

FERNANDO DA COSTA BRITO LACERDA

FERNANDO DA COSTA BRITO LACERDA

ESTOQUES ATUAIS E FUTUROS DE CARBONO, NITROGÊNIO E
FÓSFORO DO SOLO NO CERRADO

**ESTOQUES ATUAIS E FUTUROS DE CARBONO, NITROGÊNIO E
FÓSFORO DO SOLO NO CERRADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Botânica,
para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

Tese apresentada a Universidade Federal de
Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Botânica,
para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

Andrezza Vianna Neri

Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Botânica

Orientador: João Augusto Alves Meira-Neto

Coordenador

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

Instituição bibliográfica

1. Mudanças climáticas. 2. Biomassa vegetal.

Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Biologia

Vegetal. Doutorado em Botânica. II. Título.

CDD 22 ed. 277.22

VIÇOSA

MINAS GERAIS – BRASIL

2019

ABSTRACT

LACERDA, Fernando da Costa Brito, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2019. **Present and future pools of soil Carbon, Nitrogen and Phosphorus in the Brazilian Cerrado.** Adviser: João Augusto Alves Meira Neto. Co-Advisers: Alexandra Rodríguez Pereiras and Jorge Durán Humia.

The Cerrado is considered the richest savannah in the world, which can be attributed to its great physiognomic variation. Soil fertility gradients have helped to explain the occurrence of these physiognomies, although there is still much to be understood, including the influence of different forms of limiting nutrients for the Cerrado. Associated with this climate models project that the central region of the Cerrado could suffer substantial reduction in precipitation in coming decades which may be influence its biogeochemical functioning. Therefore, this PhD. thesis is divided in three chapters that respectively have the following objectives: (i) Characterize the vegetation in the different Cerrado physiognomies, and to assess how it relates to soil N (total, of microbial biomass /MBN, of the dissolved organic matter/DON, and inorganic/ $\text{NH}_4\text{-N}$ e $\text{NO}_3\text{-N}$), P (total P) and C (total C) pools, as well as to the total phytomass (aboveground biomass, fine roots and litter production); (ii) to understand how soil N and P pools vary among seasons, and how they will be affected by forecasted changes in precipitation; and (iii) to describe the main growth patterns of the functional groups in Cerrado woody species (Leguminous species – LEG; Calcicole species – CAL; Other savanna species – OTR) and assess how they might be affected by forecasted reductions in precipitation. For this, we carried out a rainfall reduction experiment in Cerrado natural plots, simulating future climate change scenarios. The experiment was carried out specifically on three physiognomies: Dystrophic Cerradão (i.e. a closed forest; CFC), Cerrado *stricto sensu* Dense (i.e. dense cerrado; DC), and Cerrado *stricto sensu* (i.e. an open cerrado; OC). The N and P pools are important drivers for the Cerrado, having significant influence under phytomass production and, consequently, in the soil carbon stocks. The availability of the different nutrient pools varied among seasons, but the effect of the season was different for N (higher in the rainy season) and P (higher in the dry season) pools. OTR and CAL groups presented cumulative radial increment also lower in relation to the group LEG. The group LEG and OTR were not affected by the climatic seasonality, whereas CAL had its growth paralyzed during the dry season. The rain reduction treatment showed a greater efficiency in

simulating climate change scenarios in the OC physiognomy, and although it did not influence the soil nutrient pools, it caused a significant reduction in the growth of OTR trees. The reduction in tree growth described in our study may represent a major impact on the role of the Cerrado as a promoter of ecosystem services, especially those related to Carbon sequestration.

O Cerrado é considerado a savana mais rica do mundo, o que pode ser atribuído à sua grande variação fisionômica. Gradientes de fertilidade do solo têm ajudado a explicar a ocorrência dessas fisionomias, embora ainda haja muito a ser compreendido, inclusive sobre a influência das diferentes formas dos nutrientes limitantes para o Cerrado. Associado a isso modelos climáticos preveem que a região central do Cerrado poderá sofrer uma redução substancial na precipitação nas próximas décadas, o que pode influenciar no seu funcionamento biogeoquímico. Diante disso, essa tese de doutorado foi dividida em três capítulos que apresentam, respectivamente, os seguintes objetivos: (i) Caracterizar a vegetação em diferentes fisionomias do cerrado e avaliar como ele se relaciona com os estoques de nitrogênio (N total, da biomassa microbiana/MBN, da matéria orgânica dissolvida/DON, e inorgânico/ $\text{NH}_4\text{-N}$ e $\text{NO}_3\text{-N}$), fósforo (P total) e carbono (total C) do solo, bem como a fitomassa total (biomassa aérea, raízes finas e produção de serapilheira); (ii) entender como os estoques de N e P do solo variam entre as estações, e como eles serão afetados pelas mudanças previstas na precipitação; (iii) descrever os principais padrões de crescimento dos grupos funcionais de espécies arbóreas do Cerrado (espécies leguminosas – LEG; espécies Calcícolas – CAL; outras espécies savânicas – OTR) e avaliar como eles podem ser afetados pelas reduções previstas na precipitação. Para tal, realizamos um experimento de redução de chuvas em parcelas naturais do Cerrado, simulando cenários futuros de mudanças climáticas. O experimento foi realizado especificamente em três fisionomias: Cerrado *stricto sensu* (OC), Cerrado Ditrófico (CFC) e Cerrado *stricto sensu* Denso (DC). Os estoques de N e P são importantes modeladores do Cerrado, tendo influência significativa sob a produção de fitomassa e, conseqüentemente, nos estoques de carbono do solo. A disponibilidade dos nutrientes variou entre as estações, mas o efeito da estação foi diferente para o N (maior na estação chuvosa) e P (maior na estação seca). Os grupos OTR e CAL apresentaram menor incremento na biomassa acumulada em relação ao grupo LEG. Os grupos LEG e OTR não foram afetados pela manipulação climática, mas o grupo CAL teve seu

RESUMO

LACERDA, Fernando da Costa Brito, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2019. **Estoques atuais e futuros de Carbono, Nitrogênio e Fósforo do solo no Cerrado**. Orientador: João Augusto Alves Meira Neto. Coorientadores: Alexandra Rodríguez Pereiras e Jorge Durán Humia.

O Cerrado é considerado a savana mais rica do mundo, o que pode ser atribuído à sua grande variação fisionômica. Gradientes de fertilidade do solo têm ajudado a explicar a ocorrência dessas fisionomias, embora ainda haja muito a ser compreendido, inclusive sobre a influência das diferentes formas dos nutrientes limitantes para o Cerrado. Associado a isso modelos climáticos preveem que a região central do Cerrado poderá sofrer uma redução substancial na precipitação nas próximas décadas, o que pode influenciar no seu funcionamento biogeoquímico. Diante disso, essa tese de doutorado foi dividida em três capítulos que apresentam, respectivamente, os seguintes objetivos: (i) Caracterizar a vegetação em diferentes fisionomias do cerrado e avaliar como ela se relaciona com os estoques de nitrogênio (N total, da biomassa microbiana/MBN, da matéria orgânica dissolvida/DON, e inorgânico/ $\text{NH}_4\text{-N}$ e $\text{NO}_3\text{-N}$), fósforo (P total) e carbono (total C) do solo, bem como a fitomassa total (biomassa aérea, raízes finas e produção de serapilheira); (ii) entender como os estoques de N e P do solo variam entre as estações, e como eles serão afetados pelas mudanças previstas na precipitação; (iii) descrever os principais padrões de crescimento dos grupos funcionais de espécies arbóreas do Cerrado (espécies leguminosas – LEG; espécies Calcícolas – CAL; outras espécies savânicas – OTR) e avaliar como eles podem ser afetados pelas reduções previstas na precipitação. Para tal, realizamos um experimento de redução de chuvas em parcelas naturais do Cerrado, simulando cenários futuros de mudanças climáticas. O experimento foi realizado especificamente em três fisionomias: Cerrado *stricto sensu* (OC), Cerradão Distrófico (CFC) e Cerrado *stricto sensu* Denso (DC). Os estoques de N e P são importantes modeladores do Cerrado, tendo influência significativa sob a produção de fitomassa e, conseqüentemente, nos estoques de carbono do solo. A disponibilidade dos nutrientes variou entre as estações, mas o efeito da estação foi diferente para o N (maior na estação chuvosa) e P (maior na estação seca). Os grupos OTR e CAL apresentaram menor incremento radial acumulado em relação ao grupo LEG. Os grupos LEG e OTR não foram afetados pela sazonalidade climática, mas o grupo CAL teve seu

crescimento paralisado durante a estação seca. O tratamento de redução de chuva demonstrou maior eficiência em simular os cenários de mudanças climáticas na fisionomia OC, e embora não tenha influenciado os estoques de nutrientes do solo, provocou uma redução significativa no crescimento das árvores do grupo OTR. A redução no crescimento das árvores descrita em nosso estudo pode representar um grande impacto no papel do Cerrado como promotor de serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados ao sequestro de carbono.

---The Cerrado landscape is composed of a mosaic of phytophysionomies varying from grassy areas to forested portions. According to Coutinho (2006, 1978), five phytophysionomies are identified in the Cerrado: one grassland (*Campo Limpo*), three savannas (*Campo Siga*, *Campo Cerrado* and *Cerrado stricto sensu*) and a woody vegetation (*Cerradão*). Among the probable explanatory factors for the occurrence of these phytophysionomies are precipitation, soil drainage, fertility and aluminum concentration, fire regime, and Quaternary climatic fluctuations. However, the drivers of the distribution of these physiognomies has not yet been fully elucidated (Assis et al., 2011; Eiten, 1972; Marimon Junior and Haridasan, 2005; Neri et al., 2013, 2012; Ribeiro and Walter, 2008). In any case, it is known that the occurrence of arboreal and shrub species - especially in the *Cerradão*, where there is dense and continuous canopy presence - implies greater biomass production and C stocks (Campos et al., 2006; Souza et al., 2010). This was investigated by De Castro and Kauffman (1998), who verified that the aboveground biomass stock can vary as much as from 21.9 Mg ha⁻¹ in the clean field to 77.9 Mg ha⁻¹ in the *Cerradão*.

The Cerrado, when compared to tropical forests, presents a lower reserve of C in the aboveground, but large stocks of organic C are stored in their soils (Batlle-Bayer et al., 2010). Some studies have shown that Cerrado soils could hold up to 90% of the total C of their ecosystems (Bustamante et al., 2012; Morais et al., 2013). The