 2000), já perdeu cerca de 50% da sua cobertura nativa, que originalmente ocupava mais de 2 milhões de km² (Bispo et al., 2024). Seu alto grau de endemismo justifica sua inclusão entre os hotspots mundiais de biodiversidade (Myers et al., 2000; Simon et al., 2009). Além disso, o bioma fornece diversos serviços ecossistêmicos vitais para a sociedade, sendo, por exemplo, fundamental para os recursos hídricos de oito das 12 principais bacias hidrográficas brasileiras (Bandeira; Campos, 2018). Isso, juntamente com o ritmo acelerado de conversão de suas áreas naturais, justifica a sua inclusão às pautas de conservação.

De fato, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nesse bioma estão ameaçados, principalmente devido à substituição da vegetação nativa por outros usos e cobertura da terra, predominantemente agricultura, pecuária e silvicultura. Por ser um bioma de grande extensão, com paisagens heterogêneas, de alta biodiversidade (Vourlitis et al., 2019), e recursos hídricos fundamentais para outros ecossistemas, os impactos dos usos da terra também são grandemente variáveis. Portanto, para que o conhecimento gerado seja adequado, é fundamental que haja abordagem e avaliação desses impactos a nível regional, que considere essas características.

As unidades de conservação representam um meio que vai de encontro aos avanços da fronteira dos usos antrópicos no Cerrado. Trata-se de mecanismos eficientes na proteção da biodiversidade e para assegurar o suprimento de serviços ecossistêmicos importantes (Françoso et al., 2015; Malecha; Vale; Manes, 2023; Mataveli et al., 2021). No entanto, apenas 3.1% da área nativa do Cerrado estão efetivamente protegidos por unidades de conservação (Brasil, 2025a). Ademais, a ampliação da área protegida é dificultada no Cerrado devido à valorização das terras pelo agronegócio e por serem em grande parte terras de domínio privados, sobre as quais o governo tem limitado poder de decisão (Silva; Anunciação; Araújo, 2020).

Por outro lado, o manejo das unidades de conservação (UC) existentes demanda o conhecimento científico do que está conservado. É somente pelo conhecimento da biodiversidade e do recurso natural existentes que será possível manejá-los e, nos casos de UCs de uso sustentável, de como utilizar de forma sustentável. Da mesma forma, conhecer a quantidade e distribuição da biomassa, e consequentemente do carbono estocado na biomassa, pode contribuir no planejamento dos usos e manejo na UC e entorno.

O objetivo deste estudo foi avaliar como as mudanças no uso e na cobertura da terra em áreas de Cerrado afetam os estoques de biomassa, acima e abaixo do solo, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras (RDS NG). Além disso, investigou-se a

estrutura e a diversidade de espécies lenhosas nos diversos usos e coberturas da terra. Para isso, levantou-se as seguintes questões: (i) Qual o estoque de biomassa existente em cada uso da terra e como esse estoque está particionado entre os componentes da vegetação? E (ii) qual a diversidade e a riqueza de espécies lenhosas, e qual a estrutura da vegetação e a sua relação com a biomassa nos usos da terra?

Espera-se que: (i) os estoques de biomassa total, acima e abaixo do solo sejam maiores na vegetação nativa que nos demais usos da terra (Oliveira et al., 2019); e que a relação biomassa do sistema radicular-parte aérea seja maior em áreas de Cerrado (Terra et al., 2023); e (ii) que os atributos estruturais da vegetação sejam preditores da biomassa (Pereira et al., 2020; Vourlitis et al., 2024). Espera-se que os dados e os conhecimentos produzidos nesta pesquisa possam contribuir para o manejo da unidade de conservação, bem como no subsídio a políticas públicas voltadas à gestão ambiental no Cerrado.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras (RDS NG) e na sua zona de amortecimento, localizadas na região Norte do estado Estado de Minas Gerais, na bacia hidrográfica do Rio Pardo (Figura 1). A RDS NG foi criada em 2014 pelo Decreto Federal 14016 (Brasil, 2025b). Com 38.177 hectares, a RDS NG abrange parte dos municípios de Rio Pardo de Minas, Vargem Grande do Rio Pardo e Montezuma. Dentre os objetivos de sua criação, estão a garantia de acesso ao território tradicional pelas comunidades e populações Geraizeiras, o desenvolvimento socioambiental da região e o incentivo a realização de estudos para promover a conservação e o uso sustentável do bioma Cerrado.

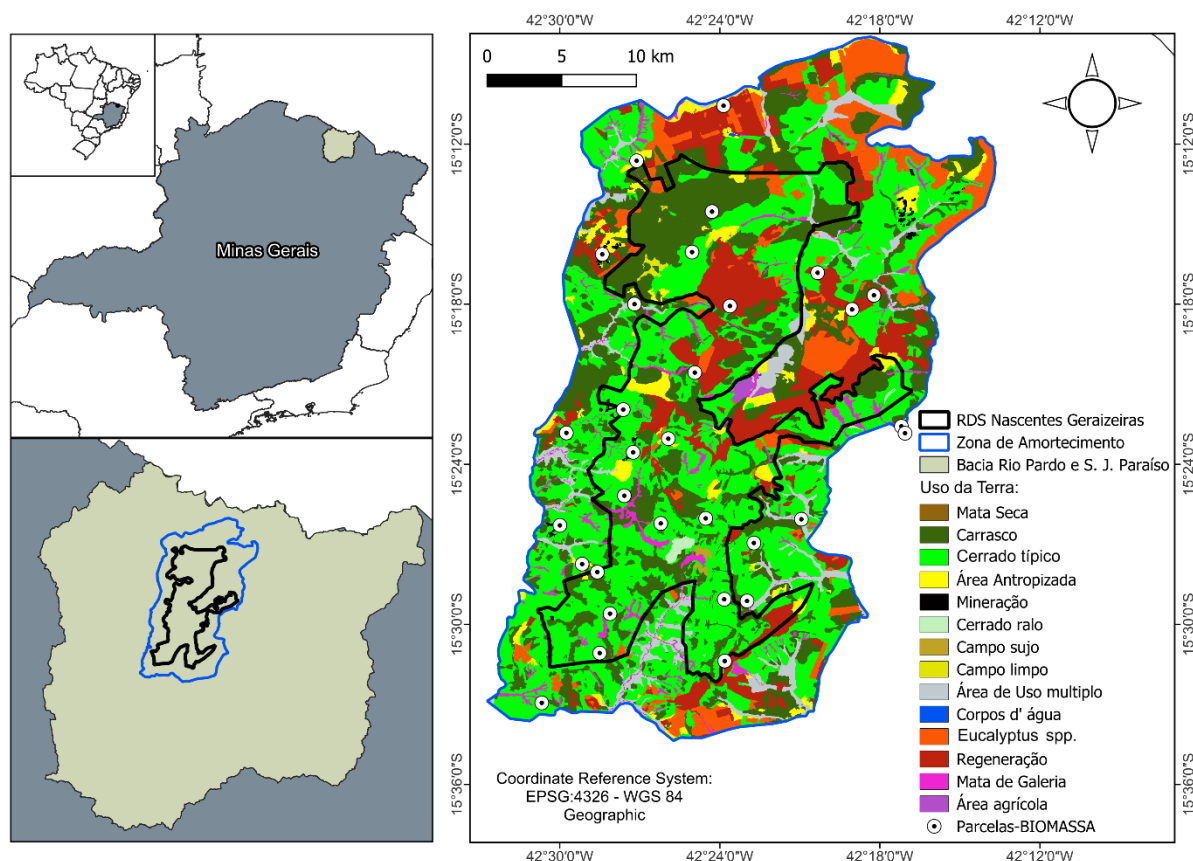


Figura 1- Localização e usos da terra (2019) da RDS Nascentes Geraizeiras e da sua zona de amortecimento, na bacia hidrográfica do Rio Pardo e São João do Paraíso, no Norte do estado de Minas Gerais. As classes de uso e cobertura da terra são aquelas apresentadas no Geoportal Bem Diverso/Sustenta & Inova/EcoSiPaS, (Sevilha et al., 2025).

O clima na região da RDS NG, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw, com maiores volumes de chuva no verão. A temperatura média anual é de 22.3°C, e a pluviosidade média anual é de aproximadamente 754 mm, com maior acúmulo de chuva entre novembro e março (INMET, 2025). Nos limites da reserva, a altitude varia de 776 m a 1.196 m, enquanto a declividade compreende desde áreas planas (0% - 3%) até regiões montanhosas cujos valores chegam a 63% (Sevilha et al., 2025).

Em 2019, os principais usos e cobertura da terra na RDS (Figura 1) eram: a) cerrado típico, ocupando 18.852 ha (47,3% da área total); b) carrasco, ocupando 12.348 ha (31%); c) plantios de *Eucalyptus* spp., com 1.017 (2,6%); d) áreas em regeneração natural (áreas abandonadas onde anteriormente havia plantações de *Eucalyptus* spp.), com 4.368 ha (11%); e) áreas destinadas à mineração com 332 ha (0,31%) e f) usos múltiplos com 298 ha (0,7% da área total). Na zona de amortecimento, que corresponde a aproximadamente 62.400 ha, os principais usos e cobertura da terra eram: a) cerrado típico, ocupando 25.249 ha (38,8% da área total); b) carrasco com 14.178 ha (21,8%); c) plantios de *Eucalyptus* spp., com 7.602 ha (11,7%); d) áreas em regeneração natural com 8.309 ha (12,8%) e e) usos múltiplos com 5.015 ha (7,7%). As

áreas ocupadas por cerrado típico representam o maior uso do solo na reserva, que junto com a zona de amortecimento cobrem 44.342 hectares, seguido por carrasco (, com 26.526 ha, e plantios de *Eucalyptus* spp., com 21.295 ha (Sevilha, 2025; Figura 1).

Dada a importância da RDS NG para a manutenção dos modos de vida das populações locais e para a preservação dos recursos naturais existentes, desde a sua criação, diversos estudos têm sido realizados em áreas sob seu domínio, buscando quantificar os recursos naturais e a produção de serviços ecossistêmicos. Esses trabalhos abordam temas como a produção hídrica em diferentes usos do solo (Bendito; Chaves; Scariot, 2023), mudanças no uso e cobertura da terra (Cerqueira, 2016), estrutura populacional de espécies sob regimes de coleta de frutos (Girollo, Scariot, 2015; Oliveira, 2009; Lustz et al., 2013), e distribuição e potencial produtivo de espécies nativas do Cerrado (Matias, 2022). A luta das comunidades geraizeiras com apoio de organizações de base foram cruciais para a criação da RDS NG, e essas produções científicas serviram de embasamento científico para a criação e para a definição de estratégias de manejo e gestão.

2.2 Usos e cobertura da terra amostrados e alocação das parcelas

Para amostragem da vegetação em campo, sorteamos aleatoriamente um conjunto de propriedades rurais que compunham a RDS NG e sua zona de amortecimento. Essa seleção das propriedades foi realizada utilizando a base do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural-SICAR (Brasil, 2023), considerando apenas propriedades cuja área fosse superior a um hectare. No entanto, durante o processo de seleção, constatamos que poucas propriedades estavam inscritas no SICAR. Assim, optamos por selecionar novas áreas distribuídas aleatoriamente ao longo da RDS NG e da sua zona de amortecimento, visando cobrir as lacunas espaciais existentes (Figura 1). A amostragem a campo buscou representar os cinco principais tipos de usos e coberturas da terra. Estes usos e cobertura são cerrado *sensu stricto* (cerrado típico e cerrado ralo), carrasco, áreas de regeneração natural e áreas de pastagens arborizadas e não arborizadas (figura 2). As áreas de pastagens fazem parte da classe "área de uso múltiplo" na figura 1.

O cerrado *sensu stricto* (CSS) é um tipo de formação savânica, caracterizado pela presença de árvores tortuosas, com a casca espessa e ramificações irregulares (Ribeiro e Walter, 1998). O CSS Pode ser dividido em cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre (Ribeiro e Walter, 1998). A vegetação lenhosa é predominantemente composta por espécies como *Pouteria ramiflora* (Mart.), *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Eugenia*

dysenterica (Mart.) D. C., *Caryocar brasiliense* Cambess. e *Hancornia speciosa* Gomes (Oliveira et al., 2015).

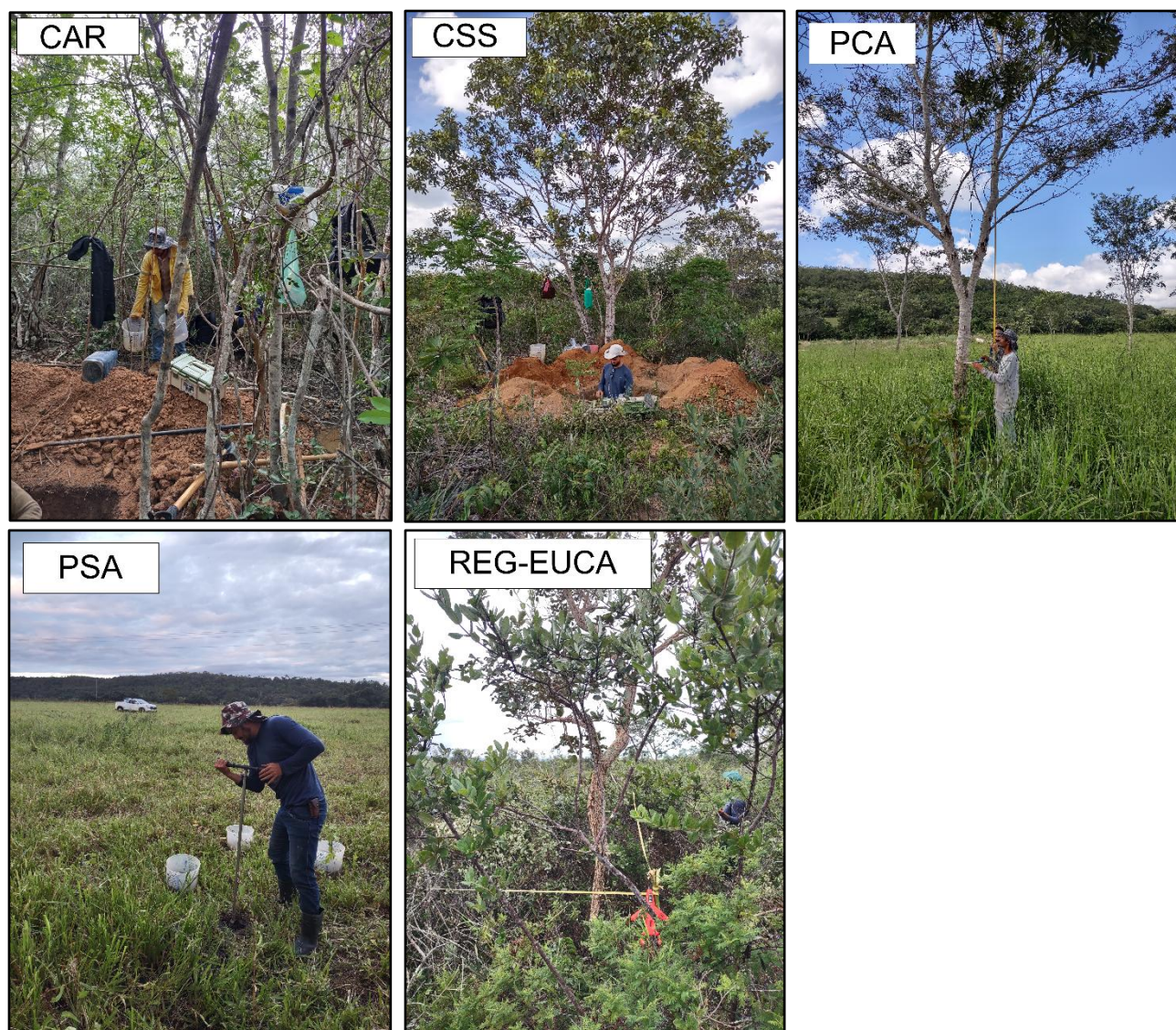


Figura 2- Representação dos usos e coberturas da terra amostrados na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras (RDS NG) e sua Zona de Amortecimento, em Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagens Com Árvores; PSA: Pastagens Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp.

O carrasco (CAR) é um tipo vegetação própria e microfanerófito, com predominância de indivíduos de caules finos (maioria das espécies com diâmetro inferior a 20 cm). As espécies presentes são, principalmente, *Acacia langsdorffii*, *Piptadenia moniliformis*, *Guapira graciliflora* e *Sebastiania brevifolia* (Araújo et al., 1998). O conhecimento científico desse tipo de vegetação na região ainda é escasso.

A regeneração natural (REG-EUCA) representam áreas cuja vegetação nativa fora substituída por plantios de *Eucalyptus* spp., com a finalidade principal de produção de carvão vegetal. Contudo, após sucessivos ciclos de cultivo e exploração dos plantios de *Eucalyptus*

spp., as áreas foram abandonadas, possibilitando o início do processo de regeneração da vegetação nativa. Em determinados pontos dessas áreas, ainda é possível observar remanescentes de *Eucalyptus* spp. entre as espécies arbóreas típicas do cerrado *sensu stricto*.

Nas áreas de pastagens com árvores (PCA) ou sem árvores (PSA) predominam espécies de gramíneas exóticas (figura 2). Nas PCAs, as espécies arbóreas são majoritariamente nativas, havendo ainda uma pequena fração composta por espécies frutíferas exóticas, como *Mangifera indica*. Durante a implantação dessa pastagem, as plantas herbáceas e as árvores e arbustos de menor diâmetro são removidos, e apenas uma proporção das árvores maiores, pertencentes a espécies que fornecem produtos de interesse, como madeiras e frutos, são propositalmente mantidas na área (Lima; Scariot; Girollo, 2017).

2.3. Implantação das unidades amostrais e coleta de dados

No total amostramos 31 áreas pertencentes aos cinco usos e coberturas da terra na RDS NG e sua zona de amortecimento, onde coletamos os dados de biomassa e da vegetação. Em cada unidade amostramos a biomassa acima do nível do solo (AGB) e abaixo do nível do solo (BGB), conforme método de amostragem da vegetação nativa do Cerrado (Felfili et al. (2005). A AGB incluiu tanto a vegetação arbórea, arbustivo e herbácea, quanto a serrapilheira e a necromassa, enquanto a BGB foi representada apenas pelas raízes (figura 3).

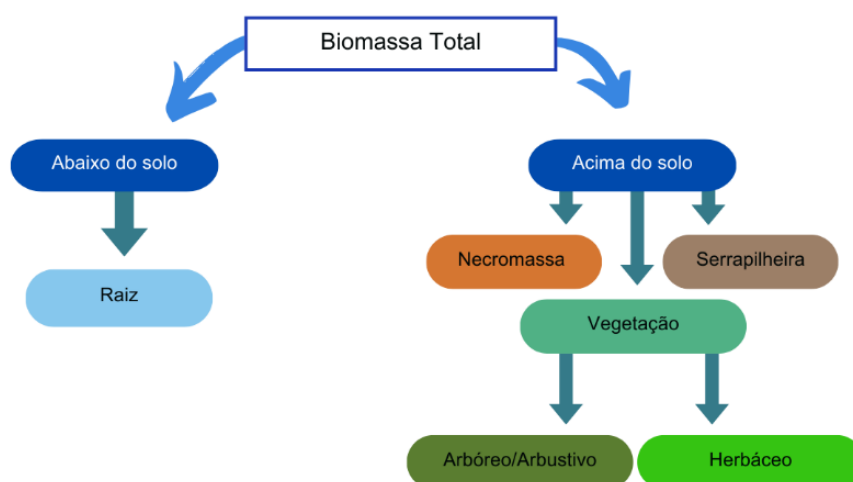


Figura 3- Componentes da biomassa amostrada em cinco usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas.

2.3.1. Componente lenhoso

Nas áreas de CSS e de REG-EUCA, o componente lenhoso incluiu os indivíduos arbóreos e arbustivos cujo diâmetro a 30 cm do nível do solo (DAS) era igual ou superior a 5 cm. Esse componente foi amostrado em unidades de 20 m x 50 m (0,1 ha), alocadas no sentido Norte-Sul (figura 4). Essas unidades foram instaladas em seis áreas de regeneração natural (0.6 ha) e 14 de cerrado *sensu stricto* (1.4 ha). Nos limites dessas áreas, mensuramos o DAS e a altura total (Ht) de todos os indivíduos com DAS ≥ 5 cm, vivos e mortos em pé. O DAS foi tomado com suta e a altura estimada com vara telescópica graduada.

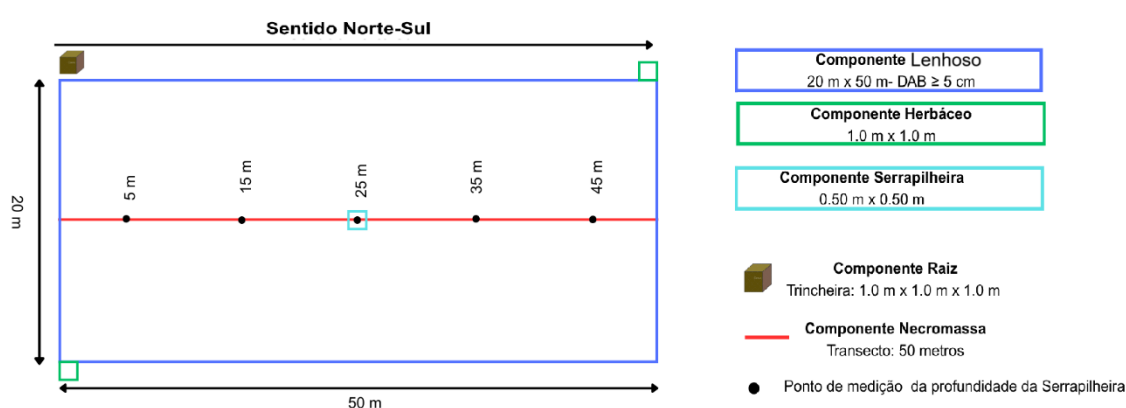


Figura 4- Unidade amostral da vegetação em cerrado *sensu stricto* e em áreas de Regeneração Natural na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, na região Norte de Minas Gerais. Fonte: Autor, 2025.

Por outro lado, implantamos unidades amostrais de 10 m x 10 m (0,01 ha) em seis ambientes cobertos por carrasco (0.06 ha). A redução nas dimensões dessas unidades amostrais em relação àquelas do CSS e REG-EUCA foi devido à alta densidade de indivíduos (figura 5, Felfili et al., 2005). Da mesma forma que nas áreas de CSS e REG-EUCA, registramos a altura total (Ht) e o DAS de todos os indivíduos dentro das unidades amostrais, e o limite de inclusão também foi para indivíduos com DAS ≥ 5 cm.

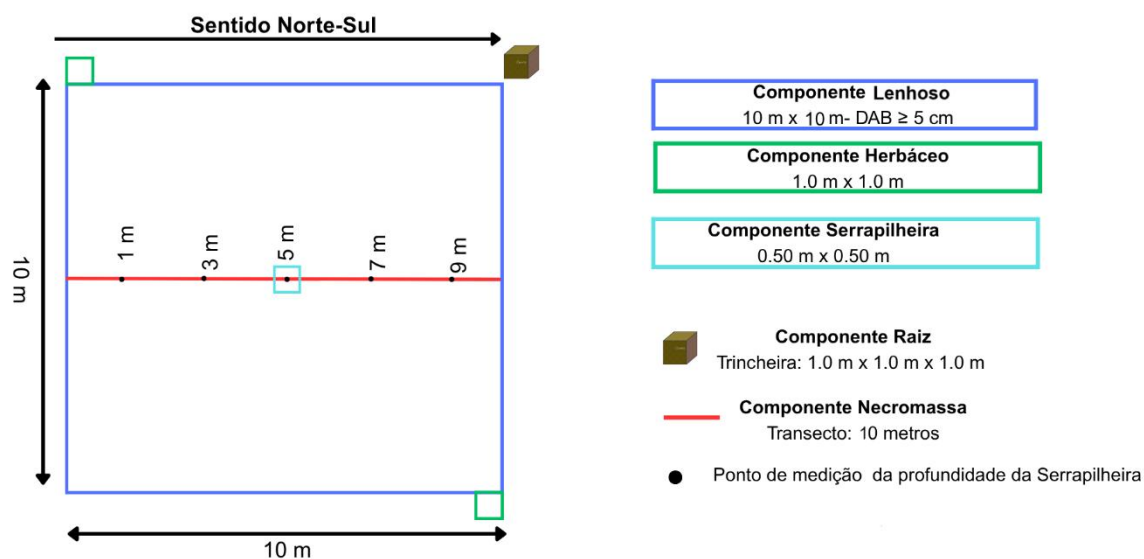


Figura 5- Unidade amostral da vegetação em área de Carrasco, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, na região Norte de Minas Gerais. Fonte: Autor, 2025.

Nas pastagens com árvores (PCA), os indivíduos lenhosos ocorriam com distribuição espacial bastante heterogênea, o que limitou o uso de unidades amostrais como nos demais usos e cobertura da terra (CSS, REG-EUCA e CAR). Portanto, para evitar tendências na amostragem, realizamos o censo da área em cinco ambientes de PCAs (11.34 ha). Para esse uso da terra, registramos o diâmetro a altura do peito (DAP), tomado a 1.30 m do nível do solo, e a altura total (Ht) de todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm.

Todos os indivíduos arbóreos vivos nas áreas amostradas de CSS, CAR, REG-EUCA e PCA foram identificados ao nível de espécie seguindo o APG IV (Stevens, 2017). A identificação das espécies foi realizada em campo e, para os casos em que isso não foi possível, coletamos material botânico- que foi posteriormente identificado por especialistas no herbáreo CEN, da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), em Brasília-DF. Após a identificação botânica, a lista de nomes foi submetida à atualização por meio do pacote *flora* (Carvalho, 2020), no software estatístico R. Esse pacote permite interagir com a lista de espécies do site "Flora do Brasil", sendo possível verificar a grafia correta; obter o nome do autor; família; sinônimos; distribuição. Para as espécies não identificadas em campo, o procedimento para a coleta do material botânico seguiu as seguintes etapas:

a) Preenchimento da ficha de coleta botânica com a ID da unidade amostral, o nome da propriedade/ fazenda e o nome do táxon na planilha de campo;

- b) Coleta do material botânico, dando preferência por plantas com presença dos órgãos reprodutivos;
- c) Prensagem do material com o uso de jornal, corrugado, papelão e prensa;
- d) Secagem do material em estufa;
- e) Preparo das exsicatas e duplicatas e depósito junto ao herbário CEN, da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen).

2.3.2. Componente herbáceo

Adjacente à unidade amostral de amostragem do componente lenhoso, foram instaladas duas subparcelas de 1m x 1m (1 m²) para a amostragem do componente herbáceo (figuras 4 e 5). Nas pastagens (PCA e PSA) a localização dessas subparcelas foi definida pelo lançamento aleatório de um gabarito. O material vegetal das subparcelas foi coletado e separado em: gramíneas, ervas, plântulas, subarbustos e regenerantes.

Foram considerados como regenerantes todos os indivíduos com o $DAS \leq 5$ cm e $Ht > 30$ cm, cuja parte aérea foi coletada e a massa úmida do material computada ainda em campo. Após a amostragem dos regenerantes, foi adotado o mesmo procedimento para as demais formas de vida. Por fim, uma subamostra de aproximadamente 100 gramas foi separada e enviadas ao laboratório para determinação da massa seca.

2.3.3. Necromassa

No centro da unidade amostral do componente lenhoso, foi alocado um transecto no sentido Norte-Sul para amostragem da necromassa. Para o CSS, REG-EUCA, PCA e PSA, esse transecto foi de 50 metros e nas áreas de CAR, de 10 m (figuras 4 e 5). Os troncos e galhos dispostos sobre o solo, com diâmetro ≥ 3 cm, que interceptaram a linha do transecto, foram considerados como necromassa. O peso foi tomado e, para fins de cubagem- pelo método de Smalian, foram medidos o comprimento total e o diâmetro em três secções do tronco (extremidade inicial, meio e extremidade final). Este componente foi encontrado em pequena quantidade em todos os usos da terra e, quando presente, foi- após o procedimento de cubagem- coletado e pesado em sua totalidade ainda em campo, sendo coletada uma subamostra de massa superior a 50 gramas. Esse material foi armazenado em sacolas plásticas e, no laboratório, foi seco em estufa de circulação forçada a aproximadamente 50 C°, sendo, por fim, determinada a massa seca.

2.3.4. Serrapilheira

Foram considerados como serrapilheira o material morto sobre o piso da floresta, incluindo gramíneas mortas, folhas em decomposição e galhos com até 3 cm de diâmetro. No ponto central do transecto utilizado para amostrar o componente necromassa, foi alocada uma subparcela de 0,5 x 0,5 m para amostrar a serrapilheira. Nas pastagens (PCA e PSA), a amostragem desse componente foi conduzida pelo lançamento aleatório de gabarito também de 0.5 x 0,5 m. Toda a serrapilheira na subparcela foi coletada e o seu peso obtido, sendo reservada uma subamostra de massa superior a 50 gramas, a qual foi armazenada em saco de papel e levada ao laboratório para a determinação da massa seca.

2.3.3. Raízes

Adjacente à unidade amostral do componente lenhoso nas áreas de CSS, REG-EUCA e CAR, ou dentro das áreas de PCA e PSA, foi realizada a amostragem da biomassa abaixo do solo (BGB), composta pelas raízes das espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas. Para isso, foi escavada uma trincheira de 1 m x 1 m x 1 m (figuras 4 e 5). Durante a escavação, todas as raízes que ocorriam em camadas de 20 cm de profundidade (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm e 80-100 cm) foram coletadas. Para obter as raízes finas, o solo de cada camada foi passado através de peneiras com aberturas de 2 milímetros. A massa úmida das raízes de cada camada foi obtida e subamostras de até 500 gramas foram separadas e enviadas ao laboratório para a determinação do peso seco.

2.4 Processamento das amostras e quantificação da biomassa

As amostras dos diferentes componentes da biomassa foram secas em estufa de circulação forçada a uma temperatura de aproximadamente 50° C, até a estabilização da sua massa, no laboratório de ecologia da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. A massa seca dos diferentes componentes foi obtida pela equação 1 e convertido em toneladas por parcela e, posteriormente, por hectare.

$$MS (\%) = \frac{Ms}{Mu} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Equação 1

Em que: MS (%): teor de massa seca, em porcentagem;

Ms: teor de massa seca da amostra, em gramas; e

Mu: massa úmida da amostra, em gramas.

Para estimar a necromassa das amostras coletadas, o volume e a massa seca do material (fragmentos de troncos e galhos) foram utilizadas as equações 2 e 3, propostas por Van Wagner (1982), ou seja:

$$V = \frac{k}{L} \sum d^2 \quad \text{Equação 2}$$

Em que: V é o volume, em m³ ha⁻¹ ou m³ m⁻²; d é o diâmetro da peça no ponto de interceptação, em cm; L é o comprimento da linha interceptadora, em m; e K é a constante da equação, sendo 0,0001234 para V em m³ m⁻² e 1,234 para V em m³ ha⁻¹.

$$W = \frac{G K}{L} \sum d^2 \quad \text{Equação 3}$$

Em que: W é a biomassa, em m³.ha⁻¹ ou m³.m⁻²; d é o diâmetro da peça no ponto de interceptação, em cm; L é o comprimento da linha interceptadora, em m; K é a constante da equação, sendo 0,0001234 para W em m³.m⁻² e 1,234 para W em m³.ha⁻¹; G é a densidade gravimétrica do material, obtida pela relação entre a massa seca coletada em campo e o volume da equação 2.

Para estimar o volume da vegetação lenhosa nas áreas de CSS, REG-EUCA e CAR, utilizamos a equação 4 ajustada por Moraes et al. (2017), em função de DAS e altura total (equação 4), para áreas cerrado *sensu stricto* e campo cerrado, no Estado de Minas Gerais. Para estimar o volume em áreas de PCA, utilizamos a equação 5 proposta pelos mesmos autores, tendo como entrada o diâmetro a altura do peito em função de DAP e altura total.

$$\ln V = -10.46859 + 2.58854 \ln DAS + 0.4266 \ln Ht; \quad (R^2_{aj}=0.98; Syx=31.55\%) \quad \text{Equação 4}$$

$$\ln V = -9.76984 + 2.42049 \ln DAP + 0.48773 \ln Ht; \quad (R^2_{aj}=0.96; Syx=47.59\%) \quad \text{Equação 5}$$

Em que: Ln é o Logaritmo neperiano; V é o volume total com casca da árvore, (m³); DAS é o diâmetro tomado a 30 cm do solo, em cm; DAP é o diâmetro tomado a 1,30 m do solo, em cm; Ht é altura total, em m; R²_{aj} é o coeficiente de determinação ajustado e Syx é o erro padrão residual.

Após o cálculo do volume, a biomassa do componente arbóreo foi obtida pelo produto do volume individual pela respectiva densidade da madeira da espécie. A densidade da madeira das espécies arbóreas e arbustivas foi obtida por meio da função *getWoodDensity* do pacote *BIOMASS* (Réjou-Méchain et al., 2017), no software R. Esse pacote possui funções que

permitem estimar a biomassa acima do solo em florestas tropicais. A função de densidade da madeira apresenta esses valores em nível de gênero, família e espécie, sendo o último nível de maior confiabilidade. No entanto, erros associados ocorrem quando não são encontrados valores em nenhum desses níveis para determinada espécie, o que resulta na apresentação da densidade média do banco de dado. Portanto, adicionalmente, optou-se pela busca de trabalhos na literatura apresentem os valores de densidade a nível de espécie (tabela 1).

2.5 Parâmetros fitossociológicos

A estrutura da vegetação lenhosa foi avaliada a partir das variáveis fitossociológicas, representadas pela densidade de indivíduos (absoluta e relativa), pela dominância (absoluta e relativa), pela frequência (absoluta e relativa) e pelo Índice de Valor de Importância (IVI). Os cálculos desses parâmetros foram realizados com base nas equações propostas por Freitas, 2012, ou seja:

Densidade Absoluta e Relativa:

$$DAi = \frac{ni}{A} \quad \text{Equação 6}$$

$$DRi (\%) = \frac{DAi}{DT} \times 100 \quad \text{Equação 7}$$

Em que: DAi é a densidade absoluta da i-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare; ni é o número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem; DT é número total de indivíduos amostrados; A é área total amostrada, em hectare; DRi é a densidade relativa da i-ésima espécie (%).

Dominância Absoluta e Relativa:

$$DoAi = \frac{ABi}{A} \quad \text{Equação 8}$$

$$DoRi (\%) = \frac{DoAi}{DoT} \times 100 \quad \text{Equação 9}$$

Em que: DoAi é a dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha⁻¹; ABi é a área basal da i-ésima espécie, em m², na área amostrada (A), em hectare; DoRi é a dominância relativa da i-ésima espécie em porcentagem (%); e DoT é a dominância de todas as espécies presentes na área amostrada.

Frequência Absoluta e Relativa:

$$FAi = \frac{ui}{ut} \quad \text{Equação 10}$$

$$FRi (\%) = \frac{FAi}{\sum FAi} \times 100 \quad \text{Equação 11}$$

Em que: FAi é a frequência absoluta da i -ésima espécie na comunidade vegetal; FRI é a frequência relativa da i -ésima espécie na comunidade vegetal (%); ui é o número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre; ut é o número total de unidades amostrais.

Índice de Valor de Importância:

$$VII = (\%) = \frac{DRI + DoRI + FRI}{3} \quad \text{Equação 12}$$

Em que: VII é o Índice de Valor de Importância da i -ésima espécie.

Além dos atributos da estrutura horizontal da vegetação nos usos e cobertura da terra, consideramos também a altura média de Lorey. Calculada pela equação 14, a altura de Lorey é caracterizada pela ponderação da altura das árvores individuais pela sua área basal (Nakai et al., 2010) e representa uma técnica de apresentação da altura média ao nível da unidade amostral.

$$hL = \frac{\sum_{i=1}^n gi hi}{\sum_{i=1}^n gi} \quad \text{Equação 13}$$

Em que: hL é a altura média de Lorey; gi é a área seccional da i -ésima árvore; hi é a altura total da i -ésima árvore.

Para a diversidade do componente lenhoso, consideramos a riqueza de espécies e o Índice de Shannon, calculado pela equação 15 (Ortiz-Burgos, 2016).

$$H' = - \sum_{i=1}^n pi \ln pi \quad \text{Equação 14}$$

Em que: H' : índice de Shannon; n : número total de espécies presentes na parcela (Riqueza); i : i -ésima espécie; pi : razão entre o número de árvores da espécie i e o número total de árvores amostradas na parcela; $\ln$: Logaritmo neperiano.

2.6 Análise de dados

Verificou-se a distribuição da biomassa arbórea em classes diâométricas e hipsométricas nos diferentes usos da terra. O intervalo de cada classe foi determinado pela razão entre a amplitude total e o número de classes. O objetivo foi ajustar as classes, sejam elas diamétricas ou hipsométricas, de modo a evidenciar de forma clara o padrão de distribuição da biomassa do componente arbóreo.

O tratamento dos dados utilizados neste trabalho e as análises estatísticas foram realizados no software estatístico R (versão 4.4.1). Os dados de biomassa foram tratados com o método de Z-Score. Assim, os valores que estiveram a 1.5 desvio padrão acima ou abaixo da média foram considerados atípicos. Com isso, duas unidades amostrais de CSS e uma de CAR

foram desconsideradas nas análises de biomassa total. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk ao nível de 95 % de probabilidade.

Como observado para os dados de biomassa, a estrutura e a diversidade não apresentaram distribuição normal. Assim, a comparação entre os diferentes usos da terra foi realizada por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com um nível de significância de 5%. Para os casos em que foram observadas quaisquer diferenças significativas entre os grupos, procedeu-se com o teste de Dunn, com correção de Bonferroni, para verificar as diferenças entre as medianas dos usos da terra. A comparação foi realizada para a biomassa, estrutura e diversidade da comunidade lenhosa, considerando os diferentes tipos de uso da terra.

3. Resultados

3.1. Diversidade e estrutura da vegetação nos usos da terra.

A estrutura da vegetação variou grandemente entre os usos da terra, refletindo os efeitos da intensidade das ações antrópicas (tabela 2). Nas áreas de carrasco (CAR), registramos a mais alta densidade de plantas arbóreas e arbustivas (figura 6), com 2.400 ind ha⁻¹, distribuídos em 17 espécies, 15 gêneros e 11 famílias botânicas. Os indivíduos lenhosos nesse tipo de vegetação apresentaram altura média de 5,34 m e 7,4 cm de diâmetro médio quadrático. Esses valores refletem a alta densidade desse tipo de vegetação, em que a área basal é de 9,64 m² ha⁻¹.

Além disso, nas áreas de CAR, as três espécies de maior IVI foram *Pseudopiptadenia brenanii* G.P.Lewis & M.P.Lima; *Callisthene major* Mart. e *Senegalia langsdorffii* (Benth.) Seigler & Ebinger (tabela 3). A espécie *P. brenanii* ocorreu em 75% das unidades amostrais. *C. major*, mesmo ocorrendo em apenas 25% da área amostrada, foi aquela de maior área basal. Esta espécie, com 575 ind ha⁻¹, juntamente com *P. brenanii* (550 ind ha⁻¹) e *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. (125 ind ha⁻¹) apresentaram as maiores densidades de plantas arbóreas e arbustivas no CAR (tabela 3).

No cerrado *sensu stricto* (CSS), a densidade de plantas arbóreas e arbustiva foi de 660 ind ha⁻¹, distribuídos em 53 espécies, 48 gêneros e 26 famílias botânicas. A vegetação lenhosa, que possui área basal de 5,28 m² ha⁻¹, apresentou altura média de 3,05 m e diâmetro médio quadrático de 9.7 cm. As espécies que apresentaram as maiores densidades de indivíduos foram *Dalbergia miscolobium* Benth. (137 ind ha⁻¹), *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC. (95 ind ha⁻¹), *Terminalia fagifolia* Mart. (82 ind ha⁻¹), *Qualea parviflora* Mart. (65 ind ha⁻¹), *Tachigali subvelutina* (Benth.) Oliveira-Filho (59 ind ha⁻¹). Estas espécies são também aquelas de maior

IVI, enquanto *Caryocar brasiliense* Cambess. é a espécie de segunda maior dominância e de ocorrência em 50 % das áreas desta vegetação (tabela 4)

Nas áreas de regeneração natural (REG-EUCA), registramos 425 ind ha⁻¹, distribuídos entre 28 espécies, 27 gêneros e 19 famílias botânicas. A altura média da vegetação arbórea e arbustiva foi de 3,2 m e o diâmetro médio quadrático de 10,3 cm, enquanto a área basal foi de 3,22 m² há⁻¹. As maiores densidades arbórea e arbustiva foram das espécies *E. dysenterica* (116 ind há⁻¹), *C. brasiliense* (48 ind há⁻¹), *D. miscolobium* (42 ind há⁻¹) e *Diospyros lasiocalyx* (Mart.) B.Walln. (42 ind há⁻¹). Estas espécies são também aquelas de maior IVI, à medida que *E. dysenterica* e *C. brasiliense* são as espécies de maior frequência, sendo encontradas, respectivamente, em 100% e 80% das áreas de REG-EUCA (tabela 5).

Nas áreas de PCA, foram registrados 50 ind ha⁻¹ pertencentes a 48 espécies, 41 gêneros e 19 famílias botânicas. Para este uso da terra, a vegetação arbórea e arbustivas apresenta área basal de 0,73 m² ha⁻¹ e as espécies de maior densidade arbórea/arbustiva foram: *Terminalia glabrescens* Mart. (5 ind ha⁻¹), *E. dysenterica* (5 ind ha⁻¹), *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (4 ind ha⁻¹) e *Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. (3 ind há⁻¹). As três espécies de maior densidade são, juntamente com *C. brasiliense*, também aquelas de maior IVI (tabela 6).

Nas áreas de PCA, a densidade de indivíduos lenhosos foi bem menor que as áreas de CAR e CSS (teste Dunn; $p < 0,05$) e similar àquela apresentada em REG-EUCA (figura 6). Nas áreas cobertas pela vegetação nativa, isto é, por CAR e CSS, a densidade dos indivíduos lenhosos foi estatisticamente igual, o que também foi observado para o CAR e o REG-EUCA. Nestas áreas abandonadas, em estado de regeneração, a área basal- de apenas 3,17 m² ha⁻¹- foi menor do que aquelas apresentadas no CAR e CSS, mas similiar àquela encontrada para PCA (0,73 m² ha⁻¹) (figura 6). Isso reflete os efeitos da intensidade de uso da terra nestes atributos estruturais. Diferentemente, a altura é mais expressiva nas pastagens, mas não difere estatisticamente nos demais usos e cobertura da terra.

Considerando todos os usos e coberturas da terra amostrados na reserva, foram identificadas 146 espécies arbóreas e arbustivas. Embora as pastagens tenham sido mais expostas aos impactos antrópicos, não há diferença significativa na diversidade Shannon entre os diferentes usos da terra (teste Kruskal-Wallis, figura 6). No entanto, CSS tem maior riqueza de espécies do que CAR (teste Dunn; $p > 0,05$) e há grande variação deste atributo dentro das áreas de PCA (figura 6).

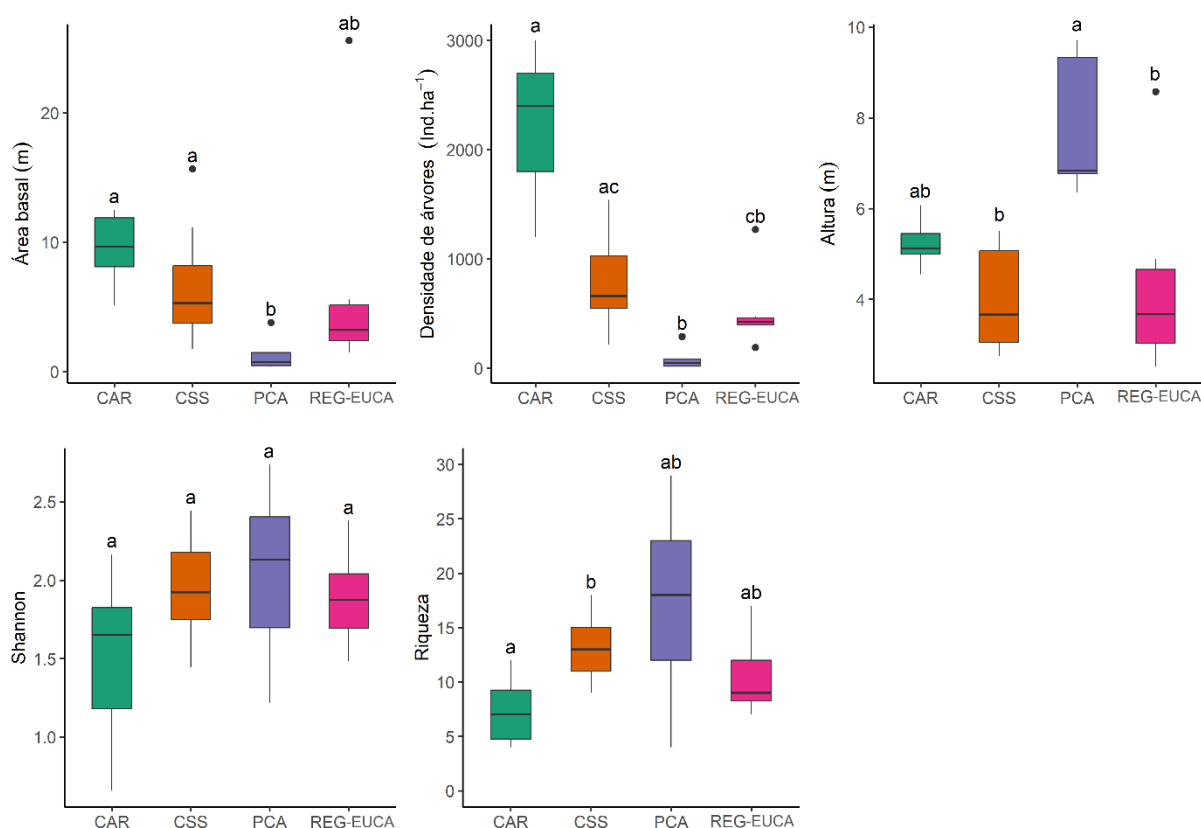


Figura 6- Valores medianos de área basal, densidade, altura, Índice de Shannon e riqueza de espécies registrados nas comunidades lenhosas das áreas de Cerrado sob diferentes usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado sensu stricto; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: áreas em Regeneração Natural que outrora foram utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.* Valores que são 1.5 vezes maiores ou menores que o intervalo interquartil são representados por pontos pretos. Valores medianos seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o primeiro e o terceiro quartil, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo).

3.2. Biomassa do componente arbóreo em função da espécie e do tamanho das árvores.

Grande parte da biomassa lenhosa está concentrada em poucas espécies, independentemente do tipo de uso da terra (figura 7). As 10 espécies de maior biomassa respondem por 85% da biomassa total nas áreas de CAR, 88% nas áreas de CSS, 79% nas áreas de PCA e 96% nas áreas de REG-EUCA. Nas áreas de REG-EUCA, por exemplo, *C. brasiliense* contribui com aproximadamente 42% da biomassa total e, junto com *E. dysenterica*, representam 75% da biomassa total. No CAR, *P. brenanii* e *C. major* contribuem com aproximadamente 55 % da biomassa lenhosa. Em PCA, a espécie de maior biomassa é *C. brasiliens*, que responde por 20% do total de biomassa. Além disso, esta espécie, juntamente com *T. fagifolia* e *E. dysenterica*, contribui com aproximadamente 56 % no CSS (figura 7).

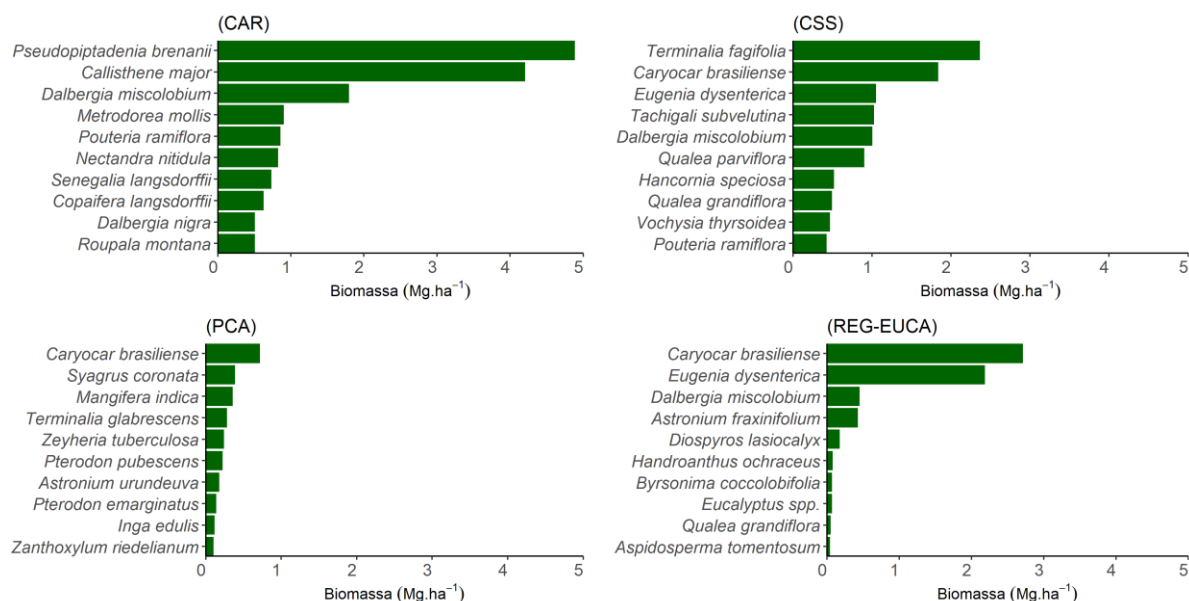


Figura 7- Top dez espécies de maior contribuição para a biomassa (Mg ha⁻¹) do componente lenhoso em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Carrasco (CAR); Cerrado *sensu stricto* (CSS); Pastagem Com Árvores (PCA); Regeneração Natural (REG-EUCA) em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.*

Quando avaliamos a distribuição dos indivíduos lenhosos nas classes de diâmetro (figura 8), verificamos que nas áreas de CAR mais de 90 % dos indivíduos (1.875 ind ha⁻¹) estão concentrados na primeira classe de DAS (5 a 10 cm), enquanto a maior classe (DAS ≥ 15 cm) concentra apenas cerca de 1% dos indivíduos (25 ind ha⁻¹). No CSS, a menor classe diamétrica (5,0 -10 cm) concentra a maior parte dos indivíduos (586 ind ha⁻¹) e a maior classe (DAS > 30 cm) concentra apenas 6 ind ha⁻¹, o que equivale a aproximadamente 0,78% do total de indivíduos. Isso também foi observado para as áreas de PCA e REG-EUCA (figura 8). PCA possui 53% dos indivíduos na menor classe (21 ind ha⁻¹) e apenas 3 % na maior classe (> 30 cm); enquanto REG-EUCA, 72 % na menor classe (276 ind ha⁻¹) e apenas 6 % na maior classe (> 20 cm).

Os maiores valores de biomassa do componente arbóreo (aproximadamente 73%) em CAR estão concentrados nas menores classes diamétricas (figura 8). Por outro lado, nos demais usos da terra (CSS, PCA e REG-EUCA), os valores mais expressivos foram observados nas árvores maiores. Em PCA, por exemplo, os indivíduos com diâmetro superior a 30 cm contribuem com 56% da biomassa lenhosa. Em REG-EUCA, a maior classe, mesmo representando apenas cerca de 7 % dos indivíduos, concentra 47% da biomassa lenhosa.

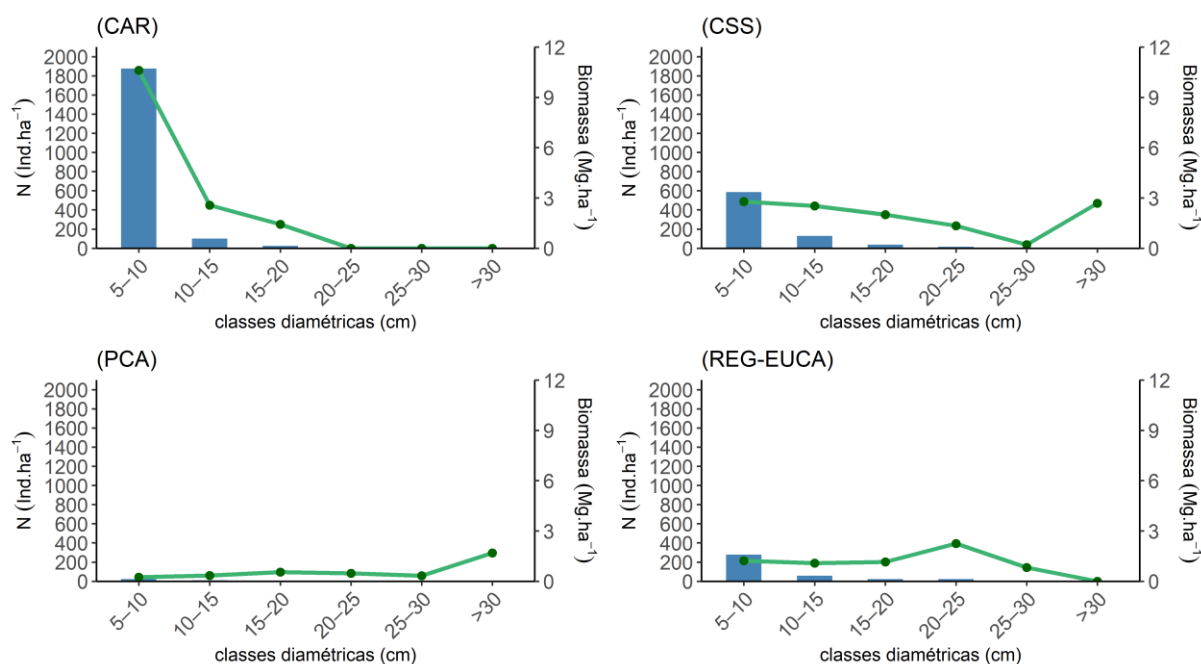


Figura 8- Biomassa lenhosa (Mg ha⁻¹) por classe de diâmetro, registrada nos diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. A linha em verde indica a biomassa nas classes diamétricas. Carrasco (CAR); Cerrado *Sensu stricto* (CSS); Pastagens Com Árvores (PCA); Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp* (REG-EUCA).

As classes intermediárias de altura são as que mais contribuem para a biomassa, independentemente do uso da terra (figura 9). No caso do CAR, a classe de altura entre 5.0 e 6.0 metros apresentou o maior número de indivíduos (625 ind.ha⁻¹). No CSS, a maior frequência de indivíduos está na faixa de 2 a 3 metros de altura (294 ind.ha⁻¹). Em PCA, isso foi observado na classe entre 5 e 6 metros, enquanto para REG-EUCA, entre 2 e 3 metros de altura. Diferentemente do que foi observado para o diâmetro, a biomassa para o CAR está concentrada nas maiores classes de altura. Para as áreas de CSS e REG-EUCA, os maiores valores estão, respectivamente, nas classes entre 3.0 e 4.0 metros e 4.0 e 5.0 metros. Nas áreas de PCA, a biomassa está concentrada na maior classe de altura (figura 9).

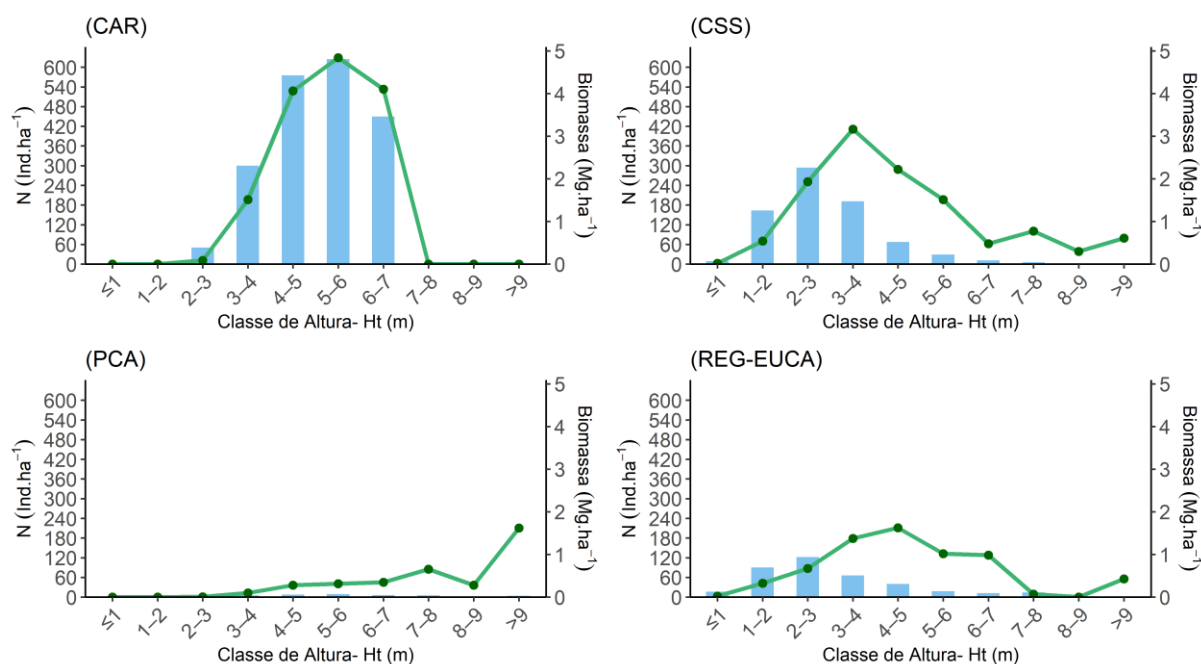


Figura 9- Biomassa lenhosa (Mg ha⁻¹) por classe de altura registrada nos diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. A linha em verde indica a biomassa nas classes de altura. Carrasco (CAR); Cerrado *sensu stricto* (CSS); Pastagens Com Árvores (PCA); e Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas no cultivo de *Eucalyptus spp* (REG-EUCA).

3.3. A biomassa total, e seus componentes (acima do solo e no solo), variam entre usos da terra

Os estoques de biomassa total diferem entre usos da terra, ($p < 0,05$, teste de Kruskal-Wallis figura 10). O estoque de biomassa em CAR é estatisticamente maior do que aquele encontrado nas pastagens (PCA e PSA), mas não difere de CSS e REG-EUCA. PSA, como esperado devido à ausência de árvores, possui um estoque inferior ao CSS (tabela 7).

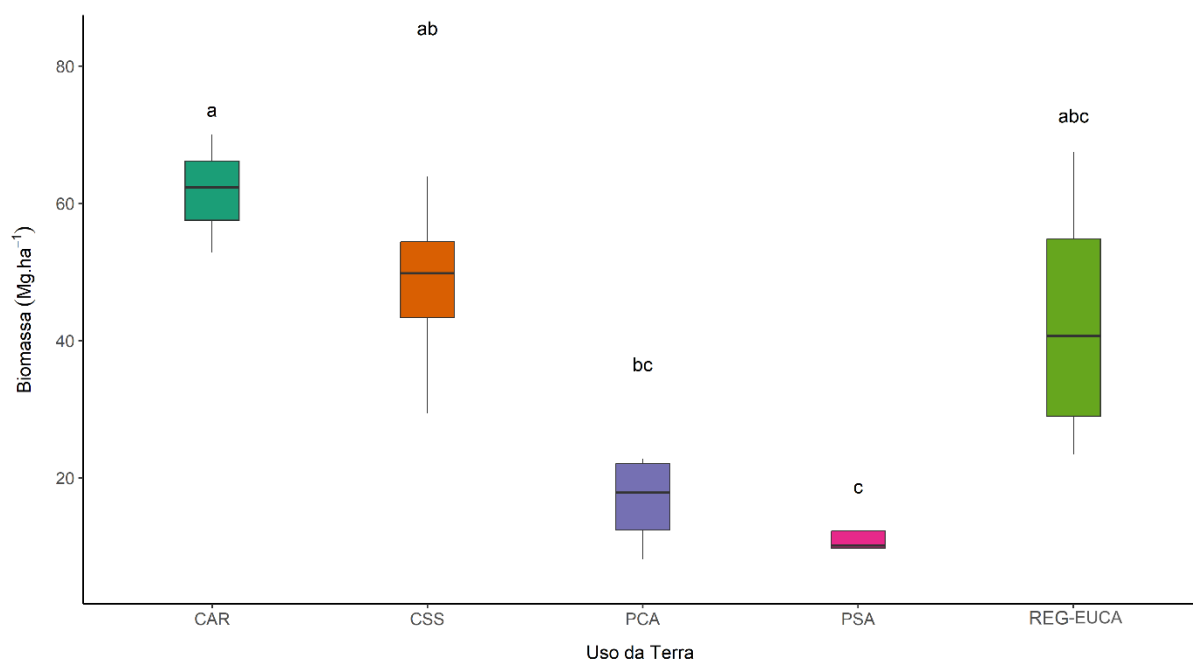


Figura 10- Comparação dos estoques medianos de biomassa total (Mg ha^{-1}) registrados nas áreas sob diferentes usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagem com Árvores; PSA: Pastagem sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.* Valores medianos de biomassa total seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o 1º e 3º quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo).

Tabela 7- Biomassa total (Mg.ha^{-1}), em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e zona de amortecimento, Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.* Intervalo Interquartil (IQR). Valores medianos seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0,05$).

Uso da Terra	Mínimo (Mg ha^{-1})	Máximo (Mg ha^{-1})	Mediana (Mg ha^{-1})	IQR (Mg ha^{-1})
CAR	55.23	76.31	62.30 ^a	8.60
CSS	29.39	78.76	50.45 ^{ab}	10.85
PCA	8.09	34.56	21.84 ^{bc}	8.91
PSA	5.51	16.76	10.11 ^c	2.47
REG	22.20	70.79	40.69 ^{abc}	38.00

O estoque mediano de biomassa acima do solo (AGB) não difere significativamente do estoque de biomassa abaixo do solo (BGB) em um mesmo uso da terra ($p > 0,05$; teste de Dunn). No entanto, entre os diferentes tipos de uso da terra, o estoque mediano de AGB em CAR ($24,19 \text{ Mg.ha}^{-1}$) é significativamente maior do que em PSA ($4,36 \text{ Mg.ha}^{-1}$), mas estatisticamente igual ao apresentado em CSS ($23,50 \text{ Mg.ha}^{-1}$), PCA ($7,01 \text{ Mg.ha}^{-1}$) e REG-EUCA ($21,91 \text{ Mg.ha}^{-1}$)

(figura 11). Por outro lado, PSA apresentam o menor estoque de AGB ($4,36 \text{ Mg.ha}^{-1}$), que não diferiu estatisticamente do encontrado nas áreas de PCA.

Resultado semelhante foi observado para o estoque mediano de BGB, em que o maior estoque ocorreu em CAR ($31,12 \text{ Mg.ha}^{-1}$), sendo esse valor estatisticamente igual ao encontrado nas áreas de CSS ($19,71 \text{ Mg.ha}^{-1}$) e REG-EUCA ($8,84 \text{ Mg.ha}^{-1}$). Em comparação aos valores registrados nas áreas de PCA ($7,01 \text{ Mg.ha}^{-1}$) e PSA ($6,93 \text{ Mg.ha}^{-1}$), os estoques medianos de BGB em CAR é estatisticamente maior (figura 11). Nas áreas de CAR, a relação de BGB: AGB foi de 1,18; o que indica proporção equitativa entre a biomassa da parte aérea e abaixo do solo; mas com tendência a maiores valores de BGB. Isso não foi observado nos demais usos da terra. De fato, em CSS, PCA e REG-EUCA há proporcionalmente mais biomassa acima do solo que abaixo do nível do solo, como indicado pelas respectivas relações: 0,72; 0,79 e 0,50 (figura 11).

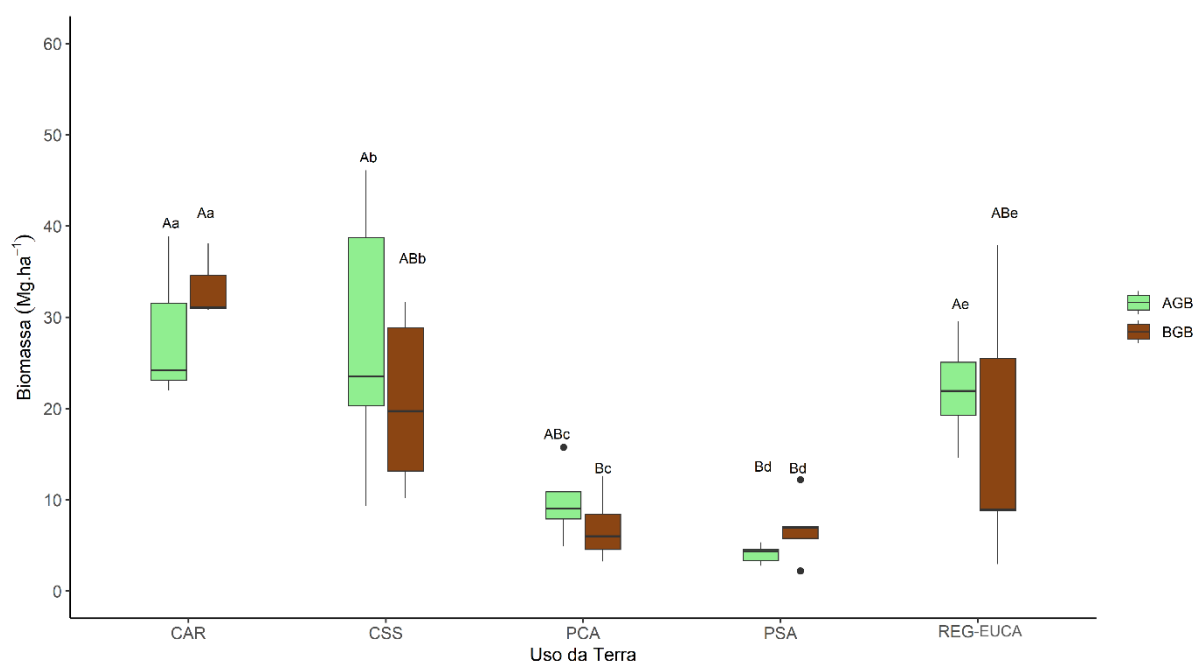


Figura 11- Comparação dos estoques medianos de biomassa (Mg ha^{-1}) acima (AGB) e abaixo do nível do solo (BGB) registrados nas áreas sob diferentes usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagens Com Árvores; PSA: Pastagens Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.* Letras iguais indicam que não há diferenças estatísticas pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Letras maiúsculas indicam comparação de medianas de AGB e de BGB entre os usos da terra; Letras minúsculas indicam comparação de medianas entre AGB e BGB para um mesmo uso da terra. Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o 1º e 3º quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo).

Nas áreas de CAR ocorrem as maiores quantidades de biomassa total, embora seja estatisticamente diferente somente das áreas de pastagens (PSA e PCA), que por sua vez são os usos da terra com menores valores totais de biomassa. CAR apresenta seis vezes mais biomassa

total do que PSA. Se considerarmos toda a extensão territorial da RDS Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, a área total coberta por carrasco está estocando 1.730,556 Mg de biomassa total, enquanto as áreas de CSS e REG-EUCA estocam 2.237,054 Mg e 515.867 Mg, respectivamente.

3.4. Contribuição dos componentes da vegetação nos estoques de biomassa total

As diferentes proporções dos estoques de biomassa entre os usos da terra fornecem informações cruciais sobre a dinâmica da área, incluindo a capacidade de regeneração e armazenamento de carbono, influenciadas pelos usos e manejo da terra e da vegetação. A biomassa do componente lenhoso responde por 36% da biomassa total no CAR (23,21 Mg.ha⁻¹), 15% da biomassa total no CSS (7,24 Mg ha⁻¹), 18% na PCA (3,84 Mg ha⁻¹) e 10,1% na REG-EUCA (4,66 Mg ha⁻¹) (tabela 8). A biomassa lenhosa no CAR não difere significativamente daquela em CSS e REG-EUCA, mas é significativamente maior que a biomassa registrada em PCA ($p = 0,0042$). A biomassa lenhosa em PCA, por sua vez, não difere de REG-EUCA (teste de Dunn- $p > 0,05$; figura 12). Este componente, juntamente com os componentes radicular e o herbáceo representa grande parte da biomassa total nos diferentes usos e cobertura da terra da RDS Nascentes Geraizeiras e sua Zona de amortecimento (figura 13)

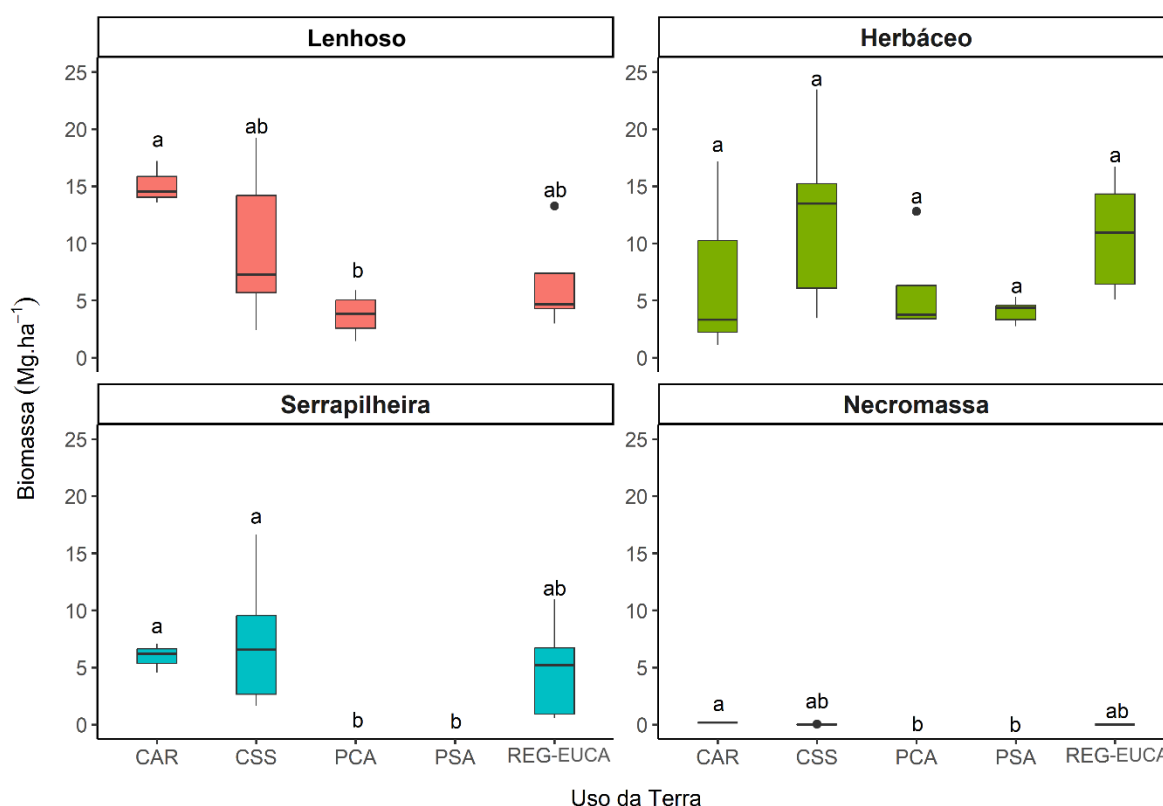


Figura 12- Comparação dos estoques medianos de biomassa (Mg ha⁻¹) dos componentes lenhoso, herbáceo, serrapilheira e necromassa em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR:

Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus* spp. Valores medianos de biomassa seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$). Linha horizontal representa a mediana; caixas representam o primeiro e o terceiro quartis, e linhas verticais representam a amplitude dos dados (valores mínimo e máximo).

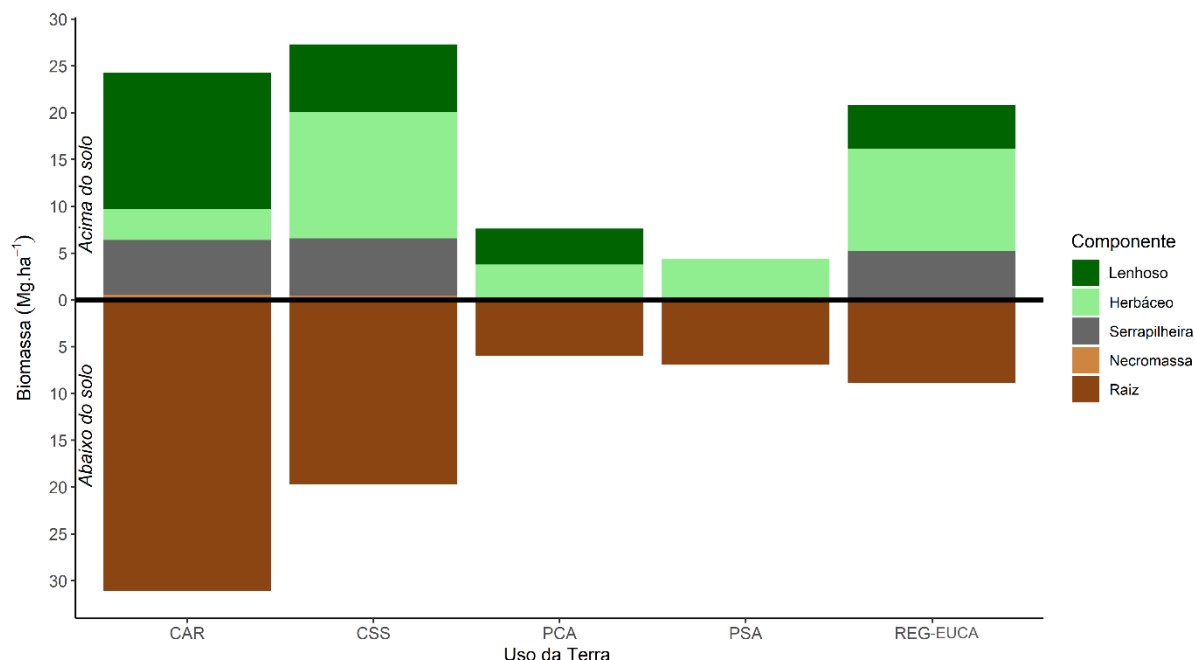


Figura 13- Distribuição do estoque de biomassa total (Mg ha^{-1}) entre os componentes lenhoso, herbáceo, serrapilheira, necromassa e raiz, nos usos da terra, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizada para o cultivo de *Eucalyptus* spp.

A biomassa herbácea não difere entre os usos e cobertura da terra ($p = 0,114$; Kruskal-Wallis; figura 12). Esse componente representa 5,1% da biomassa total no CAR, 25% no CSS; 17,3% nas áreas de PCA; 34,12% no PSA e 14,1% na REG-EUCA (tabela 8). A biomassa da serrapilheira nas pastagens (PCA e PSA) é significativamente menor que aquelas registradas nas áreas de CAR e CSS, e igual àquela registrada nas áreas de REG-EUCA ($p = 0,0012$). A biomassa desse componente nas áreas de CAR, CSS e REG-EUCA representa, respectivamente, 10,9%; 12,4% e 2,7% da biomassa total. Estes três usos da terra possuem a maior produção de serrapilheira e não diferem estatisticamente entre si (figura 12). A necromassa não foi encontrada em PCA e PSA (tabela 8). No CAR ocorre maior estoque de necromassa ($\sim 0,17 \text{ Mg ha}^{-1}$) do que nas pastagens, o que é estatisticamente igual aos estoques registrados no CSS e em REG-EUCA (figura 12).

À exceção de REG-EUCA, em que os estoques de biomassa no solo não diferem até a profundidade de 1,0 metro, nos demais usos a biomassa radicular diminui com o aumento a profundidade do solo (tabela 9). Em CAR, CSS e PSA há mais biomassa na camada superficial

do solo (0-20 cm) do que nas três camadas mais profundas (40-60 cm; 60-80 cm e 80-100 cm). Para as áreas de PCA, essa camada superficial do solo é maior do que as duas camadas mais profundas (60-80 e 80-100) (teste de Dunn; $p < 0,05$).

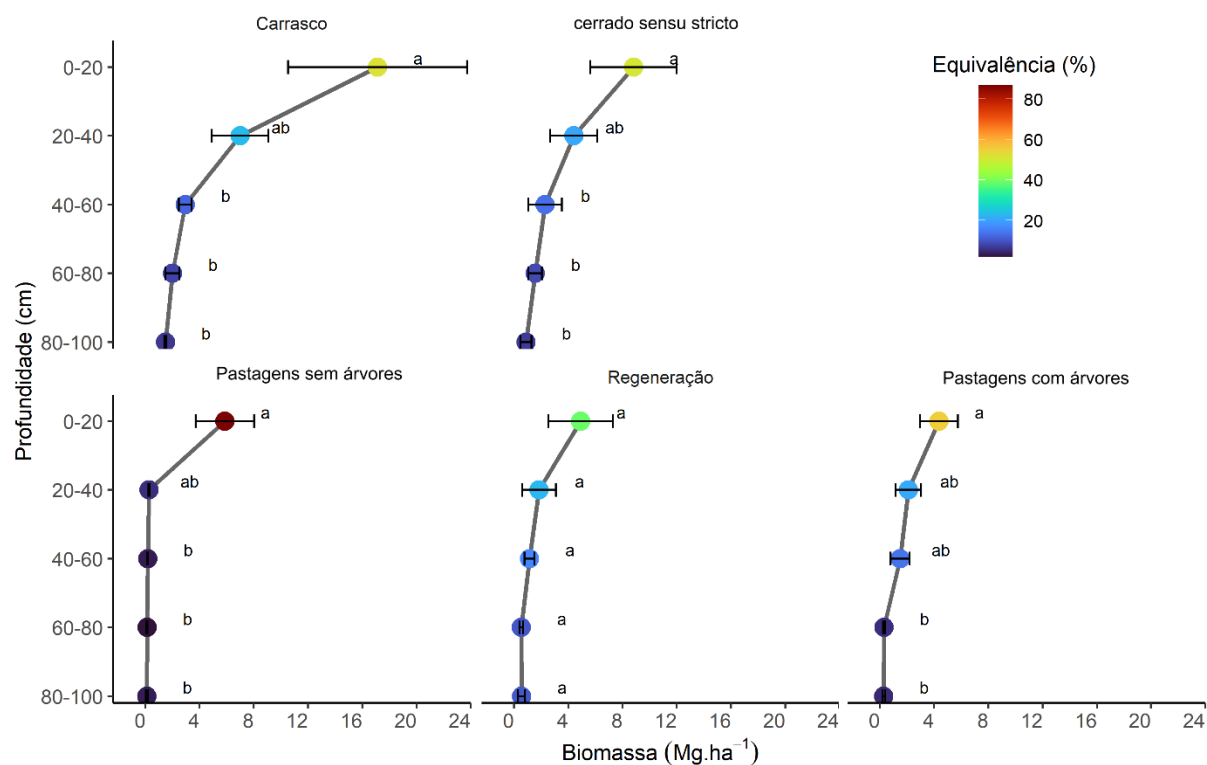


Figura 14- Distribuição da biomassa radicular (Mg ha⁻¹) no perfil do solo registrada em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. As barras transversais representam o intervalo interquartil. A Equivalência representa a contribuição da biomassa da respectiva camada nos teores de biomassa radicular total. Valores medianos de biomassa seguidos de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Dunn ($p > 0,05$).

4. Discussão

4.1 A diversidade dos indivíduos lenhosos não varia entre usos da terra

A ausência de diferenças significativas quanto à diversidade de espécies da vegetação nativa (CAR e CSS) e dos demais usos da terra destaca a contribuição dos usos antropizados em que se mantém a vegetação lenhosa (PCA e REG-EUCA) para conservar as espécies nativas do Cerrado. A grande variação na diversidade das áreas de REG-EUCA pode ser devido a variações nas intensidades de uso a que essas áreas foram submetidas e/ou ao tempo decorrido desde o abandono. PCA, um sistema silvipastoril nativo e tradicional dos povos do Cerrado, mantém níveis de diversidade e riqueza de espécies lenhosas similares aos sistemas não explorados (CAR e CSS). A presença de árvores nessas pastagens, em contraste àquelas convencionais (PSA), cuja contribuição é nula, representa a manutenção de espécies lenhosas no bioma.

No que diz respeito aos atributos riqueza e diversidade em áreas de CSS, comparações devem ser feitas com cuidado para não incorrer em erros de interpretação. Por exemplo, Ribeiro et al. (2011) encontraram 47 espécies arbóreas em um fragmento de CSS, onde a precipitação é de 1200 mm/ano. São 6 espécies a menos que neste estudo, mas a área coberta por nossa amostragem é excepcionalmente maior, o que pode explicar essa diferença mesmo devido a diferença na precipitação entre as áreas (754 mm/ano em nossa região).

Estudos da relação entre riqueza e diversidade alfa com biomassa no Cerrado tem gerado resultados distintos. Em alguns, essa associação foi apresentada como positiva ou negativa (Pereira et al., 2020; Vourlitis et al., 2024), enquanto em outros, neutra (Morandi et al., 2018). A conservação da biodiversidade não necessariamente implica em cobenefícios associados à biomassa, o que pode ser estendido também à imobilização de carbono na região deste estudo. Usos da terra com maior diversidade alfa não necessariamente tem mais biomassa.

A alta riqueza e diversidade de espécies lenhosas em todos os usos da terra, a exceção de PSA, trazem outros benefícios que excedem os limites da imobilização da biomassa, como é o caso da proteção espécies de plantas de uso regional. Espécies como *C. brasiliense*, *H. speciosa*, *E. desynerica* e *T. subvelutina*, além de grande importância fitossociológicas (tabela 4, 5 e 6), são fontes de alimentos, medicamentos e madeira, sendo amplamente utilizadas e comercializadas pelos povos e comunidades locais (Girollo; Scariot, 2015; Lima; Scariot; Girollo, 2017; Lustz et al., 2013).

4.2. Biomassa total e seus componentes acima e abaixo do solo variam entre usos da terra

O uso intenso da terra em áreas de Cerrado na região da RDS Nascentes Geraizeiras resultou em menor estoque de biomassa total (AGB + BGB), conforme já era esperado. Nas áreas de PSA, registramos um estoque de biomassa seis vezes menor que o estoque obtido nas áreas de carrasco (CAR) e cinco vezes menor que o encontrado nas áreas de cerrado (CSS). Isso demonstra a importância do CAR, que, diferentemente do CSS, é uma vegetação praticamente desconhecida (veja Araújo et al., 1998) na imobilização da biomassa. Considerando que na RDS Nascentes Geraizeiras e no entorno, a cobertura da terra é predominantemente composta por esses usos (CAR e CSS), cobrindo juntos 70,44% da área total, a vegetação nativa é fundamental na captura e no estoque de carbono.

Os grandes volumes de biomassa subterrânea e de carbono no solo do Cerrado *sensu stricto* lhe confere o termo "floresta invertida" (Terra et al., 2023; Durigan; Melo; Brewer, 2012). Como observado, o termo pode ser adequadamente atribuído também ao CAR. De fato, a biomassa total no CAR está equitativamente distribuída acima (46%) e abaixo do solo (54%). Isso reflete o investimento da vegetação em biomassa abaixo do solo, o que se trata de uma estratégia nesses ecossistemas para superar as adversidades impostas pelo ambiente (Zhou et al., 2022; Liu et al., 2024).

Neste estudo, verificamos que a distribuição da biomassa radicular no perfil do solo nas áreas de vegetação nativa (CSS e CAR) está concentrada nas camadas superficiais do solo, o que é uma característica comum dos ecossistemas tropicais (Albuquerque et al., 2015). Nas áreas de CSS, os maiores teores de biomassa radicular foram registrados especialmente na camada entre 0 e 30 cm de profundidade (Moraes et al., 2017). Isso indica uma resposta à disponibilidade e ciclagem de nutriente nessa porção do solo, bem como à presença de microrganismos e suas relações simbióticas com os vegetais na região da rizosfera (Kulmann et al., 2022, Almeida et al., 2021).

Nas áreas de REG-EUCA, que são consideradas um uso do solo de intensidade intermediária, a biomassa estocada na vegetação não difere significativamente da biomassa registrada nos outros usos da terra. De fato, a amplitude dos valores de biomassa nas áreas em REG-EUCA, especialmente a BGB, evidencia essa similaridade. As áreas de REG-EUCA estão passando pelo processo de recuperação passiva da biomassa, sem intervenções antrópicas direcionais, sendo esperado aumento de biomassa e estocagem de carbono com o tempo.

Nas pastagens com árvores, a AGB é maior em relação ao PSA devido ao componente arbóreo, o que evidencia a importância desse uso da terra para imobilizar dióxido de carbono.

A presença de árvores nas pastagens resulta das tradições de uso da terra na região, em que os produtores rurais, ao identificar o potencial das espécies nativas, preservam-nas no ato da instalação do sistema (Lima; Alexiades; Scariot, 2022). Não obstante, nas PSAs, o uso da terra mais intenso, 69% da biomassa total está abaixo do solo, principalmente nas camadas superficiais do solo (85% das raízes entre 0-20 cm de profundidade), o que resulta numa vegetação predominantemente composta de gramíneas para alimentação animal.

Em ambas as pastagens (PCA e PSA), o componente herbáceo não é perene e varia sazonalmente e com a intensidade de pastoreio. Essas áreas são manejadas tradicionalmente, de forma a controlar a regeneração de espécies dos estratos arbóreo e arbustivo. Além disso, a aplicação de fertilizantes e calagem do solo, quando feitas para aumentar a fertilidade nas camadas superficiais do solo, podem influenciar na concentração das raízes nessas camadas superficiais do solo (Roquette, 2018). Independentemente da distribuição da biomassa nos diversos componentes, é evidente que a contribuição da PSA para o estoque de biomassa e carbono é mínima comparada aos demais usos da terra.

Para o CSS, a relação BGB: AGB (0,72) é relativamente maior do que o encontrado em outro estudo no mesmo tipo de vegetação, que foi de 0,6 (Ribeiro et al., 2011). No entanto, é preciso destacar que essa relação é geralmente apresentada na literatura considerando somente a biomassa radicular e lenhosa. Diferentemente, no presente trabalho, foram considerados outros componentes. Para outras vegetações da savana tropical, foram observados valores similares ao encontrado no presente trabalho (Fidelis; Lyra; Pivello, 2013).

4.3 A biomassa é determinada por poucas espécies e pelas árvores grandes

As 10 espécies lenhosas de maiores estoques de biomassa respondem por 85% da biomassa lenhosa em CAR, 88% em CSS, 79% em PCA e 96% em REG-EUCA. Em REG-EUCA, *C. brasiliense* e *E. dysenterica* contribuem com 75% da biomassa lenhosa. Estas duas espécies são as mais importantes na estrutura da comunidade e as de maior dominância (tabela 4, 5 e 6). A área basal (dominância) está diretamente relacionada à biomassa em comunidades arbóreas (Azevedo et al., 2021), o que explica o impacto destas espécies na biomassa lenhosa para as áreas de REG-EUCA. Além disso, essas espécies estão entre aquelas do bioma Cerrado que são de alta dominância (Alvarez et al., 2025).

Ademais, *C. brasiliense* possui grande capacidade de recuperação e acúmulo de biomassa em áreas de regeneração natural (Azevedo et al., 2020). A capacidade das espécies arbóreas do Cerrado de repovoar áreas submetidas a processos antrópicos está ligada às suas estratégias de propagação como raízes, galhos e cepas (Soucie et al., 2017). *E. dysenterica*,

por exemplo, apresenta altas taxas de sobrevivência, variabilidade genética e desenvolvimento nos períodos iniciais de estabelecimento das plântulas (Novaes et al., 2021; Silva et al., 2017) e tem alta capacidade de rebrota quando as raízes são danificadas. Essas espécies também estão entre aquelas que mais representam a biomassa em CSS e, no caso de *C. brasiliense*, também em PCA. De fato, as espécies de CSS são reconhecidas como as mais dominantes em biomassa no Cerrado do sudeste e região central do Brasil (Alvarez et al., 2025; Terra et al., 2021).

A composição de espécies em PCA é um resultado das decisões do agricultor em poupar parte dos indivíduos de determinadas espécies ao remover a maior parte da vegetação para a semeadura de gramíneas. Essas espécies geralmente apresentam alguma importância para o agricultor, como fornecimento de algum serviço ecossistêmico. *C. brasiliense*, por exemplo, produz frutos que são largamente comercializados e consumidos na região de estudo (Girollo; Scariot, 2015; Lima; Scariot, 2017). Além disso, essa espécie, na região de estudo, é legalmente protegida, sendo de interesse comum e imune ao corte (Minas Gerais, 2025). Assim, ao nível da comunidade ecológica, *C. brasiliense* está entre as espécies de maior índice de valor de importância no PCA (tabela 6).

Nas pastagens arborizadas, as espécies arbóreas contribuem significativamente para melhorar o conforto térmico, pois reduzem a carga de calor radiante, a temperatura do ar e a temperatura do solo (Luis et al., 2019). Assim, fatores ecológicos, econômicos e sociais são preditores da composição de espécies de árvores em PCA. Eventualmente, espécies exóticas, como *Mangifera indica*, são mantidas quando PCA incluem terrenos onde havia quintais, visto que essa espécie produz frutos comestíveis e fornece sombra ao rebanho.

Além das identidades das espécies, a biomassa arbórea é determinada pelo tamanho das árvores. À exceção do CAR, a biomassa nos demais usos da terra é grandemente determinada por grandes árvores, ainda que estejam presentes em menor número. Estes indivíduos raramente representam mais de 6% do número total de árvores amostradas em todos os usos da terra. Em PCA, por exemplo, plantas com DAP > 30 cm representam apenas 3% do total de árvores, mas contribuem com 56% da AGB. Isso decorre da dominância, uma vez que estas espécies estão entre aquelas de hiperdominância no bioma Cerrado (Alvarez et al., 2025).

4. Conclusões

Os diferentes usos da terra trazem contribuições distintas para a biomassa e diversidade de espécies lenhosas. A biomassa é determinada pelos atributos estruturais da vegetação, com grande contribuição de poucas espécies, principalmente as árvores de grande porte.

As áreas de vegetação nativa são de grande relevância para a manutenção da diversidade e produção da biomassa. As pastagens arborizadas não representam ameaças à diversidade arbórea no ecossistema. No entanto, as espécies mantidas nesses sistemas são aquelas abundantes no Cerrado, o que evidencia a importância da manutenção da vegetação nativa não perturbada para conservar as espécies de árvores pouco abundantes.

As estimativas de biomassa e a partição entre seus diversos componentes e diversidade aqui apresentadas estabelecem uma sólida e detalhada linha de base de biomassa e diversidade que a paisagem pode acumular. Isso reduz as incertezas nas estimativas de carbono e outros serviços ecossistêmicos nos usos da terra. Adicionalmente, os resultados contribuem para subsidiar a tomada de decisões para a estratégia de conservação, visando obter múltiplos benefícios como proteção da biodiversidade, estoques de carbono, produção de alimentos, resiliência e meios de vida.

Os resultados aqui apresentados, junto a outros estudos desenvolvidos na região, devem servir de base para o planejamento no uso e manejo da RDS Nascentes Geraizeiras e da sua zona de amortecimento. Especialmente por se tratar de uma unidade de conservação que permite o uso antrópico, os resultados podem ser utilizados, junto a outros dados (e.g., solos, relevo, acesso etc.), para definir o planejamento de uso da terra. Isso é fundamental, porque biomassa, diversidade e estrutura da vegetação são cruciais para o monitoramento do uso em uma unidade de conservação que é explorada pelas comunidades locais. Além disso, a região onde está inserida a RDS apresenta alta biodiversidade e déficit hídrico. Estes aspectos ganham maior relevância ainda face às flutuações climáticas, o que demanda um manejo sustentável dos recursos naturais existentes.

5. Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, Eliza R. G. M. et al. Root biomass under stem bases and at different distances from trees. **Journal of Arid Environments**, v. 116, p. 82–88, 2015.

ALMEIDA, L. L. S. et al. Soil carbon and nitrogen stocks and the quality of soil organic matter under silvopastoral systems in the Brazilian Cerrado. **Soil and Tillage Research**, v. 205, n. August 2020, p. 104785, 2021.

ALVAREZ, F. et al. Tree species hyperdominance and rarity in the South American Cerrado. **Communications Biology**, v. 8, n. 1, 2025.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. Variações estruturais e florísticas do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Rev. Brasil. Biol**, 59(4) p. 663-678, 1998.

AZEVEDO, G. B. et al. Woody biomass accumulation in a Cerrado of Central Brazil monitored for 27 years after the implementation of silvicultural systems. **Forest Ecology and Management**, v. 455, 2020.

AZEVEDO, G. B. et al. Prognosis of aboveground woody biomass in a central Brazilian Cerrado monitored for 27 years after the implementation of management systems. **European Journal of Forest Research**, v. 141, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10342-021-01421-9>

AUSTECLÍNIO, L. F. N. et al. **Avaliação do comportamento animal e do conforto térmico em sistema silvipastoril e em monocultivo de pastagem para novilhas da raça girolanda em Mato Grosso**. Brasília-DF:Embrapa Silvicultura, 2019.

BANDEIRA., N. M.; CAMPOS. F. I. Bioma Cerrado: Relevância no cenário hídrico brasileiro. **IX Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente – SNCMA – III CIPEEX**, 2018.

BRASIL 2023. **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural-SICAR**. Disponível em: <https://consultapublica.car.gov.br/publico/geoservicos/index> , acesso em: 20 de maio de 2023.

BRASIL 2025a. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/areas-protegidas/sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao-da-natureza-snuc>, acesso em: 20 de maio de 2025.

BRASIL 2025b. **Decreto 4016, de 13 de outubro de 2014**. Cria a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, Brasília, DF, 14 out. 2014, Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Dsn/Dsn14016.htm, acesso em: 20 maio de 2025.

BENDITO, B. P. C.; CHAVES, H. M. L.; SCARIOT, A. Erosion and Sedimentation Processes in a Semi-Arid Basin of the Brazilian Savanna under Different Land Use, Climate Change, and Conservation Scenarios. **Water (Switzerland)**, v. 15, n. 3, 2023.

CERQUEIRA, M. C. **Estudo do Uso e Cobertura da Terra e Fragmentação da vegetação natural na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras no Norte de Minas Gerais, Brasil**. Orientador: MATRICARDI, E. A. T A. P.109. Dissertação de Mestrado-Ciências Florestais. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.

BISPO, P. C. et al. Overlooking vegetation loss outside forests imperils the Brazilian Cerrado and other non-forest biomes. **Nature Ecology and Evolution** Nature Research, v. 8, p. 12–13, 2024.

CARVALHO, G. **Flora: Tools for Interacting with the Brazilian Flora**, 2020. R package, version 0.3.8, disponível em: <https://github.com/gustavobio/flora>.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G.; BREWER, J.S. The root to shoot ratio of trees from open- and closed-canopy cerrado in south-eastern Brazil. **Plant Ecology and Diversity**, v. 5, n. 3, p. 333–343, 2012.

FREITAS, W. K.; 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.

FELFILI J. M.; CARVALHO F. A.; HAIDAR F. R. Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal. **Universidade de Brasília**, p. 1–55, 2005.

FIDELIS, A.; LYRA, M. F. S.; PIVELLO, V. R. Above- and below-ground biomass and carbon dynamics in Brazilian Cerrado wet grasslands. **Journal of Vegetation Science**, v. 24, n. 2, p.356-364, 2013.

FRANÇOSO, R. D. et al. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza e Conservação**, v. 13, n. 1, p. 35–40, 2015.

GIROLDO, A. B.; SCARIOT, A. Land use and management affects the demography and conservation of an intensively harvested Cerrado fruit tree species. **Biological Conservation**, v. 191, p. 150–158, 2015.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <https://www.gov.br/inmet/>. Acesso em: 07 maio 2025.

LIMA, I. L. P.; ALEXIADES, M. N.; SCARIOT, A. Livestock Management Within a Traditional Agrosilvopastoral System in Northern Minas Gerais, Brazil: A Model for Reconciling Livelihoods and Conservation at a Time of Environmental Change. **Human Ecology**, v. 50, n. 1, p. 183–193, 2022.

LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A.; GIROLDO, A. B. Impacts of the implementation of silvopastoral systems on biodiversity of native plants in a traditional community in the Brazilian Savanna. **Agroforestry Systems**, v. 91, n. 6, p. 1069–1078, 2017.

LIU, J. et al. Elevation, Soil and Environmental Factors Determine the Spatial and Quantitative Distribution of Qinghai Spruce Recruitment Biomass in Mountainous (Alpine) Watersheds. **Forests**, v. 15, n. 11, 2024.

LUIS, O. W. **Ecologia populacional e extrativismo de frutos de *Caryocar brasiliense* camb. No Cerrado no Norte de Minas Gerais**. Orientador: SCARIOT, A. 2009. P.87. Dissertação de Mestrado- Ciências Florestais. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2009.

LUSTZ, I. et al. Sustainable Harvest of Mangaba (*Hancornia speciosa*) Fruits in Northern Minas Gerais, Brazil. **Economic Botany**, v. 67, n. 3, p. 234–243, 2013.

MALECHA, A.; VALE, M. M.; MANES, S. Increasing Brazilian protected areas network is vital in a changing climate. **Biological Conservation**, v. 288, 2023.

MINAS GERAIS. **lei nº 20.308, de 27 de julho de 2012**, altera a Lei nº 10.883, de 2 de outubro de 1992, que declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no Estado de Minas Gerais, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), e a Lei nº 9.743, de 15 de dezembro de 1988, que declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo, Minas Gerais, 27 de jul. 2012, Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=36095>, acesso em: 20 de ago. 2025.

MORAIS, A.V. et al. Influence of diameter measuring height on the adjustment of volume and biomass equations of Cerrado in Minas Gerais. **Cerne**, v. 23 n. 1 p. 43-52, 2017.

MATAVELI, G. A. V. et al. Deforestation and land use and land cover changes in protected areas of the Brazilian Cerrado: impacts on the fire-driven emissions of fine particulate aerosols pollutants. **Remote Sensing Letters**, v. 12, n. 1, p. 79–92, 2021.

- MISTRY, J. et al. Indigenous fire management in the cerrado of Brazil: The case of the Krahô of Tocantins. **Human Ecology**, v. 33, n. 3, p. 365–386, 2005.
- MORAIS, V. A. et al. Distribuição espacial e vertical do carbono em serapilheira e subsolo em vegetação do cerrado brasileiro. **Cerne**, v. 23, n. 1, p. 43–52, 2017.
- MORANDI, P. S. et al. Tree diversity and above-ground biomass in the South America Cerrado biome and their conservation implications. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1519–1536, 2018.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. V. 403, n. 24, p. 853–858, 2000.
- NAKAI, T. et al. A comparison between various definitions of forest stand height and aerodynamic canopy height. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 150, n. 9, p. 1225–1233, 2010.
- ORTIZ-BURGOS, S. Shannon-Weaver Diversity Index. In: KENNISH, M. J. (Org.). **Encyclopedia of Estuaries**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2016. P. 572–573.
- OLIVEIRA, C.P. et al. Composição florística e estrutura de um cerrado sensu stricto no oeste da Bahia. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 545–552, 2015.
- OLIVEIRA, C. P. et al. Estimation of the aboveground biomass and carbon stocks in open Brazilian Savannah developed on sandy soils. **Carbon Balance and Management**, v. 14, n. 1, 2019.
- PEREIRA, K. M. G. et al. Protection status as determinant of carbon stock drivers in Cerrado sensu stricto. **Journal of Plant Ecology**, v. 13, n. 3, p. 361–368, 2020.
- MATIAS, R. A. M. **Modelagem da distribuição, densidade e potencial produtivo de espécies de interesse agroextrativista no bioma Cerrado**. Orientador: Rezende, A. V. p. 119. Tese de doutorado- Ciências Florestais. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2022.
- OLIVEIRA, G. M. V. **Densidade da madeira em Minas Gerais: amostragem, espacialização e relação com variáveis ambientais**. Orientador: Mello, J. M. p. 126. Tese de doutorado- Engenharia Florestal. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2014.

RÉJOU-MÉCHAIN M. et al. **BIOMASS: An R Package for estimating above-ground biomass and its uncertainty in tropical forests**. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(9), 1163-1167, 2027.

RIBEIRO, J. F.M.; B.W., Teles. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. Brasília-DF: Embrapa, 1998.

RIBEIRO, S. C. et al. Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 3, p. 491–499, 2011.

ROBERTO, R. L. **Densidade da madeira, biomassa aérea e estoque de carbono de árvores em três fitofisionomias da transição Cerrado-Amazônia, Brasil**. Orientador: Marimon, B. S. p. 52. Dissertação de mestrado- Ecologia e Conservação. Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina-MT, 2014.

ROQUETTE, J. G. Distribution of biomass in cerrado and its importance for carbon storage. **Ciencia Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1350–1363, 2018.

RSTUDIO TEAM. *Rstudio: Integrated Development Environment for R*. Boston, MA: Rstudio, PBC, 2023. Disponível em: <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>, Acesso em: 20 maio 2025.

SEVILHA, A. C. et al. Projeto Bem Diverso Sustenta e Inova: integrando conservação e uso sustentável da biodiversidade às práticas produtivas de produtos florestais não madeireiros e sistemas agroflorestais em paisagens florestais de múltiplo uso e alto valor de conservação. Projeto Bem Diverso–Embrapa/Pnud/GEF, Brasília, DF, 2021. Disponível em: <http://www.bemdiverso.org.br/>, Acesso em: 07 maio 2025.

SILVA, A. C. F. et al. Teores de carbono em espécies florestais da Caatinga. **Ciencia Florestal**. V. 32, n. 1, p. 71-85, 2022.

SILVA, C. J. **Densidade básica e potencial energético de espécies lenhosas do Cerrado do Estado do Tocantins**. Orientador: Vale, A. T. p. 66. Tese de doutorado- Ciências Florestais. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2014.

SILVA, M. S. F.; ANUNCIAÇÃO, V. S.; ARAÚJO, H. M. Desafios na gestão ambiental participativa em unidades de conservação, Brasil. **Revista Geografar**. V.15, n.1, p.195-219, 2020.

SIMON, M. F. et al. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Pnas**. V. 106, n. 48, p. 20359-20364, 2009.

SOUCHIE, F. F. et al. Post-fire resprouting strategies of woody vegetation in the Brazilian savanna. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, n. 2, p. 260–266, 2017.

Stevens, P. F. (2001 onwards). **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 14, July 2017, disponível em: <https://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html>, acesso em: 20 de maio de 2025.

KULMANN, M. S. S. et al. Soil physical-chemical aspects influence the fine roots parameters of *Pinus elliottii* Engelm. Stands in southern Brazil. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 50, 2022.

TERRA, M. C. N. S. et al. The inverted forest: Aboveground and notably large belowground carbon stocks and their drivers in Brazilian savannas. **Science of the Total Environment**, v. 867, n. July 2022, 2023.

TERRA, M. C. N. S. et al. Tree species dominance in neotropical savanna aboveground biomass and productivity. **Forest Ecology and Management**, v. 496, 2021.

VAN WAGNER, C. E. Practical aspects of the line intersect method. **Petawawa National Forestry Institute**, 1982.

VOURLITIS, G. L. et al. Diversity-productivity relationships of savanna ecosystems in the Cerrado-Pantanal transition of southern Mato Grosso, Brazil. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 7, p. 13, 2024.

VOURLITIS, G.L. et al. Spatial and Temporal Variations in Aboveground Woody Carbon Storage for Cerrado Forests and Woodlands of Mato Grosso. **JGR Biogeosciences**, v.124, p. 3252-3268, 2019.

ZHOU, Y. et al. Limited increases in savanna carbon stocks over decades of fire suppression. **Nature**, v. 603, n. 7901, p. 445–449, 2022.

6. Anexos:

Tabela 1- Descrição das espécies do componente arbóreo, amostradas nos usos e coberturas da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, no Norte de Minas Gerais, cuja densidade da madeira foi obtida alternativamente na literatura, bem como as respectivas fontes dos valores de densidade. ρ = Densidade básica da madeira (gramas por cm^3).

Espécie	Família	P	Precisão	Referência
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	Annonaceae	0.47	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Callisthene major</i> Mart.	Vochysiaceae	0.61	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	0.59	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	0.58	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Boraginaceae	0.57	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	Rubiaceae	0.58	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Fabaceae	0.62	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.	Erythroxylaceae	0.71	Espécie	SILVA, 2014
<i>Erythroxylum nummularium</i> Peyr.	Erythroxylaceae	0.78	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	Nyctaginaceae	0.46	Espécie	ROBERTO, 2014
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Fabaceae	0.68	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Euphorbiaceae	0.61	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Metrodorea mollis</i> Taub.	Rutaceae	0.82	Espécie	SILVA et al., 2022
<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	Fabaceae	1.07	Espécie	SILVA et al., 2022
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	Combretaceae	0.69	Espécie	ROBERTO, 2014
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	0.74	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Proteaceae	0.73	Espécie	ROBERTO, 2014
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	Celastraceae	0.68	Espécie	OLIVEIRA, 2014
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Sapotaceae	0.74	Espécie	OLIVEIRA, 2014

Tabela 2- Composição florística, Parâmetros fitossociológicos e variáveis dendrométricas da vegetação em diferentes usos e coberturas da terra por parcela na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade (Den) de indivíduos; área basal (ab) em m^2 ; diâmetro médio quadrático (q) em cm; altura mínima (h min); altura máxima (h máx) em m; altura média (h med) em m; Diâmetro à altura do peito mínimo (DAP min) em cm; Diâmetro à altura do peito máximo (DAP máx) em cm; e índice de Shannon (H'). CAR: Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagem Com Árvores e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.*

Parcelas	Usos da terra	Variáveis											
		Família	Gênero	Espécies	Den	ab	q	h min.	H máx.	h med.	DAP min.	DAP máx.	H'
1	CAR	2	4	4	16	0.1	7.9	3.5	6	5.1	5	17.6	1
2	CAR	9	12	12	24	0.1	7.3	2.8	6	4.2	5	12	2.2
3	CAR	8	10	10	30	0.1	7.3	3	6.5	4.9	5	13	1.7
4	CAR	3	6	7	12	0.1	7.4	3	6.5	4.6	5.2	13.6	1.9
5	CAR	5	7	7	24	0.1	6.9	4	7	5.9	5	9.4	1.6
6	CAR	4	4	4	28	0.1	7.5	2.5	6.5	5.4	5	12.3	0.7
7	CSS	9	10	11	22	0.5	16.9	1.1	8	3.5	5	44.4	2.2
8	CSS	13	17	18	154	1.1	9.6	1.5	6	3.2	5	40.7	2.4
9	CSS	8	10	11	55	0.3	9	0.5	4	2.3	5	18.9	1.7
10	CSS	6	14	14	131	0.5	7.2	1.15	5	2.5	5	15.3	1.5
11	CSS	10	14	14	103	0.7	9.1	1	5.1	2.6	5	19.7	1.4
12	CSS	12	17	18	89	0.8	10.8	1	9	4.1	5	31.6	2.3
13	CSS	8	12	12	68	0.5	9.5	1.9	8	3.3	5.1	22.6	2
14	CSS	7	10	10	63	0.7	12.2	1.5	10	4.2	5	36.7	1.6

Parcelas	Usos da terra	Variáveis											
		Família	Gênero	Espécies	Den	ab	q	h min.	H máx.	h med.	DAP min.	DAP máx.	H'
15	CSS	7	11	12	35	0.2	8	1.7	5.3	2.7	5	12.1	2
16	CSS	11	14	15	63	1.1	15	1.8	7.5	4.3	5	31	2.4
17	CSS	9	9	9	39	0.4	11.1	0.8	5.5	3	5	29.6	1.9
18	CSS	6	11	11	66	0.3	7.8	1.6	5.1	3.1	5.1	16.4	2
19	CSS	10	15	16	80	0.4	8.4	1.5	5.2	2.6	5	23.7	1.9
20	CSS	10	13	13	120	1.6	12.9	0.9	6.8	3.8	5	76	1.9
21	PCA	3	4	4	17	0.9	25.5	6.85	12	8.9	10.5	43	1.2
22	PCA	8	10	12	88	2.3	18.1	3.5	14.5	7.2	5	78	1.7
23	PCA	17	21	23	145	1.9	12.9	1.8	11	5.4	5	50	2.4
24	PCA	11	17	18	101	0.8	9.9	2.5	11	5.2	5	27.7	2.1
25	PCA	14	25	29	223	4	15.1	2.7	14	6	5	52	2.7
26	REG-EUCA	11	15	17	127	2.6	16	0.5	7	3.2	5	40.2	2.1
27	REG-EUCA	12	13	13	42	0.3	9	0.4	5.1	2.4	5.1	23.2	2.4
28	REG-EUCA	6	8	8	47	0.2	7.9	1	3.8	2.4	5.1	11.9	1.6
29	REG-EUCA	7	7	7	43	0.6	12.9	1	6.3	3.8	5.2	26.5	1.5
30	REG-EUCA	9	9	9	39	0.4	11.1	0.8	5.5	3	5	29.6	1.9
31	REG-EUCA	7	9	9	19	0.1	9.9	3.54	15.5	6.3	5	23.5	1.9

Tabela 3- Parâmetros fitossociológicos das espécies da vegetação lenhosa em áreas de Carrasco (CAR), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (FA); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V).

Espécie	DA (ind ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg ha ⁻¹)	V (M ³ ha ⁻¹)
<i>Pseudopiptadenia brenanii</i> G.P.Lewis & M.P.Lima	550	27.5	2.28	26.49	75	13.6	22.5	4.10	6.08
<i>Callisthene major</i> Mart.	575	28.75	2.49	28.87	25	4.5	20.7	3.96	6.46
<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	100	5	0.27	3.15	50	9.1	5.7	0.50	0.54
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	125	6.25	0.33	3.85	25	4.5	4.9	0.41	0.66
<i>Roupala montana</i> Aubl.	75	3.75	0.29	3.38	50	9.1	5.4	0.40	0.64
<i>Mimosa gemmulata</i> Barneby	25	1.25	0.09	1.02	25	4.5	2.3	0.14	0.17
<i>Nectandra nitidula</i> Nees	100	5	0.49	5.71	25	4.5	5.1	0.77	1.37
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	100	5	0.41	4.76	50	9.1	6.3	0.56	0.96
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	75	3.75	0.84	9.72	25	4.5	6.0	1.79	2.85
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	50	2.5	0.41	4.73	25	4.5	3.9	0.84	1.21
<i>Senegalia globosa</i> (Bocage & Miotto) L.P.Queiroz	50	2.5	0.14	1.58	25	4.5	2.9	0.31	0.29
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	50	2.5	0.22	2.50	25	4.5	3.2	0.39	0.56
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	25	1.25	0.15	1.72	25	4.5	2.5	0.20	0.35
<i>Swartzia parvipetala</i> (R.S.Cowan) Mansano	25	1.25	0.05	0.57	25	4.5	2.1	0.07	0.09
<i>Manihot caerulea</i> Pohl	25	1.25	0.06	0.69	25	4.5	2.2	0.07	0.11
<i>Byrsonima bauhinia</i>	25	1.25	0.06	0.69	25	4.5	2.2	0.06	0.09
<i>Eriotheca parvifolia</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	25	1.25	0.05	0.57	25	4.5	2.1	0.03	0.07
Total	2000	100	8.62	100	550	100	100	14.60	22.51

Tabela 4- Parâmetros fitossociológicos das espécies da vegetação lenhosa em áreas de Cerrado *sensu stricto* (CSS), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (F); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V).

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg.ha ⁻¹)	V (M ³ .ha ⁻¹)
		(%)		(%)					
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	137	17.8	0.64	11.21	70	5.263	11.4	1.003	1.356
<i>Terminalia fagifolia</i> Mart.	82	10.6	0.83	14.69	50	3.759	9.7	2.365	3.321
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	95	12.3	0.65	11.34	60	4.511	9.4	1.051	1.582
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	65	8.4	0.49	8.73	70	5.263	7.5	0.904	1.369
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	59	7.7	0.55	9.56	40	3.008	6.7	1.024	1.776
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	27	3.5	0.66	11.61	50	3.759	6.3	1.839	3.283
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	42	5.4	0.24	4.21	50	3.759	4.5	0.424	0.573
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	22	2.9	0.12	2.07	80	6.015	3.6	0.167	0.298
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	27	3.5	0.22	3.76	40	3.008	3.4	0.495	0.708
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	19	2.5	0.22	3.89	40	3.008	3.1	0.520	0.764
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	25	3.2	0.13	2.24	40	3.008	2.8	0.200	0.284
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	11	1.4	0.10	1.78	50	3.759	2.3	0.216	0.314
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	18	2.3	0.07	1.15	40	3.008	2.2	0.067	0.098
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	6	0.8	0.16	2.87	30	2.256	2.0	0.470	0.873
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	11	1.4	0.07	1.17	40	3.008	1.9	0.127	0.159
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. & Zucc.	12	1.6	0.04	0.68	40	3.008	1.7	0.042	0.061
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	15	1.9	0.04	0.68	30	2.256	1.6	0.037	0.051
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	15	1.9	0.06	1.03	20	1.504	1.5	0.077	0.110
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	4	0.5	0.04	0.71	30	2.256	1.2	0.059	0.091
<i>Senna cana</i> (Nees & Mart.) H.S.Irwin & Barneby	9	1.2	0.03	0.47	20	1.504	1.0	0.032	0.053
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	3	0.4	0.01	0.24	30	2.256	1.0	0.015	0.030
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	4	0.5	0.03	0.48	20	1.504	0.8	0.033	0.069
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	5	0.6	0.01	0.20	20	1.504	0.8	0.014	0.019
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	3	0.4	0.02	0.25	20	1.504	0.7	0.022	0.029
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	3	0.4	0.01	0.21	20	1.504	0.7	0.019	0.027
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	3	0.4	0.01	0.18	20	1.504	0.7	0.016	0.018

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg.ha ⁻¹)	V (M ³ .ha ⁻¹)
<i>Moquiniastrium blanchetianum</i> (DC.) G. Sancho	3	0.4	0.01	0.18	20	1.504	0.7	0.010	0.015
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	3	0.4	0.052	0.91	10	0.752	0.7	0.047	0.140
<i>Didymopanax macrocarpus</i> (Cham. & Schltdl.) Seem.	2	0.3	0.006	0.10	20	1.504	0.6	0.006	0.010
<i>Aspidosperma macrocarpum</i> Mart.	2	0.3	0.005	0.08	20	1.504	0.6	0.005	0.007
<i>Annona coriacea</i> Mart.	2	0.3	0.004	0.08	20	1.504	0.6	0.004	0.006
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	3	0.4	0.030	0.53	10	0.752	0.6	0.042	0.076
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	3	0.4	0.020	0.35	10	0.752	0.5	0.027	0.052
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	3	0.4	0.011	0.19	10	0.752	0.4	0.012	0.021
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	3	0.4	0.009	0.17	10	0.752	0.4	0.009	0.015
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	2	0.3	0.016	0.28	10	0.752	0.4	0.021	0.031
<i>Chomelia ribesioides</i> Benth. ex A.Gray	3	0.4	0.008	0.15	10	0.752	0.4	0.007	0.013
<i>Enterolobium gummiiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	2	0.3	0.013	0.23	10	0.752	0.4	0.015	0.032
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	2	0.3	0.011	0.20	10	0.752	0.4	0.021	0.029
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	2	0.3	0.008	0.13	10	0.752	0.4	0.011	0.013
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	2	0.3	0.006	0.10	10	0.752	0.4	0.004	0.009
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	1	0.1	0.012	0.21	10	0.752	0.4	0.024	0.035
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	1	0.1	0.006	0.11	10	0.752	0.3	0.005	0.012
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	1	0.1	0.006	0.10	10	0.752	0.3	0.004	0.011
<i>Kyelmeiera petiolare</i>	1	0.1	0.005	0.08	10	0.752	0.3	0.005	0.009
<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	0.1	0.004	0.07	10	0.752	0.3	0.005	0.006
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	1	0.1	0.003	0.05	10	0.752	0.3	0.003	0.005
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	1	0.1	0.003	0.05	10	0.752	0.3	0.001	0.002
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	0.1	0.003	0.05	10	0.752	0.3	0.002	0.004
<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.	1	0.1	0.003	0.04	10	0.752	0.3	0.002	0.004

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg.ha ⁻¹)	V (M ³ .ha ⁻¹)
<i>Senegalia globosa</i> (Bocage & Miotto)									
L.P.Queiroz	1	0.1	0.002	0.04	10	0.752	0.3	0.004	0.004
<i>Senegalia langsdorffii</i> (Benth.) Seigler & Ebinger	1	0.1	0.002	0.04	10	0.752	0.3	0.004	0.003
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	1	0.1	0.002	0.04	10	0.752	0.3	0.002	0.003
Total	771	100	5.7	100	1330	100	100	11.54	17.89

Tabela 5- Parâmetros fitossociológicos das espécies da vegetação lenhosa em áreas de Regeneração Natural (REG-EUCA) outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp*, na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (FA); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V).

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR(%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg ha ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	116	30.5	1.007	31.80	100	11	24.4	2.186	3.292
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	48	12.6	1.183	37.33	80	9	19.6	2.711	4.842
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	42	11.1	0.273	8.61	80	9	9.5	0.453	0.612
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	42	11.1	0.170	5.37	80	9	8.4	0.174	0.255
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. & Zucc.	18	4.7	0.044	1.38	60	7	4.2	0.040	0.059
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	10	2.6	0.058	1.84	40	4	2.9	0.070	0.125
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	8	2.1	0.019	0.60	40	4	2.3	0.023	0.032
<i>Eucalyptus spp</i>	14	3.7	0.035	1.10	20	2	2.3	0.070	0.084
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	8	2.1	0.049	1.56	20	2	1.9	0.078	0.101
<i>Zanthoxylum stelligerum</i> Turcz.	4	1.1	0.010	0.32	40	4	1.9	0.009	0.015
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	2	0.5	0.087	2.74	20	2	1.8	0.428	0.648
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	8	2.1	0.026	0.81	20	2	1.7	0.027	0.037
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	8	2.1	0.025	0.79	20	2	1.7	0.030	0.035
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	8	2.1	0.021	0.67	20	2	1.7	0.017	0.033
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	6	1.6	0.022	0.68	20	2	1.5	0.031	0.045
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	6	1.6	0.020	0.64	20	2	1.5	0.014	0.031
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	6	1.6	0.017	0.55	20	2	1.4	0.015	0.024

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR(%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg ha ⁻¹)	V (m ³ ha ⁻¹)
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	4	1.1	0.031	0.99	20	2	1.4	0.051	0.073
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4	1.1	0.011	0.34	20	2	1.2	0.010	0.016
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	2	0.5	0.012	0.38	20	2	1.0	0.021	0.031
<i>Handroanthus ochro.</i>	2	0.5	0.012	0.37	20	2	1.0	0.021	0.027
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	2	0.5	0.010	0.33	20	2	1.0	0.015	0.024
<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	2	0.5	0.005	0.14	20	2	0.9	0.005	0.007
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	2	0.5	0.005	0.14	20	2	0.9	0.003	0.006
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	2	0.5	0.005	0.14	20	2	0.9	0.004	0.005
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	2	0.5	0.004	0.13	20	2	0.9	0.002	0.004
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	2	0.5	0.004	0.13	20	2	0.9	0.003	0.005
<i>Bpsimun gaudichaudi</i>	2	0.5	0.004	0.12	20	2	0.9	0.005	0.007
Total	380	100	3.17	100		100	100	6.51	10.47

Tabela 6- Parâmetros fitossociológicos das espécies do componente lenhoso em áreas de pastagem com árvores (PCA), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e na sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. Densidade Absoluta (DA); Densidade Relativa (DR); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Frequência Absoluta (FA); Índice de Valor de Importância (IVI); Biomassa (B) e Volume (V).

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg.ha ⁻¹)	V (M ³ .ha ⁻¹)
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	3.7	9.3	0.1173	16.02	25	1.6	9	0.39	0.70
<i>Terminalia glabrescens</i> Mart.	4.8	12.1	0.0675	9.22	75	4.8	9	0.28	0.44
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	4.6	11.7	0.0191	2.61	50	3.2	6	0.04	0.06
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	0.3	0.7	0.0944	12.89	25	1.6	5	0.72	1.28
<i>Mangifera indica</i> L.	0.6	1.4	0.0682	9.32	50	3.2	5	0.36	0.71
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	2.6	6.5	0.0384	5.24	25	1.6	4	0.23	0.25
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	2.4	6.1	0.0272	3.71	25	1.6	4	0.09	0.16
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	1.7	4.2	0.0270	3.68	50	3.2	4	0.10	0.17
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	2.6	6.5	0.0198	2.71	25	1.6	4	0.06	0.10

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg.ha ⁻¹)	V (M ³ .ha ⁻¹)
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	1.6	4.0	0.0080	1.09	75	4.8	3	0.03	0.04
<i>Vernonanthura mariana</i> (Mart. ex Baker) H.Rob.	1.9	4.9	0.0132	1.81	25	1.6	3	0.04	0.07
<i>Zeyheria tuberculosa</i> Mart.	0.7	1.9	0.0338	4.62	25	1.6	3	0.24	0.32
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	0.7	1.9	0.0074	1.02	75	4.8	3	0.03	0.04
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	0.5	1.2	0.0213	2.91	50	3.2	2	0.18	0.21
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	1.4	3.5	0.0136	1.85	25	1.6	2	0.05	0.07
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	0.6	1.4	0.0042	0.57	75	4.8	2	0.01	0.02
<i>Inga edulis</i> Mart.	0.5	1.2	0.0251	3.43	25	1.6	2	0.12	0.20
<i>Terminalia argentea</i> Mart. & Zucc.	0.8	2.1	0.0060	0.82	50	3.2	2	0.02	0.03
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	0.4	0.9	0.0139	1.90	25	1.6	1	0.08	0.10
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	0.1	0.2	0.0181	2.47	25	1.6	1	0.08	0.19
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	0.3	0.7	0.0025	0.34	50	3.2	1	0.01	0.01
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	0.7	1.9	0.0055	0.76	25	1.6	1	0.01	0.03
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	0.3	0.7	0.0024	0.33	50	3.2	1	0.01	0.01
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	0.2	0.5	0.0151	2.06	25	1.6	1	0.14	0.16
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	0.6	1.4	0.0047	0.65	25	1.6	1	0.02	0.02
<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	0.1	0.2	0.0124	1.70	25	1.6	1	0.04	0.08
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	0.5	1.2	0.0050	0.69	25	1.6	1	0.02	0.03
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0.5	1.2	0.0041	0.56	25	1.6	1	0.01	0.02
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	0.1	0.2	0.0105	1.43	25	1.6	1	0.09	0.12
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	0.5	1.2	0.0026	0.36	25	1.6	1	0.01	0.01
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	0.2	0.5	0.0074	1.01	25	1.6	1	0.05	0.06
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0.5	1.2	0.0019	0.26	25	1.6	1	0.00	0.01
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	0.5	1.2	0.0017	0.24	25	1.6	1	0.00	0.01
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	0.4	0.9	0.0013	0.18	25	1.6	1	0.00	0.01
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	0.2	0.5	0.0035	0.48	25	1.6	1	0.01	0.02
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	0.3	0.7	0.0011	0.15	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	0.3	0.7	0.0011	0.15	25	1.6	1	0.00	0.00

Espécie	DA (arv ha ⁻¹)	DR (%)	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	FA (%)	FR (%)	IVI (%)	B (Mg.ha ⁻¹)	V (M ³ .ha ⁻¹)
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	0.3	0.7	0.0008	0.11	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Psidium guajava</i> L.	0.3	0.7	0.0006	0.08	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	0.2	0.5	0.0012	0.16	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	0.1	0.2	0.0009	0.13	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Eugenia florida</i> DC.	0.1	0.2	0.0008	0.11	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Aspidosperma</i> Mart. & Zucc.	0.1	0.2	0.0002	0.03	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	0.1	0.2	0.0002	0.03	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Cupania paniculata</i> Cambess.	0.1	0.2	0.0002	0.03	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	0.1	0.2	0.0002	0.03	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	0.1	0.2	0.0002	0.03	25	1.6	1	0.00	0.00
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	0.1	0.2	0.0002	0.03	25	1.6	1	0.00	0.00
Total	40	100	0.73	100	1575	100	100	4	6

Tabela 8- Valores de biomassa (Mg.ha⁻¹) dos diversos componentes em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras e sua zona de amortecimento, no Norte de Minas Gerais. CAR: Carrasco; CSS: Cerrado *sensu stricto*; PCA: Pastagem Com Árvores; PSA: Pastagem Sem Árvores, e REG-EUCA: Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.* e IQR: Intervalo Interquartil. Valores medianos seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (teste Dunn; p>0,05).

Componente	Uso da Terra	Mínimo	Máximo	Mediana	IQR
Lenhoso	CAR	13.56	20.96	15.87 ^a	3.86
Lenhoso	CSS	2.41	19.22	7.24 ^{ab}	6.97
Lenhoso	PCA	1.46	5.91	3.84 ^b	2.46
Lenhoso	REG-EUCA	3.00	13.28	4.66 ^b	3.10
Radicular	CAR	27.85	41.16	31.12 ^a	7.31
Radicular	CSS	10.20	42.04	19.71 ^{ab}	15.17
Radicular	PCA	3.23	12.86	7.01 ^b	7.64
Radicular	PSA	2.20	12.19	6.93 ^b	1.29
Radicular	REG-EUCA	2.94	25.50	8.78 ^{ab}	5.78
Serrapilheira	CAR	3.32	7.81	7.10 ^a	1.18
Serrapilheira	CSS	1.67	9.66	6.28 ^a	5.86
Serrapilheira	PCA	0.00	0.00	0.00 ^b	0.00
Serrapilheira	PSA	0.00	0.00	0.00 ^b	0.00
Serrapilheira	REG-EUCA	0.57	6.72	1.11 ^{ab}	4.27
Herbáceo	CAR	1.11	31.30	3.33 ^a	15.55
Herbáceo	CSS	3.45	18.25	12.68 ^a	7.52
Herbáceo	PCA	3.32	5.44	3.77 ^a	1.07
Herbáceo	PSA	2.75	5.32	4.36 ^a	1.26
Herbáceo	REG-EUCA	3.13	10.95	5.74 ^a	2.96
Necromassa	CAR	0.15	0.35	0.17 ^a	0.06
Necromassa	CSS	0.0010	0.006	0.004 ^{ab}	0.0030
Necromassa	PCA	0.0000	0.000	0.000 ^b	0.0000
Necromassa	PSA	0.0000	0.000	0.000 ^b	0.0000
Necromassa	REG-EUCA	0.0004	0.001	0.001 ^{ab}	0.0001

Tabela 9- Valores de biomassa (Mg.ha⁻¹) das camadas do solo em diferentes usos da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Nascentes Geraizeiras, no Norte de Minas Gerais. Carrasco (CAR); Cerrado *sensu stricto* (CSS); pastagem com árvores (PCA); pastagem sem árvores (PSA); e Regeneração Natural em áreas outrora utilizadas para o cultivo de *Eucalyptus spp.* (REG-EUCA); número de unidades amostrais (n); Intervalo Interquartil (IQR); Porcentagem média da biomassa da respectiva camada na biomassa total radicular (EQA). Valores medianos, dentro do mesmo uso da terra, seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente (teste Dunn; p>0,05).

Uso da Terra	Prof. (cm)	n	Mediana	IQR	Mínimo	Máximo	EQA
CAR	0-20	6	17.12 ^a	13.19	6.83	23.51	52
CAR	20-40	6	6.99 ^{ab}	4.16	3.81	9.78	23
CAR	40-60	6	2.94 ^b	0.94	2.08	5.50	12
CAR	60-80	6	1.99 ^b	1.07	0.94	4.76	8
CAR	80-100	6	1.48 ^b	0.17	1.30	3.23	6
CSS	0-20	13	8.82 ^a	6.36	2.73	36.87	51
CSS	20-40	13	4.41 ^{ab}	3.48	1.19	12.26	21
CSS	40-60	12	2.28 ^b	2.47	0.66	4.04	13

Uso da Terra	Prof. (cm)	n	Mediana	IQR	Mínimo	Máximo	EQA
CSS	60-80	11	1.56 ^b	1.00	0.91	2.93	9
CSS	80-100	11	0.87 ^b	0.80	0.13	3.92	7
PCA	0-20	5	4.35 ^a	2.81	1.54	7.43	55
PCA	20-40	5	2.11 ^{ab}	1.88	0.23	3.15	21
PCA	40-60	5	1.49 ^{ab}	1.38	0.11	2.52	14
PCA	60-80	5	0.29 ^b	0.14	0.15	0.77	5
PCA	80-100	5	0.28 ^b	0.15	0.13	0.67	5
PSA	0-20	5	5.86 ^a	4.31	1.55	11.27	87
PSA	20-40	5	0.26 ^{ab}	0.07	0.19	0.54	5
PSA	40-60	5	0.18 ^b	0.06	0.12	0.21	3
PSA	60-80	5	0.12 ^b	0.08	0.04	0.16	2
PSA	80-100	5	0.11 ^b	0.17	0.01	0.30	3
REG-EUCA	0-20	6	4.91 ^a	4.77	1.06	7.78	39
REG-EUCA	20-40	6	1.84 ^a	2.48	0.28	10.87	23
REG-EUCA	40-60	5	1.13 ^a	0.71	0.42	3.55	16
REG-EUCA	60-80	6	0.53 ^a	0.29	0.29	2.90	10
REG-EUCA	80-100	6	0.55 ^a	0.53	0.11	6.66	10