

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**FLÁVIA CANTO DE CASTRO**

**CERRADO: CONHECIMENTO CIENTÍFICO E AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE**

**PATOS DE MINAS  
JUNHO 2023**

**FLÁVIA CANTO DE CASTRO**

**CERRADO: CONHECIMENTO CIENTÍFICO E AÇÕES PARA CONSERVAÇÃO  
DA BIODIVERSIDADE**

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

**Orientadora: Profa. Dra. Terezinha  
Aparecida Teixeira**

**PATOS DE MINAS**

**JUNHO 2023**

## **FLÁVIA CANTO DE CASTRO**

### **Cerrado: conhecimento científico e ações para conservação da biodiversidade**

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Terezinha Aparecida Teixeira – IBTEC – UFU  
Presidente

Prof. Dr. Aulus Estevão Anjos de Deus Barbosa – IBTEC – UFU  
Membro

Profa. Dra. Enyara Rezende Morais – IBTEC – UFU  
Membro

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa que se encontra no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) da Universidade Federal de Uberlândia.

Patos de Minas, 23 de junho de 2023.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais e toda a minha família, em especial minha mãe por me dar a oportunidade de cursar uma Universidade Federal. Agradeço a todas as amizades iniciadas pela graduação, tenho certeza de que terão sempre um lugar especial em meu coração. Gostaria de agradecer a minha orientadora, Terezinha Aparecida Teixeira, por me ensinar tudo o que sei sobre ciência e me mostrar a importância da conservação do Cerrado para a vida no planeta. Saiba que seus conhecimentos e suas lutas estarão acesas em mim para sempre. Por último um agradecimento a todo o corpo docente do curso de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia – campus Patos de Minas por continuar fazendo ciência e propagando conhecimento, mesmo com tantos impedimentos e intemperes, o investimento e o amor de vocês pela ciência e tecnologia jamais será esquecido.

A todos, meus agradecimentos.

## RESUMO

O Cerrado brasileiro ocupa 23 % do território, sendo o segundo maior bioma do Brasil, superado apenas pela Amazônia Legal. Aproximadamente 50 % de seu território já foi devastado. Sendo um *hotspots* de biodiversidade o Cerrado sofre com o desmatamento, ocasionado principalmente pelo avanço e incentivo à atividade agrícola e pecuária. No período de 2000 a 2014, houve um aumento de área agrícola no Cerrado de 87 %, sendo que 90 % (15,6 milhões de hectares) dessa área foi ocupada pela soja. Os incentivos fiscais governamentais ofertados a produtores, a falta de fiscalização pública e brechas no Código Florestal Brasileiro são causas da grande fragmentação e perda desse bioma. Por isso, o objetivo foi evidenciar os principais problemas causados pela expansão da fronteira agrícola no Cerrado, mostrar forma de plantio que preserve a biodiversidade, além de apresentar resultados de trabalhos científicos sobre as espécies do Cerrado e os eventos de promoção da troca de saberes sobre o bioma. A espécies do Cerrado não são amplamente conhecidas e utilizadas nos estados que o englobam, são ricas em nutrientes, possuem propriedades medicinais, são facilmente encontradas e a baixo custo. A pesquisa impulsiona a importância do consumo e uso das espécies do Cerrado, principalmente na indústria farmacêutica, mas também por toda população. Portanto, a promoção da troca de saberes entre a comunidade acadêmica e a sociedade civil deve ser incentivada por meio de eventos de extensão que possam estimular o consumo dessas espécies na dieta diária da população. O desmatamento no Cerrado cresceu exponencialmente entre 2001 e 2022 e os dados acompanham o avanço da fronteira agrícola, estando Goiás e Tocantins entre os principais estados produtores de soja e os primeiros no ranking de desmatamento. Com a diminuição das áreas de vegetação nativa e com o aumento da temperatura dos oceanos, os índices de CO<sub>2</sub> na atmosfera estão atingindo níveis alarmantes. O Brasil é o quarto país do mundo em emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, contribuindo com 5 % das emissões globais, e 70 % dessas emissões são devidas ao desmatamento seguido pela queima da biomassa para uso agrícola da terra. A análise da cobertura de biomassa acima do solo no Cerrado enfrenta diversos problemas devido à falta de fiscalização via satélite em tempo integral e foi evidenciado que a forma de manejo e de plantio, amplamente utilizada há milhares de anos, é a causa do aumento dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera e da diminuição da biodiversidade desse bioma.

**Palavras-chave:** Agricultura no Cerrado. Desmatamento. Fragmentação de bioma. Hotspots. Manejo do Cerrado.

## ABSTRACT

The Brazilian Cerrado occupies 23% of the country's territory, making it the second largest biome, surpassed only by the Legal Amazon. Approximately 50% of its territory has already been devastated. As a biodiversity hotspot, the Cerrado faces deforestation primarily driven by the expansion and promotion of agricultural and livestock activities. From 2000 to 2014, there was an 87% increase in agricultural land within the Cerrado, with 90% (15.6 million hectares) of this area being occupied by soybean cultivation. Government fiscal incentives provided to producers, lack of public oversight, and loopholes in the Brazilian Forest Code contribute to the extensive fragmentation and loss of this biome. The objective of this study is to highlight the main problems caused by the expansion of the agricultural frontier in the Cerrado, propose planting methods that preserve biodiversity, present scientific research results on Cerrado species, and explore knowledge-sharing events related to this biome. Cerrado species are not widely known and used in the states that encompass it, they are rich in nutrients, have medicinal properties, are easily found and at low cost. The research promotes the importance of consumption and use of Cerrado species, mainly in the pharmaceutical industry, but also by the entire population. Therefore, the promotion of the exchange of knowledge between the academic community and civil society should be encouraged through extension events that can encourage the consumption of these species in the daily diet of the population. Deforestation in the Cerrado has exponentially increased between 2001 and 2022, closely following the agricultural frontier's expansion. The states of Goiás and Tocantins are among the main soybean producers and are at the forefront of deforestation. With the reduction of native vegetation areas and the rising ocean temperatures, atmospheric CO<sub>2</sub> levels are reaching alarming rates. Brazil ranks fourth in the world in CO<sub>2</sub> emissions, contributing to 5% of global emissions, with 70% of these emissions attributed to deforestation and biomass burning for agricultural purposes. The analysis of above-ground biomass coverage in the Cerrado faces several challenges due to the lack of continuous satellite monitoring. It has been evident that the long-standing management and planting practices widely used in the Cerrado are contributing to increased atmospheric CO<sub>2</sub> levels and a decline in biodiversity in this biome. The findings of this study emphasize the urgent need for conservation efforts and sustainable land management practices in the Cerrado. Protecting the remaining native vegetation, implementing effective satellite surveillance systems, and promoting sustainable agricultural techniques are crucial steps towards mitigating deforestation, reducing CO<sub>2</sub> emissions, and preserving the unique biodiversity of this valuable biome.

**Key words:** Agriculture in the Cerrado. Biome fragmentation. Cerrado management. Hotspots. Logging.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAS: Biomassa acima do solo  
CAR: Cadastro Ambiental Rural  
COP21: 21ª Conferência das Partes  
FAO: *Food and Agriculture Organization* (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)  
GEEs: Gases de Efeito Estufa  
GWR: Regressão Geograficamente Ponderada  
ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
IES: Instituições de Ensino Superior  
IFG: Instituto Federal de Goiás  
IIC: Índice Integral de Conectividade  
INCRAF: *International Centre for Research in Agroforestry*  
iNDC: *intended Nationally Determined Contribution* (Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada)  
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
LDB: Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira  
LiDAR: *Light Detection and Ranging* (Detecção de Luz e Alcance)  
Matopiba: Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia  
MMA: Ministério do Meio Ambiente  
ONU: Organização das Nações Unidas  
Plano ABC: Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono  
PPCerrado: Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado  
SAFs: Sistemas Agroflorestais  
SAR: *Synthetic Aperture Radar* (Radar de Abertura Sintética)  
SENAR: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural  
SOC: Carbono Orgânico do Solo  
UFCAT: Universidade Federal de Catalão  
UFG: Universidade Federal de Goiás  
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais  
UFR: Universidade Federal de Rondonópolis  
UFU: Universidade Federal de Uberlândia  
UNESP: Universidade Estadual Paulista  
UNFCCC: *United Nations Framework Convention on Climate Change*  
UV: Ultravioleta  
VBP: Valor Bruto da Produção

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa do desmatamento, índice de desmatamento nos estados que compreendem o bioma Cerrado (Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Pará, Paraná, São Paulo e Distrito Federal) ....	11
<b>Figura 2</b> - Área desmatada do bioma Cerrado nos estados brasileiros .....	11
<b>Figura 3</b> - Uso da terra do bioma Cerrado entre anos de 2000 e 2017 .....	12
<b>Figura 4</b> - Região do Matopiba representada geograficamente .....	12
<b>Figura 5</b> - Equação fotossíntese .....	16
<b>Figura 6</b> - Espécies do Cerrado .....	26
<b>Figura 7</b> - Foto de divulgação do evento I Semana Integrada do Cerrado.....	27
<b>Figura 8</b> - Foto de divulgação do evento Semana do Cerrado na Estação Ecológica.....	28
<b>Figura 9</b> - Foto de divulgação do evento II Festival do Cerrado.....	29
<b>Figura 10</b> - Mostra científica do Evento Saberes e Sabores do Cerrado, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.....	30
<b>Figura 11</b> - Mostra de pratos com as espécies do Cerrado do evento Saberes e Sabores do Cerrado, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.....	31
<b>Figura 12</b> - Cartilha com informações sobre as espécies do Cerrado apresentadas durante o evento Saberes e Sabores do Cerrado, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.....	32
<b>Figura 13</b> - Foto de divulgação do evento Festival Águas do Cerrado.....	33
<b>Figura 14</b> - Foto de divulgação do evento II Semana Integrada do Cerrado.....	34
<b>Figura 15</b> - Sistema agroflorestal em forma de quintal agroflorestal. Localizado em Trairi, Ceará, Brasil.....	38

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	CERRADO: DESMATAMENTO E FRAGMENTAÇÃO DO HABITAT.....	10
3	CERRADO: QUEIMADAS, DESEQUILÍBRIO DO CICLO BIOGEOQUIMICO E AQUECIMENTO GLOBAL .....	15
4	CERRADO: CONHECIMENTO CIENTIFICO E AÇÕES DE CONSERVAÇÃO.....	18
	4.1 Conhecimento científico.....	19
	4.2 Eventos de Integração .....	25
	4.2.1 I Semana Integrada do Cerrado (IFG).....	27
	4.2.2 Semana do Cerrado na Estação Ecológica (UFMG – MG) .....	27
	4.2.3 II Festival do Cerrado .....	28
	4.2.4 Saberes e Sabores do Cerrado (UFU, Campus Patos de Minas) .....	30
	4.2.5 Festival Águas do Cerrado (UNESP, Campus Bauru) .....	32
	4.2.6 I, II e III Semana Integrada do Cerrado (UFCAT – GO) .....	33
	4.3 Preservação e restauração de ecossistemas.....	35
5	CONCLUSÃO .....	39
	REFERÊNCIAS .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é extenso, sendo o segundo maior bioma da América do Sul (SOTO BONI et al., 2022) e ocupando 23 % do território brasileiro, apenas superado pela Floresta Amazônica (RIBEIRO; WALTER, 2008). Entretanto, assim como o bioma amazônico, o Cerrado vem sendo devastado de forma gradativa e constante, cerca de 50 % de seu território total já foi devastado e substituído por pastagens ou plantações de monocultura (STRASSBURG et al., 2017; RODRIGUES et al., 2022). Esse desmatamento possui implicações diretas na perda da biodiversidade, mudança nos índices pluviométricos, aumento da temperatura do solo, local e terrestre (BUSTAMANTE et al., 2019) e aumento da temperatura noturna (HE et al., 2022). Essa desregulação gera problemas antropológicos como aumento de doenças cardiovasculares (KHRAISHAH et al., 2022) e outras patologias, além das consequências econômicas, pois, países que menos investem em preservação estão mais vulneráveis a sofrer os efeitos das mudanças climáticas (TOL, 2009).

O Cerrado brasileiro é considerado um *hotspots* da biodiversidade (MITTERMEIER et al., 1999). O termo foi criado por Norman Myers, que definiu como áreas biogeográficas de grande extensão que apresentam uma riqueza endêmica de biodiversidade e uma grande taxa de exploração de seus recursos naturais (MYERS, 1998; MYERS et al., 2000). Essa classificação teve como objetivo delimitar quais áreas/biomas necessitam prioridade na criação de medidas de conservação (REID, 1998), sendo definidos 25 hotspots pelo mundo. Além da biodiversidade, com mais de 4.800 espécies de plantas e animais, o Cerrado é a maior região fora da Amazônia a conter as maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Paraná, São Francisco e Araguaia – Tocantins), responsável por 43 % de águas superficiais do Brasil (STRASSBURG et al., 2017).

A savana brasileira (EITTEN, 1972) tem sofrido, desde os anos 70, com a expansão da nova fronteira agricultura (DE CASTRO et al., 2010). O Cerrado por ser um bioma majoritariamente plano e suave (FERREIRA et al., 2016) composto, em sua maioria, por regiões de latossolo (46 %) sofre com a expansão do plantio de monoculturas principalmente a soja, o algodão e a cana (JEPSON; BRANNSTROM; FILIPPI, 2010). Esse tipo de solo é pobre em nutrientes importantes, como nitrogênio, fósforo e potássio (NPK). Os solos tropicais, como os do Cerrado, apresentam boa estrutura, porém, alta acidez (RADA, 2013). O Cerrado apresenta uma sazonalidade acentuada, com verão chuvoso e inverno seco, caindo o índice de

precipitação no período de maio a setembro (FERREIRA et al., 2016). Para manter o nível de produção brasileira, é necessário um vasto investimento em cultivares modificados (desenvolvidos pela Embrapa e por universidades públicas no Brasil) e em técnicas de plantio (RADA, 2013). O Brasil é um dos três maiores países produtores de soja no mundo e na safra de 2022/23 foram colhidas 151,4 milhões de toneladas de soja (CONAB, 2023).

Da contribuição do Brasil para o aquecimento global, aproximadamente 70 % é devida ao desmatamento e às mudanças no uso da terra (RIGHI et al., 2023) e esse desmatamento teve como principal causa a expansão da agricultura. No período de 2000 a 2014, houve um aumento de área agrícola no Cerrado de 87 %, sendo que 90% (15,6 milhões de hectares) dessa área foi ocupada pela soja, o que representou na safra 2013/2014, mais da metade da soja cultivada no Brasil (CARNEIRO FILHO; COSTA, 2016).

A agricultura no Cerrado é marcada pelo uso de fertilizantes químicos e correções do solo, pois trata-se de solo ácido e de baixa fertilidade. Os solos ácidos são ricos em íons de hidrogênio e elementos como cálcio, magnésio, sódio e potássio são retidos pelos coloides do solo, que são substituídos por H<sup>+</sup>. Esse processo pode ocorrer de forma natural, como a lixiviação provocada pelas chuvas, ou por processos antrópicos, como o uso intensivo de fertilizantes à base de amônio, o cultivo contínuo sem insumos orgânicos ou rotação de culturas (WARNER et al., 2023).

O uso indevido do solo, o excesso no uso de fertilizantes, o aumento das queimadas e o aumento do desmatamento, são causas que afetam o Cerrado diariamente, transformando a realidade desse bioma tão rico em biodiversidade. Essas transformações sofridas no Cerrado trouxeram grandes danos ambientais a esse bioma, causando uma grande fragmentação de habitats naturais, extinção de espécies, perda da biodiversidade, erosão de solos, poluição de aquíferos, desequilíbrios no ciclo do carbono e modificações climáticas ocasionadas pelo aumento das queimadas (KLINK; MACHADO, 2005).

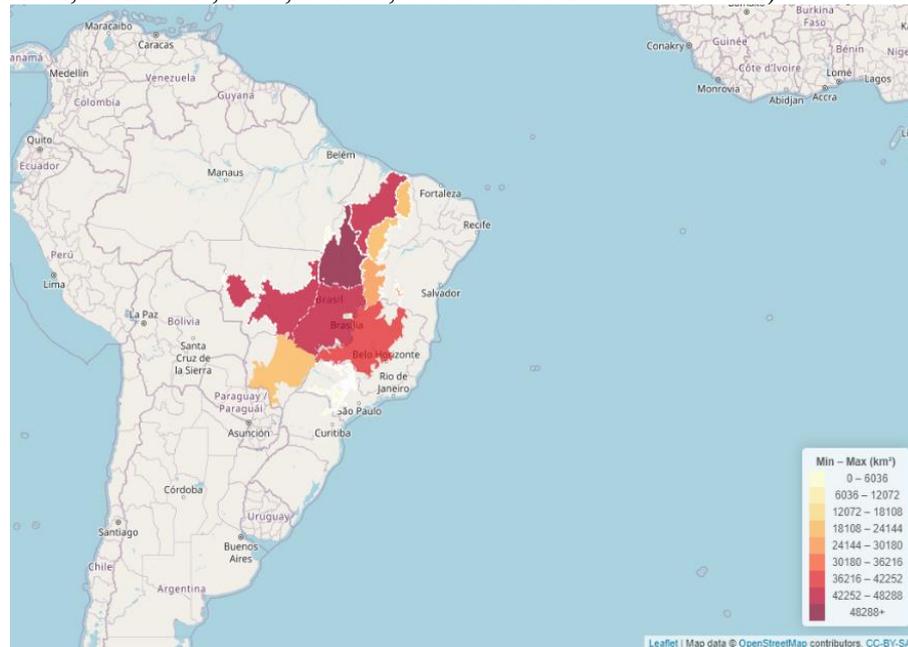
Por isso, o objetivo do presente estudo foi evidenciar os principais problemas causados pela expansão da fronteira agrícola no Cerrado, mostrar forma de plantio que preserve a biodiversidade, além de apresentar resultados de trabalhos científicos sobre as espécies do Cerrado e os eventos de promoção da troca de saberes sobre o bioma.

## **2 CERRADO: DESMATAMENTO E FRAGMENTAÇÃO DO HABITAT**

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o desmatamento no Cerrado cresceu exponencialmente entre 2001 a 2022 (Figura 1). O estado

que mais apresentou dados de desmatamento foi o estado do Tocantins, seguido pelos estados Goiás e Maranhão (Figura 2). Os dados de desmatamento do Cerrado acompanham o avanço da fronteira agrícola, estando Goiás e Tocantins entre os principais estados produtores de soja (ASSIS et al., 2019).

**Figura 1** - Mapa do desmatamento, com índice de desmatamento nos estados que compreendem o bioma Cerrado (Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Pará, Paraná, São Paulo e Distrito Federal).



Fonte: ASSIS et al., 2019. Atualizado: 28/04/2023. Acesso: 14/05/2023.

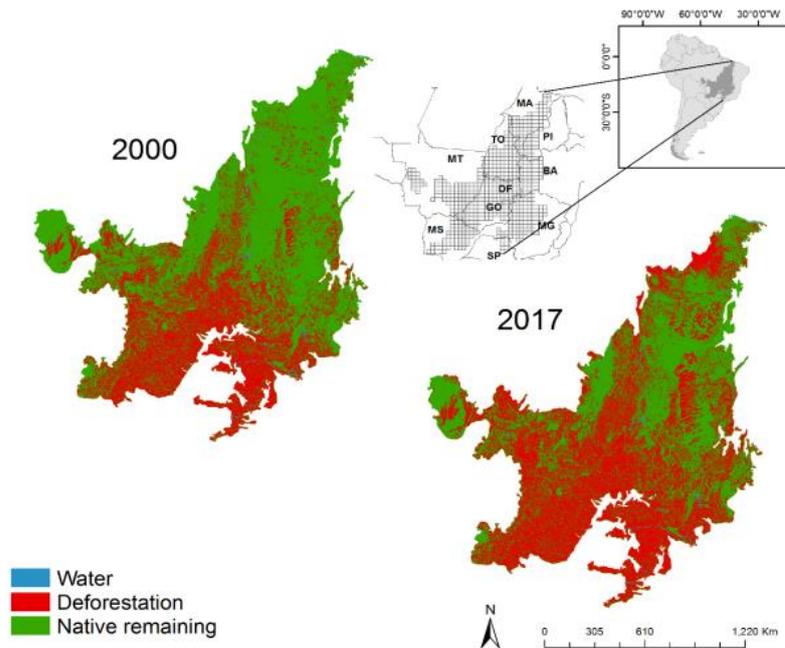
**Figura 2** - Área desmatada do bioma Cerrado nos estados brasileiros.



Fonte: ASSIS et al., 2019. Atualizado: 28/04/2023. Acesso: 14/05/2023.

Entre os anos de 2000 e 2017, 23 % do Cerrado foi desmatado e substituído por pastagens ou monoculturas (Figura 3), principalmente na região do Matopiba (BOLFE et al., 2016) (Figura 4), que compreende os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Esses estão entre os sete estados brasileiros com maior índice de desmatamento (ASSIS et al., 2019).

**Figura 3** - Uso da terra do bioma Cerrado entre anos de 2000 e 2017.



Legenda: Water (Água), Deforestation (Desmatamento), Native remaining (Floresta nativa remanescente) Fonte: Adaptado de GRANDE, 2019.

**Figura 4** - Região do Matopiba representada geograficamente.



Fonte: PAIXÃO, 2015.

Grande (2019) revelou que o Cerrado vem sofrendo um perigoso processo de homogeneização, perdendo suas áreas de vegetação nativa e diminuindo ainda mais as áreas de conectividade do bioma. Os dados de desmatamento são diferentes para as atividades de agricultura e pecuária. As áreas destinadas a pecuária apresentam mais vegetação nativa e conectividade e as áreas de plantio agrícola apresentam um valor significativamente maior no Índice Integral de Conectividade (IIC), evidenciando maior perda de áreas com paisagem nativa e aumento das áreas de fragmentos ecológicos.

Até o presente momento é possível constatar que o desmatamento com a finalidade agropecuária é um fator que vem sendo responsável pela transformação e supressão do Cerrado. O estudo de Trigueiro (2019) utilizando a metodologia de Regressão Geograficamente Ponderada (GWR) para calcular a relação entre o desmatamento e as variáveis preditoras, concluiu que a variável econômica (o crédito rural agrícola), as variáveis ambientais (vegetação nativa remanescente e precipitação média) e as variáveis físicas (média das distâncias entre desmatamento e rodovias e declividade média) apresentaram as maiores relações com o desmatamento. Ficou demonstrado também, que diferentes tipos de preditores têm relação com o desmatamento e que o mesmo preditor pode relacionar de forma diversa com o espaço. Portanto, há a necessidade de estabelecer políticas públicas individualizadas para as diferentes regiões considerando suas características biológicas, sociais, físicas, econômicas e outras.

De acordo com o trabalho de Trigueiro (2019) o Cerrado foi dividido nas regiões: Norte, Centro-Norte, Centro-Leste, Centro-Sudeste, Oeste e Matopiba. A região Norte do bioma está localizada nos estados do Maranhão e Piauí, com alta precipitação e topografia com baixa declividade. Esses fatores influenciam positivamente no avanço da atividade agrícola, entretanto, é uma região com baixa renda per capita com grande parte da população localizada em regiões rurais. O avanço da agricultura não foi expressivo nessa região devido à dificuldade de implementação de novas tecnologias de plantio, apresentando uma quantidade razoável de vegetação nativa, por isso a região apresenta uma preservação de 45 % do bioma ao longo dos seus municípios. A região Centro-Norte, conhecida como a região do “Bico do Papagaio”, localizada na divisa dos estados do Tocantins e Maranhão, apresenta uma preservação de porções fragmentadas do bioma e entre os anos de 2013 a 2017 1,3 milhão de hectares foram desmatadas.

A região Centro-Leste, que compreende os estados do Maranhão, Bahia, Piauí e Tocantins, é a região com maior índice de desmatamento até o ano de 2019. A topografia suave, o bom índice de precipitação e o aumento dos créditos fiscais pelos bancos oficiais na região, favoreceram o avanço da atividade agropecuária. Segundo Lumbreras e colaboradores (2015),

em 2010 essa região produziu 2,3 milhões de toneladas de grãos, enquanto para 2015 foram estimados 10 milhões. A região Centro-Sudeste, que está localizada nos estados de Goiás e Minas Gerais, a pecuária possui maior destaque por causa da topografia com maior declividade, maior suscetibilidade a erosões e dificuldade de implementação do maquinário agrícola, por isso são preferencialmente destinadas a pecuária. De acordo com dados oficiais do Governo de Goiás o estado ocupa o quinto lugar na classificação nacional do Valor Bruto da Produção (VBP) Agropecuária.

A região Oeste compreende os estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde a atividade agropecuária é intensa. Segundo o Serviço Florestal Brasileiro (2019), o estado do Mato Grosso possui mais de 29,5 milhões de hectares que precisam ser recuperadas. A região oeste e a região da Matopiba, já evidenciada como grande fronteira agrícola, são áreas de grande fragmentação ecológica ocasionadas pelo avanço da agropecuária. Matopiba recebeu em 2015 o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba, que contou com vários incentivos para o avanço da agropecuária incluindo créditos fiscais. O programa teve fim em 2015, porém, em 2018 iniciou-se o projeto Sistema de Inteligência Territorial Estratégica para o Matopiba (GeoMatopiba) que incentivou o aperfeiçoamento tecnológico e desenvolvimento para acesso mobile, além de crédito agrícola e maior incentivo a tecnologias agropecuárias (EMBRAPA TERRITORIAL, 2020).

O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) estabelece que se tenha pelo menos 35 % de área preservada determinada como Reserva Legal em propriedades destinadas a agricultura ou pecuária dentro do bioma Cerrado. De acordo com dados do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2020) cerca de 8,21 % do Cerrado está protegido em unidades de conservação ou Reservas Legais. Entretanto os resultados de estudos (SMITH et al., 2016; LANNES et al., 2016; LAHSEN; BUSTAMANTE; DALLA-NORA, 2016; METZGER et al., 2019; TRIGUEIRO, 2019; GRANDE, 2019) mostram, que esses números não são suficientes para garantir a conservação do Cerrado, tão pouco um bom índice de conectividade entre as paisagens. O código Florestal apresenta brechas, pois, as áreas demarcadas como Reserva Legal podem ser disfuncionais e desestruturadas, apresentando baixo índice de conectividade entre outras regiões do bioma e baixa biodiversidade de espécies. É preciso diminuir a fragmentação do bioma, para isso se faz necessário o incentivo aos órgãos de proteção e fiscalização, aumento da delimitação de áreas de reserva com menor distância e criação de um mapa de áreas prioritárias para restauração (SANO et al., 2019).

Os Órgãos de conservação são comuns e ocorrem em larga escala nas regiões da Amazônia Legal, entretanto, o Cerrado só recebeu essa atenção há poucos anos, devido a crença

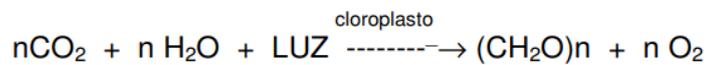
de que esse bioma tinha pouco valor e aos incentivos fiscais governamentais para a agropecuária, destacando-se como uma das mais importantes fronteiras agrícolas do mundo. Por isso, essas ações merecem destaque: Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado), Cadastro Ambiental Rural (CAR), Projeto de Monitoramento do Desmatamento no Cerrado por Satélite (PRODES Cerrado) e o sistema de alerta do Desmatamento em Tempo Real (DETER Cerrado). A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* - UNFCCC) estabeleceu na 21ª Conferência das Partes (COP21), em Paris, um novo acordo global para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) juntamente com o incentivo ao desenvolvimento sustentável (BRAZIL, 2016). O Brasil adotou como sua pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (*intended Nationally Determined Contribution* – iNDC) reduzir as emissões de GEEs em 37 % abaixo dos níveis de 2005 até 2025; reduzir as emissões de GEEs em 43 % abaixo dos níveis de 2005 até 2030. Nas metas para o setor agrícola, o governo brasileiro estabeleceu que pretende fortalecer e atualizar o Plano Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) e restaurar 20 milhões de hectares degradados pela atividade agropecuária até 2030 (DO CARMO et al., 2020; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2023).

As metas iNDC para o Brasil são ousadas, mas de grande importância e entre essas metas está a redução do desmatamento no bioma Cerrado. Conservar suas áreas e sua biodiversidade garantirá a sobrevivência de todos, não apenas no Brasil, mas em todo o planeta. O avanço da fronteira agrícola tem ocorrido de maneira constante devido a brechas no Código Florestal Brasileiro e incentivos fiscais governamentais. Com os números alarmantes evidenciados neste trabalho, podemos refletir sobre a necessidade de ações de conservação no intuito de desacelerar as estatísticas previstas para os próximos anos. Sendo assim, se faz necessário a criação de uma nova ideologia geopolítica baseada no entendimento da importância da preservação de biomas e das consequências ambientais que podemos sofrer ao longo dos próximos anos (COSTA, 2016). As mudanças precisam acontecer no âmbito social, político e ambiental, somente assim poderemos cumprir com as metas estabelecidas pelo Brasil em 2021.

### **3 CERRADO: QUEIMADAS, DESEQUILÍBRIO DO CICLO BIOGEOQUÍMICO E AQUECIMENTO GLOBAL**

O carbono é o quarto elemento mais abundante neste planeta e a base de todas as substâncias orgânicas, presente desde os combustíveis fósseis até o material genético. O ciclo global do carbono é formado por uma série de reações e processos, e a principal troca de carbono entre a terra e atmosfera ocorre com os processos de fotossíntese e respiração (TONELLO, 2007). A fotossíntese (Figura 5) é um processo natural da planta que foi a base para a evolução da vida na Terra, ela capta a energia solar (luz) e a transforma em energia química que será utilizada pela planta posteriormente, seguindo a equação:

**Figura 5** – Equação da fotossíntese.



Fonte: TAIZ; ZEIGER, 1998.

Já a respiração é um processo que possui como produto final a liberação de energia +  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , assim como o processo da combustão de matéria orgânica, que também libera na atmosfera dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e moléculas de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ). O  $\text{CO}_2$  é liberado na atmosfera em grandes quantidades quando observamos a ocorrência de ações antrópicas como a queima de combustíveis fósseis, emissão exacerbada de gases poluentes e incineração de matéria orgânica (biomassa vegetal, lixo, plástico). A queima da biomassa vegetal em sequência ao desmatamento com a finalidade de criar áreas para a agropecuária ocasiona a liberação de  $\text{CO}_2$  na atmosfera devido a queima da madeira. As moléculas de carbono são liberadas no ar, interagindo com  $\text{H}_2\text{O}$  (LETCHER, 2019), o balanço de carbono é feito pelos oceanos e pela cobertura vegetal do planeta (TONELLO, 2007) e o carbono orgânico do solo (SOC) é o responsável pelo equilíbrio entre os oceanos e a cobertura vegetal. O SOC vai depender do uso e do manejo da terra (ESCOLANO et al., 2018).

Com a diminuição das áreas de vegetação nativa e com o aumento da temperatura dos oceanos, os índices de  $\text{CO}_2$  na atmosfera estão atingindo níveis alarmantes. De acordo com Righi e colaboradores (2023) o aumento das emissões de carbono na atmosfera impacta de forma direta no aumento da temperatura média do planeta. Se os índices de  $\text{CO}_2$  na atmosfera continuarem subindo, a temperatura do planeta poderá subir 1,5 °C acima dos níveis pré industriais. Foi estabelecido um limite pelo Acordo de Paris, em 2015, e uma das metas feitas pelo Brasil na COP21 é diminuir as emissões de  $\text{CO}_2$  na atmosfera com a finalidade de impedir o aumento da temperatura global. A elevação da temperatura média do planeta pode dar início a um longo processo de desertificação de terras secas que são consideradas pontos críticos para

a restauração de ecossistemas (REYNOLDS et al., 2007; LEWIS et al., 2023), como as áreas de savanas do Cerrado (BURREL; EVANS; KAUWE, 2020).

O bioma Cerrado é composto por regiões de savanas, florestas e campos, sendo as savanas responsáveis por 70 % de toda a composição fitofisionômica do Cerrado. Essas áreas são formadas por arbustos com troncos tortuosos e de pequeno porte, que se ramificam de forma irregular, e são adaptados à seca e ao fogo em suas constituições morfofisiológicas. Muitas espécies do Cerrado são resistentes ao fogo e necessitam de um período de seca, que chega com a queda na temperatura e mudança climática (DE MIRANDA, 2012; DE MIRANDA et al., 2014). Dadas as características da vegetação do Cerrado, as áreas de savanas podem ser convertidas para uso agrícola muito rapidamente devido sua conformação fitofisionômica. O Brasil é o quarto país do mundo em emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, contribuindo com 5 % das emissões globais, e 70 % dessa emissão são devidas ao desmatamento e a queima da biomassa para uso agrícola. Essa transformação da paisagem nativa ocorre em etapas, iniciando pelo tombamento e achatamento da vegetação nativa pelo maquinário agrícola, majoritariamente um trator de esteira, que tem como função limpar toda a cobertura vegetal. Em sequência essa biomassa é queimada para a limpeza da cobertura vegetal, sendo uma técnica antiga e feita de forma repetitiva até que toda a biomassa nativa seja convertida a cinzas. A queima é a principal causa do aumento da liberação de CO<sub>2</sub> e outros gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera. Essa forma de plantio tem sido largamente usada em países emergentes, principalmente no Brasil. As queimadas ocorrem no Cerrado há milhares de anos, entretanto, com o avanço da agricultura e pecuária obtiveram um aumento em sua frequência (RIGHI et al., 2023).

De acordo com Belmok et al. (2019), as queimadas influenciaram não somente no aumento da emissão de gases de efeito estufa, mas também na constituição estrutural da vegetação do Cerrado, dificultando a rebrota de órgãos subterrâneos e aumentando a mortalidade de espécies. Nesse estudo, ao comparar áreas queimadas com áreas de controle foi possível observar que não houve mudanças consideráveis nas características físico-químicas das espécies. Entretanto, o solo queimado sofreu uma diminuição na quantidade de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), o que pode influenciar na disponibilidade de nitrogênio no solo, demonstrando que o solo do Cerrado apresenta alta resiliência em sua constituição.

Somente é possível avaliar o aumento da emissão de gases de efeitos estufa analisando a condição da biomassa acima do solo (BAS) e suas modificações sofridas ao longo dos anos (RIGHI et al., 2023). Uma das formas de acompanhar e avaliar a progressão da biomassa é utilizando gradiente de densidade de árvores, altura, cobertura do dossel e BAS de paisagens vegetais. Esses componentes podem sofrer variações naturais, como o clima, regime de fogo,

disponibilidade de nutrientes no solo, geomorfologia e modificações humanas, como desmatamento e queima de biomassa nativa (BISPO et al., 2020).

A análise da cobertura de biomassa acima do solo no Cerrado enfrenta diversos problemas devido ao grande avanço do desmatamento e a falta de fiscalização via satélite e em tempo integral (RIGHI et al., 2023). Por isso, de acordo com Bispo et al. (2020), o acompanhamento do Cerrado deve ser feito avaliando imagens utilizando softwares e programas de monitoramento, assim como na Amazônia Legal. A falta de programas governamentais de monitoramento do Cerrado é um grande impasse para o acompanhamento da devastação do bioma. De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e sua plataforma MapBiomas (2019), 95% dos alertas de desmatamento no Cerrado ocorrem em áreas sem autorização, ou seja, reservas legais previstas pelo Código Florestal Brasileiro e áreas de conservação.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization* - FAO) recebe dados de monitoramento de estimativas BAS de medições feitas por inventários florestais nacionais e regionais. A partir desses relatórios a FAO gera análises quinquenais que possibilitam acompanhar em âmbito global a condição da biomassa florestal e as modificações sofridas. É possível observar uma gama de trabalhos na literatura que se dedicaram ao monitoramento do bioma utilizando diferentes tipos de ferramentas, equipamentos, softwares e até mesmo marcadores moleculares. Além disso, sensores, geradores de imagens multiespectrais baseados em satélite, sistema Radar de Abertura Sintética (*Synthetic Aperture Radar* - SAR), bem como detecção de luz e alcance (*Light Detection and Ranging* - LiDAR), e estimativas estatísticas como o BAS (DE MIRANDA, 2012; DE MIRANDA et al., 2014; LI et al., 2015; RODRIGUEZ-VEIGA et al., 2016; SANTOS; FERREIRA, 2017; RODRIGUEZ-VEIGA et al., 2019; BELMOK et al., 2019; ALENCAR et al., 2020; BISPO et al., 2020; RODRIGUEZ-VEIGA et al., 2020; RIGHI et al., 2023).

O incentivo aos programas de monitoramento do Cerrado se faz importante, pois, é preciso ter o controle sobre a degradação da biomassa em tempo real, principalmente em áreas de reservas legais. É também importante melhorar a gestão das atividades agrícolas no Brasil, principalmente na gestão das queimadas, utilizadas como técnica ultrapassada de manejo do solo.

#### **4 CERRADO: CONHECIMENTO CIENTIFICO E AÇÕES DE CONSERVAÇÃO**

#### 4.1 Conhecimento científico

O incentivo ao conhecimento científico da biodiversidade do Cerrado deve ser feito pelas universidades e institutos de pesquisa. Projetos de pesquisa que usam a fauna e a flora do Cerrado possuem grande importância na manutenção e conservação do bioma. As plantas do Cerrado são adaptadas às condições ambientais distintas e variadas, como por exemplo, extensos períodos de seca seguidos de períodos de alta precipitação, solos pobres em nutrientes e ácidos, grande ocorrência de incêndios e queimadas, além da alta incidência de radiação ultravioleta (UV) no solo.

Essas espécies possuem alta qualidade nutricional e apresentam vários benefícios à saúde humana, como atividade antioxidante, que é encontrada em várias espécies oriundas desse bioma (REIS; SCHMIELE, 2019). A Universidade Federal de Uberlândia (UFU), especialmente o Campus Patos de Minas, tem incentivado seu corpo acadêmico no desenvolvimento de pesquisas que usem a biodiversidade do Cerrado. Neste tópico são apresentados alguns resultados de pesquisas já finalizados e defendidos em Trabalhos de Conclusão de Curso ou Dissertações, por alunos de graduação e de pós graduação, que utilizaram espécies vegetais do bioma Cerrado.

Os frutos do Cerrado são uma fonte de compostos antioxidantes e a caracterização de suas biomoléculas tem atraído o interesse da comunidade científica devido à sua segurança e potenciais efeitos terapêuticos e nutricionais. Um dos frutos que tem recebido a atenção da comunidade acadêmica da UFU é o araticum (*Annona crassiflora* Mart.). Em ensaio bioguiado foi feita a identificação dos principais compostos da casca do fruto, a partir de partições do extrato etanólico com capacidade antioxidante e atividade inibitória contra  $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -glicosidase e glicação. Os resultados mostraram que a casca do fruto da *A. crassiflora* possui compostos antioxidantes com capacidade de inibir as enzimas envolvidas na digestão de carboidratos e a formação de produtos de glicação. Assim, os subprodutos do fruto dessa espécie vegetal têm potencial para ser utilizado no isolamento de fitoquímicos específicos para aplicações em suplementos nutracêuticos, aditivos alimentares, novos produtos alimentícios e farmacêuticos e, dessa forma, contribuir economicamente e socialmente por meio da recuperação dos resíduos agroindustriais (JUSTINO, 2016).

O trabalho de Ramos (2020) teve como objetivo investigar os efeitos hipolipemiantes e antioxidantes do extrato etanólico e da fração polifenólica de acetato de etila da casca do fruto da *A. crassiflora* em camundongos machos C57BL/6 hiperlipidêmicos induzidos por Triton WR-1339 (400 mg/kg). Os resultados sugeriram que os polifenóis extraídos da *A. crassiflora*

parecem ter alguma propriedade antioxidante e hepatoprotetora importante mesmo em um modelo experimental agudo e que as frações purificadas de proantocianidinas (PCND) isoladas não apresentam o mesmo potencial nessas condições.

A dislipidemia e o estresse oxidativo têm relação direta na patogênese das doenças cardiovasculares. A espécie *A. crassiflora* tem sido utilizada pela medicina popular no tratamento de inflamações e dores, sendo essa planta uma fonte de polifenóis com alta capacidade antioxidante. Considerando essas informações, as propriedades antioxidantes da *A. crassiflora* foram estudadas em modelo de camundongos hiperlipidêmicos (HLC) induzidos por injeção intraperitoneal de Triton WR-1339 sob administração oral de extrato bruto ou fração enriquecida de polifenóis da casca de frutos. A conclusão do estudo foi que o extrato da casca do fruto da *A. crassiflora* apresentou melhora no sistema glutatona, principalmente quando utilizada a fração enriquecida com polifenóis, indicando um potencial uso antioxidante cardioprotetor deste extrato vegetal (KOMINO, 2022).

A macaubeira (*Acrocomia aculeata*) é uma palmeira com ampla distribuição no Cerrado brasileiro. A polpa do fruto é composta de celulose, substâncias amiláceas, sais inorgânicos, proteínas e carotenoides. Dentre os carotenoides, destaca-se o  $\beta$ -caroteno, um dos precursores da vitamina A. Diante disso, foi realizada pesquisa com o objetivo de secar a polpa da macaúba, utilizando o processo de secagem por *spray drying* e liofilização, e quantificar o  $\beta$ -caroteno presente no pó obtido. A quantificação do  $\beta$ -caroteno a partir do pó obtido por liofilização (144,48  $\mu\text{g/g}$ ) apresentou concentração maior do que o pó obtido por *spray drying* (81,92  $\mu\text{g/g}$ ). A autora concluiu, que os pós obtidos apresentaram boas características físicas, além de uma alta concentração de  $\beta$ -caroteno, podendo ser amplamente utilizados pela indústria de alimentos (LIMA, 2017).

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.), cujo fruto possui suma importância antrópica no Cerrado. É encontrado em grande quantidade no bioma e utilizado como alimento e fonte de renda para muitas famílias, principalmente nos estados de Goiás e Minas Gerais. Entretanto, muitas populações dessa espécie são eliminadas para dar lugar ao estabelecimento de extensas áreas agrícolas, por isso, estudos de avaliação da diversidade genética são importantes para a manutenção da biodiversidade desse fruto. Nesse cenário Sousa (2017) realizou pesquisa com o objetivo de desenvolver marcadores genéticos moleculares AFLP em pequizeiro para caracterizar genótipos e analisar a diversidade genética, fornecendo informações que ajudem a subsidiar estratégias de prospecção, preservação e utilização da variabilidade genética da espécie para futuros programas de melhoramento. O trabalho foi realizado com 118 indivíduos de duas populações distintas, em que foram obtidas 124 bandas

polimórficas, mostrando que as populações amostradas possuíam grande variabilidade genética. Não houve formação de grupos de acordo com a posição geográfica das populações, entretanto, os grupos formados podem servir de base para orientar coletas para a formação de bancos de germoplasma da espécie, ou orientar possíveis cruzamentos dentro de um programa de melhoramento.

O trabalho de Gomes (2018), também avaliou a diversidade genética do pequi, utilizando análises morfológicas e composição nutricional dos frutos de uma população, que apresenta frutos com e sem espinhos no endocarpo. O estudo avaliou também como a espécie se comporta em processos de regeneração *in vitro*, com fins de estratégias de prospecção, preservação e utilização da variabilidade genética. O trabalho concluiu que o pequi possui uma ampla variabilidade de caracteres biométricos (pequis com ou sem espinho no endocarpo), a maioria dos caracteres avaliados no trabalho apresentaram altos valores de herdabilidade e são correlacionados. Quanto a regeneração *in vitro* foi possível promover a rizogênese e calogênese de explantes foliares, mas, não foi possível induzir brotações, com as concentrações de auxinas e citocininas avaliadas.

As espécies vegetais do Cerrado brasileiro são fontes de compostos bioativos com potencial terapêutico. A gabioba-verde (*Campomanesia sessiliflora*), originária do Cerrado, possui esse potencial, sendo muito utilizada pela medicina popular no tratamento da diarreia, gripe e para ação anti-inflamatória (KATAOKA; CARDOSO, 2013; BARBOSA, 2015), porém, os estudos científicos são escassos (RAMOS, 2017). Pensando no alto potencial biológico e na carência de dados científicos Ramos (2017), obteve e caracterizou os extratos hexânico e metanólico das folhas de *C. sessiliflora*. O estudo permitiu determinar que as folhas da gabioba-verde possuem alto conteúdo de compostos fenólicos, que o pH dos extratos são ácidos e próximo ao pH fisiológico e que o extrato etanólico foi capaz de inibir o crescimento de *Staphylococcus aureus*. Esse resultado respalda o uso da planta como um agente antimicrobiano

Fonseca (2018), também trabalhando *C. sessiliflora*, avaliou o potencial antioxidante do extrato metanólico de folhas e modulação sobre a hidrólise de nucleotídeos em soro de ratos. O trabalho concluiu, que embora o extrato metanólico não tenha apresentado efeito significativo sobre a atividade das ectonucleotidases circulantes, a *C. sessiliflora* é rica em compostos fenólicos, principalmente flavonoides, comprovando que a planta pode possuir um grande potencial para atuar como antioxidante. O estudo deixa a sugestão para a realização de novos experimentos com a finalidade de investigar a atividade das ectonucleotidases circulantes em camundongos com patologias.

O fruto da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), muito popular, é utilizado na fabricação de sorvetes, biscoitos e bolachas, caldas, compotas e geleias, vinhos e licores. Na medicina popular a mangabeira é utilizada por completo, tanto suas folhas como a casca do caule, o fruto e as raízes. As folhas são utilizadas como anti-inflamatórios e como vasodilatador, muito utilizada no tratamento para hipertensão. As raízes possuem uma atividade cicatrizante, sendo utilizadas no tratamento para reumatismo e a casca do fruto é amplamente utilizada no tratamento de doenças gastrointestinais e também em dermatoses e doenças hepáticas. Essa espécie foi avaliada quanto ao potencial antioxidante do extrato das folhas e seu efeito na hidrólise de nucleotídeos, utilizando soro de camundongos. O estudo mostrou que o extrato alcoólico das folhas da mangabeira possui altas taxas de compostos fenólicos em sua composição química, resultando em um grande potencial antioxidante. Entretanto, não foi observado efeito significativo na hidrólise dos nucleotídeos. Esses resultados abrem oportunidades para novos experimentos com a mangabeira, sendo possível avaliar todos os órgãos da planta e frações de seus extratos para diferentes funções biológicas (FREITAS, 2018).

Arruda (2022), também estudou a mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) quanto ao efeito do extrato aquoso das folhas sobre um modelo in vitro de esteatose hepática. O autor concluiu, que apesar de não ter alterado o conteúdo lipídico intracelular, a alta capacidade antioxidante e o efeito redutor dos níveis de alanina aminotransferase embasam a necessidade de novos estudos para validação do potencial terapêutico das folhas da mangabeira na doença hepática gordurosa associada ao metabolismo.

A espécie barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), popularmente empregada no tratamento e assepsia de lesões cutâneas e vaginais, foi avaliada quanto a atividade antimicrobiana, a capacidade antioxidante e o teor de fenóis totais do extrato hidroalcoólico (EHA) de cascas caulinares e folhas. Os resultados mostraram que todos os EHAs tiveram efeitos contra as bactérias gram-positivas *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis* e alta atividade antioxidante, acima de 75% na concentração de 100 µg/mL. O conteúdo de fenóis totais e a atividade antioxidante dos EHAs foram mais altos na casca caulinar do que nas folhas, sugerindo-se assim que nessa parte existe maior disponibilidade de compostos com ação antimicrobiana e antioxidante. Os autores concluíram que os resultados são promissores e indicam o uso de *S. adstringens* (Mart.) Coville (Barbatimão) como antioxidante natural em alimentos, medicamentos e também apontam para seu uso na terapia antimicrobiana (COSTA 2018; CRUZ et al., 2022).

O cajuí (*Anacardium humile* St. Hill) e o bacupari (*Tontelea micrantha*) são plantas típicas do Cerrado brasileiro e utilizadas na medicina popular. No entanto, são escassos os

estudos que abordam as propriedades biológicas dessas espécies. No estudo de Oliveira (2018) buscou-se determinar, a partir de extratos aquosos das folhas de cajuí e bacupari, a concentração de polifenóis, flavonoides, bem como o potencial antioxidante e de inibição da mieloperoxidase. Não houve diferença significativa entre as concentrações de fenólicos totais entre os extratos aquosos das folhas de cajuí e bacupari, no entanto, o extrato de bacupari apresentou maior teor de flavonoides. Ambos os extratos apresentaram grande atividade antioxidante e ainda apresentaram potencial de inibição da mieloperoxidase, de maneira dose dependente. Os resultados forneceram subsídios para futuros estudos de bioprospecção.

Uma outra pesquisa com o cajuí foi realizada por Lima Júnior (2021), com o objetivo de analisar, *in vitro e ex vivo*, a capacidade antioxidante e antiglicante do extrato etanólico de *A. humile*, suas frações orgânicas e três moléculas (catequina, quercetina e ácido gálico – CQA), bem como seus potenciais para inibir as enzimas  $\alpha$ -amilase e  $\alpha$ -glicosidase e efeitos citotóxicos em macrófagos RAW 264,7. A partir dos resultados o autor concluiu que as frações do extrato etanólico de *A. humile* apresentam atividades antioxidante e antiglicante promissoras, além de proeminente capacidade para inibir a enzima  $\alpha$ -amilase. O estudo obteve informações que podem estimular futuras pesquisas para elucidar as propriedades biológicas de *A. humile* e seu potencial para controlar diabetes mellitus e suas complicações.

Uma outra planta do Cerrado é o fedegoso (*Senna rugosa*), utilizada como vermífugo e contra mordeduras de cobra. Apesar do potencial farmacológico já ter sido demonstrado para outras plantas do mesmo gênero, comprovando inclusive seu potencial antioxidante, pouco se sabe a respeito da capacidade terapêutica de *S. rugosa*. Assim, o objetivo do estudo de Coimbra (2019) foi determinar o teor de compostos fenólicos totais e flavonoides de extratos metanólicos preparados a partir da raiz, casca, folhas e flores de *S. rugosa*, bem como as suas atividades antioxidantes. Os resultados mostraram que o teor de compostos fenólicos totais do extrato das cascas apresentou maior teor e das flores o menor valor. Em relação ao teor de flavonoides, o extrato preparado das folhas apresentou os maiores valores e o de raiz os menores. Já a atividade antioxidante, a maior atividade foi encontrada para o extrato preparado com a raiz e verificou-se que a atividade antioxidante está fora da faixa encontrada normalmente para o gênero *Senna*, sendo necessário mais estudos nesse sentido para melhores conclusões.

As plantas do Cerrado por serem geralmente ricas em metabólitos secundários, especialmente compostos fenólicos, dificultam a extração de DNA em quantidade e qualidade suficiente para análises moleculares, essenciais para programas de conservação ou melhoramento. Os métodos de extração descritos muitas vezes não se adequam às características destas espécies e/ou são demorados, caros e utilizam reagentes tóxicos. Neste

contexto, Souza (2019) realizou uma pesquisa com dez plantas do Cerrado (*Anacardium humile* St. Hilaire, *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg., *Baccharis dracunculifolia* DC, *Brosimum gaudichaudii* Trécul, *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC., *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Peritassa campestris* (Cambess.) A.C.Sm., *Solanum lycocarpum* St. Hil., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) cujo objetivo foi o desenvolvimento de um eficiente método para extração de DNA de plantas do Cerrado, de maneira mais rápida, barata e segura. O DNA obtido pelo método desenvolvido apresentou-se íntegro, livre de contaminantes e excelente para digestão e amplificação via PCR. O protocolo também se mostrou mais rápido e barato, quando comparado com os métodos de extração de DNA já testados para um maior número de espécies do Cerrado. A partir dos resultados dessa pesquisa houve a publicação de um artigo (SOUZA; TEIXEIRA, 2019) e o depósito de uma patente (SOUZA et al., 2020).

A flor-do-cerrado (*Calliandra dysantha* Benth) pertence à família Fabacea, que compreende uma vasta quantidade de espécies conhecidas pelo seu potencial medicinal, como por exemplo, o barbatimão. Conhecida também como esponjinha ou flor-do-caboclo é utilizada na medicina popular como reguladora do ciclo menstrual. Silva (2019), analisou o efeito de extratos metanólicos de folhas, caules e flores de flor-do-cerrado, no biofilme de *Staphylococcus aureus*. O trabalho concluiu que os extratos preparados com caule e flor apresentaram diminuição na viabilidade celular do biofilme de *S. aureus*. Já o extrato da folha aumentou a viabilidade celular do biofilme em todas as concentrações testadas. Esse estudo é muito importante, pois, testou pela primeira vez os extratos de *C. dysantha* em biofilme de *S. aureus*.

Plantas medicinais do Cerrado podem ser fontes de compostos bioativos a serem explorados, como por exemplo a espécie pé de perdiz (*Croton antisiphiliticus* Mart.), que é utilizada popularmente para tratar reumatismo, sífilis e outras infecções. O trabalho de Teixeira (2021) teve por objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de extratos metanólicos (EMs) das raízes, caules, folhas e flores da espécie *C. antisiphiliticus* Mart. contra *Staphylococcus aureus* (uma cepa sensível e um isolado resistente a meticilina – MRSA), *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Os resultados mostraram que todos os EMs apresentaram atividade antimicrobiana contra as bactérias Gram-positivas analisadas, entretanto nenhum apresentou atividade contra as espécies Gram-negativas em estudo. Em relação a capacidade bacteriostática, o EM da raiz foi mais eficiente para as cepas de *S. aureus*, e os do caule e da folha foram mais eficazes para as cepas de *E. faecium* e *E. faecalis*. Em relação a ação bactericida, o EM da raiz foi o melhor para todas as bactérias analisadas. A autora

registra que foi a primeira vez que potencial antibacteriano da espécie *C. antisiphiliticus* foi avaliado contra uma cepa resistente de *S. aureus*, e os resultados demonstram atividade significativa. Destaca também, mais estudos devem ser realizados com essa espécie para a descoberta de novos compostos antimicrobianos ou potencialização dos já existentes.

Um outro trabalho com espécie do Cerrado foi realizado por Sato (2023), em que foi avaliado o potencial antioxidante e antiadipogênico do extrato de araticum (*Annona crassiflora*) em adipócitos 3T3-L1. O araticum é um fruto muito popular e nativo do Cerrado, pertence à família Annonaceae, muito utilizado pela medicina popular no tratamento de diarreia, sífilis, reumatismo, picada de cobra e outros ferimentos. O trabalho concluiu que o araticum possui grande potencial para futuros estudos relacionados com sua atividade antiadipogênicas e antiobesogênica, sendo de suma importância a conservação desta espécie.

As espécies do Cerrado (Figura 6) são conhecidas por possuírem altas capacidades nutritivas, sendo possível observar em alguns frutos atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, gastroreguladoras, entre outras. A Biotecnologia promove o conhecimento científico através da pesquisa, o incentivo ao desenvolvimento de trabalhos que utilizam as espécies do Cerrado e auxiliar na preservação do bioma. O Cerrado ao longo dos anos foi considerado popularmente como irrelevante, o que ocasionou um desconhecimento acerca das espécies do mesmo. Os frutos do Cerrado, atualmente, não são amplamente conhecidos pela população, ou seja, não são consumidos e nem fazem parte da dieta diária da sociedade que habita os estados que englobam o bioma. Esse déficit precisa ser superado, principalmente considerando os números de desmatamento atuais. Por isso, a pesquisa tem a missão de promover trabalhos e experimentos que possam vir a descobrir novas possibilidades de alimentos e fármacos, unindo o conhecimento popular de pequenas populações com o conhecimento científico, assim, as espécies poderão receber maior reconhecimento, ganhando maior importância, auxiliando na preservação do Cerrado.

## **4.2 Eventos de Integração**

O Art. 207, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, prevê que as universidades federais obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. A tríade, o tripé das universidades brasileiras, garante que as Instituições de Ensino Superior (IES) terão responsabilidade social. O Art. 43 da Constituição criou a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), que tem como meta “estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo”, que garante que

**Figura 6** - Espécies do Cerrado. A: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.; B: *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.; C: *Anacardium humile* St. Hill.; D: *Annona crassiflora* Mart.; E: *Brosimum gaudichaudii* Trécul.; F: *Calliandra dysantha* Benth.; G: *Caryocar brasiliense* Camb.; H: *Croton antisiphiliticus* Mart.; I: *Caryocar brasiliense* Camb.; J: *Harcornia speciosa* Gomez.; K: *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville; L: *Hymenaea stigonocarpa* Mart.



Fonte: EOL, 2023. Disponível em: <https://www.eol.org>

o princípio da indissociabilidade seja executado pelas instituições de ensino superior. O pilar da Extensão segue o princípio de partilhar um conhecimento específico advindo da pesquisa que foi aplicado no ensino e que será realizado de forma prática com a sociedade. A LDB também garante o compromisso da extensão superior de “prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade”, assim como “promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição” (DO BRASIL, 1998; VIGNALI, 2020).

Sendo assim, os eventos de integração promovidos pelas IES são importantes para unir a comunidade acadêmica com a sociedade civil, repassando conhecimentos científicos e recebendo o conhecimento de senso comum sobre o bioma. Essa troca de saberes possibilita a criação de uma noção nacional acerca da importância da preservação do Cerrado e de suas



No dia 11 de setembro de 2022, nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), foi realizada a Semana do Cerrado (Figura 8). A UFMG possui uma estação ecológica, com área verde protegida de 114 ha na qual engloba os biomas Mata Atlântica e Cerrado. O local é utilizado para a pesquisa, o ensino e a extensão, mas, também guarda ruínas arqueológicas históricas que compõe a história da universidade e da cidade de Belo Horizonte. A programação do evento contou com: uma mostra da sociobiodiversidade do Cerrado, por meio de maquetes, histórias, jogos e outros materiais; e uma trilha especial na estação ecológica

**Figura 8** – Foto de divulgação do evento “Semana do Cerrado na Estação Ecológica”.



Fonte: UFMG, 2023.

na qual os estudantes e a sociedade puderam conhecer e explorar a biodiversidade do Cerrado (UFMG, 2023).

#### 4.2.3 II Festival do Cerrado (UFR)

A Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), juntamente com a Diretoria de Extensão, realizou entre os dias 12 e 15 de setembro de 2022, o II Festival do Cerrado (Figura 9). O evento teve como proposta propagar exposições culturais e realizar mesas de diálogos sobre a regionalidade do Cerrado, com ênfase na importância do bioma para a cidade, região e para o mundo. O evento ocorreu de forma híbrida e as inscrições foram gratuitas (UFR, 2023).

**Figura 9** – Foto de divulgação do evento “II Festival do Cerrado”.

**II Festival do Cerrado**

**INSCREVA-SE GRATUITAMENTE  
E VENHA APROVEITAR**

<https://www.event3.com.br/ii-festival-do-cerrado-da-ufr-270212>

**De 12 á 15 de setembro**  
Evento híbrido

Realização:     CERRADO  
ÁGUA  
VIDA

Fonte: UFR, 2023.

#### 4.2.4 Saberes e Sabores do Cerrado (UFU, Campus Patos de Minas)

A comunidade acadêmica do curso de graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas, sob a coordenação das docentes Profa. Terezinha Aparecida Teixeira e Profa. Joyce Ferreira da Costa Guerra, obedecendo o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, organizou e realizou o evento “Saberes e Sabores do Cerrado”. O objetivo do evento foi promover a troca de saberes entre a comunidade acadêmica UFU Patos de Minas e os estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Abner Afonso, sobre as espécies do Cerrado de importância alimentar e farmacológica. O evento aconteceu nas dependências da UFU, Campus Patos de Minas, no dia 02 de dezembro de 2022, com a participação de técnicos administrativos, docentes e discentes de graduação e de pós-graduação em Biotecnologia da UFU Patos de Minas, professores e estudantes do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Abner Afonso, num total de 143 participantes. Durante a exposição o público teve a oportunidade de conhecer e discutir sobre os resultados de pesquisas (Figura 10) com seis espécies do Cerrado, que foram apresentados

**Figura 10** – Mostra científica do Evento Saberes e Sabores do Cerrado, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.



Fonte: Arquivo do Evento.

na forma de pôsteres, e apreciar pratos produzidos com sete espécies do Cerrado (Figura 11): araticum (*Annona coriacea* Mart), baru (*Dypterix alata* Vog), cagaita (*Eugenia dysenterica* Dc), guariroba (*Syagrus oleracea* Becc), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart), mangaba (*Harcornia speciosa* Gomez) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Também foi produzida

**Figura 11** – Mostra de pratos com as espécies do Cerrado do evento Saberes e Sabores do Cerrado, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.



Fonte: Arquivo do Evento.

uma cartilha (Figura 12) com informações sobre as espécies do Cerrado, apresentadas durante o evento, que foi distribuída para os professores e estudantes da Escola Estadual Abner Afonso. Assim, o evento contribuiu para a valorização dos conhecimentos tradicionais e científicos, utilização sustentável de seus recursos naturais, incentivo a preservação de sua biodiversidade e aproximação da comunidade acadêmica da UFU Patos de Minas com a comunidade local.

**Figura 12** – Cartilha com informações sobre as espécies do Cerrado apresentadas durante o evento Saberes e Sabores do Cerrado, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Patos de Minas.



Fonte: Arquivo do Evento.

#### 4.2.5 Festival Águas do Cerrado (UNESP, Campus Bauru)

O evento ocorreu nos dias 20, 21, 22 e 23 de março de 2023 (Figura 13). O foco desse evento foi valorizar e preservar o bioma Cerrado, criando pontes entre diferentes culturas que habitam a cidade de Bauru e região. Além disso, o evento realizou oficina ecológica de compostagem, oficina de bioconstrução (Técnica de COB), roda de conversa com o tem “Águas do Cerrado – crise hídrica” e um show e sarau com canções e criações de cidadãos de Bauru. O evento foi realizado com ajuda do Comitê de Local de Ação Cultural (CAC), que possui a

missão de atuar na construção de bases para a implementação da política cultural, vinculado a Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Bauru (UNESP BAURU, 2023).

**Figura 13** – Foto de divulgação do evento “Festival Águas do Cerrado”.



Fonte: UNESP BAURU, 2023.

#### 4.2.6 I, II e III Semana Integrada do Cerrado (UFCAT – GO)

O evento aconteceu em duas edições e está previsto para acontecer a terceira edição no período de 11 a 16 de setembro de 2023. A segunda edição (Figura 14) ocorreu de 12 a 17 de setembro de 2022 e teve como objetivo realçar a importância do bioma Cerrado, além de trazer reflexões ao público sobre a diversidade, impactos socioambientais, história e cultura do bioma. O evento foi organizado por instituições públicas e privadas dos estados do Tocantins, Goiás e Maranhão, que possuem parceria com a Universidade Federal de Catalão (UFCAT). O tema do evento foi “Cerrado: saberes, usos e abusos”. De forma híbrida, os participantes, tanto da sociedade civil quanto da comunidade acadêmica, puderam acessar os conteúdos oferecidos pela Semana Integrada do Cerrado. O evento também abordou temas como a cultura de



que verdadeiramente possam nutrir. Um grande obstáculo para a obtenção de alimentos nutritivos, principalmente *in natura*, é o preço que esses alimentos alcançaram em detrimento da baixa disponibilidade de renda das populações mais afetadas pela insegurança e desnutrição alimentar. Os frutos do Cerrado não são amplamente reconhecidos e consumidos pela própria população que habita os estados que englobam o bioma. A importância social de eventos de extensão, em especial o “Saberes e Sabores do Cerrado”, é auxiliar na divulgação de novas referências nutritivas, promover a experiência de novas características sensoriais possibilitando a mudança no consumo e na estrutura da alimentação de uma população. É preciso, considerando o cenário da fome atual, propagar a existência de novas fontes de alimentos que sejam acessíveis e baratas. Os frutos do Cerrado podem ser encontrados no meio das cidades, estradas e matas, muitas vezes de forma gratuita. Entretanto, não é de amplo conhecimento a existência e a forma de utilização desses frutos. Portanto, eventos promovidos pelas instituições de ensino e de pesquisa são de suma importância na preservação e conservação do Cerrado. É preciso propagar a importância deste bioma para o Brasil e para o mundo, a fim de garantir a preservação de sua existência e biodiversidade.

### **4.3 Preservação e restauração de ecossistemas**

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), estamos na década da preservação e restauração de ecossistemas ao redor do mundo (2021 até 2030). O Brasil tem como iNDC diminuir a degradação de seus biomas, em especial a Amazônia Legal e o Cerrado, e diminuir a emissão de GEEs na atmosfera. Sendo um país que depende fortemente de sua atividade agrícola, o Brasil tem potencial para ser pioneiro na mudança e na modernização do uso e manejo de suas terras (MARTINELLI et al., 2010). De acordo com Strassburg et al. (2020, 2022) e Frietsch et al., 2023, a restauração de ecossistemas é uma das principais alternativas que pode garantir a preservação da biodiversidade de biomas já degradados e ainda proporcionar a diminuição na emissão de GEEs, principalmente o dióxido de carbono. As florestas em recuperação são divididas em: florestas secundárias e florestas degradadas, florestas secundárias são aquelas que se desenvolvem em terras que já foram desmatadas, já florestas degradadas, são áreas florestais que sofreram perda parcial de sua biomassa vegetal, estrutura e função devido ao desmatamento, queimadas ou extremos climáticos ocasionados pelo aquecimento global (HEINRICH et al., 2023). O trabalho de Vancutsem e col. (2021), estimou que 17 % das florestas tropicais úmidas desapareceram desde 1990 e 10% já se encontram degradadas. A restauração de biomas não florestais possibilita consequências

positivas em relação a preservação da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas (TEMPERTON et al., 2019). Florestas secundárias tropicais tem relação no aumento do sequestro de carbono na atmosfera, diminuindo a taxa CO<sub>2</sub> (HARRIS et al., 2021; JAKOVAC et al., 2022).

No trabalho de Strassburg et al. (2020) foi possível observar que as estimativas para o aumento do sequestro de carbono são possíveis. Utilizando programação linear confirmou que a restauração dos ecossistemas pode sim ter um papel importante na mitigação das mudanças climáticas e a custos baixos. Foi possível observar que mesmo que as florestas secundárias não atinjam as mesmas quantidades de estoques de carbono do que as florestas de referência (naturais do bioma), ainda sim podem retornar 90 % dos sumidouros de carbono de referência em 66 anos. De acordo com o trabalho de Poorter et al. (2016), as taxas de recuperação podem variar de acordo com o clima da região, o tipo de solo e a intensidade do manejo feito naquela região. A disponibilidade de água é um fator importantíssimo no sucesso da restauração pois vai garantir a capacidade de resiliência da biomassa nas florestas.

As terras secas correspondem a 41 % do planeta e 45 % dessas terras estão sendo destinadas a atividade agropecuária. Por isso, grande parte das áreas secas passa pelo processo de desertificação (BURRELL; EVANS; DE KAUWE, 2020). Hosen, Nakamura e Hamzah (2020) afirmam que as atividades antrópicas correspondem a 95 % do rápido aumento da temperatura global e do aumento da emissão de GEEs. Esses mesmos autores afirmam que essa porcentagem tem como causa a queima dos combustíveis fósseis, o desmatamento e a mudança no uso da Terra. Já foi evidenciado no presente trabalho a problemática envolvendo a queima de matéria orgânica no ciclo global do carbono. De acordo com Viñals e col. (2023), a produtividade do solo em regiões semiáridas é afetada pelas práticas de manejo indevidas e as mudanças climáticas. Por isso, a restauração e a conservação dos ecossistemas são importantes para diminuir a intensidade das mudanças climáticas e suas consequências, considerando, principalmente, as estimativas de ocorrência de eventos climáticos extremos (JACOBS et al., 2016).

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são sistemas produtivos que tem a sucessão ecológica como base e utiliza espécies exóticas juntamente com espécies nativas em cultivo na mesma área (EMBRAPA, 2023). De acordo com Dhyani, Ram e Dev (2016), os SAFs abrangem o uso, de forma sustentável, dos biorrecursos ambientais, integrando a agricultura com a silvicultura. A biomassa formada em sistemas agroflorestais pode ofertar lenha, alimentos, aumento da sombra devido a biomassa vegetal, forragem do solo e medicamentos, que são encontrados nas espécies plantadas (exóticas ou nativas). A agrofloresta é o sistema

ideal para minimizar as consequências ocasionadas pelas mudanças antrópicas dos biomas e ainda garantir a produtividade da terra.

A agrossilvicultura foi estabelecida como uma das medidas fundamentais para o cumprimento das iNDCs (DUGUMA et al., 2023). P.K. Ramachandran Nair em parceria com o *International Centre for Research in Agroforestry* (INCRAF) publicou o livro “An Introduction to Agroforestry” e nele classificou os sistemas agrofloretais da seguinte maneira: base estrutural, base ecológica, base socioeconômica e base funcional (NAIR, 1993).

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) fez um documento no qual classifica os SAFs, considerando os aspectos ecológicos, econômicos e funcionais e ainda com os arranjos dos componentes e a sua estrutura. De acordo com os aspectos ecológicos, é necessário definir e estabelecer a localização geográfica, a classificação topográfica e a complexidade biológica da região. Quanto aos aspectos econômicos, podem ser destinadas como comerciais, de subsistência ou intermediários. E quanto aos aspectos funcionais, os SAFs são divididos em função de proteção (proteção de elementos naturais, por exemplo mananciais) e função de produção (produção de alimentos para consumo) (SENAR, 2017).

A definição dos SAFs de acordo com o arranjo espacial das áreas propõe:

- Sistemas contínuos: são sistemas nos quais é plantado uma espécie principal e outra espécie que será utilizada para prestar serviços à principal. Serviços como sombreamento e adubação. Exemplo: plantio do cacau de forma contínua associado ao plantio de bananeiras.
- Sistemas zonais: plantio em fileiras de espécies, as filas são estabelecidas lateralmente uma das outras, em cada fila se planta uma espécie. Exemplo: plantio do cacau alternado com o plantio de pupunha.
- Sistemas mistos: mistura de sistemas na mesma área. É o caso de quintais agrofloretais e pomares (Figura 15). Nesses sistemas o solo é cultivado durante todo o ano com a presença de várias culturas diversificadas. Exemplo: plantio de hortaliças, como alface, associado com o manjeriço.
- A base dos sistemas agrofloretais é a interação entre as espécies cultivadas. É de amplo conhecimento que até mesmo os mecanismos secundários das plantas conseguem promover um suporte para outras culturas, quando plantadas em regiões próximas. Essa combinação de espécies, quando feita de forma eficiente, diminui os impactos negativos do uso da terra e melhora a resiliência do solo. Entender fisiologicamente essas interações é de suma importância pois possibilita traçar um planejamento agrícola ecologicamente

correto e economicamente rentável, em especial nas regiões semiáridas, que são as regiões mais desmatadas e pertencem a lista de hotspots do planeta, como o Cerrado (RATHORE et al., 2022). Esse autor realizou um estudo sobre essas interações ecológicas entre as espécies utilizando como local uma região semiárida da Índia. As seguintes espécies foram utilizadas: feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) e feijão mungo (*Vigna radiata*) rotacionadas com batata (*Solanum tuberosum*) e mostarda (*Brassica juncea*) nos anos de 2015 a 2018. Em sequência, mais quatro anos com a plantação de phalsa (*Grewia*

**Figura 15** - Sistema agroflorestal em forma de quintal agroflorestal. Localizado em Trairi, Ceará, Brasil.



Fonte: Coringa Agrofloresta, 2023.

*asiatica*), karonda (*Carissa carandas*), coxinha (*Moringa oleifera*), goiaba (*Psidium guajava*) e romã (*Punica granatum*). Entre as culturas avaliadas, a phalsa obteve o maior potencial econômico e rentável. O trabalho concluiu que no semiárido, considerando as mudanças climáticas, sistemas de produção que se baseiam em espécies arbóreas pode ser uma ótima estratégia econômica e sustentável (RATHORE et al., 2022).

É necessário que o incentivo a estudos sobre as interações entre as culturas seja feito. Esse tipo de estudo enfrenta diversas dificuldades devido a necessidade de anos de observação

e ações práticas de plantio, mas é de suma importância que sejam feitos, pois, somente baseado em conhecimento científico que essas interações poderão ser exploradas e largamente utilizadas nos sistemas agroflorestais. No incentivo as novas pesquisas é possível avaliar uma gama de espécies e suas interações, incluindo as interações secundárias, pelo mecanismo secundário das plantas.

Os sistemas agroflorestais são a chave para aumentar a biodiversidade em terras agrícolas e também diminuir a degradação sobre a biomassa vegetal. Atualmente é possível encontrar muitos trabalhos científicos relacionados com pesquisa em sistemas agroflorestais e muitos deles foram utilizados na formação dos argumentos apresentados neste trabalho (ABDO; VALERI; MARTINS, 2008; LASSOIE; BUCK; CURRENT, 2009; DE ABREU et al., 2016; MANGEIRA; TOSTO; ROMEIRO, 2011; KUMAR, 2016; SANTOS, 2020; BOINOT et al., 2022; TEIXEIRA et al., 2022; KUYAH et al., 2023; VAN NOORDWIJK et al., 2023; RAHMAN et al., 2023).

O planejamento e o incentivo às plantações agroflorestais não apenas aumentarão as múltiplas funções do ecossistema, mas também criarão áreas de conectividade e corredores ecológicos em biomas, o que resulta na resiliência dos habitats naturais, reduzindo o impacto das atividades humanas sob o solo. Somente com o crescimento sustentável conseguiremos mitigar os efeitos já causados aos ecossistemas terrestres, manter a vida e a biodiversidade de biomas.

## **5 CONCLUSÃO**

É possível concluir, de acordo com nosso objetivo geral, que a degradação e a fragmentação do Cerrado atingiram níveis alarmantes. O Cerrado é um importante bioma, rico em biodiversidade, que está sendo dia após dia fracionado e substituído por pastagens e áreas de plantios de monoculturas. A forma de manejo e de plantio, amplamente utilizada no Cerrado há milhares de anos, é a causa do aumento dos níveis de CO<sub>2</sub> na atmosfera e diminuição da biodiversidade. A queima da biomassa vegetal promove grandes impactos ambientais a atmosfera, além de acelerar o processo de desertificação de regiões semiáridas.

Por isso, investir em novos modelos de manejo e plantio, como os sistemas agroflorestais, se tornou cada vez mais necessário. É preciso modificar nosso relacionamento com os ecossistemas naturais. Estamos na década da preservação e crescimento sustentável, o planeta caminha para novos cenários tanto na forma de plantio como base econômica, mas, também, em um novo cenário nutritivo. A espécies do Cerrado não são amplamente conhecidas

e utilizadas nos estados que o englobam, são ricas em nutrientes, possuem propriedades medicinais, que frequentemente são de conhecimento apenas popular, são facilmente encontradas e a baixo custo. A promoção da troca de saberes entre a comunidade acadêmica e a sociedade civil deve ser incentivada por meio de eventos de extensão que possam estimular o consumo dessas espécies na dieta diária da população. Essa promoção possibilita um maior incentivo ao estudo científico da flora e da fauna do bioma e a pesquisa impulsiona a importância do consumo e do uso das espécies do Cerrado, principalmente na indústria farmacêutica, mas também por toda a população.

## REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2008.
- ALENCAR, A. et al. Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using Landsat data processed in the Google Earth Engine platform. **Remote Sensing**, v. 12, n. 6, p. 924, 2020.
- ARRUDA, V. M. **Efeito do extrato aquoso das folhas de *Hancornia speciosa* Gomes na esteatose hepática, uma avaliação *in vitro***. 2022. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2022.
- ASSIS, L. et al. TerraBrasilis: **Uma Infraestrutura de Dados Espaciais para Disseminação de Dados de Desmatamento do Brasil**. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil. 2019. pág. 14-17.
- BARBOSA, R. M. A. **Avaliação da Atividade Antioxidante e Fotoprotetora do Extrato Etanólico de *Campomanesia sessiliflora***. Universidade Católica Dom Bosco. Programa de Pós Graduação em Biotecnologia. Campo Grande – MS, Março de 2015.
- BELMOK, A. et al. Long-term effects of periodical fires on archaeal communities from Brazilian Cerrado soils. **Archaea**, v. 2019, 2019.
- BISPO, P. C. et al. Woody aboveground biomass mapping of the Brazilian savanna with a multi-sensor and machine learning approach. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2685, 2020.
- BOINOT, S. et al. Research on agroforestry systems and biodiversity conservation: what can we conclude so far and what should we improve? **BMC Ecology and Evolution**, v. 22, n. 1, p. 24, 2022.
- BOLFE, É. L. et al. Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 4, p. 38-62, 2016.
- BOLIKO, M. C. FAO and the situation of food security and nutrition in the world. **Journal of nutritional science and vitaminology**, v. 65, n. Supplement, p. S4-S8, 2019.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal. Diário Oficial da União: Brasília, DF, ano 191° da Independência e 124° da República, 25 mai. 2012. Acesso: 12 jun. 2023.

BRAZIL. **Third National Communication of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change**; Ministry of Science, Technology and Innovation: Brasília, Brazil, 2016. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/branc3es.pdf>. Acesso: 20 mai. 2023.

BURRELL, A. L.; EVANS, J. P.; DE KAUWE, M. G. Anthropogenic climate change has driven over 5 million km<sup>2</sup> of drylands towards desertification. **Nature communications**, v. 11, n. 1, p. 3853, 2020.

BUSTAMANTE, M.M.C. et al. Capítulo 3: **Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos**. In JOLY C.A. et al. (eds.) (2019). 1° Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Editora Cubo, São Carlos pp.351.

CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. A expansão da soja no cerrado. **Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável**. São Paulo, Agroicone, p. p1-30, 2016.

COIMBRA, E. Q. **Compostos fenólicos totais, flavonoides e atividade antioxidante de extratos metanólicos de *Senna rugosa***. 2019. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

CONAB. **Aumento de 20,6% na produção de soja impulsiona safra de grãos, estimada em 309,9 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4937-aumento-de-20-6-na-producao-de-soja-impulsiona-safra-de-graos-estimada-em-309-9-milhoes-de-t>. Acesso: 10 jun. 2023.

CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7., 2009, Luziânia. **Diálogo e integração de saberes em sistemas agroflorestais para sociedades sustentáveis: trabalhos**. [SI]: SBSAF; [Brasília, DF]: EMATER-DF: Embrapa, 2009.

CORINGA AGROFLORESTA. **Trairi, CE, Brasil**. Disponível em: [https://www.instagram.com/coringa\\_agrofloresta/?hl=pt](https://www.instagram.com/coringa_agrofloresta/?hl=pt). Acesso: 15 jun. 2023.

COSTA, C. G. F. Implicações geopolíticas e governança ambiental na regulamentação da indc brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 36, n. 1, p. 125-140, 2016.

COSTA, J. L. G. ***Stryphnodendron adstringens*: ensaios fitoquímicos e atividade antimicrobiana in vitro do extrato hidroalcolico**. 2018. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018.

CRUZ, J. E. R. et al. Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activity of extract from leaves and bark of *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 53, e20217903, 2022.

- DE ABREU, LS et al. Pequenos produtores do sul da Amazônia: desafios e estratégias para inovação agroecológica em seus sistemas de produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, pág. 114-122, 2016.
- DE CASTRO, S. S. et al. A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no Estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 1, p. 171-191, 2010.
- DE MIRANDA, S. C. et al. Regional variations in biomass distribution in Brazilian savanna woodland. **Biotropica**, v. 46, n. 2, p. 125-138, 2014.
- DE MIRANDA, S. C. **Variação espacial e temporal da biomassa vegetal em áreas de Cerrado**. 2012. 143 p. Tese (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal Brasília, Brasília, 2012.
- DE SOUZA, M. F.L. et al. Ciclo do Carbono: Processos Biogeoquímicos, Físicos e Interações entre Compartimentos na Baía de Todos os Santos. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 5, p. 566-582, 2012.
- DHYANI, S. K.; RAM, A.; DEV, I. Potential of agroforestry systems in carbon sequestration in India. **Indian J. Agric. Sci.** 86, 1103–1112. 2016.
- DO BRASIL, Senado Federal. Constituição da república federativa do Brasil. **Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico**, 1988.
- DO CARMO, J. B. et al. As emissões de gases de efeito estufa de solos na cultura de cana-de-açúcar no Brasil: efeitos da aplicação de fertilizantes sintéticos e orgânicos com acúmulo de palha. **Coletânea dos Fatores de Emissão e Remoção de Gases de Efeito Estufa da Agricultura Brasileira**, p. 58, 2020.
- DUGUMA, L. A. et al. Agroforestry as a key intervention to achieve nationally determined contribution (NDC) targets. In: **Agroforestry for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 641-664.
- EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, p. 201-341, 1972.
- EMBRAPA TERRITORIAL. **GeoMatopiba: Inteligência Territorial Estratégica para o Matopiba**. Campinas, 2020. Disponível em: [www.embrapa.br/geomatopiba](http://www.embrapa.br/geomatopiba) . Acesso em: 15 mai. 2023.
- EMBRAPA. **Estratégia de recuperação: sistemas agroflorestais – SAFs**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/sistemas-agroflorestais-safs>. Acesso em: 16 mai. 2023.
- EOL. **Encyclopedia of life**. Disponível em: <http://www.eol.org>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- ESCOLANO, J. J. et al. Decreased organic carbon associated with land management in Mediterranean environments. In: **Soil Management and Climate Change**. Academic Press, 2018. p. 1-13.
- FERREIRA, M. E. et al. Considerations about the land use and conversion trends in the savanna environments of Central Brazil under a geomorphological perspective. **Journal of Land Use Science**, v. 11, n. 1, p. 33-47, 2016.

- FONSECA, L. O. **Potencial antioxidante do extrato de campomanesia sessiliflora (guabiroba verde) e modulação sobre a hidrólise de nucleotídeos em soro de ratos**. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018.
- FREITAS, D.O. **Potencial antioxidante do extrato de mangaba (Hancornia speciosa Gomes) e seu efeito sobre a hidrólise de nucleotídeos em soro de ratos**. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018.
- FRIETSCH, Marina et al. Future-proofing ecosystem restoration through enhancing adaptive capacity. **Communications Biology**, v. 6, n. 1, p. 377, 2023.
- GOMES, B. H. **Caracterização física e bioquímica de frutos de Caryocar brasiliense (pequi) com e sem espinhos no endocarpo e abordagens biotecnológicas para a conservação e micropropagação in vitro**. 2018. 111 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- GRANDE, T. O. **Desmatamentos no Cerrado na última década: perda de hábitat, de conectividade e estagnação socioeconômica**. 153 p. Tese (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2019.
- GUEDES, A. Retorno do Brasil ao Mapa da Fome da ONU preocupa senadores e estudiosos. **Agência Senado**, v. 14, 2022.
- HARRIS, N. L. et al. Mapas globais dos fluxos de carbono florestal do século XXI. **Nature Climate Change**, v. 11, n. 3, pág. 234-240, 2021.
- HE, C. et al. The effects of night-time warming on mortality burden under future climate change scenarios: a modelling study. **The Lancet Planetary Health**, v. 6, n. 8, p. e648-e657, 2022.
- HEINRICH, V.H.A. et al. The carbon sink of secondary and degraded humid tropical forests. **Nature**, v. 615, n. 7952, p. 436-442, 2023.
- HOSEN, N.; NAKAMURA, H.; HAMZAH, A. Adaptação às mudanças climáticas: o conhecimento ecológico tradicional é a chave? **Sustentabilidade**, v. 12, n. 2, pág. 676, 2020.
- IFG. **I Semana Integrada do Cerrado**. Disponível em: <https://ifg.edu.br/eventos-em-andamento/26190-i-semana-integrada-do-cerrado>. Acesso: 07 jun. 2023.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Cerrado**. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado>. Atualizado em 25/05/2021. Acesso em: 04 jun. 2023.
- JACOBS, B. et al. Ensuring resilience of natural resources under exposure to extreme climate events. **Resources**, v. 5, n. 2, p. 20, 2016.
- JAKOVAC, C. C. et al. Strong floristic distinctiveness across Neotropical successional forests. **Science advances**, v. 8, n. 26, p. eabn1767, 2022.

- JEPSON, W.; BRANNSTROM, C.; FILIPPI, A. Access regimes and regional land change in the Brazilian Cerrado, 1972–2002. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 100, n. 1, p. 87-111, 2010.
- JUSTINO, A. B. **Casca do araticum (*Annona crassiflora* Mart.) como fonte de compostos antioxidantes com atividade de inibição de  $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -glicosidase e glicação não enzimática**. 2016. 90 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.
- KATAOKA, V.M.F; CARDOSO, C.A.L. Avaliação do perfil cromatográfico obtidos por CLAE-DAD e da atividade antioxidante das folhas de espécies *Campomanesia sessiliflora* (O. Berg) Mattos e *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. **Revista bras. plantas med.** vol.15 no. 1 Botucatu, 2013.
- KHRAISHAH, H. et al. Climate change and cardiovascular disease: implications for global health. **Nature Reviews Cardiology**, p. 1-15, 2022.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- KOMINO, E. A. **Avaliação dos efeitos antioxidantes do extrato de *Annona crassiflora* Mart. e seus polifenóis em miocárdio de camundongos hiperlipidêmicos**. 2022. 112 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.
- KUMAR, V. Multifunctional agroforestry systems in tropics region. **Nature Environment and Pollution Technology**, v. 15, n. 2, p. 365, 2016.
- KUYAH, S. et al. Farmer-Managed Natural Regeneration in Africa: Evidence for Climate Change Mitigation and Adaptation in Drylands. In: **Agroforestry for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023.
- LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M.M.C.; DALLA-NORA, E.L. Subestimar e superexplorar o Cerrado brasileiro é um risco nosso. **Meio Ambiente: ciência e política para o desenvolvimento sustentável**, v. 58, n. 6, pág. 4-15, 2016.
- LANNES, L.S. et al. Plantas herbáceas nativas e exóticas no Cerrado brasileiro são (co)limitadas por diferentes nutrientes. **Planta e Solo**, v. 400, p. 231-243, 2016.
- LASSOIE, J. P.; BUCK, L. E.; CURRENT, D. The development of agroforestry as an integrated land use management strategy. **North American agroforestry: an integrated science and practice**, p. 1-24, 2009.
- LETCHER, T. M. Why do we have global warming? In: **Managing global warming**. Academic Press, 2019.
- LEWIS, K. et al. Identifying hotspots for ecosystem restoration across heterogeneous tropical savannah-dominated regions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 378, n. 1867, p. 20210075, 2023.

- LI, A. et al. Aboveground biomass estimates of sagebrush using terrestrial and airborne LiDAR data in a dryland ecosystem. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 213, p. 138-147, 2015.
- LIMA JÚNIOR, J. P. **Anacardium humile como uma nova fonte de moléculas antioxidantes, antiglicantes e inibidoras de  $\alpha$ -amilase com potencial para o controle do estresse oxidativo e do diabetes mellitus**. 2021. 95 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.
- LIMA, J. M. **Secagem da polpa de macaúba para obtenção do  $\beta$ -caroteno**. 2017. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.
- LUMBRERAS, J. F. et al. **Aptidão agrícola das terras do Matopiba**. 2015. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 48 p.: il. color. – (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 179). Acesso: 17 mai. 2023.
- MANGABEIRA, J.A de C.; TOSTO, S.G.; ROMEIRO, A.R. **Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)**. 47 p.: il. Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 91. 2011.
- MAPBIOMAS. **Collection 4.0. 2020**. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 14 mai. 2023.
- MARTINELLI, L.A. et al. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5-6, p. 431-438, 2010.
- METZGER, J.P. et al. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 104-116, 2019.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **iNDC (Contribuição Nacionalmente Determinada)**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/grupo-executivo-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/10570-indc-contribui%C3%A7%C3%A3o-nacionalmente-determinada.html>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- MITTERMEYER, R.A.; N. Myers; C.G. Mittermeyer, 1999. **Hotspots Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. New York. CEMEX, Conservation International. 430p.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- MYERS, N. Lifting the veil on perverse subsidies. **Nature**, v. 392, n. 6674, p. 327-328, 1998.
- NAIR, P.K. Ramachandran. **An introduction to agroforestry**. Springer Science & Business Media, 1993.
- OLIVEIRA, A. P. A. **Capacidade antioxidante de extratos vegetais de espécies nativas do cerrado e seu potencial como inibidores da enzima mieloperoxidase**. 2018. 45 p. Trabalho

de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018.

PAIXÃO, C. **TO representa grande potencial de expansão do Matopiba, região conhecida como a nova fronteira agrícola brasileira.** Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/to-apresenta-grande-potencial-de-expansao-do-matopiba-regiao-conhecida-como-a-nova-fronteira-agricola-brasileira/13iopzlnjm9o>. Acesso: 16 mai. 2023.

POORTER, L. et al. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. **Nature**, v. 530, n. 7589, p. 211-214, 2016.

RADA, N. Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. **Food Policy**, v. 38, p. 146-155, 2013.

RAHMAN, S.A. et al. The Role of Agroforestry Systems for Enhancing Biodiversity and Provision of Ecosystem Services in Agricultural Landscapes in Southeast Asia. In: **Agroforestry for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. p. 303-319.

RAMOS, B.B. **Obtenção de extratos hexânico e metanólico das folhas de *Campomanesia sessiliflora*: caracterização físico-química e perfil antimicrobiano.** 2017. 25 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.

RAMOS, L. P. A. **Efeitos hipolipemiante e antioxidante do extrato etanólico da casca do fruto da *Annona crassiflora* Mart. e seus polifenóis em camundongos hiperlipidêmicos induzidos por Triton WR-1339 (tiloxapol).** 2020. 93 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

RATHORE, S.S. et al. Integrated agroforestry systems improve soil carbon storage, water productivity, and economic returns in the marginal land of the semi-arid region. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, n. 10, p. 103427, 2022.

REID, W.V. Biodiversity hotspots. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 7, p. 275-280, 1998.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, 2019.

REYNOLDS, J.F. et al. Global desertification: building a science for dryland development. **Science**, v. 316, n. 5826, p. 847-851, 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1, p. 151-212, 2008.

RIGHI, C. A. et al. Biodiversity and biomass relationships in a cerrado stricto sensu in Southeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 195, n. 4, p. 492, 2023.

RODRIGUES, A. A. et al. Cerrado deforestation threatens regional climate and water availability for agriculture and ecosystems. **Global Change Biology**, v. 28, n. 22, p. 6807-6822, 2022.

- RODRÍGUEZ-VEIGA, P.; Carreiras, J.; Smallman, T.L.; Exbrayat, J.-F.; Ndambiri, J.; Mutwiri, F.; Nyasaka, D.; Quegan, S.; Williams, M.; Balzter, H. Carbon Stocks and Fluxes in Kenyan Forests and Wooded Grasslands Derived from Earth Observation and Model-Data Fusion. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 2380.
- RODRÍGUEZ-VEIGA, P.; Saatchi, S.; Tansey, K.; Balzter, H. Magnitude, spatial distribution and uncertainty of forest biomass stocks in Mexico. *Remote Sens. Environ.* **2016**, *183*, 265–281.
- RODRÍGUEZ-VEIGA, Pedro et al. Forest biomass retrieval approaches from earth observation in different biomes. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 77, p. 53-68, 2019.
- SANO, E. E. et al. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of environmental management**, v. 232, p. 818-828, 2019.
- SANTOS, P. S.; FERREIRA, L. G. Análise descritiva dos aspectos biofísicos associados aos padrões de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Vermelho, bioma Cerrado. **GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology**, n. 20, p. 3-28, 2017.
- SANTOS, T. J. **Sistemas agroflorestais na agricultura familiar amazônica: uma revisão bibliográfica**. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Pós-graduação em Educação Ambiental e Sustentabilidade) - Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Ibatiba, Ibatiba, 2020.
- SATO, A. O. **Avaliação do potencial antioxidante e antiadipogênico do extrato acetato de etila e proantocianidinas do araticum (*Annona crassiflora* Mart.) em adipócitos 3T3-L1**. 2023. 48 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.
- SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Sistemas Agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no bioma amazônico**/ Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR). — 1. ed. Brasília: SENAR, 2017.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Consulta Pública: regularidade. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: 14 maio 2023.
- SILVA, B. G. B. **Efeito de extratos metanólicos de *Calliandra dysantha* Benth.(Fabacea) sobre o biofilme de *Staphylococcus aureus***. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.
- SMITH, P. et al. Pressões de mudanças globais nos solos decorrentes do uso e manejo da terra. **Biologia da mudança global**, v. 22, n. 3, pág. 1008-1028, 2016.
- SOTO BONI, T. et al. Biomass residues improve soil chemical and biological properties reestablishing native species in an exposed subsoil in Brazilian Cerrado. **Plos one**, v. 17, n. 6, p. e0270215, 2022.
- SOUSA, P. G. R. **Diversidade genética e caracterização molecular de pequiheiro baseadas em marcadores AFLP**. 2017. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação

em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.

SOUZA, D. C. **Extração de DNA de plantas do Cerrado: metodologia inédita e eficiente.** 2019. 68 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2019.

SOUZA, D. C. et al. **Processo para extração de DNA de plantas com altos teores de metabólitos secundários.** 2020. Categoria: Processo. Instituição onde foi depositada: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. País: Brasil. Natureza: Patente de Invenção. Número do registro: BR10202000192. Data de depósito: 29/01/2020. Depositante/Titular: Universidade Federal de Uberlândia.

SOUZA, D.C.; TEIXEIRA, T.A. A simple and effective method to obtain high DNA quality and quantity from Cerrado plant species. **Molecular Biology Reports**, vol. 46, p. 4611–4615, 2019.

STRASSBURG, B.B.N. et al. Author Correction: Global priority areas for ecosystem restoration. **Nature**, v. 609, n. 7926, p. E7-E7, 2022.

STRASSBURG, B.B.N. et al. Global priority areas for ecosystem restoration. **Nature**, v. 586, n. 7831, p. 724-729, 2020.

STRASSBURG, B.B.N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0099, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology.** The Benjamin/Cummings Publishing Company, Redwood City, CA. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Redwood City, CA., 1998.

TEIXEIRA, B.E. et al. The potential of natural shade provided by Brazilian savanna trees for thermal comfort and carbon sink. **Science of The Total Environment**, v. 845, p. 157324, 2022.

TEIXEIRA, T.C. **Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos metanólicos de diferentes órgãos de *Croton antisyphiliticus* Mart.** 2021. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Instituto de Biotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021.

TEMPERTON, V. M. et al. Step back from the forest and step up to the Bonn Challenge: how a broad ecological perspective can promote successful landscape restoration. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 4, p. 705-719, 2019.

TOL, R. S. J. The economic effects of climate change. **Journal of economic perspectives**, v. 23, n. 2, p. 29-51, 2009.

TONELLO, Victor Manoel Marques. **Principais aspectos do ciclo biogeoquímico do elemento carbono e seu contexto na atualidade.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

TRIGUEIRO, W. R. et al. **Variação espacial dos fatores que direcionam o desmatamento do Cerrado.** 2019. Dissertação (Pós Graduação em Recursos Naturais do Cerrado), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019.

UFCAT. **II Semana Integrada do Cerrado**. Disponível em: <https://catalao.ufg.br/e/32932-ii-semana-integrada-do-cerrado>. Acesso: 05 jun. 2023

UFMG. **Semana do Cerrado na Estação Ecológica**. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/eventos/semana-do-cerrado-na-estacao-ecologica>. Acesso: 06 jun. 2023.

UFR. **II Festival do Cerrado**. Disponível em: <https://ufr.edu.br/noticia/inscricoes-abertas-para-o-ii-festival-do-cerrado/>. Acesso: 07 jun. 2023.

UNESP. **Festival Águas do Cerrado**. Disponível em: <https://www.fc.unesp.br/#!/noticia/1004/festival-aguas-do-cerrado/>. Acesso: 06 jun. 2023.

VAN NOORDWIJK, M. et al. Agroforestry matches the evolving climate change mitigation and adaptation agenda in Asia and Africa. In: **Agroforestry for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2023.

VANCUTSEM, C. et al. Long-term (1990–2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics. **Science Advances**, v. 7, n. 10, p. eabe1603, 2021.

VIGNALI, C. **Princípio da indissociabilidade: a tríade que rege o Ensino, Pesquisa e Extensão nas IES**. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/sharer.php?noticia=1873>. Acesso: 20 mai. 2023.

VIÑALS, E. et al. Reviewing social-ecological resilience for agroforestry systems under climate change conditions. **Science of the total environment**, v. 869, p. 161763, 2023.

WARNER, J.M. et al. Estimating acid soil effects on selected cereal crop productivities in Ethiopia: Comparing economic cost-effectiveness of lime and fertilizer applications. **Plos one**, v. 18, n. 1, p. e0280230, 2023.