



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PRODEMA/UFPB**



JOSÉ AMÉRICO DE SOUZA GAIA

**ESPÉCIES ARBÓREAS DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PIAUÍ,
BRASIL: modelagem de nicho ecológico e aspectos do conhecimento local**

JOÃO PESSOA-PB

2019

JOSÉ AMÉRICO DE SOUZA GAIA

**ESPÉCIES ARBÓREAS DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PIAUÍ,
BRASIL: modelagem de nicho ecológico e aspectos do conhecimento local**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena

JOÃO PESSOA-PB

2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

G137e Gaia, José Américo de Souza.

ESPÉCIES ARBÓREAS DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES,
PIAUI, BRASIL: modelagem de nicho ecológico e aspectos
do conhecimento local / José Américo de Souza Gaia. -
João Pessoa, 2019.
80 f. : il.

Orientação: Bartolomeu Israel de Souza.

Coorientação: Reinaldo Farias Paiva de Lucena.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN/PRODEMA.

1. Modelagem de nicho ecológico. 2. Parque Nacional de
Sete Cidades. I. Souza, Bartolomeu Israel de. II.
Lucena, Reinaldo Farias Paiva de. III. Título.

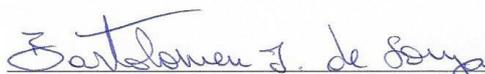
UFPB/BC

JOSÉ AMÉRICO DE SOUZA GAIA

**ESPÉCIES ARBÓREAS DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PIAUÍ,
BRASIL: modelagem de nicho ecológico e aspectos do conhecimento local**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

BANCA EXAMINADORA



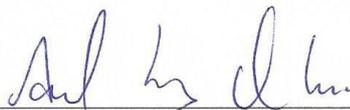
Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
Orientador – UFPB



Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena
Co-orientador - UFPB



Prof. Dra. Kallyne Machado Bonifácio
Examinadora Interna – UFPB



Prof. Dr. André Luiz Queiroga Reis
Examinador Externo – UNIPÊ

João Pessoa, 29 de abril de 2019.

Dedico este trabalho a minha esposa Carolina Gaia.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por tornar possível a realização de mais um projeto de vida.

Aqui manifesto meus sinceros agradecimentos aos meus orientadores Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza e Prof. Dr. Reinaldo Farias Paiva de Lucena, pelas orientações, credibilidade dispensada, confiança, paciência e pela persistência, que muito motivou frente aos obstáculos deparados por ocasião do mestrado.

A equipe que compôs a banca examinadora, Prof.^a Dra. Kallyne Machado Bonifácio e Prof. Dr. André Luiz Queiroga Reis pela atenção e contribuições na qualificação e defesa final.

Ao Me. e doutorando Ramon Santos Souza pela atenção, dedicação e substancial contribuição para esta pesquisa com seu vasto conhecimento em georreferenciamento.

A Me. Simone da Silva pela oportunidade do convívio em sala de aula por ocasião das aulas do mestrado e pela receptividade e sua contribuição.

Ao Professor Dr. Gil Dutra Furtado pelas conversas produtivas e por suas relevantes contribuições com os conhecimentos repassados por ocasião das disciplinas ministradas no decorrer do curso.

Aos amigos de turma pela convivência harmoniosa e troca de experiências que contribuíram para uma melhor relação acadêmica e pessoal.

Em especial a minha esposa Carolina Lima Bezerra Gaia, minha maior incentivadora de todos os momentos, não medindo esforços para apoiar nessa conquista.

A todos que de forma direta e indireta contribuíram com nosso sucesso, os meus mais sinceros agradecimentos.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- (ALOS) Satélite Avançado de Observação de Terra
- (AUC/ROC) Área sob a Curva do Operador Receptor
- (AW3D30) Modelo Digital de Superfície ALOS/World 3D com 30 m de resolução espacial
- (ANN) Artificial Neural Networks
- (Aw) Clima tropical, com inverno seco
- (BIOCLIN) Algoritmo de previsão de distribuição
- (Bootstrap) Framework web com código-fonte aberto
- (BSh) Clima Semi-árido quente.
- (CTA) Classification Tree Analysis
- (CDB) Convenção da Diversidade Biológica
- (CONAMA) Conselho Nacional do Meio Ambiente
- (CHILI) Calor Contínuo
- (ENFA) Ecological-Niche Factor Analysis
- (GBRM) Generalized Boosting Regression Model
- (GLM) Generalized Linear Models
- (GAM) Generalized Additive Models
- (GEE) Google Earth Engine
- (GLCM) Gray Level Cooccurrence Matrix
- (GA) Genetic Algorithm
- (GARP) Genetic Algorithm for Rule Set Production
- (GAM) Generalized Additive Model
- (GLM) Generalized Linear Models
- (GARP) Genetic Algorithm for Rule Set Production
- (GPS) Global Positioning System
- (IBDF) Instituto Brasileiro de Defesa Florestal
- (JACKKNIFE) (Técnica de reamostragem)
- (k-fold) Método de validação cruzada
- (MARS) Multivariate Adaptive Regression Splines
- (MMA) Ministério do Meio Ambiente
- (MNE) Modelagem de Nicho de Ecológico
- (MSI/Sentinel-2) Multispectral Instrument on-board SENTINEL-2
- (Maxent) Maximum Entropy

(MR) Multiple Regression
(MAXSS) Maximiza simultaneamente sensibilidade e especificidade
(NI) Número de Indivíduos
(NN) Neural Networks
(NIR) Referente a banda do infravermelho próximo
(PARNA) Parque Nacional
(PNSC) Parque Nacional das Sete Cidades
(QGIS) Development Team
(RED) Banda do vermelho no sensor Landsat 8
(RF) Random Forests,
(SAVI_{cor}) Correlação em SAVI
(SAVI_{var}) Variância em SAVI
(SAVI) Soil adjusted Vegetation Index
(SNUC) Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
(TM) Thematic Mapper
(UC) Unidade de Conservação
(VU) Valor de uso

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá)	50
Figura 2. <i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel (Janaguba)	50
Figura 3. <i>Parkia platycephala</i> Benth. (Faveira)	50
Figura 4. <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil. (Tingui)	50
Figura 5. <i>Caryocar coriaceum</i> Wittm (Pequi)	51
Figura 6. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) (Pau d'arco)	51
Figura 7. Localização do Parque Nacional de Sete Cidades.....	52
Figura 8. Predição do habitat atual para espécie <i>Parkiaplatycephala</i> Benth.; (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.....	57
Figura 9. Predição do habitat atual para espécie <i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.); (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.....	58
Figura 10. Predição do habitat atual para espécie <i>Hymenaea courbaril</i> L Plumel; (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.....	59
Figura 11. Predição do habitat atual para espécie <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.); (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.....	60
Figura 12. Predição do habitat atual para espécie <i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.; (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.....	61
Figura 13. Predição do habitat atual para espécie <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil. mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de indivíduos por espécies.....	54
Tabela 2. AUC (área sob a curva) média para os modelos Maxent para seis espécies arbóreas do PNSC (Piauí, Brasil)	54
Tabela 3. As variáveis preditoras de modelo são classificadas pela média da importância relativa (imp.rel) para explicar a previsão total do modelo (** rel.imp > 20%, * rel.imp > 15% e * rel.imp > 10%).....	55
Tabela 4. Valor de uso e número de indivíduos das espécies selecionadas.....	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Modelagem de nicho ecológico e distribuição de espécies.....	14
2.2 Biodiversidade e Unidades de Conservação (UCs).....	16
2.3 Aspectos ecológicos, socioeconômico e de uso medicinal das espécies estudadas.....	19
2.3.1 <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá).....	20
2.3.2 <i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel. (Janaguba)	22
2.3.3 <i>Caryocar coriaceum</i> Wittm. (Pequi).....	24
2.3.4 <i>Parkia platycephala</i> Benth. (Faveira).....	26
2.3.5 <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos. (Pau d'arco).....	29
2.3.6 <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil. (Tingui)	31
REFERÊNCIAS	33
CAPÍTULO I – MODELAGEM E DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE SEIS ESPÉCIES ARBÓREAS RELEVANTES PARA A DINÂMICA SOCIOCULTURAL E ECOLÓGICA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PIAUÍ, BRASIL	46
RESUMO	47
ABSTRACT	48
1 INTRODUÇÃO	49
2 MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Obtenção e análise dos dados.....	50
2.2 Caracterização da área de estudo.....	53
2.3 Dados Ambientais	55
2.4 Modelagem	56
3 RESULTADOS	56
3.1 Avaliação de modelos e contribuições de variáveis.....	56
3.2 Distribuição Potencial das Espécies	58
3.3 Aspectos do conhecimento local sobre a ocorrência das espécies arbóreas selecionadas	64
4 DISCUSSÃO	65
4.1 Avaliação de modelos e contribuições de variáveis.....	65
4.2 Distribuição Potencial das Espécies	66
4.2 Aspectos do conhecimento local sobre a ocorrência das espécies arbóreas selecionadas.....	69
5 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil está inserido em um contexto global de discussões sobre a conservação da biodiversidade, com isso, diversas pesquisas vêm sendo realizadas para identificar quais regiões estão sendo mais afetadas por degradações e consequente diminuição desta diversidade biológica (DINIZ-FILHO et al., 2004; BENSUSAN, 2006).

No campo das ciências ambientais, destaca-se o conceito de “hotspot” que compreende toda área natural onde a preservação é prioritária por conta das elevadas ameaças de extinção (MYERS, 1988). No Brasil, dois biomas são classificados como tal: o Cerrado e a Mata Atlântica, ambos com grande ocorrência relacionadas a espécies endêmicas (MITTERMEIER; WERNER, 1990), vasta biodiversidade e elevado grau de degradação ambiental por ações antrópicas (MYERS, 1988).

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma área localizada no Cerrado Brasileiro que é composto pelos estados do Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal), e alguns enclaves no Amapá, Amazonas e Roraima (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Na região do nordeste brasileiro, o Cerrado compõem áreas contíguas dos estados do Piauí e do Maranhão (SAMPAIO et al., 1994), recebendo influências vegetativas de três biomas: amazônico, cerrados e caatingas (RIZZINI, 1963), é considerado também uma área de transição ecológica, ecótono e relevante centro de biodiversidade (CASTRO et al., 2010).

A pesquisa aborda como área de estudo o Parque Nacional das Sete Cidades (PNSC), situado na porção nordeste do Estado do Piauí. É uma unidade de proteção integral, com extensão de 6.221 há, e apresenta grande diversidade de paisagem, foi criada pelo decreto Nº 50.744, de 8 de junho de 1961, e atualmente, é uma área prioritária de proteção e conservação da biodiversidade do bioma Cerrado (CASTRO et al., 2013).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) no ano de 2002 fez recomendações para ampliar esta área com a inclusão de 626,81 km² de savana florestada, tipologia vegetal ainda não representada no sistema regional de Unidade de Conservação (UC) (BURSZTYN, 2012; SALIN et al., 2012). A ampliação deve se estender ao norte do Parque, no município de Piracuruca, incluindo o extremo leste do município de São José do Divino (BRASIL, 2002).

O Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), tem como característica tipos fisionômicos (RIBEIRO; WALTER, 1998) de Campo limpo, Cerrado rupestre, Cerrado típico, Mata de galeria inundável, Cerradão e Mata seca semidecídua, compondo uma grande estrutura e diversidade (CASTRO et al., 2010), o que representa cerca de 5% deste bioma (MENDONÇA

et al., 2008). Outra característica do parque e de sua vegetação, é a relação com a transição que conecta floresta amazônica e cerrado, no sentido noroeste-sudeste, formando um corredor ecológico para a migração de espécies (OLIVEIRA-FILHO; RATTER, 1995).

A importância do parque como refúgio ecológico e de conservação da biodiversidade, está com sua proteção assegurada pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 303, de 20 de março de 2002, mesmo com ameaça do crescente avanço da agricultura e a urbanização (BRASIL, 2002).

O estudo utiliza a modelagem como principal instrumento de pesquisa, considerando que o órgão responsável pela gestão ambiental no Brasil, Ministério do Meio Ambiente -MMA, reconhece a modelagem como a principal ferramenta frente as questões relacionadas a conservação do meio ambiente, podendo ser aplicada como instrumento para ajudar a construir um entendimento das relações entre as atividades humanas, o meio ambiente e a biodiversidade.

Ademais, trata-se de uma ferramenta que pode ajudar na identificação das principais causas responsáveis pelas mudanças ambientais observadas ou previstas, bem como quais regiões que sofrerão maior impacto. Além disso, os modelos são usados para explorar, como e quando as metas estabelecidas podem ser alcançadas.

A Modelagem de Nicho Ecológico (MNE) é reconhecidamente o método mais apropriado, sua aplicação atualmente existe para estimar a distribuição geográfica real e potencial das espécies (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009).

A presente pesquisa portanto, está fundamentada na análise dos nichos, para o desenvolvimento de Modelagem de Nicho ecológico (RUSHTON et al., 2004; PHILLIPS et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2006; SOBERÓN, 2007), como ferramenta para raciocinar sobre eventos ecológicos e de evolução, assim como um instrumento sinótico, que permite ver de uma só vez as diversas partes de um mesmo processo, e com isso constituir estes fenômenos por meio de classes organizadas, que vai desde os indivíduos até os ecossistemas (CHASE e LEIBOLD, 2003).

O conceito de nicho de uma espécie, é descrito como um conjunto de condições ambientais que facultam à espécie satisfazer suas exigências mínimas de forma que o nascimento de uma população local seja igual ou maior que sua extinção juntamente com os impactos dos indivíduos desta espécie nas condições ambientais (CHASE; LEIBOLD, 2003).

Elith et al., (2006), considera os modelos de nicho ecológico, como uma das principais ferramentas tecnológicas para auxiliar em estudos de conservação da biodiversidade. Este tipo de modelagem quantifica as relações espécies-ambiente com base em hipóteses de que, os

modelos de nichos formam indicadores ambientais e exercem controle sobre a distribuição de espécies e comunidades (PETERSON, 2001).

Para modelagem do nicho ecológico de espécies arbóreas do Parque Nacional de Sete Cidades, foram selecionadas espécies com grande representatividade, como: Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.); Janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel); Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.); Faveira (*Parkia platycephala* Benth.); Pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos) e Tingui (*Magonia pubescens* A.St.-Hil.).

Tais espécies, possuem grande valor econômico, ecológico, cultural e farmacológico (MATOS; FELFILI, 2010; CASTRO et al., 2010; SOARES et al., 2015), o presente estudo apresentará informações relevantes sobre cada uma delas corroborando com a hipótese que as espécies arbóreas selecionadas exercem grande importância na dinâmica de conservação da biodiversidade do parque.

A valoração dessas espécies selecionadas, está presente também nos aspectos etnobotânicos, valor de uso medicinal, desempenhando papel relevante, pois favorecem compreensão das inter-relações entre seres humanos e plantas (COTTON, 1996; ALBUQUERQUE et al., 2007), a etnobotânica estuda diferentes sociedades, e suas interações ecológicas, genéticas, evolutivas, simbólicas e culturais com as plantas e vegetações em geral, atua diretamente na defesa e manutenção de espécies vegetais, na manutenção do conhecimento das culturas (MARQUES, 2002; DIEGUES, 2000).

Desta forma, possibilita a identificação e registro do manejo da vegetação, valorização dos conhecimentos tradicionais obtidos para solucionar, principalmente, problemas de saúde ou para fins conservacionistas (BECK; ORTIZ, 1997).

Os estudos deste assunto serão amplamente abordados e justificados, quando apresentadas na fundamentação teórica, nos tópicos que trata da caracterização das espécies, distribuição, seu uso e valores, propriedades que colaboram para a dinâmica sociocultural e ecológico do Parque Nacional de Sete Cidades.

A presente pesquisa apresenta como objetivo geral modelar a distribuição potencial de seis espécies arbóreas relevantes para a dinâmica sociocultural e ecológica do Parque Nacional das Sete Cidades, Piauí, Brasil, utilizando variáveis topoclimáticas e da paisagem. Como objetivo específico, determinar a distribuição geográfica, avaliar o impacto das variáveis na predição do habitat de adequação atual das espécies e discutir a importância da ocorrência das espécies com maior distribuição para as comunidades locais, com ênfase na conservação.

Este trabalho está estruturado em um artigo intitulado modelagem e distribuição potencial de seis espécies arbóreas relevantes para a dinâmica sociocultural e ecológica do

Parque Nacional de Sete Cidades, e foi desenvolvido em três etapas: a primeira com a realização de pesquisa bibliográfica, na busca de material teórico que abordassem os temas relacionados com biodiversidade e identificação das áreas de “hotspot”, conservação de áreas de refúgios, unidades de conservação, aspectos etnobotânicos, nicho ecológico, modelagem, assuntos que estejam dentro da temática objeto deste estudo.

A segunda etapa foi a realização da parte prática desenvolvida na área de estudo, Parque Nacional de Sete Cidades, com a coleta de dados relacionadas com as espécies selecionadas para posterior identificação.

A terceira etapa foi a elaboração de modelagem de nicho ecológico de espécies arbóreas, com apresentação dos principais fatores e potencialidades dessas espécies selecionadas, considerando seus aspectos biogeográficos no Parque Nacional de Sete Cidades, analisando a importância de variáveis ambientais. Como conclusão foi apontado os principais resultados encontrados nesta pesquisa e suas limitações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Modelagem de nicho ecológico e distribuição de espécies

O entendimento sobre a distribuição geográfica das espécies é essencial para o conhecimento das atividades envolvendo questões ligadas ao meio ambiente, existem muitas dificuldades relacionadas a essa distribuição, em razão de informação desiguais, custo elevado para pesquisa de campo, e as alterações das informações com o passar do tempo.

A compreensão desses fatores referente a biogeografia, objetiva a percepção de como indicadores ambientais bióticos e abióticos podem determinar ou influenciar nos parâmetros da biodiversidade e sua conservação. Os sistemas ecológicos aptos a gerar esses parâmetros são a razão para compreender onde uma espécie se encontra e como se distribui em determinado ambiente (WIENS, 2011; RANGEL; LOYOLA, 2012).

Esse conjunto de indicadores são decisivos na compreensão do conceito de nicho ecológico, segundo Campbell (1996), “nicho ecológico é a soma total do uso dos recursos bióticos e abióticos por um organismo em seu ecossistema”.

O pensamento sobre a modelagem de nicho ecológico ou distribuição de espécies, de um determinado organismo, se define conforme indução ou hipótese de sua distribuição geográfica, utilizando para tanto, métodos ou algoritmos disponíveis para analisar os dados considerando fundamentalmente o conceito de nicho ecológico, as delimitações das amostras, escolha dos algoritmos, parâmetros ou preditores utilizados, subsídio dos preditores e os modelos validados (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000; PETERSON; SOBERÓN, 2012). A observação desses aspectos influencia positivamente na eficiência precisa da distribuição das espécies.

Atualmente, com a crescente preocupação da conservação da biodiversidade, e conseqüente aumento de pesquisas na área da ecologia das espécies, se faz necessário a adoção de meios e processos, que atendam estas demandas por conhecimento com a geração e uso de tecnologias inovadoras mais eficaz, rápida e confiável. Portanto, a adoção de estratégias adequadas, para o acesso desses dados, utilizando as ferramentas de informática, que posteriormente serão analisadas e visualizadas espacialmente, contribui para a composição de cenários de presença, impacto e fragilidade ambiental (SIQUEIRA, 2005).

Importante também nesses modelos é a quantidade potencialmente útil dos algoritmos, que são aplicados a um número finito de dados que permitem solucionar classes semelhantes de problemas (RANGEL; LOYOLA, 2012).

Existem vários grupos de métodos recomendados para modelagem de nichos ecológicos de distribuição de espécies, esses modelos, podem ser usados para várias temáticas distintas (RANGEL; LOYOLA, 2012). Estão disponíveis na literatura trabalhos que identificam vários modelos. Rangel e Loyola (2012) aponta três grupos de métodos principais:

- (I) Modelos “envelope” ou de classificação: considerado modelos genéricos de fácil compreensão e interpretação, aconselháveis para pesquisas voltadas para a forma, relação e ocorrência de determinada espécie para com os preditores ambientais. Exemplos: o BioClim, o Euclidiano e Gower (*Euclidian and Gower Distances*) e o ENFA (*Ecological-Niche Factor Analysis*).
- (II) Modelo estatístico baseado em regressão: se aplica melhor se os fatores ou mudanças ambientais ocorrem de forma linear. São exemplos o GAM (*Generalized Additive Model*), o MARS (*Multivariate Adaptive Regression Splines*) e o GLM (*Generalized Linear Models*).
- (III) Modelos de aprendizagem automática “*machine-learning*”: são modelos altamente complexos, precisos e necessitam de vasto conteúdo estatístico, potencializando a conexão entre a ocorrência de indivíduos e os preditores ambientais. Como exemplos: GARP (*Genetic Algorithm for Rule Set Production*), ANN (*Artificial Neural Networks*), *Random Forests*, *Generalized Boosting Regression Model* e o Maxent (*Maximum Entropy*).

Elith et al., (2006) classificam os Modelos de Distribuição de Espécies em dois grandes grupos com base nos dados que compõem os modelos. O primeiro modelo com dados apenas de presença, como exemplo o envelope climático. O segundo grupo, composto com dados de presença e ausência da espécie de interesse. O segundo grupo subdivide-se em dois modelos, os que fazem uso de dados de uma espécie apenas e os que fazem a descrição da espécie de interesse por meio dos dados de presença de outras espécies da comunidade.

Siqueira (2005) apresenta em sua pesquisa sobre técnicas de modelagem, onde baseia-se nas análises do ambiente, em que os algoritmos buscam semelhanças das condições ambientais das espécies identificadas com outro ambiente potencialmente propício para o desenvolvimento delas, e podem ser divididos em dois tipos, denominados de: modelo estatísticos e modelos baseados em regras.

O primeiro modelo, utilizam-se dos seguintes métodos: Regressões múltiplas (MR: “*Multiple Regression*”) (GUISA; ZIMMERMANN, 2000); Modelos lineares (GLM:

“*Generalized Linear Models*”) (AUSTIN et al., 1994); Modelos aditivos (GAM: “*Generalized Additive Models*”) (YEE; MITCHELL, 1991) e Árvore de classificação (CTA: “*Classification Tree Analysis*”) (BREIMAN et al., 1984).

Os modelos baseados em regras são: Algoritmos genéricos (GA: “Genetic Algorithm”), como exemplo deste tipo o GARP: “Genetic Algorithm for Rule Set Production” (STOCKWELL; PETERS, 1999; STOCKWELL; NOBLE, 1992), e Redes neurais (NN: “Neural Networks”) (OLDEN; JACKSON, 2002; PEARSON et al., 2002).

Todos os esforços e estudos utilizando os métodos de Modelagem de Nicho Ecológico (MNE), são amplamente reconhecido e atualmente tornou-se ferramenta importantíssima, com ampla utilização, priorizando áreas de conservação ambiental (NÓBREGA; MARCO JUNIOR, 2011), para discutir padrões biogeográficos (WERNECK et al., 2012), como também, resultando na disponibilização de dados modelados relacionados com clima passado e futuro, e a previsão de mudanças na distribuição dos organismos ao longo do tempo (BONNACCORSO et al., 2006).

Neste contexto, utilizou-se a Modelagem de Nichos Ecológicos (MNE), por tratar-se de uma ferramenta analítica aplicada a conservação da biodiversidade, referente a distribuição de espécies arbóreas em mapas de distribuição geográfica, indicando a provável ocorrência ou ausência de uma ou mais espécies, a partir da aplicação de um algoritmo específico ou vários. A modelagem possibilita ainda a análise da associação de inúmeras variáveis ambientais e registros de ocorrência das espécies, o que possibilita a identificação das condições ambientais ideais para ocorrência das espécies estudadas (PEARSON, 2007).

2.2 Biodiversidade e Unidades de Conservação (UCs)

A Convenção da Diversidade Biológica (CDB) estima que o Brasil apresenta entre 15 e 20% de toda a biodiversidade do planeta, e ainda se destaca como o país de maior ocorrência de espécies endêmicas. Para se ter uma ideia o tamanho do endemismo de espécies vegetais no Brasil, um estudo denominado “Biodiversidade e Conservação das Plantas no Brasil (GIULIETTI et al., 2005), apontam que existem no mundo 56.907 de espécies e gêneros de monocotiledôneas e 55.569 de espécies e gêneros de dicotiledôneas, que, respectivamente, 14% e 15,18%, refere-se a flora mundial, onde 6,25% e 10,05% são endêmicas do Brasil.

Dados estatísticos indicam ainda que existem também, 517 anfíbios (294 endêmicos), 1.622 aves (192 endêmicas), 524 mamíferos (cerca de 130 endêmicos), 468 répteis (172

endêmicos), 3.000 espécies de peixes de água doce além de 15 milhões de insetos, muitos completamente desconhecidos (LEWINSOHN; PRADO, 2002).

A compreensão das várias formas de vida é uma concepção tão antiga quanto a própria consciência humana (MAYR, 1998), a expressão “diversidade biológica” passou a ser utilizada no início dos anos 80, a contração deste termo para biodiversidade, foi concebida pelo botânico Walter G. Rosen, por ocasião do "Fórum Nacional sobre a Biodiversidade" realizado no final de 1985. O termo “biodiversidade” foi popularizado três anos depois quando Edward Osborne Wilson publicou no seu livro, “Biodiversidade”, os trabalhos realizados neste Fórum.

Estudo realizado por Matos e Felfili (2010), no Parque Nacional de Sete Cidades, com objetivo de estudar a composição florística, fitossociologia, diversidade, regeneração natural e relaciona-las com outros ambientes, constatou uma diversidade elevada que aponta alta riqueza florística e identifica o compartilhamento de espécies com outras localidades e biomas, ficando evidenciado que a localização geográfica do interior do Parque tratar-se de área de tensão ecológica.

Outro aspecto importante, considerado por este estudo, é a relevância quanto as propriedades e uso das espécies selecionadas, pois segundo Baldini (2008), a valoração do conhecimento tradicional é imprescindível à conservação da biodiversidade, uma vez que é possível identificar e conhecer a utilização dessas espécies, e conseqüente pressão exercida sobre elas. Portanto, esses dados, das propriedades de uso medicinal terão relevante aplicabilidade como subsídio na abordagem referentes ao binômio preservação/manutenção (ALBUQUERQUE; LUCENA, 2004).

Considerando as pesquisas citadas e bibliografias referenciadas, fica evidente a necessidade de uma reflexão quanto a importância da manutenção e proteção de áreas que possam, por meio de um adequado plano de manejo, evitar a extinção de determinadas espécies, e por outro lado, contribuir com distribuição dessas espécies para onde elas encontram-se ameaçadas. Portanto, a estratégia viável e consolidada são as Unidades de Conservação (UCs).

As Unidades de Conservação (UCs), foram efetivadas pela Lei n.9.985/2000, que regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, “institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências, e asseguram o uso sustentável dos recursos naturais e ainda propiciam às comunidades envolvidas o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis em seu interior ou entorno”. O Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - Unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;

II - Conservação da natureza: o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral;

III - Diversidade biológica: a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

Conforme o Art. 7º “As unidades de conservação integrantes do SNUC dividem-se e classifica-se em dois grupos, com características específicas”:

I - Unidades de Proteção Integral;

II - Unidades de Uso Sustentável.

De acordo com SNUC, § 1º O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei. Com o § 2º “O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (BRASIL, 2000). No Art. 8º “O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias” de unidade de conservação:

I - Estação Ecológica;

II - Reserva Biológica;

III - Parque Nacional;

IV - Monumento Natural;

V - Refúgio de Vida Silvestre.

Na perspectiva que a pesquisa se debruça em estudar a categoria de Unidade de Conservação III - Parque Nacional, que Segundo o SNUC, no Art. 11, “Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica”, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de

atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (BRASIL, 2000).

§ 1º O Parque Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei § 2º A visitação pública está sujeita às normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, às normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração, e àquelas previstas em regulamento. § 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento.

O SNUC auxilia no ordenamento jurídico de várias outras leis que dispõe sobre as categorias de manejo, define critérios, normatizações e gestão das áreas protegidas em todo o território nacional, nas esferas federal, estaduais ou municipais.

Portanto, a compreensão das Unidades de Conservação, como ferramenta de conservação para a biodiversidade, é de extrema relevância para compressão desta pesquisa, uma vez que a área de estudo é o PNSC, desta forma, é importante compreender ainda o papel dos aspectos sociais, tecnológicos e ecológicos das espécies selecionadas, que serão apresentadas a seguir.

2.3 Aspectos ecológicos, socioeconômico e de uso medicinal das espécies estudadas

O esforço comum na busca da preservação/conservação das espécies arbóreas, em um ambiente sustentável dentro de uma perspectiva ecológica, social e econômica, deveriam ser um pacto almejado por todos (TRIGUEIRO, 2012). Com base nessa concepção, se discute amplamente a conservação e uso dos produtos madeireiros e não madeireiros, base da economia local e global. Os exemplos têm demonstrado que o uso desses produtos não tem sido feito de forma adequada, e sim de forma predatória (PINTO et al., 2010).

O Brasil é reconhecidamente um país de grandiosíssima biodiversidade, mas para conhecê-la, identificar as espécies que a compõe, estabelecer qual a ordem dessa grandeza e estabelecer quais os fatores relacionados com esta variedade, se faz necessário quantificar, qualificar e modelar as espécies, portanto, é fundamental conhecer suas ocorrências, frequência e localização (BRASIL, 2009).

De posse dessas informações básicas é possível calcular a incidência, para posteriormente descrever os aspectos ecológicos e a valoração botânica quanto ao conhecimento tradicional das espécies catalogadas para este estudo.

Um grande obstáculo para os estudos sobre plantas nativas é a insuficiência de informações relativas à identificação das espécies em razão das dificuldades para obtenção de material e estudos botânicos. Bem como, há preocupação da comunidade científica quanto aos estudos fisiológicos, morfológicos e de disseminação, principalmente das espécies em risco de extinção.

Desta forma, identificar e descrever as seis espécies arbóreas selecionadas, é essencial para o desenvolvimento dessa pesquisa, proporcionando estudos envolvendo ecologia, potencial de uso medicinal e aspectos socioeconômicos associados a dinâmica e amplitude de suas ocorrências, sendo possível a identificação e caracterização das espécies a seguir.

2.3.1 *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá)

No Cerrado brasileiro, as espécies do gênero “*Hymenaea*” da família das Leguminosas “Fabaceae”, mais frequentes e de maior importância socioeconômica e medicinal, são: “*Hymenaea courbaril* L.” , “*Hymenaea martiana*”, presentes em matas de galeria, caracterizam-se por árvores de porte maior, tronco reto e casca lisa, e a “*Hymenaea stigonocarpa*”, popularmente conhecida como jatobá do cerrado, já que é próprio deste ambiente, trata-se de uma espécie decíduas, de porte menor, tortuosa e casca grossa (COSTA et al., 2015).

Essas três espécies, são encontradas basicamente em vegetação de Cerrado, entretanto existem mais 13 variedades dessa mesma espécie com ocorrência em todo Brasil. Trata-se de espécie com preferência natural para solos secos, de baixa fertilidade, com terrenos de boa drenagem, é tolerante a déficit hídrico, e dependendo da região, com temperatura anual em média de 18° C a 27° C (COSTA et al., 2015).

Estudo realizado por Costa (2011), “Prospecção do Conhecimento Científico de Espécies Florestais Nativas”, confirmam a ocorrência das 13 espécies no Brasil, porém, Lee e Langenheim (1974), considera a espécie *Hymenaea courbaril* L., uma espécie polimórfica, com seis variedades: *courbaril*; *villosa*; *altissima*; *longifolia*; *stilbocarpa* e *subsessilis*. Já Rizzini (1971) diferencia as duas espécies *Hymenaea stilbocarpa* e *Hymenaea courbaril* pelo tipo de ambiente, distribuição geográfica, porte, características florais e foliares, além do tamanho dos

frutos. Contudo, Rizzini e Mors (1976) discordam o argumento de Lee e Langenheim (1974) e delimita a *Hymenaea stilbocarpa* à variedade de *Hymenaea courbaril* L.

No Brasil, do gênero *Hymenaea* de maior expressão econômica e medicinal são as espécies *Hymenaea stigonocarpa*, *Hymenaea courbaril* L e *Hymenaea martiana* (CAPRIANO *et al.*, 2014).

Todas estas variedades apresentam semelhanças quanto aos valores de uso comercial e medicinal, mas diferem quanto algumas características, e concentram-se em uma distribuição Geográfica com ocorrências confirmadas em todas as Regiões (Estados e Distrito Federal), exceto na região sul, nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com presença confirmada apenas no Paraná. É do tipo de vegetação área antrópica, Cerrado (lato sensu), Floresta ciliar ou Galeria, Floresta de terra firme, Floresta ombrófila (Floresta Pluvial) e Restinga (FLORA BRASIL, 2019).

O Jatobá tem porte entre 30 a 40 metros de altura, tronco com cerca de 2 metros de diâmetro e casca com até 3 centímetros, já o jatobá de Cerrado pode chegar a 20 m de altura e 50 cm de diâmetro na idade adulta, sua floração acontece do final do período seco e início do período chuvoso e a frutificação por um período de 3 a 4 meses e amadurecem intercaladamente (COSTA *et al.*, 2015). O morcego é o principal polinizador da espécie e os frutos são consumidos por insetos e vários animais silvestres: macaco, paca (*Cuniculus paca*), cutia (*Dasyprocta azarae*), entre outros, que se alimentam e disseminam as sementes do jatobá pelo ambiente (IPEF, 2008).

O Jatobá é uma espécie arbórea com relevante importância socioeconômica, seu produto é amplamente utilizado no comércio madeireiro e na medicina popular, é utilizado para produção de móveis na construção civil e naval. Os indígenas fazem uso da madeira para a construção de canoas, e da seiva líquida, quando exposta ao ar, torna-se resina sólida, sendo utilizada, por sua ação impermeabilizadora para calafetação de embarcações, também como combustível e verniz vegetal (COSTA, 2011; COSTA *et al.*, 2015).

Tem grande relevância para os povos indígenas e comunidades tradicionais, comunidades agroextrativistas e agricultores do Cerrado, no consumo e como cadeia produtiva, que vai desde a coleta até a comercialização de seus frutos e derivados. É consumido como alimento e utilizados para fins fitoterápico e artesanato (COSTA *et al.*, 2015).

O consumo da polpa farinácea “*in natura*”, pode ser feito de forma direta, na produção de mingau, farinha, pães, sorvetes, licores e picolés (COSTA *et al.*, 2015).

O valor na medicina popular, destaca-se na polpa do fruto, que é utilizada como laxante e por apresentar propriedades tônicas, a infusão aplica-se no tratamento de cistite, o xarope da

casca pode ser utilizado como depurativo com ação antitussígena e no tratamento de problemas respiratórios, pode-se mastigar para aliviar incomodo e dores estomacais e por inalação, após sua queima, para combater resfriados e dores de cabeça (COSTA et al., 2015).

As cascas e sementes do Jatobá também podem ser usadas como artesanato, na produção de biojóias, produção de bonecas e outros artesanatos. Estudos apontam que as folhas têm ação fungicidas repelindo pragas de plantas de cultivos, susceptível o ataque da lagarta da mariposa (COSTA et al., 2015).

Pesquisas realizada por Santana (2015), apontaram que extrato hidroacetônico extraído da folha do Jatobá, após análise cromatográfica, manifestaram abundância em flavonoides e na ocasião dos estudos foram observadas ações antifúngica e anticolinesterásico. Após ser analisado a cromatografia do óleo essencial extraído, ele apresentou atividade antimicrobiana (ROSSI, 2008).

Outro fator a ser reafirmado nesse tópico, é que estas espécies são fonte alimentícia para pessoas que vivem ou estão próximos da região onde estão presentes, podendo ser utilizadas como alimento de qualidade, com baixo custo de aquisição, podendo inclusive, ser cultivada gerando fonte de alimento para mais pessoas.

2.3.2 *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (Janaguba)

Na família Apocynaceae são encontradas espécies arbustivas, herbáceas e arbóreas, considerada entre as angiospermas, uma das maiores, contendo 550 gêneros, 3.700 a 5.100 espécies, dentre elas pode-se destacar a *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (Janaguba), que é uma planta conhecida popularmente como janaguba, janaúba, joanaguba, sucuuba, jasmim-manga, raivosa, tiborna e pau-de-leite, é uma planta que pode chegar até 7 metros de altura, com folhagem espessa nas extremidades dos ramos, folhas verde-escuros, com vértice arredondado e talos curtos (AMARO et al., 2006; BALDAUF e SANTOS, 2013).

É uma espécie que possui semente alada, flores brancas, aromáticas que apresentam estruturas que possibilitam o 'pouso' ou 'voo' da semente, apresenta fruto tipo folículo, em forma de chifre, pode ter entre 15 a 20 cm de comprimento por 2,5 a 4,7cm de largura.

Segundo Barroso et al., (1999), o Fruto da Janaguba possui epicarpo com estrutura muito simples em tempo, na proximidade de maturação o epicarpo se torna seco, e sementes com alas concêntricas, com núcleo seminífero elíptico, rugosa, com coloração amarelo-madeira e sulcada, membranácea, transparente e delicada, de fácil descarte, com reentrâncias na margem e às vezes pontiaguda na base e no ápice.

As sementes com ala são significativamente maiores quando comparados com as medidas das mesmas sem ala. Tais estruturas, de acordo com Barroso *et al.*, (1999), de forma geral, estão sempre relacionadas com a anemocoria, constituindo ótima estratégia de dispersão (AMARO *et al.*, 2006; BALDAUF; SANTOS, 2013).

Trata-se de uma planta ecologicamente importante, considerando que cresce em altitudes que vai de 200 até 1500 e compõe a vegetação do Cerrado e Caatinga, floresce e frutifica praticamente todo o ano (SPINA, 2004), é uma espécie arbórea endêmica do Cerrado brasileiro (AMARO *et al.*, 2006; BALDAUF; SANTOS, 2013).

Possui distribuição geográfica com ocorrências confirmada desde o Sudeste do Brasil até a Guiana Francesa, Suriname e Guiana. No Brasil é encontrada em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba, Piauí, Maranhão, Tocantins, Amapá, Pará e Roraima, presentes nos domínios fitogeográficos de Área Antrópica, Caatinga (*stricto sensu*), Campo Rupestre, Carrasco Amazônia, Cerrado (*lato sensu*), Floresta ciliar ou Galeria (SOARES *et al.*, 2016; PLUMEL, 1991; SPINA, 2004; FLORA BRASIL, 2019).

A variedade de espécies no Brasil vem sendo exploradas pelas populações locais promovendo inúmeros conhecimentos tradicionais e suas aplicações misturadas as crenças indígenas desde o período de colonização (ALBAGLI, 2001), são informações que, incorporadas às plantas medicinais, formam o alicerce da medicina popular no Brasil (MARTINS *et al.*, 2000).

A Janaguba é uma espécie com muita representatividade no uso da medicina popular por sua ação farmacológica e sua ocorrência é confirmada em várias regiões do Brasil. Tronco, raízes e folhas e os produtos das plantas, como frutos, sementes e o subproduto látex, são empregados nas mais diversas formas medicinais (HART, 2005).

Trata-se de uma planta amplamente usada na medicina popular para tratamento de várias doenças como artrose, artrite, inflamações, hemorroidas e câncer, por meio de uso das folhas e o látex (Amaro *et al.*, 2006). Seu látex, também é usado por muitas comunidades como fins terapêuticos principalmente no combate a úlceras (SOARES *et al.*, 2016). Atualmente, estudos farmacológicos evidenciaram as atividades anti-inflamatória e analgésica dos iridoides presentes na casca de seu caule e no látex, o efeito cicatrizante e uma baixa toxicidade reprodutiva e teratogênica em ratos, indicando que seu uso é seguro para pessoas no tratamento de gastrites e hemorroidas.

A casca da *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel, na forma de infusão, também vem utilizada na medicina popular no tratamento de artrite, hemorroida e tumor. Suas folhas podem

ser usadas, como compressas, no combate de impingem, verrugas e herpes. O “leite” de janaguba, como é chamado popularmente o látex, tem dado respostas relevantes com (ausência de efeito citotóxico) para o tratamento e cura de alguns tipos de câncer (MOUSINHO et al., 2011).

Este composto também tem eficiência no combate das verminoses (AMARO et al., 2006a). O consumo é seguro na espécie humana no tratamento de gastrites e hemorroidas. O látex dessa planta é rico em triterpenos, que são moléculas de carbono (LASZCZYK, 2009), contendo o lupeol que é um componente importante da *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel, intimamente relacionada com sua ação anti-inflamatória (SILVA, 1998).

Os estudos relacionados com os aspectos medicinais da Janaguba, demonstra sua relevância para o Cerrado brasileiro. Vale destacar, que outros estudos apontam a ocorrência dessa espécie no PNSC. Matos e Felfili (2010), em sua pesquisa Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de Galeria do Parque Nacional, destaca a ocorrência da *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel em mata da Sambaíba.

Em um estudo sobre Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica na zona urbana de Fortaleza, Ceará, foram registrados Parâmetros fitossociológicos, em 1 hectare estudado, em que o Índice de Valor de Importância (IVI) da *Himatanthus drasticus*, (Mart.) Plumel foi o mais alto (FIGUEIREDO; FERNANDES, 1987; COSTA e ARAÚJO, 2007).

No estado do Ceará a Janaguba tem frequente ocorrência na Chapada do Araripe, onde a muitos anos é muito explorada pela população local (SOARES et al., 2016), é uma espécie pode receber diversos nomes, dependendo da região.

2.3.3 *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi).

No Cerrado brasileiro são encontradas três espécies: *Caryocar brasiliense* Camb., *Caryocar coriaceum* Wittm. e *Caryocar cuneatum* Wittm, e pertencem à família *Caryocaraceae*. A espécie *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi), popularmente conhecida pelo nome de pequi e outras derivações tais como: piqui, piquiá e piqui vinagreiro, essa diversidade se explica em razão do Brasil ser o centro de dispersão desse gênero (PEREIRA, 2014; SOUSA-JUNIOR, 2012).

O Pequi é planta arbórea perene, que pode ser classificada como frutífera ou oleaginosa, de porte médio, com até 6m de altura, tronco com 20-40cm de diâmetro, com copa aberta e arredondada folhas compostas por três folíolos, com pecíolo de 3 a 12 cm de comprimento,

textura foliar áspera medindo 7 a 12 cm de comprimento por 5 a 10 cm de largura (OLIVEIRA et al., 2009).

Inflorescência em forma de penca terminal, com flores grandes e persistentes, cada cacho contém de 10 a 30 flores, com simetria radial e pedicelo longo, cálice com 5 sépalas verdes ou avermelhadas. Os frutos são globosos, verdes, com peso médio de 90g (OLIVEIRA et al., 2009).

É típica do Cerrado nordestino com ocorrência confirmada no Parque Nacional de Sete Cidades, é uma árvore de inúmeras finalidades e aplicações diversas como: indústria artesanal, farmacologia, culinária regional, além de apresentar potencial de uso para a produção de combustíveis e lubrificantes (OLIVEIRA et al., 2008).

O Pequi é considerado um fruto de fácil produção e com características desejáveis em relação ao sabor e valor nutritivo, que pode representar uma fonte potencial na alimentação e sobrevivência de uma parcela da população brasileira (RIBEIRO, 2000).

Trata-se de uma espécie de elevado valor socioeconômico, uso medicinal e ecológico. Atualmente apresenta uso potencial do óleo extraído da polpa do fruto, é o produto de maior importância econômica do pequizeiro, parte mais utilizada devido ao seu uso na culinária. O óleo de pequi tem grande potencial de uso na produção de biodiesel (GOMES, et al., 2015).

A polpa também é consumida diretamente e possui alto teor de lipídios (OLIVEIRA et al., 2010), além do mais contém propriedades vitamínicas “E” e “B”. A polpa, de coloração branca, pode ser utilizada na produção de geleias, licores, doces, bolos, biscoitos, molhos e na alimentação animal, além do potencial para uso nas indústrias de cosméticos (cremes), de limpeza (sabões), fármacos, biocombustíveis e lubrificantes (OLIVEIRA et al., 2008).

A amêndoa, que fica no interior do caroço, é utilizada para extração de óleo culinário, (tipo láurico). Contém elevado teor lipídico (OLIVEIRA et al., 2010) e apresenta sabor e aroma mais suaves do que o óleo da polpa. Além de apresentar potencial para o uso na farmacologia e na indústria cosmética.

Na casca do fruto tem a presença de taninos, motivo pelo qual pode ser utilizada no tingimento artesanal (RIBEIRO et al., 1982; ALMEIDA et al., 1998). Tem potencial de uso fitoterápico no tratamento de diversas enfermidades, no caso das micoses, em função dos efeitos colaterais dos antifúngicos convencionais, bem como na redução dos efeitos adversos da quimioterapia (PASSOS et al., 2002). A casca, também pode ser utilizada na formulação de ração para pequenos animais. A madeira é utilizável na indústria moveleira e combustível (carvão). A folha é utilizada para infusões para uso em medicina tradicional e as flores são melíferas (PASSOS et al., 2002).

A espécie tem grande potencial de uso para recuperação de áreas degradadas, o que elevaria a produção de frutos para atender a demanda comercial. A madeira é de boa qualidade e pode ser empregada na indústria moveleira. Porém, é uma espécie que tem o corte proibido. Apenas plantas mortas e alguns ramos podem ser utilizados na produção de carvão. As flores são importantes para a apicultura e as folhas utilizadas como infusão para regular o fluxo menstrual (MARONI et al., 2006).

Outros aspectos ecológicos e silviculturais observados, é que a floração ocorre imediatamente após o lançamento do novo fluxo foliar, entre setembro e novembro e os frutos amadurecem entre janeiro e março (Costa et al., 2004), ou seja, entre 90 e 120 dias após a polinização. A flor é grande e atrativa, possivelmente para atrair polinizadores.

A Espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., é endêmica do Brasil, com a ocorrência nas regiões Norte (Amazonas) e Nordeste (Bahia, Ceará). Pode ser encontrada nos biomas Caatinga, Amazônia e Cerrado (FLORA BRASIL, 2019), e apresenta-se também em áreas de transição entre a Caatinga e o Cerrado e em pequenos nichos de Mata Atlântica, sendo uma espécie caracteristicamente tropical.

2.3.4 *Parkia platycephala* Benth. (Faveira).

A espécie *Parkia platycephala* Benth. (Faveira), é um gênero botânico pertencente à família Fabaceae ou Leguminosae, que representam uma grande e economicamente importante família das Angiospermas, sendo popularmente conhecida como Faveira, ou Faveira-de-bolota, Faveira-preta ou visgueira (BRAGA, 1960; BEZERRA, et al., 2009).

A árvore tem porte de até 15 m de altura e 60 cm de diâmetro, com tronco curto e cilíndrico (MACHADO, et al., 2006). Copa ampla e ramificada. Casca rugosa e descamante. Folhas compostas, bipinadas e opostas. Flores em capítulos globosos, púrpuros, suspensos em pedúnculos filiformes.

Fruto legume achatado glabro, com sementes pequenas e achatadas dispostas em duas fileiras, é dotada de copa ampla, com as pontas dos ramos quase se encostando ao solo, aberta, com folhagem abundante. Bela floração, com flores em capítulos purpúreos. Seus frutos são pequenos e leves (MACHADO, et al., 2006). são legumes achatados indeiscentes contém sementes pequenas e achatadas dispostas em duas fileiras (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; MACHADO et al., 2006).

Perde consideravelmente parte das folhagens entre os meses de maio e julho, e regularmente floresce entre julho e setembro e apresenta frutos maduros entre outubro e

dezembro (ALVES, 2016). As flores separam-se no período noturno atraindo os morcegos nectarívoros, que são considerados os seus mais efetivos polinizadores, no decorrer do dia são visitados por insetos, principalmente abelhas, que provavelmente atuam como polinizadores secundários. Os frutos quando maduros caem no chão e aparentemente as sementes são dispersas por herbívoros que os utilizam como alimento (HOPKINS, 1984).

Os frutos são legumes achatados indeiscentes contém sementes pequenas e achatadas dispostas em duas fileiras (BULHÃO; FIGUEIREDO, 2002; MACHADO et al., 2006).

Muitas espécies pertencentes à família Fabaceae apresentam sementes dormentes por intervenção quanto a absorvência de água, em razão de apresentarem na frente um revestimento com nome de osteosclereides, que interfere na absorção atrasando a germinação por vários anos (FOWLER; BIANCHETTI, 2000). Essa condição de impermeabilidade é a provável motivo dessa dormência, porém mesmo quando a embebição ocorre, propriedades mecânicas do tegumento podem impedir a saída da plântula (PEREIRA, 2012).

Considerando os aspectos socioeconômicos, ecológicos e de uso medicinal, da Faveira, a espécie destaca-se pelo seu potencial madeireiro, pois a mesma é utilizada na fabricação de caixotes, tabuados para divisões internas em pequenas construções, forros, confecção de brinquedos, bem como para lenha e carvão (LORENZI, 2013), o que necessita de grande demanda por madeira.

A casca tem propriedades do tanino, que tem a ação de inibir ataque as plantas, é casualmente utilizada como curtume, na fitoterapia popular, é utilizado como cicatrizante e adstringente. A goma exsudada pelo tronco é alimento para os macacos do gênero *Callithrix*, denominados de mico, soim e sagui. As sementes possuem lecitina, podendo ser aplicada na indústria farmacêutica. A Faveira é muito utilizada para arborização, recomposição de áreas alteradas em cerrados e implantação de sistemas agroflorestais (COSTA, 2013).

As flores produzem néctar consumidos por morcegos e insetos. Os frutos (vagens), maduros são ingeridos por animais silvestres tipo: macacos, veados, e a família dos psitacídeos e por possuírem carboidratos sem fibras e proteínas, são utilizados por criadores como suplemento alimentar para bovinos, caprinos e ovinos, em mistura com folhas de forrageiras convencionais (MACHADO et al., 1999; ALVES et al., 2007).

Bezerra et al., (2009) confirmam que é uma espécie relevante para produção de energia, adubação verde e em revegetação de áreas degradadas. A espécie possui atributos que a configuram como prioritária na arborização de áreas rurais, recomposição de áreas degradadas em cerrados e implantação de sistemas agroflorestais. Recomendada para arborização de praças e parques (MACHADO et al., 2006).

Além disso, apresenta grande potencial para uso paisagismo e, prioritariamente, na produção de forragem, pois as vagens quando maduras são excelentes na alimentação de ruminantes (ALVES et al., 2007). Estes mesmos autores observaram que o extrato de folhas possui atividade antioxidante e fenóis.

A utilização da espécie é de grande importância para o semiárido nordestino, pois à mesma é um dos principais suportes forrageiros para a produção animal, sendo utilizada em diversos Estados do Nordeste, principalmente no período de seca, pois os solos da região são rasos, com baixa fertilidade natural e uma vegetação rala (SILVA, 2016).

No contexto da produção animal, essas características implicam um aumento do custo de produção, devido à indisponibilidade de forragens, com qualidade, durante o ano, constituindo o maior entrave no desenvolvimento da pecuária regional. Isso leva os produtores rurais a produzir, armazenar e conservar forragens, para alimentar seus animais no período de estiagem, onde a escassez de alimento (CARVALHO et al., 2006). Os frutos coletados na época da safra, aliada à fragmentação dos ecossistemas florestais, tem gerado a perda da variabilidade genética de muitas espécies nativas que detém potencialidade econômica e ambiental (SATO et al., 2008).

A *Parkia platycephala* Benth., como mostra esse estudo, ocorre numa considerável parte da área de abrangência do Cerrado brasileiro e tem ocorrência confirmada em várias unidades de conservação de proteção integral e é preservada por alguns fazendeiros. Todavia, nas áreas de predominância delas, que antes eram pouco exploradas, agora estão sendo incorporadas, de forma acelerada em áreas de produção de grãos, algodão, gado e outras *commodities* da agropecuária nacional (PEREIRA, 2017).

Sua ocorrência incorpora a Região Nordeste do país, em áreas de transição entre Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, apresenta a ocorrência confirmada nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Sergipe), Centro-Oeste (Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo) (FLORA BRASIL, 2019).

Destaca-se também, a relevância sociocultural da *Parkia platycephala* Benth. é a árvore-símbolo do Estado do Tocantins, conforme a Lei nº 915, de 16/07/1997, publicada na 614ª edição do Diário Oficial desse estado.

2.3.5 *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. (Pau d'arco)

A *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Pau d'arco), pertence à família Bignoniaceae, conhecido pela sinonímia *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl., chamada pelo nome popular de Ipê-roxo, Ipê-rosa ou pau-d'arco. Árvore caducifólia ou decídua, que em uma certa estação do ano, perde suas folhas, geralmente nos meses mais frios ou sem chuva, hermafrodita, secundária tardia ou clímax exigente em luz (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990). Sua altura atinge até 25 m e seu diâmetro até 80 cm.

Suas folhas são formadas por cinco folíolos semelhante a couro e forma elíptica ou oblongos pubescentes em ambas as faces, com 9 a 18 cm de comprimento e 4 a 10 cm de largura, apresenta uma base arredondada e curtamente cuneada ou quase truncada. Suas flores são em tríades que se ordenam em conjuntos corimbiformes, os eixos da inflorescência ramificam-se dicotomicamente em lados contrários. Já o fruto é linear, coriáceo e pontudo (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2008).

Sua floração se dá na estação seca, iniciando em ramos desfolhados, que se inicia no período chuvoso. Segundo Carvalho (2003), a floração pode ocorrer em período diferentes, na Bahia, a floração ocorre no período de fevereiro a maio, no Ceará, em julho e, em Pernambuco, no período de setembro a outubro. É uma espécie melífera, hermafrodita, e suas flores são geralmente polinizadas por mamangavas e abelhas arapuá e servem de alimento de aracuãs, jacutingas, papagaios e bugios.

A espécie *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, com relação aos aspectos socioeconômicos e ecológicos, possui elevada densidade e durabilidade e apresenta alto valor econômico, paisagístico e medicinal (LORENZI, 2002), com aplicação na construção civil, movelaria, instrumentos musicais, quilhas de navios, pontes e assoalhos, produção de bengalas e carvão (PAULA; ALVES, 2007), mourões, currais, acabamentos internos de casas, e bolas de boliche (LORENZI, 2002), na fabricação de móveis e assoalhos finos (GEMAQUE et al., 2002), além da fabricação de pisos, na forma de tábuas e tacos (LOUREIRO et al., 2000; SOUZA et al., 2002; LORENZI, 2008), também produz lenha de boa qualidade e vem sofrendo redução na quantidade de indivíduos em seus habitats (MAINIERI; CHIMELO, 1989; ETTORI et al., 1996; IPT, 2018).

Estudos nas comunidades rurais Chapada do Hamilton e Novo Horizonte no município de Angical do Piauí-PI, com utilização da *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos para fins domésticos, foram divididos em três categorias de usos principais: construção,

tecnologia e fitocombustível, onde referido estudo indicou que a espécie pode estar sofrendo maior pressão de uso (FONSECA FILHO et al., 2017).

Razão pela qual, estudos são realizados para conhecer maiores aspectos específicos quanto à germinação do Pau d'arco, buscando sua preservação, considerando que pertence a relação de espécies que necessitam ser conservadas geneticamente *ex situ*, no Instituto Florestal de São Paulo (SIQUEIRA e NOGUEIRA, 1992).

Destaca-se, por recomendação no processo de reflorestamento e reposição em de áreas degradadas (LORENZI, 1992; MACHADO *et al.*, 1992; SALOMÃO; CAMILLO, 2016). Sua floração é densa e ocupa inteiramente a copa das árvores, proporcionando um efeito paisagístico de notável beleza (GEMAQUE et al., 2002), sendo, portanto, amplamente utilizada em projetos de paisagismo e arborização.

Tem alto valor na aplicação farmacológica, com utilização dos galhos, folhas, tronco, casca e entrecasca, com ações anti-inflamatória, analgésica, antibiótica e antineoplásica (ALMEIDA et al., 1988; GUIRAUD et al., 1994; SESTER, 1996; SILVA et al., 2003). Da casca são retiradas diversas substâncias, como o ácido tânico, importantes para a indústria, usado para tingir algodão e seda.

Dentre essas substâncias, destaca-se o lapachol, por suas propriedades medicinais (LORENZI, 2002). Foi descoberto por especialistas da Escola Médica de Harvard e Hospital Geral de Massachusetts que o lapachol atua no tratamento de determinadas células cancerígenas, sendo fundamental na evolução de pesquisa sobre tratamento do câncer de pulmão (GARKAVTSEV et al., 2011). O chá da casca interna do Pau d'arco, é conhecido entre tribos indígenas como Lapacho ou Taheebo, útil no tratamento de infecções estomacais (WAGNER; SEITZ, 1998).

Segundo Hashimoto (1996), extratos da casca demonstraram ações antifúngica, antibacteriana e anti-inflamatória, sendo utilizada no trato de diabetes, sífilis e úlceras. Salomão; Camillo (2016), apontam ainda, utilização como adstringente, antibacteriana, antifúngica, antioxidante, antitumoral, antiviral, diurética, febrífuga, imune estimulante, laxante, depurativa, antiblenorrágica, antissifilítica, antianêmica, antimalárica, inseticida, antialergênica, anticoagulante, antirreumática, cardiotônica e hepatotônica.

Em pesquisa sobre o “Conhecimento botânico local em uma área de assentamento rural no Piauí”, onde Foram realizadas 57 entrevistas semiestruturadas, apontou a *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, dentre outras 120 plantas, como uma das espécies de maior frequência de citação de uso, entre os entrevistados (BASTOS et al., 2018).

A *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, tem distribuição geográfica, com ocorrências confirmadas no Norte (Acre, Pará, Rondônia, Tocantins); Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe); Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo).

Apresenta domínio fitogeográfico na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal dos tipos de vegetação área Antrópica, Carrasco, Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Savana Amazônica, Vegetação Sobre Afloramentos Rochosos. (FLORA BRASIL, 2019). Podendo ocorrer em pastos, de forma isolada, como no Estado de Minas Gerais (CARVALHO, 2003).

2.3.6 *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui)

A espécie nativa *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui), pertence à família *Sapindaceae*, conhecida popularmente como tingui, é uma árvore decídua e heliófita, decídua considerada pioneira, seletiva xerófita de ocorrência em áreas de cerrado de solos férteis elevados e bem drenados (LORENZI, 2008).

O Tingui varia de 5 a 10 m de altura, o caule é rendilhado, com folhas compostas paripinadas e flores amarelo-esverdeadas, é facilmente identificada por possuir frutos, grandes globosos com formato triangular do tipo cápsula trivalvar, coloração marrom escura, ferrugínea, pulverulentas sementes planas, aladas em grande quantidade, e as arvores são caducifólias contendo muitas sementes. A dispersão é predominantemente anemocórica, com floração e maturação dos frutos durante os meses de agosto e setembro. Suas sementes são oleaginosas (GUARIM NETO et al., 2000; FERNANDES et al., 2008; SILVA, 2011).

O crescimento das plântulas do Tingui varia conforme a espécie, localização do indivíduo na floresta, umidade, luminosidade, e acesso a nutrientes (FELFILI, 1995; 1997). A luminosidade é um dos principais fatores que influenciam no crescimento das plântulas (FELFILI, 1995; 1997) em condições de campo (CAMPOS; UCHIDA, 2002; DOUSSEAU et al., 2007).

Trata-se de uma espécie com várias relevâncias socioeconômicas e ecológica, as suas sementes são oleaginosas e servem para fabricação de sabão caseiro, possui madeira densa e escura muito utilizada na construção civil, é uma arbórea que pode ser utilizada na recuperação de solos (LORENZI, 2008). Da casca pode-se extrair o tanino para uso no extermínio de larvas de *Aedes aegypti* Linnaeus e do carrapato *Rhipicephalus microplus* Canestrini (SILVA et al.,

2004; FERNANDES, 2008). No artesanato, seus propágulos são utilizados em arranjos florais (LORENZI, 1992; ALMEIDA et al., 1998; SOUZA, 2016).

Segundo Pimenta et al. (2000), o extrato bruto etanólico extraído da semente, casca e raiz do Tingui, apresenta atividade antimicrobiana para bactérias Gram-positivas, estafilococos multirresistentes e *Cândida albicans*, o que sugere sua utilização como antisséptico ou desinfetante.

As sementes quando ingeridos pelos bovinos, podem causar aborto, por isso são eliminadas das pastagens, sofrendo ameaça de extinção local (BRANDÃO et al., 2002).

Considerada uma espécie com característica de cerrado, padece com ameaças inerentes dessas regiões, que são, principalmente, as queimadas, invasões de espécies exóticas e a erosão do solo (KLINK; MACHADO, 2005).

Bieski (2010), em seu estudo, Conhecimento etnofarmacobotânico de plantas medicinais utilizadas por comunidades tradicionais no Mato Grosso, onde a espécie *Magonia pubescens* A.St.-Hil., pode ser usada como cicatrizante, dor e tosse, e foram apontadas 52 plantas passíveis de causarem toxicidade diversa, e o Tingui, foi citada como capaz de levar a óbito se a raízes for ingerida em doses altas e na forma de decocção.

Outro estudo realizado, “Etnobotânica de plantas medicinais utilizadas no distrito de Vista Alegre, Claro dos Poções – Minas Gerais”, aponta a espécie *Magonia pubescens* A.St.-Hil., com propriedades Cicatrizante (FAGUNDES et al., 2017).

Estudo realizado por Silva (2015), semeadura direta de árvores do cerrado, apresentou um teor de 52%, dentre outras, para a espécie *Magonia pubescens* A.St.-Hil., com isso, a semeadura direta é recomendada para a restauração de cerrado, uma vez que a emergência das plântulas e sobrevivência são elevadas. No entanto, as técnicas de plantio direto precisam ser melhoradas para ampliar a gama de espécies de sucesso.

A Distribuição Geográfica, com ocorrências confirmadas nas regiões Norte (Rondônia, Tocantins), Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Minas Gerais, São Paulo). Quanto aos domínios Fitogeográficos, está presente na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual compondo o tipo vegetacional Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual (FLORA BRASIL, 2020).

REFERÊNCIAS

- ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 6, n. 12, p. 5-19, 2001.
- ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, E. L. C. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 110, p.76-91, 2007
- ALMEIDA, E.R.; MELLO, A.C.; SANTANA, C.F.; FILVA FILHO, A.A.; SANTOS E.R. The action of 2-hydroxy-3-(3-methyl-2-butenyl) 1,4-naphthoquinone (Lapachol) in pregnant rats. **Revista Portuguesa de Farmácia**, Portugal, v. 38, n. 3, p. 21-23, 1988.
- ALMEIDA, SP; PROENÇA, C.E.B, SANO, S.M. & RIBEIRO, J.F. **Cerrado: Espécies Vegetais Úteis**. Embrapa. Planaltina, Brasília. 231-235p., 1998.
- ALVES, A. A.; SALES, R. O.; NEIVA, J. N. M.; MEDEIROS, A. N.; BRAGA, A. P.; AZEVEDO, A. R. Degradabilidade ruminal in situ de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1045-1051, 2007.
- ALVES, L.R. Crescimento inicial de *Parkia platycephala* (Benth.) e *Enterolobium timbouva* (Mart.) sob condições de campo numa área de Cerrado. **Revista Ceres**, v.63, n.2, pp.154-164, 2016.
- AMARO, M. S.; MEDEIROS FILHO, S.; GUIMARÃES, R. M.; TEÓFILO, E. M. Influência da temperatura e regime de luz na germinação de sementes de Janaguba (*Himatanthus drasticus* (MART.) PLUMEL. APOCYNACEAE. **Ciências Agrotec**. Lavras, v. 30, n. 3, p. 450-457, 2006a.
- AMARO, M. S.; MEDEIROS FILHO, S.; GUIMARÃES, R. M.; TEÓFILO, E. M. Morfologia de frutos, sementes e de plântulas de janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel - Apocynaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, n. 28, v.1, 2006, p. 63-71, 2006.
- AUSTIN, M. P.; NICHOLLS, A. O.; DOHERTY, M. D.; MEYERS, J. A. Determining species response functions to na environmental gradiente by meams of a beta-function. **Journal of Vegetation Science**. v. 5, p. 215-228, 1994.
- BALDAUF, C.; SANTOS, F.A.M. Ethnobotany, Traditional Knowledge, and Diachronic Changes in Non-Timber Forest Products Management: A Case Study of *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) in the **Brazilian Savanna**. **Economic Botany**, v. 67, n. 2, p. 110-120, 2013.
- BALDINI, K. B. L. **Etnoconhecimento como ferramenta para conservação de recursos naturais no Parque Nacional do Itatiaia**. -- Niterói: [s.n.], 178 f.: il. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, 2008.
- BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Imprensa Universitária. 443p., 1999.

BASTOS, E. M.; SILVA, M. E. C.; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. Conhecimento botânico local em uma área de assentamento rural no Piauí, nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 2, 2018.

BECK, H.T.; ORTIZ, A. Proyecto etnobotánico de la comunidad Awá en El Ecuador. In: RIOS, M.; PEDERSEN, H.B (Eds.). **Uso e manejo de recursos vegetales**. Memorias Del II Simpósio Ecuatoriano de Etnobotánica y Botánica Economica, Quito, p. 159-76, 1997.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade: em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

BEZERRA, R.D. S.; CARVALHO, A.A.; CHAVES, M.H. **Fenóis totais e atividade antioxidante de extratos de folhas de *Parkia platycephala* Benth.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32., Fortaleza: Sociedade Brasileira de Química, 2009.

BIESKI, I. G. C. **Conhecimento etnofarmacobotânico de plantas medicinais utilizadas por comunidades tradicionais do Distrito Nossa Senhora Aparecida do Chumbo, Poconé, Mato Grosso, Brasil.** Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Ciências Médicas. Coordenação de Programas de pós-graduação em Medicina (Mestrado em Ciências da Saúde). Cuiabá, 2010.

BONACCORSO, E.; KOCH, I.; PETERSON, A. Townsend. Pleistocene fragmentation of Amazon species' ranges. **Diversity and distributions**, v. 12, n. 2, p. 157-164, 2006.

BRAGA, R. **Plantas do nordeste, especialmente do Ceará.** Fortaleza: Imprensa Oficial, p.478, 1960.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. **Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: EPAMIG, 528 p., 2002.

BRASIL. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília: MMA/SBF, 404 p., 2002.

BRASIL, **O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/240/_publicacao/240_publicacao05072011052536.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

BRASIL. **SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação lei nº 9.985/2000.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes_normativas/SNUC.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.

BREIMAN, L FRIEDMAN, J. H.; OLSHEN, R. A.; STONE, C. J. **Classification and regrestion trees.** Chapman and Hall. New York. 1984.

BULHÃO, C.F.; FIGUEIREDO, P.S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 361-370, 2002.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental: caminhos para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CAMPBELL, N.E. **Biology**. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Menlo Park, California. 1996.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 281-288, 2002.

CAPRIANO, J.; MARTINS, L.; DEUS, M. S. M.; PERON, A. P. O Gênero *Hymenaea* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. **Caderno de Pesquisa, série Biologia**, v. 26, n. 2, p. 44-51, 2014.

CARVALHO, G. M. C.; ALMEIDA, M. J.; ARAUJO NETO, R.B.; OLIVEIRA, F.C. **Produção de feno no Semi-Árido**. 1.ed Teresina: Embrapa Meio-Norte, 33 p., 2006.

CARVALHO, N. S. **Propriedades microbiológicas do solo ao longo de um gradiente vegetacional de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidade**. 2016. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 1, 2003.

CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. **Classificação e Caracterização dos Tipos Vegetacionais do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí. Teresina: EDUFPI, 2010. 208 p. (Série Desenvolvimento e Meio Ambiente, 5), 2010.

CASTRO, A.A.J.F.; SILVA, C. B.; FARIAS, R. R. S.; RAMOS NETO, M. B. **Flora lenhosa em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil**. In: Santos-Filho FS, Soares AFCL, Almeida Junior EB. (eds.) Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas. Curitiba, Editora CRV. p. 101-119. 2013.

CHASE, J.M.; LEIBOLD, M. A. **Nichos ecológicos: ligando abordagens clássicas e contemporâneas**. Chicago: A Universidade de Chicago Press, 2003.

CNCFlora. **Magonia pubescens in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Magonia pubescens](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Magonia%20pubescens)>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2019.

GANEM, Roseli Senna (Org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, (Série memória e análise de leis; n. 2), 437p., 2010.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região nordeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. Brasília, DF: MMA, 2018.

COSTA, I. R.; ARAÚJO, F.S.; LIMA-VERDE, L. W. Flora de aspectos auto-ecológicos de um enclave de cerrado na chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 4, p. 759-770, 2004

COSTA, B.A. Systemic and reproductive toxicity induced by *Parkia platycephala* ethanolic extract in female Wistar rats. 2013. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.23, n.1, p.920-926, 2013.

COSTA, C. B.; CASTELLAN, D.C; SOUZA, A. L.; SILVA, A. C. **Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável do Jatobá**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, ISBN 978-85-63288-16-5. 76 p., 2015.

COSTA, W. S. Projeto: **Prospecção do conhecimento científico de espécies florestais nativas** (Convênio de Cooperação Técnica FAPEMIG / FUNARBE). Polo de Excelência em Florestas Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Departamento de Engenharia Florestal Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. Março, 2011.

COSTA, I.R. & ARAÚJO, F.S. Organização comunitária de um enclave de cerrado *sensu stricto* no bioma caatinga, chapada do Araripe, Brabalha, Ceará. **Acta Botanica Brasilica** 21: 281-291, 2007.

COTTON, C. M. **Ethnobotany: principles and applications**. New York: John Wiley & Sons, 320 p., 1996.

DIEGUES, A. C. (Org.). **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. 2. ed. São Paulo: ANNABLUME, 290p., 2000.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; VIEIRA, C. M.; SOUZA, M. C.; BASTOS, R. P.; BRANDÃO, D. & OLIVEIRA, L. G. Spatial patterns in species richness and priority áreas for conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil. **Amphibia-Reptilia** 25:63-75, 2004.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 477-479, 2007.

DURIGAN, G.; DIAS, H.C. de S. Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar implantada. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6., Campos do Jordão. **Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura**, v.3, p.308-312. Publicado na Silvicultura, n.42, 1990.

DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; PASTORE, J.A.; AGUIAR, O.T. de. Regeneração natural da vegetação de Cerrado sob floresta de *Eucalyptus citriodora*. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.9, n.1, p.71-85, 1997.

ELITH, J. et al. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 129/151, 2006.

ETTORI, L. C.; SIQUEIRA, A. C. M. F.; SATO, A. S.; CAMPOS, O. R. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo – *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. – Para conservação *ex situ*. **Revista do Instituto Florestal**, v. 8, n. 1, p. 61-70, 1996.

- FAGUNDES, C.; SOUZA, G. O. B. Etnobotânica de plantas medicinais utilizadas no distrito de Vista Alegre, Claro dos Poções. **Minas Gerais Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, 1-118, 2017.
- FERNANDES, F. F.; D’ALESSANDRO, W. B.; FREITAS, E. P. S. Toxicity of Extract of *Magonia pubescens* (Sapindales: Sapindaceae) St.Hil. to Control the Brown Dog Tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) (Acari: Ixodidae). **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v.37, n.2, mar. 2008.
- FERREIRA, G.A.; SANTOS-VELOSO, V.R.; VELOSO-NAVES, R.; NASCIMENTO, J.L.; CHAVES, L.J. Biodiversidade de insetos em Pequiizeiro (*Caryocar brasiliense*, Camb.) no cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Agrociencia Uruguay**, v. 13, n. 2, 2009.
- FIGUEIREDO, W. M. B.; SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A. **Biogeografia e a conservação da biodiversidade**. In: ROCHA, C. F.D., BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. A.; *Biologia da Conservação: Essências*. Capítulo 6. Rima editora, Rio de Janeiro. 588p., 2006.
- FIGUEIREDO, M.A. & FERNANDES, A. **Encraves de cerrado no interior do Ceará**. *Ciência Agrônômica* 18: 103-106, 1987.
- FELFILI, J. M. Diversity, struture and dynamics of a gallery forest in central Brazil. **Vegetatio**, Bélgica, v. 117, n. 1, p. 1-15, 1995.
- FELFILI, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 91, n. 2-3, p. 235-245, 1997.
- FIELDING, Alan (Ed.). *Machine learning methods for ecological applications*. **Boston: Springer Science & Business Media**. p. 123-144, 1999.
- FONSECA FILHO, C. F.; BONFIM, B. L. S.; FARIAS C. F.; FÁBIO J. V.; BARROS, R. F. Pau-d’arco-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos): conhecimento e uso madeireiro em comunidades rurais do nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, 2017.
- FLORA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=3823FB114086>. Acesso em: 01 de janeiro de 2019.
- FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas, documentos, 40). 27p., 2000.
- FRANÇA, W. C. S. C.; SOUZA, A. C. R. L. A.; CORDEIRO, J.; CURY, P. M. Análise da ação da *Himatanthus drasticus* na progressão do câncer de pulmão induzido por uretana em camundongos. **Einstein (São Paulo)**, v. 9, n. 3, 2011.
- GANEM, R. S. (Org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 437p., 2011.
- GARKAVTSEV, I. et al. Dehydro-lapachone, a plant product with antivasular activity. **Proceedings of The National Academy of Sciences**, v. 108, n. 28, p.11596-11601, 2011.

GEMAQUE, R. C. R.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **CERNE**, Lavras, MG, v. 8, n. 2, p. 084-091, 2002.

GIULIETTI, A.M., RAYMOND, M.H., QUEIROZ, L.P. & WANDERLEY M.G.L., van den BERG, C. **Biodiversity and conservation of plants in Brazil**. *Conserv. biol.* 19(3):632-639, 2005.

GOMES, S. O.; SILVA, R. A. O.; MARQUES, L. G. A.; SANTOS, M. R. M. C. **Prospecção tecnológica: potencialidades de uso do pequiheiro (*caryocar spp.*)**. *Revista GEINTEC – ISSN: 2237-0722. São Cristóvão/SE. Vol. 5/n. 1/ p.1617-1625* 1617, 2015.

GUARIM NETO, G.; SANTANA, S. R.; SILVA, J. V. B. da. Notas etnobotânica de espécies de Sapindaceae jussieu. **Acta bot. Bras.**, v.14, n. 3, set. 2000.

GUIRAUD, P.; STEIMAN, R.; CAMPOS-TAKAKI, G. M.; SEIGLE-RUMANDI, F.; BUOCHBERG, M. S. Comparison of antibacterial and antifungal activities of Lapachol and b-Lapachone. **Planta Medica**, v. 60 n. 1, p. 373-374, 1994.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N.E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling** 135, 147–186, 2000.

HART, B. L. The evolution of herbal medicine: behavioural perspectives. **Animal Behaviour**, v. 70, p. 975-989, 2005.

HASHIMOTO, G. **Illustrated Encyclopedia of Brazilian Medicinal Plants**. Aboc-Sha, Kamakura, 158 p., 1996.

HOPKINS, H.C. Floral biology and pollination ecology of the neotropical species of *Parkia*. **Journal of Ecology**, v.72, n.1, p.1-23, 1984.

IBF - Instituto Brasileiro de Florestas. **Ipê-roxo**. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/component/tags/tag/ipe-roxo.html>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2019.

IPEF – Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. Identificação de espécies vegetais. *Hymenaea courbaril*, L. 2008. Disponível em: <<https://www.ipef.br/identificacao/hymenaea.courbaril.asp>> Acessado em: 17 de fevereiro de 2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Tabebuia impetiginosa**. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/pt/venda-de-mudas/141-ipe-roxo-do-grande-tabebuia-impetiginosa.html>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS. **Ipê-roxo**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=27>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Sistema de informações sobre madeiras**. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Bio5.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro de 2018.

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

LASZCZYK M. N. Triterpenos pentacíclicos do grupo lupano, oleanano e ursane como ferramentas na terapia do cancro. **Planta Med.** v. 75, p. 1549-1560, 2009.

LEE. Y. T.; LANGENHEIM, J. H. *Systematics of the genus Hymenaea L. (Leguminosae - Caesalpinioideae) Detarieae University of California Press - London*, p.77-79, 1974.

LEWINSOHN, M.; PRADO, P.I. **Biodiversidade brasileira: síntese do Estado atual do conhecimento**. Ed. 1ª. Editora Contexto, 176p., 2002.

LOHMANN, L.G. **Bignoniaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 1, 4. Ed. 368p., 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 384p., 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 1, ed. 5, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 352 p., 1992.

LOUREIRO, A.A.; FREITAS, J. A. de; RAMOS, K.B.L.; FREITAS, C.A.A.de. **Essências Madeireiras da Amazônia**. V. 4. Manaus/AM: MCT/INPA CPPF, 191p., 2000.

MACHADO, F.A. Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.1, p.39-43, n.1. 1999.

MACHADO, J.W.B.; ALENCAR, F.O.C.C.; RODRIGUES, M.G.R.R. **Árvores de Brasília**. Brasília: GDF-SOSP. Departamento de Parques e Jardins. 100 p., 1992.

MACHADO, R. R. B.; MEUNIER, I. M. J.; SILVA, J. A. A.; CASTRO, A. A. J. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, 2006.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de Características de Madeiras Brasileiras**. IPT: São Paulo. (Publicação IPT n. 1791), 1989.

MARONI, B.C.; STASI, L. C.; MACHADO, S. R. **Plantas medicinais do Cerrado de Botucatu**. Fundação Editora da UNESP, São Paulo (SP), 2006.

MARQUES, J. G. W. O olhar (des)multiplicado. **O papel do interdisciplinar e do qualitativo na pesquisa etnobiológica e etnoecológica.** In: AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. P. (Ed.). Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas. Rio Claro: Unesp. p. 31-46, 2002.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. Plantas Medicinais. Viçosa: Ed. UFV, 2000.

MATOS, M. Q. **Matas de Galeria no Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil:** Fitossociologia, Diversidade, Regeneração Natural e Relação com Variáveis Ambientais. 2009. xv, 142p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Ciências Florestais. (Dissertação de Mestrado). Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. 2009.

MATOS, M. Q.; FELFILI, J.M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil (PNSC), Piauí, Brazil. **Acta botânica brasílica**, v. 24, n. 2, p. 483-496, 2010.

MELO JR., A. F. de; CARVALHO, D. de; POVOA, J. S. R.; BEARZOLI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 56-65, 2004.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. & NOGUEIRA, P. E. **Flora Vascular do Cerrado.** In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, Pp. 289-556, 2008

MESQUITA, M. R.; CASTRO, A. A. J. F. **Florística e fitossociologia de uma área de cerrado marginal (Cerrado Baixo), Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí.** Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas 15: 1–22, 2007.

MITTERMEIER, R.A. e WERNER, T. B. A riqueza de plantas e animais em os países da megadiversidade. **Tropicus** 4, 1. 4–5. 1990.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/assuntos-internacionais/a-assessoria/item/7521-modelagem-de-perda-de-biodiversidade.html>>. Acessado em: 09 de fevereiro de 2019.

MORO, M.F.; CASTRO, A.S.F.; ARAÚJO, F.S. **Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará.** 2011.

MOUSINHO, K. C.; OLIVEIRA, C. C.; FERREIRA, J. R. O.; CARVALHO, A. A.; MAGALHÃES, H. I. F.; BEZERRA, D. P.; ALVES, A. P. N. N.; COSTA-LOTUFO, L. V.; PESSOA, C.; MATOS, M. P. V.; RAMOS, M. V.; MORAES, M. O. Antitumor effect of laticifer proteins of *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel – Apocynaceae. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 137, p. 421-426, 2011.

MYERS, N. Threatened biotas: “Hot spots” in tropical forests. **The Environmentalist** 8: 1–20. 1988.

- NÓBREGA C.C.; MARCO JUNIOR, P. Unprotecting the rare species: a niche-based gap analysis for odonates in a core Cerrado area. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 3, p. 491-505, 2011.
- OLDEN, J.D.; JACKSON, D. A. Illuminating the “black box”: a randomization approach for understanding variable contributions in artificial neural networks. **Ecological Modelling**. v. 154, p. 135-150, 2002.
- OLIVEIRA, M. E. A; MARTINS, F. R.; CASTRO, A. A. J. F.; SANTOS, J. R. **Classes de cobertura vegetal do Parque Nacional de Sete Cidades (transição campo-floresta) utilizando imagens TM/Landsat, NE do Brasil**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1775-1783, 2007.
- OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; BARROS, L.M.; ALVES, R.E. **Aspectos agronômicos e de qualidade do pequi**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 32p. (Documentos, 113), 2008.
- OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; MAIA, A.H.N.; ALVES, R.E.; MATOS, N.M.S.; SAMPAIO, F.G.M.; LOPES, M.M.T. Características químicas e físico-químicas de pequis da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, 114-125, 2010.
- OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; MAIA, A.H.N.; ALVES, R.E.; XAVIER, D.S.; MATOS, N.S.M. Caracterização física de frutos do pequizeiro nativos da Chapada do Araripe – CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, 1196-1201, 2009.
- PASSOS, X. S.; SANTOS, S. C. FERRI, P. H.; FERNANDES, O. F.L.; PAULA, T. F.; GARCIA, A. C. F.; SILVA, M. R. R. Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 35, n. 6, p. 623-627, nov./dez., 2002.
- PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **897 Madeiras nativas do Brasil: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. 1. ed. Porto Alegre: Cinco Continentes, 438p., 2007.
- PEARSON, R. G.; DAWSON, T. P.; BERRY, P. M.; HARRISON, P. A. Species: a spatial evaluation of climate impact on the envelope of species. **Ecological Modelling**. v. 154, p. 289-300, 2002.
- PEARSON, R.G. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. **American Museum of Natural History**. 2007.
- PEREIRA, A. S. **Árvores do bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/09/11/parkia-platycephala-benth-2/>>. Acessado em: 15 de janeiro de 2019.
- PEREIRA, F.A; FERREIRA, D.A.; NASCIMENTO, J.L.F.; FIGUEIREDO, P.I. Análise da atividade extrativista do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) em comunidades da Chapada do Araripe na região do cariri cearense. **Conexão, Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 59-66, 2014.

PEREIRA, V.J. **Validação de métodos para testes de germinação em sementes de espécies florestais da família Fabaceae**. 2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 2012.

PETERSON, A.T. **Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling**. *Condor* 103: 599-605, 2001.

PETERSON, A.T.; SOBERÓN, J. Species distribution modeling and ecological niche modeling: Getting the concepts right. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, 102-107, 2012.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**. v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.

PIMENTA, F.C.; SILVA, H.H.G.; ITO, I.Y.; GUIMARÃES, V.P.; SILVA, I.G. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato bruto etanólico de *Magonia pubescens* ST. Hil. (Sapindaceae). **Revista de Patologia Tropical**, v. 29, n. 01, p. 35-43, 2000.

PINTO, A.; AMARAL, P.; GAIA, C. L. B.; OLIVEIRA, W. **Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba, babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato**. – Belém, PA: Imazon; Manaus, AM: Sebrae-AM, 2010.

PLUMEL, M.M. Le genre *Himatanthus* (Apocinaceae). Revisión taxonomique: bradea. **Boletim do Herbarium Bradeanu**, Rio de Janeiro, v.5, p.1-20, 1991.

RANGEL, T.F.; LOYOLA, R. D. Labeling ecological niche models. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, 119-126, 2012.

RIBEIRO, J.F. **Riqueza de plantas lenhosas e distribuição de grupos ecológicos em uma área de Cerrado no Piauí, Brasil**. (Dissertação de Mestrado) Recife: UFPE. 55p., 2000.

RIBEIRO, J.F.; GONZALVEZ, M.I.; OLIVEIRA, P.E.A.M.; MELO, J.T. **Aspectos fenológicos de espécies nativas do cerrado**. In: Anais do Congresso Nacional de Botânica. Teresina. Sociedade Brasileira de Botânica do Brasil/Universidade Federal do Piauí, p. 181-198, 1982.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, Embrapa, p. 87-166, 1998.

RIZZINI, C. T. & MORS, W. B. **Botânica Econômica Brasileira**. São Paulo, EPU, Ed. da USP, 207p., 1976.

RIZZINI, C.T. A flora do cerrado, análise florística das savanas Centrais. In: **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo/Ed. Edgaard Blücher. p.125-177, 1963.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil. Manual de Dendrologia Brasileira**. Ed. Edgard Blücher, São Paulo. 294p., 1971.

RIZZINI, C.T. Plantas do Brasil. Árvores e Madeiras Úteis do Brasil. **Manual de Dendrologia**. 2ª edição. 1978.

ROSSI, T. **Hymenaea courbaril var. stilbocarpa (Jatobá)**. 2008. Disponível em: <<https://www.ipef.br/identificacao/hymenaea.courbaril.asp>>. Acessado em: 17 de fevereiro de 2019.

RUSHTON, S. P.; ORMEROD, S. J.; KERBY, G. New paradigms for modeling species distributions? **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 2, p. 193-200, 2004.

SALIN, T. C.; FERREIRA, R. L. C.; ALBUQUERQUE, S. F.; SILVA, J. A.; JUNIOR, F. T. A. Caracterização de sistemas agrícolas produtivos no semiárido brasileiro como bases para um planejamento agroflorestal. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, 109-118, 2012.

SALOMAO, A. N.; CAMILLO, J. VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Handroanthus impetiginosus: ipê-roxo**. In: Região Centro-Oeste. Brasília, DF: MMA, 1.160 p. (Série Biodiversidade; 44). p. 801-812, 2016.

SAMPAIO, E.V.S.B., A. SOUTO, M.J.N. RODAL, A.A.J.F. CASTRO & C. HAZIN. Caatingas e cerrados do NE: biodiversidade e ação antrópica. In: **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano de Desertificação**. ESQUEL/PNUD/Governo do Ceará/ BNB, Fortaleza, CE. 15p., 1994.

SANTANA, T. C. **Uso do extrato de folhas do Jatobá (Hymenaea martiana Hayne) na redução das contagens de Salmonella spp., Escherichia coli e Staphylococcus aureus em leite cru**. (Dissertação de Mestrado) 52p. – UFS, São Cristóvão, 2015.

SATO, A. S.; LIMA, I. L.; TONIATO, M. T. Z.; ZIMBACK, L. Crescimento e sobrevivência de duas procedências de *Aspidosperma polyneuron* em plantios experimentais em Bauru, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 20, n.1, p. 23-32, 2008.

SCHNEIDER, P.S.P.; SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex A. P. de Candolle, na depressão central do estado do Rio Grande Sul. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, 91-100, 2000.

SESTER, E. A. **Avaliação Biofarmacêutica do Lapachol Tópico: ensaios in vitro e in vivo**. (Dissertação-mestrado) Ciências farmacêuticas do Centro de Ciências da Saúde da UFPE-Recife, Brasil. 50 p., 1996.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Ilustrado por Silvia Cordeiro, Antônio Valente, Bee Gunn, Miguel Imbiriba, Fábio Strympl. Belém: CIFOR, Imazon, 300 p. il., 2005.

SILVA M. N.; FERREIRA V. F.; SOUZA M. C. B. V. Um panorama atual da química e da farmacologia de naftoquinonas, com ênfase na beta-lapachona e derivados. **Quim. Nova**, v. 26, n. 3, p. 407-416. São Paulo. 2003.

SILVA G.H.H.; IONIZETE G.I.; SANTOS R.M.G., Filho E.R. & Elias C.N. Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera Culicidae). **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** 37(5): 396-399, 2004.

SILVA, C. **Gestão da Biodiversidade: desafios para o Século XXI.** Curitiba: InterSaberes. 1ª edição. 92p., 2014,

SILVA, J. R. A.; REZENDE, C. M.; PINTO Â. C.; PINHEIRO M. L. B., CORDEIRO, M. C.; TAMBORINI, E.; YOUNG, C. M.; BOLZANI, V. S. Estéres triterpenos de *Himatanthus succuba*. (Spruce) Woodson. **Química Nova.** v. 21, p. 702-72004.04, 1998.

SILVA, K. F. **Sapindaceae na Serra do Cipó.** Minas Gerais, Brasil. (Dissertação). São Paulo: Universidade de São Paulo. 149 f., 2011.

SILVA, R. R. P. **Semeadura direta de árvores do cerrado: testando técnicas agroecológicas para o aperfeiçoamento do método.** 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2015.

SILVA, G. J. A. M.; SILVA, A. G. P. F.; RAIMUNDO, H. C.; NETO, J. A. F.; ANDRADE, K. M.; LICHSTON, J. E. Plantas Forrageiras da Caatinga. **Revista Centauro.** ISSN 2178-757. v.7, n.1, p 1 - 16, 2016.

SIQUEIRA, M. F. **Uso de modelagem de nicho fundamental na avaliação do padrão de distribuição geográfica de espécies vegetais.** Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2005.

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, n.4, p.1187-1187, 1992.

SOARES, F.P.; FRAGA, A.F.; NEVES, J.P.O.; ROMERO, N.R.; BANDEIRA, M.A.M. Estudo etnofarmacológico e etnobotânico de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (janaguba). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 900-908, 2015.

SOARES, F. P.; ALMEIDA, F. S.; MIRANDA, C.C., CARVALHO, P. H. L.; ROMERO, N. R.; BANDEIRA, M. A. M. **Avaliação da qualidade de amostras comerciais de leite de janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel) em Fortaleza – Ceará.** Rev. bras. plantas med. vol.18 no.2 Botucatu Apr./June 2016.

SOBERÓN, J. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distribution of species. **Ecol Letters**, v. 10, p. 1115-1123, 2007.

SOBERÓN, J. & NAKAMURA, M. **Niches and distributional areas: concepts, methods, and assumptions.** PNAS 106: 19644-19650, 2009.

SOUSA-JÚNIOR, J. R. **Conhecimento e Manejo Tradicional de *Caryocar coriaceum* Whittm (Pequi) na Chapada do Araripe,** (Dissertação de Mestrado), Nordeste do Brasil, 95f., 2012.

SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R.L.G. Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2006.

SOUZA, S. C. A.; GONZAGA, A. P. D.; ALMEIDA, H. S.; NUNES, Y. R. F. **Estabelecimento de *Magonia pubescens* A.St.Hil. (Sapindaceae) submetidas a diferentes tipos de solos.** Laboratório de Ecologia e Propagação Vegetal, Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Montes Claros/UNIMONTES-MG, 2016.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras Tropicais Brasileiras.** 2 ed., rev. Brasília: edições IBAMA, 2002.

SPINA, A.P. **Estudos taxonômicos, micromorfológico e filogenético do gênero *Himatanthus* Willd. ex Schult.** (Apocynaceae: Rauvolóideae Plumerieae). Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 197p., 2004.

STOCKWELL, D. R. B.; NOBLE, I. R. Induction of sets of rules from animal distribution data: A robust and informative method of analysis. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 33, p. 385-390, 1992.

STOCKWELL, D. R. B.; PETERS, D. P. The GARP, modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. **International Journal of Geographic Information systems**. v. 13, p. 143-158, 1999.

TORRES, D. R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites landsat e alos.** 2011, 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

VIANA, A. E. Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia – FT Departamento de Engenharia Florestal **Análise da qualidade fisiológica de sementes de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex Dc.) Mattos.** Brasília, 08 de dezembro de 2017.

VILELA, G. F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae):** fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos. 1998. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

WAGNER, H.; SEITZ, R. Lapacho (*Tabebuia impetiginosa*) – portrait of a medicinal plant from the South American rainforest. **Z Phytother**, v.19, p.226–238, 1998.

WERNECK, F. P.; GAMBLE, T.; Colli, G. R.; RODRIGUES, M. T.; JÚNIOR, J. W. S. **Deep diversification and long-term persistence in the South American dry ‘dry diagonal’: integrating continent-wide phylogeography and distribution modeling of geckos.** *Evolution*, v. 66, n. 10, p. 3014-3034, 2012.

WIENS, J.J. The niche, biogeography and species interactions. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences* **366**, 2336-2350, 2011.

TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise.** isbn: 9788525050205. 400P, 1ª edição, 2012.

YEE, T. W.; MITCHELL, N. D. Generalized additive models in plant ecology. **Journal of Vegetation Science**. v. 2, p. 587-602, 1991.

**CAPÍTULO I – MODELAGEM E DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE SEIS ESPÉCIES
ARBÓREAS RELEVANTES PARA A DINÂMICA SOCIOCULTURAL E
ECOLÓGICA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PIAUÍ, BRASIL**

RESUMO

A Modelagem de Nicho Ecológico (MNE) tornou-se um procedimento comum para determinar a amplitude da distribuição preditiva de espécies arbóreas. O modelo é importante ferramenta por ser capaz de estabelecer predições de distribuição de espécies no espaço geográfico. O Parque Nacional de Sete Cidades situado na porção Nordeste do Piauí, contém uma área distribuído em 6.221 hectare, é um ambiente propício ao desenvolvimento de estudos científicos, principalmente por tratar de uma Unidade de Conservação Federal de Proteção Integral. O objetivo desse trabalho é determinar a distribuição geográfica e avaliar o impacto das variáveis na predição do habitat de adequação atual de espécies arbóreas no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. Foi realizada uma turnê guiada, onde optou-se pela caminhada de 24 horas. Dessa forma, foram selecionadas seis espécies para realização da modelagem conforme relevância ambiental e sócio cultural, Jatobá (*Hymenaea courbaril* L) (845 indivíduos); Janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel) (780 indivíduos); Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (936 indivíduos); Tingui (*Magonia pubescens* A.St.-Hil.) (304 indivíduos); Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) (302 indivíduos) e o Pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC.) (241 indivíduos). Todos os modelos foram estatisticamente mais robustos que o aleatório ($AUC \geq 0.5$). A distribuição potencial da *Parkia platycephala* se concentrou em 26,19 km². Já para *Himatanthus drasticus* o nicho potencial estendeu-se por 18,44 km². A área potencial da *Hymenaea courbaril* foi estimada em 16,19 km². O modelo previu 12,01 km² de área potencial atual para *Handroanthus impetiginosus*. O mapa potencial da *Caryocar coriaceum* abrangeu a maior área entre as espécies cerca de 15,06 km². Finalmente, o mapa potencial do *Magonia pubescens* uma área entre as espécies cerca de 16,66 km². Em conclusão, observou-se que na escala de paisagem, as variáveis topoclimáticas e de textura da cobertura vegetal apresentaram um modelo com bom desempenho e validade para predizer a distribuição potencial. A espécie *Parkia platycephala* teve a maior área.

Palavras-chaves: Modelagem de Nicho Ecológico. Maxent. Cerrado. PNSC.

ABSTRACT

Ecological Niche Modeling (NEM) has become a common procedure to determine the extent of predictive distribution of tree species. The Sete Cidades National Park located in the Northeast portion of Piauí, contains an area distributed in 6,221 hectares, is an environment conducive to the development of scientific studies, mainly for being a Federal Conservation Unit of Integral Protection. The objective of this work is to determine the geographic distribution and to evaluate the impact of the variables in the habitat prediction of current adaptation of tree species in the Sete Cidades National Park, Piauí, Brazil. A guided tour was held, where the 24-hour walk was chosen. Thus, six species were selected for modeling according to environmental and socioeconomic relevance, Jatobá (*Hymenaea courbaril* L) (845 individuals); Janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel) (780 individuals); Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (936 individuals); Tingui (*Magonia pubescens* A.St.-Hil.) (304 individuals); (*Caryocar coriaceum* Wittm) (302 individuals) and the Pau d'arco (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC.)) (241 individuals), all models were statistically more robust than random ($AUC \geq 0.5$). of *Parkia platycephala* was concentrated in 26,19 km², while for *Himatanthus drasticus* the potential niche was extended by 18.44 km² The potential area of *Hymenaea courbaril* was estimated at 16.19 km² The model predicted 12.01 km² area The potential map of *Caryocar coriaceum* encompassed the largest area among species about 15.06 km². Finally, the potential map of the *Magonia pubescens* an area between species about 16.66 km². In conclusion, it observed It was observed that in the landscape scale, the topoclimatic and texture variables of the vegetation cover presented a model with good performance and validity to predict the potential distribution. *Parkia platycephala* had the largest area.

Keywords: Ecological Niche Modeling. Maxent. Cerrado. PNSC.

1 INTRODUÇÃO

A Modelagem de Nicho Ecológico (MNE) tornou-se um procedimento comum para determinar a amplitude da distribuição preditiva de espécies arbóreas (AUSTIN, 1992; SOBERÓN e PETERSON, 2005).

O modelo é importante ferramenta por ser capaz de estabelecer predições de distribuição de espécies no espaço geográfico, com base nas aplicações em diversas atividades inerentes ao processo, identificados em diversas linhas de estudos, tais como os exemplos a seguir: predição de distribuição de espécies raras ou ameaçadas de extinção (ARAÚJO; WILLIAMS, 2000; ENGLER et al., 2004; GUIBAN et al., 2006; PEARSON et al., 2007), escolha de áreas prioritárias para conservação (ARAÚJO et al., 2004), escolha de espécies para recuperação de áreas degradadas (SIQUEIRA, 2005) e análise do efeito das mudanças climáticas globais sobre a biodiversidade (HEIKKINEN et al., 2006; HIJMANS; GRAHAM, 2006).

Em linhas gerais, a MNE de modelo preditivo de distribuição de espécies está fundamentada em um tratamento computacional que combine os dados de ocorrência de uma ou mais espécies com variáveis ambientais, construindo assim uma representação das condições requeridas pelas espécies (ANDERSON et al., 2003). Alguns algoritmos têm sido aplicados para criar modelos que representam essas condições projetando sobre um mapa que exhibe as áreas atuais e potenciais de ocorrência dessas espécies.

A premissa central desta abordagem é que a distribuição observada de uma espécie fornece informação útil sobre seus requisitos ambientais (PEARSON, 2007), no caso desse estudo são seis espécies selecionadas.

O método de Modelagem de Nicho Ecológico prevê a adequabilidade ambiental às espécies em função das variáveis ambientais selecionadas. Para tal, o algoritmo de Máxima de Entropia (Maxent) tem sido amplamente utilizado para modelar a adequabilidade ambiental para uma espécie ou mais, encontrando a distribuição da máxima entropia, isto é, que é mais espalhada, ou mais próxima do uniforme, sujeita a um conjunto de restrições que representam a informação incompleta sobre a distribuição alvo (PHILLIPS, 2006; PEARSON et al., 2007).

O Maxent pertence à categoria de algoritmos que permite gerar modelos mesmo sem registros de ausência das espécies porque gera pseudo-ausências na área de estudo (ENGLER et al., 2004; WISZ et al., 2008). Esta característica é muito importante, principalmente porque para muitas espécies biológicas há poucos registros de ausência disponíveis (SOBERÓN; PETERSON, 2005). O Maxent tem se mostrado mais eficiente para modelagem de habitat em estudos que avaliam a capacidade preditiva de diferentes algoritmos (ELITH et al., 2006,

HERMANDEZ, 2006; HIJMANS; GRAHAM, 2006; GIBERSON et al., 2007; GUISAN et al., 2007; PEARSON et al., 2007).

Cavalcanti (2010), aponta em seu estudo sobre modelagem de nicho em espécies de plantas do cerrado e distribuição espacial da variabilidade genética, como sendo um modelo excelente e de grande potencial para conservação da biodiversidade.

Contudo, durante o processo de construção dessa pesquisa, percebeu-se escassez de estudos no PNSC, especificamente sobre MNE não foi encontrado nenhum trabalho. Diante disso, o estudo pretende contribuir para identificar, selecionar e modelar espécies relevante relacionadas aos seus valores socioeconômico, de uso medicinal e ecológicos para a conservação da biodiversidade do PNSC.

Para tanto, o presente estudo, tem como objetivo determinar a distribuição geográfica e avaliar o impacto das variáveis na predição do habitat de adequação atual das espécies no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção e análise dos dados

A presente pesquisa foi realizada no Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), localizado no estado do Piauí a partir de uma visita técnica formada por uma equipe multidisciplinar de pesquisadores mestrados e doutorandos, sob a coordenação do PRODEMA/UFPB.

A pesquisa de campo aconteceu do período de 21 de maio a 8 de junho de 2018. O primeiro dia foi destinado ao reconhecimento da área de estudo, a primeira semana segue com à pesquisa exploratória no Parque e na área de entorno (zona de amortecimento), especificamente na comunidade Cachoeira, com o objetivo de identificar a ocorrência de espécies arbóreas nas referidas áreas e sua relevância para uso na comunidade.

Foram realizadas a coleta dos dados pela equipe, com a participação de 27 pessoas da comunidade e posteriormente os dados foram tabulados pelo pesquisador biólogo Ezequiel da Costa Ferreira, trabalho ainda não publicado. Como resultado, foram identificadas 130 espécies arbóreas, com os seguintes potenciais de uso: alimento, combustível, construção, forragem, medicinal, ornamental, tecnologia, veneno-abortivo, veterinário e mágico-religioso.

O método empregado na pesquisa de campo no interior do PNSC, foi o “caminhamento” (FILGUEIRAS et al., 1994), o qual consiste em três passos distintas: reconhecimento dos tipos

de vegetação (fitofisionomias) na área a ser amostrada, elaboração da lista e plotagem no GPS, das espécies encontradas a partir de caminhadas aleatórias ao longo de uma linha imaginária e análise dos resultados (FILGUEIRAS et al., 1994).

A caminhada foi realizada em formato anelar, por um tempo de 24 horas intercalados, foram traçadas linhas imaginárias na área, no sentido de maior extensão e caminhou-se anotando na planilha de campo das espécies, o nome científico de seis espécies selecionadas e marcando o ponto (localização) no GPS (*Global Positioning System*) para identificar ocorrência atual de cada indivíduo.

O levantamento florístico foi realizado a partir de caminhadas aleatórias pelo interior do PNSC, nos tipos fisionômicos Campo limpo, Cerrado rupestre, Cerrado típico, Mata de galeria inundável, Cerradão e Mata seca semidecídua, buscando percorrer o máximo da área, considerando, inclusive, as bordas do fragmento florestal.

Na segunda semana, as espécies identificadas ao longo das caminhadas, foram registradas em tabelas de campo pré-elaboradas constando nome da família, gênero e espécie, hábitat, hábito e ocorrência.

Foram selecionadas as seis espécies com base na fitofisionomia da vegetação obtidas nas pesquisas bibliográficas, no caminhar e valor de uso (VU) apontado na coleta dos dados tabulados, onde das 130 espécies, as mais expressivas quanto ao (VU), e mais citadas pela comunidade, foram as espécies Pau d'arco (4,70), Pequi (3,3) e Jatobá (3,11), seguidas das espécies Janaguba (0,59), Faveira (0,59) e Tingui (0,22), sendo que as espécies Faveira e Janaguba, são as de maior ocorrência no PNSC, identificadas durante o caminhar.

As espécies selecionadas, foram catalogadas e todos os indivíduos identificados com altura acima de um metro, e com relação ao hábitat, foram visitados de forma indistintamente, e os nomes populares das espécies foram baseados nas bibliografias referenciadas neste estudo.

A pesquisa de campo, por meio do caminhar de 24 horas, foi elaborada para subsidiar o estudo na obtenção de dados referentes ao número de indivíduos por espécies.

Durante o caminhar, foram feitos os registros fotográficos das espécies selecionadas (Figuras: 1-6).

Figura 1. *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá)



Foto: GAIA (2018).

Figura 2. *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. (Janaguba)



Foto: GAIA (2018).

Figura 3. *Parkia platycephala* Benth. (Faveira)



Foto: GAIA (2018)

Figura 4. *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui)



Foto: GAIA (2018)

Figura 5. *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi)



Foto: GAIA (2018).

Figura 6. *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.). (Pau d'arco).



Foto: GAIA (2018).

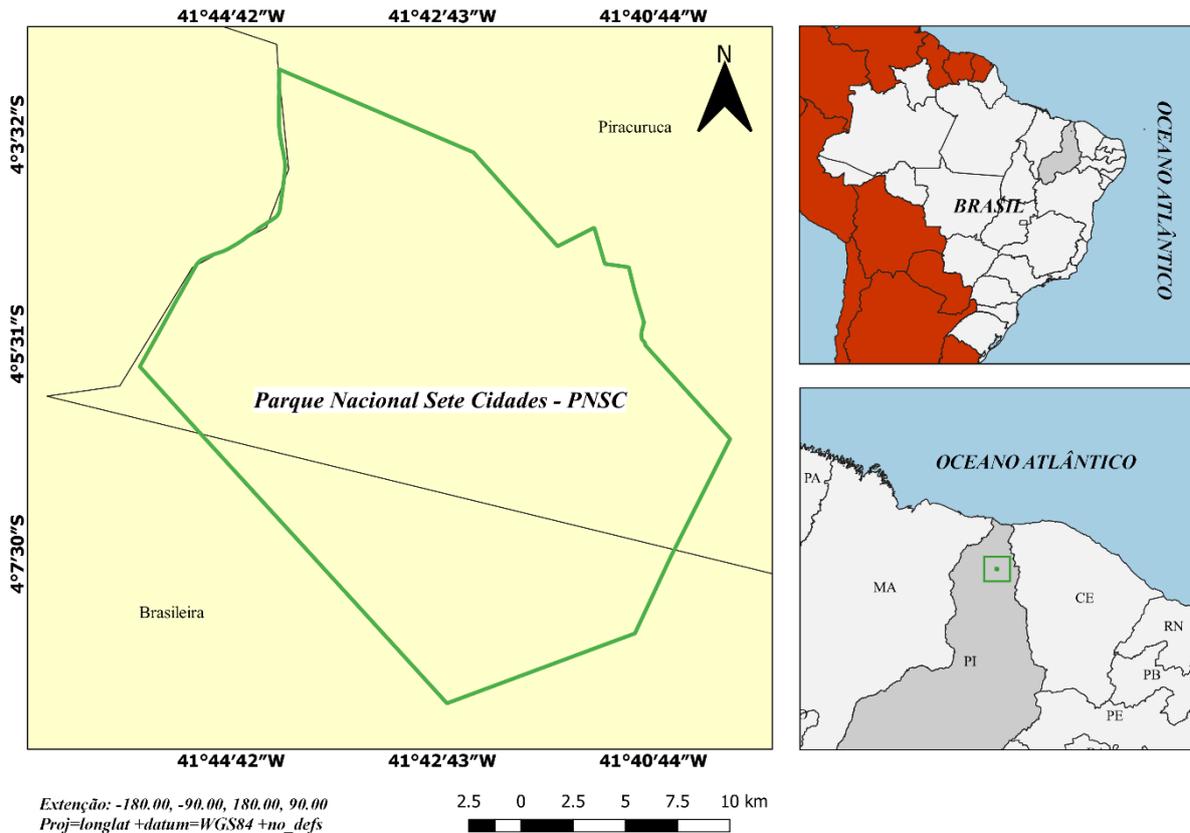
2.2 Caracterização da área de estudo

O levantamento das seis espécies abrangeu a área do Parque Nacional de Sete Cidades, situada no Piauí. O Parque em questão, possui uma área de 6.221 ha apresentando características de biomas diferentes e intercaladas (CASTRO et al., 2013).

O Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC) foi instituído pelo Decreto Federal nº 50.744/1961. Localiza-se no nordeste do estado do Piauí, distribuído nos municípios, Piracuruca e Brasileira, tendo como principais vias de acesso a BR-222, trecho Piripiri/Fortaleza, e a BR-343, trecho Teresina/Parnaíba (MATOS; FELFILI, 2010) (Figura 7).

No território do Parque existe várias nascentes que mantêm riachos de regime intermitente, que escorrem dentro de uma área elevada em altitude, no entorno da Falha do Morro do Cochicho, tornando-se um divisor das águas. Para leste e norte os cursos d'água são afluentes do Rio Piracuruca. Para oeste, a drenagem alimenta o riacho da Brasileira que é afluente do Rio dos Matos, integrantes da sub-bacia do Longa, com área de 2.842 km² (RIVAS, 1996; IBGE, 1979; SANTOS; PELLERIN, 2003; MATOS; FELFILI, 2010).

Figura 7- Localização do Parque Nacional de Sete Cidades. Brasileira e Piracuruca/PI, Brasil.



Fonte: GAIA, 2019.

O clima da área, é do tipo Aw (clima tropical, com inverno seco), segundo o sistema classificação de Köppen, mesmo com as características do clima semiárido do Nordeste BSh (Clima Semi-árido quente).

Apresenta uma temperatura média anual de 26,5°C, com máxima de 28,1°C. (OLIVEIRA, 2004; MATOS; FELFILI, 2010). O relevo do parque é característico de bacias sedimentares, compõe uma superfície pediplana com altitude entre 100 e 300 m e presença de morros testemunhos isolados em formas cônicas e tabulares (IBDF, 1979). A característica principal da vegetação regional é de transição entre os biomas Cerrado e a Caatinga, com predominância de espécies endêmicas do Cerrado seguindo de manchas de campos abertos inundáveis e matas ciliares (BARROS et al., 2014).

Outro estudo sobre Classes de cobertura vegetal do Parque Nacional de Sete Cidades (transição campo-floresta) utilizando imagens Thematic Mapper TM/Landsat (OLIVEIRA et al., 2007), permitiu identificar os seguintes tipos de cobertura vegetal: Floresta tropical ombrófila aluvial ocasionalmente inundada, Floresta tropical semidecídua, Floresta aberta

latifoliada perenifólia, Cerrado aberto latifoliado perenifólio, Cerrado extremamente xeromórfico e Campo graminóide cespitoso médio.

2.3 Dados Ambientais

O banco de dados ambientais necessário para a modelagem foi constituído de Modelo Digital de Superfície ALOS/World 3D com 30 m de resolução espacial (AW3D30) (Satélite Avançado de Observação de Terra), as variáveis declividade em graus e aspecto foram calculadas através do Google Earth Engine (GEE: <<https://code.earthengine.google.com>>).

A drenagem fluvial foi gerada a partir do algoritmo “Terrain Analysis” SAGA GIS (Sistema de Análises Geocientíficas Automatizado, software sobre sistema de informação geográfica ou geographic information system) e no QGIS 3.4 (QGIS Development Team, 2019). As formas da superfície e o Índice de Carga de Insolação de Calor Contínuo (CHILI), com resolução espacial de 90 m, foram obtidos em coleções disponibilizadas pela “Conservation Science Partners” (THEOBALD et al., 2015), os mapas de distâncias em relação as formas e da drenagem da superfície, foram realizados no GEE.

Foi gerado o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo - SAVI (HUETE, 1988), utilizando bandas RED (banda do vermelho no sensor Landsat 8) e NIR (referente a banda do infravermelho próximo) do Sensor MSI/Sentinel-2 (Multispectral Instrument on-board SENTINEL-2), do dia 03 de março de 2018, com resolução espacial de 10 m, processado na plataforma GEE.

Foi criado medidas de textura baseadas no SAVI a partir do algoritmo GLCM (“Gray Level Cooccurrence Matrix”) (HARALICK et al., 1973; CONNERS et al., 1984). Os descritores de textura computados foram: média, variância, correlação, contraste, dissimilaridade, momento inverso de diferenças (homogeneidade), segundo momento angular e entropia.

Todas as camadas raster (mapa de bits) foram cortadas para a extensão do PNSC e reamostrado na resolução de 90 m. Para reduzir a multicolinearidade entre as variáveis altamente correlacionadas foram removidas do modelo utilizando a correlação de Pearson ($r \geq 0,7$) (DORMANN et al., 2013).

Como resultado desta seleção, destacamos o SAVIcor (correlação) e SAVIvar (variância): aspecto, elevação, declividade, distância do pico/cume (quente), distância do declive superior (quente), distância do declive superior (plano), distância do declive inferior (quente), distância do declive inferior (plano), distância de vales e distância da drenagem.

2.4 Modelagem

Foi realizado a modelagem de nicho ecológico no R (programas ou pacotes do “R programming) usando o algoritmo MaxEnt (PHILLIPS et al., 2006), através do pacote dismo (pacote orientado para a modelagem de distribuição de espécies) (HIJMANS et al., 2017). Esse algoritmo demonstrou funcionar melhor com amostras pequenas em relação a outros métodos de modelagem (ELITH et al., 2006; PEARSON *et al.*, 2007; KUMAR; STOHLGREN, 2009).

O modelo foi rodado usando o método Bootstrap (framework web com código-fonte aberto) por 100 repetições, onde, foi selecionado 75% dos dados para treinamento e 25% para teste do modelo (PHILLIPS, 2008) utilizando particionamento k-fold (método de validação cruzada denominado). O teste Jackknife (técnica de reamostragem) foi realizado para determinar a importância das variáveis.

Foi utilizado a área sob a curva AUC ou curva ROC (Área sob a Curva do Operador Receptor), para avaliar o desempenho do modelo. O valor da AUC varia de 0 a 1 (FIELDING; BELL, 1997). Um valor de AUC até 0,50 indica que o modelo não apresentou melhor desempenho do que a de um modelo aleatório, enquanto o valor de 1,0 indica discriminação perfeita (SWETS, 1988).

Para exibição e análise posterior, prevendo a presença das espécies (0-1), foram reclassificados no QGIS 3.4 com uma referência de classificação proposta por Yang et al., (2013), em cinco classes potenciais: habitat inadequado (0–0.2); habitat pouco adequado (0,2 a 0,4); habitat adequado (0,4 a 0,6); habitat altamente adequado (0,6 a 0,7); habitat muito altamente adequado (0,7-1,0).

Para cada modelo, calculou-se a área da distribuição. Foram obtidos valores binários de presença (1) e ausência (0), usando um limiar de corte que maximiza a soma entre sensibilidade (verdadeiros positivos) e especificidade (verdadeiros negativos), segundo os dados de teste MaxSS (maximiza simultaneamente sensibilidade e especificidade) (JIMÉNEZ-VALVERDE e LOBO, 2007; LIU *et al.*, 2013).

3 RESULTADOS

3.1 Avaliação de modelos e contribuições de variáveis

A obtenção dos dados referentes ao número de indivíduos por espécies (Tabela 1), subsidia a construção dos modelos definidos por suas variáveis ambientais.

Tabela 1. Número de indivíduos registrados na coleta de dados pelo método de caminhamento.

Família	Espécies	Nome popular	Quantidades
<i>Fabaceae</i>	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Faveira	963
<i>Apocynaceae</i>	<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	Janaguba	780
<i>Fabaceae</i>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	845
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.	Pau d'arco	241
<i>Caryocaraceae</i>	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm	Pequi	302
<i>Sapindaceae</i>	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Tingui	304

Fonte: GAIA, 2019.

Todos os modelos foram estatisticamente mais robustos que o aleatório ($AUC \geq 0.5$), com uma média AUC de 0,76 para a *Parkia platycephala* Benth. (Faveira); 0,82 para a *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Janaguba); 0,83 para a *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá); de 0,77 para *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC. (Pau d'arco); 0,86 para o *Caryocar coriaceum* Wittm (Pequi); e de 0,82 para o *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui). (Tabela 2).

Tabela 2. AUC (área sob a curva) médio (100 repetições) para os modelos Maxent para seis espécies arbóreas do PNSC (Piauí, Brasil).

Família	Espécies	Nome popular	AUC
<i>Fabaceae</i>	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Faveira	0,76
<i>Apocynaceae</i>	<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	Janaguba	0,82
<i>Fabaceae</i>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	0,83
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	Pau d'arco	0,77
<i>Caryocaraceae</i>	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm	Pequi	0,86
<i>Sapindaceae</i>	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Tingui	0,82

Fonte: GAIA, 2019.

As variáveis ambientais declividade (51,89%) e elevação (10,37%), apresentaram as maiores contribuições relativas às previsões dos modelos Maxent para a *Parkia platycephala* Benth.; a adequação do habitat da espécie *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. está fortemente ligado à declividade (40,46%), distância do pico/cume (quente) (24,59%) e elevação (11,59%); para o habitat da espécie *Hymenaea courbaril* L., os fatores mais importantes estão relacionados à declividade (25,94%), SAVIcor (18,48%) e aspecto (15,03%); a adequação do habitat para *Handroanthus impetiginosus* está relacionado ao aspecto (21,28%), declividade (19,71%), distância do declive superior (quente) (16,31%) e distância do pico/cume (quente) (12,26%); O habitat da *Caryocar coriaceum* Wittm. está influenciado pela distância pico/cume (quente) (31,58%), declividade (19,16%), elevação (14,86%) e distância do declive inferior

(plano) (12,73%); enquanto habitat da *Magonia pubescens* A.St.-Hil. incorporou a declividade (37,65%) e distância do declive superior (quente) (20,50%). (Tabela 3).

Tabela 3. As variáveis preditoras são classificadas pela média da importância relativa (imp.rel) para explicar a previsão total do modelo (*** rel.imp > 20%, ** rel.imp > 15% e * rel.imp > 10%).

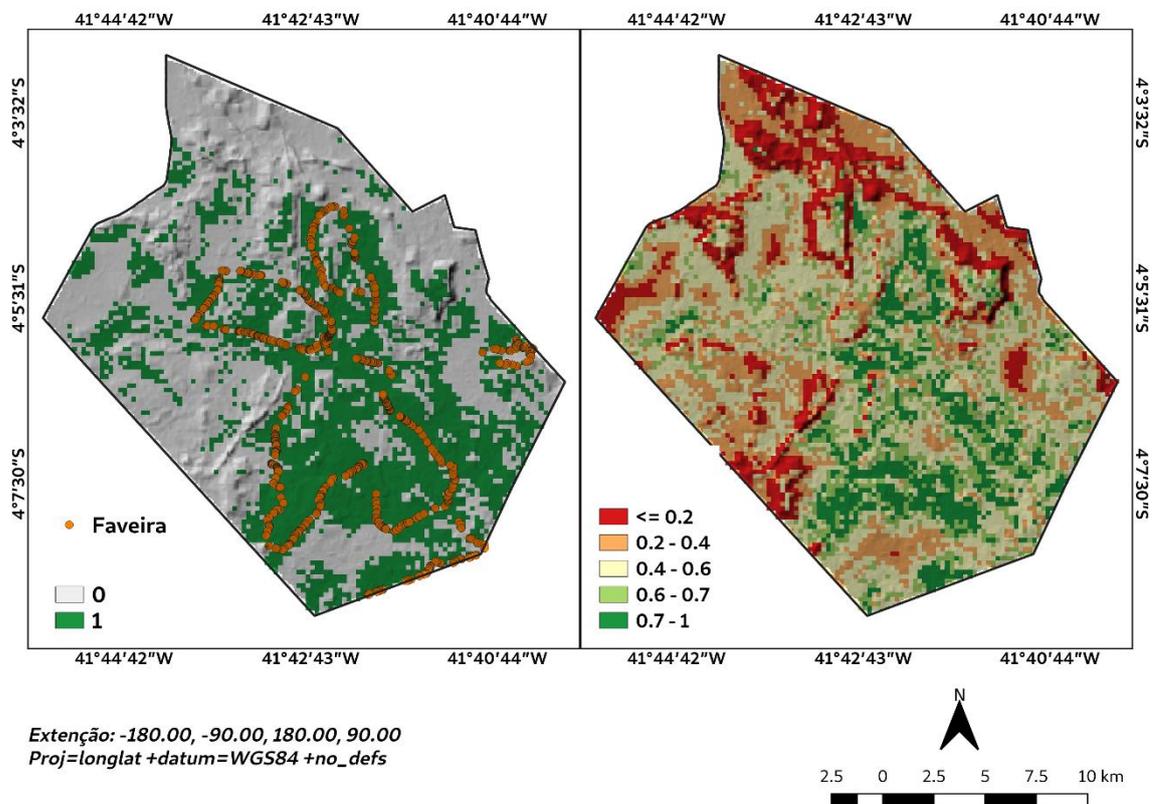
Variáveis	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm.	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.
aspecto	9,10	21,28***	5,78	15,03**	6,22	9,99
elevação	10,37*	3,52	11,59*	9,62	14,86*	5,64
SAVIcor	1,64	1,29	0,38	18,48**	0,63	8,26
SAVIvar	2,26	4,44	2,25	4,81	0,29	0,94
declividade	51,89***	19,71**	40,46***	25,94***	19,16**	37,65***
distância do pico/cume (quente)	8,42	12,26*	24,59***	2,10	31,58***	5,30
distância do declive superior (quente)	1,53	16,31**	5,39	3,28	4,66	20,50***
distância do declive superior (plano)	6,13	0,52	3,29	7,45	1,44	1,35
distância do declive inferior (quente)	4,82	6,84	3,78	4,00	2,02	3,76
distância do declive inferior (plano)	1,78	9,44	1,94	0,17	12,73*	1,12
distância de vales	0,66	1,52	0,25	8,28	0,31	2,95
distância da drenagem	1,41	2,87	0,29	0,84	6,09	2,55

Fonte: GAIA, 2019.

3.2 Distribuição Potencial das Espécies

O mapa preditivo obtido na modelagem mostra que a área de ocorrência potencial da espécie *Parkia platycephala* Benth. (Faveira), se concentra em 26,19 km², a maior entre as espécies, distribuídos principalmente em áreas próximas ou parcialmente inundadas por riachos perenes e temporários, quando não associados aos cursos hídricos é possível encontrar relevos suave-ondulados (Figura 8).

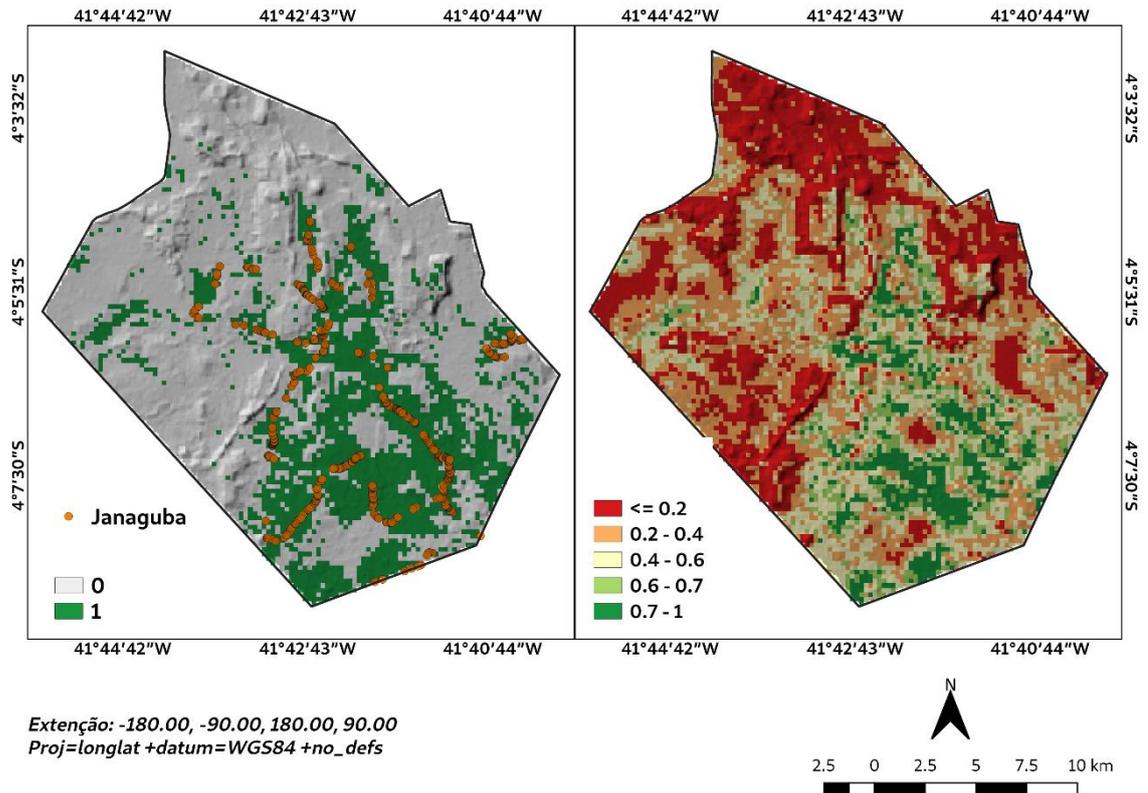
Figura 8. Predição do habitat atual para espécie *Parkia platycephala* Benth. (Faveira.), (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.



Fonte: GAIA, 2019.

O nicho potencial da *Himatanthus drasticus* (Mart.) (Janaguba), estendeu-se por 18,44 km², distribuídos principalmente em mosaicos de manchas florestais, formações campestres ou em áreas inundadas por riachos perenes e temporários (Figura 9).

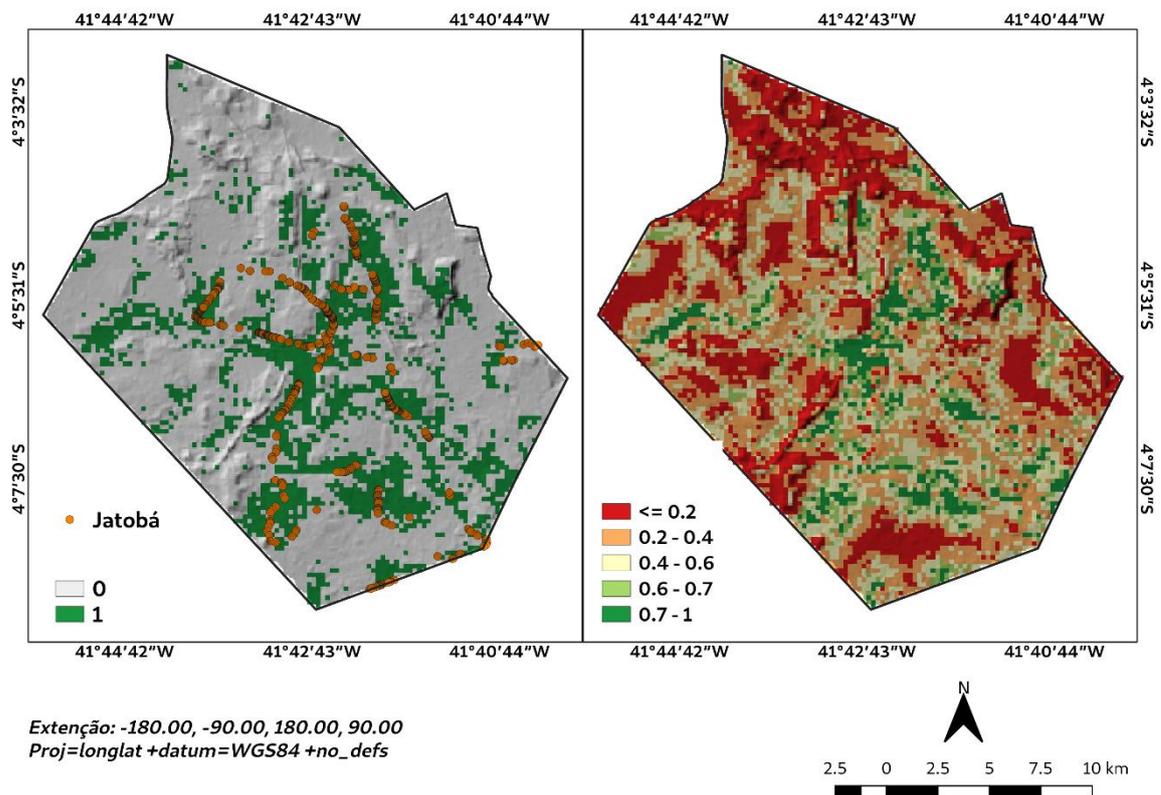
Figura 9. Predição do habitat atual para espécie *Himatanthus drasticus* (Mart.) (Janaguba). (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.



Fonte: GAIA, 2019.

O nicho potencial da *Hymenaea courbaril* L, Plumel (Jatobá), foi estimado em 16,19 km², distribuídos em áreas próximas ou parcialmente inundadas por riachos perenes e temporários, principalmente concentrados em ambientes de vegetação arbórea-arbustiva (Figura 10).

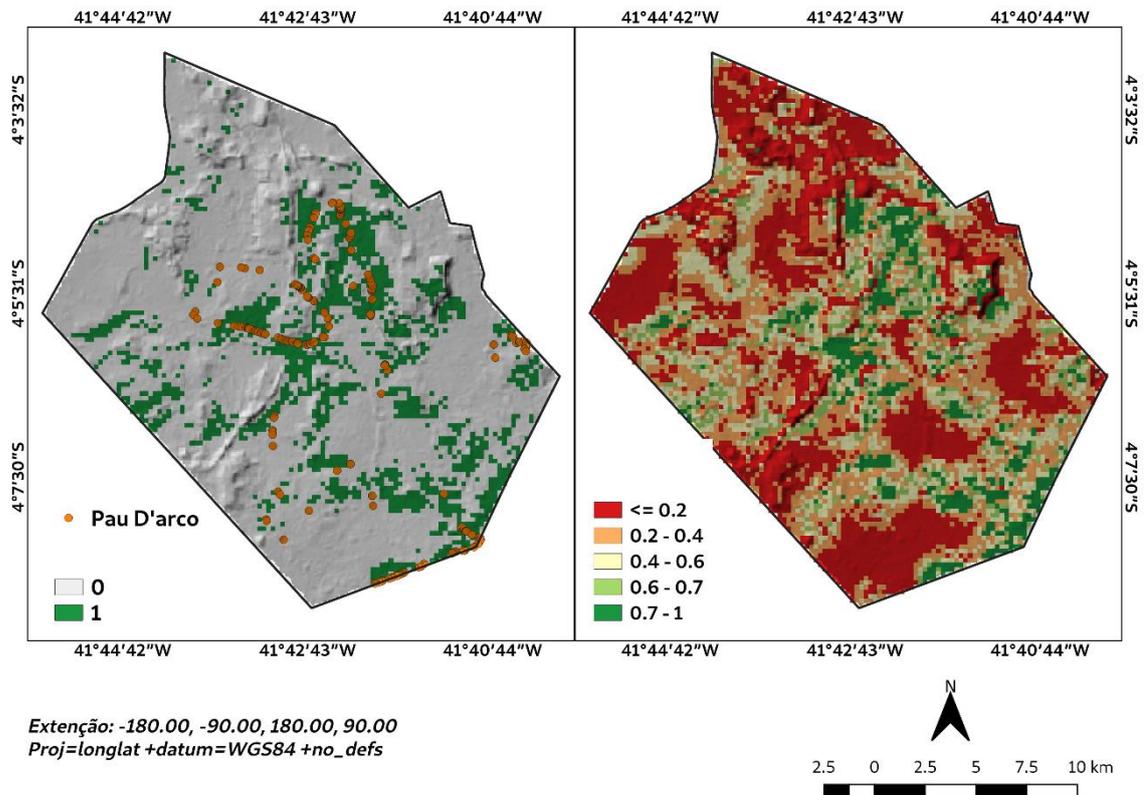
Figura 10. Predição do habitat atual para espécie *Hymenaea courbaril* L. Plumel (Jatobá). (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.



Fonte: GAIA, 2019.

O modelo previu 12,01 km² de área potencial atual para espécie *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) (Pau d'arco) (Figura 11), distribuídos principalmente em locais limítrofes de corpos hídricos e em áreas abertas de cerrado, com características de florestas com processo de sucessão secundária.

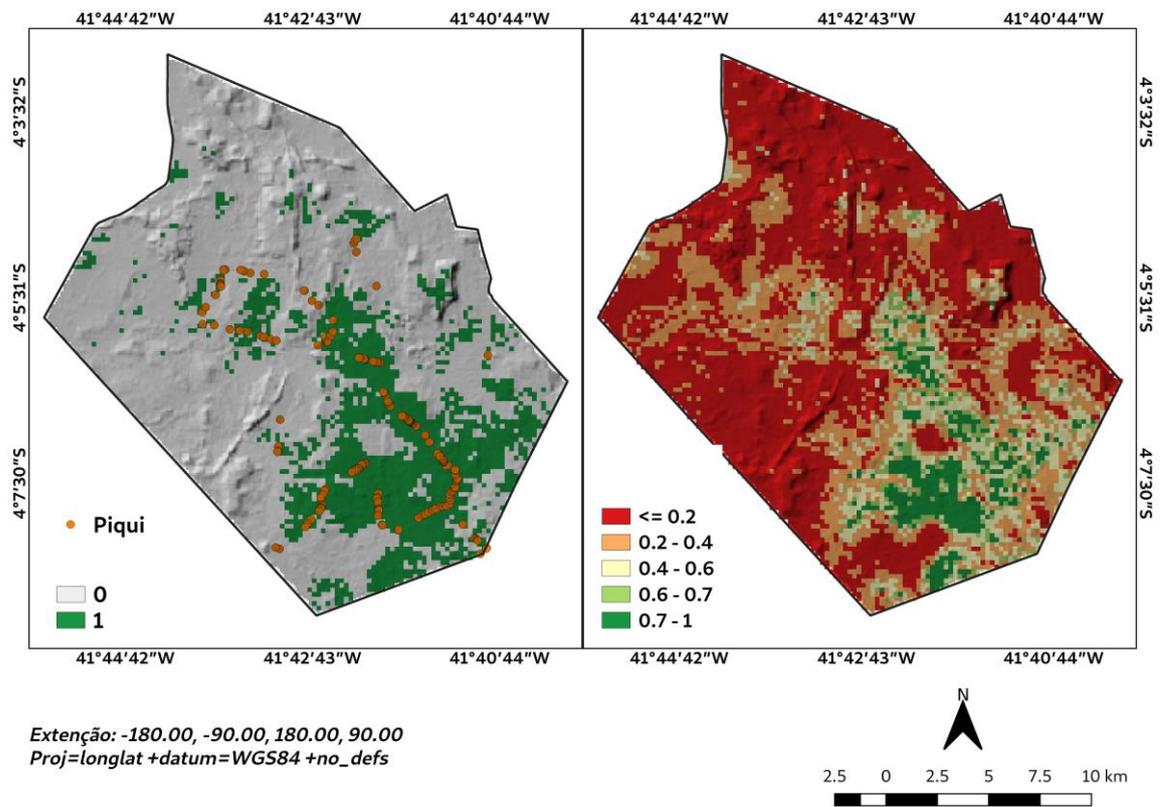
Figura 11 - Predição do habitat atual para espécie *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC.) (Pau D'arco). (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.



Fonte: GAIA, 2019.

O mapa potencial do *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) (Figura 12), abrangeu cerca de 15,06 km², assim se caracterizou por uma distribuição concentrada na parte centro e sudeste da área.

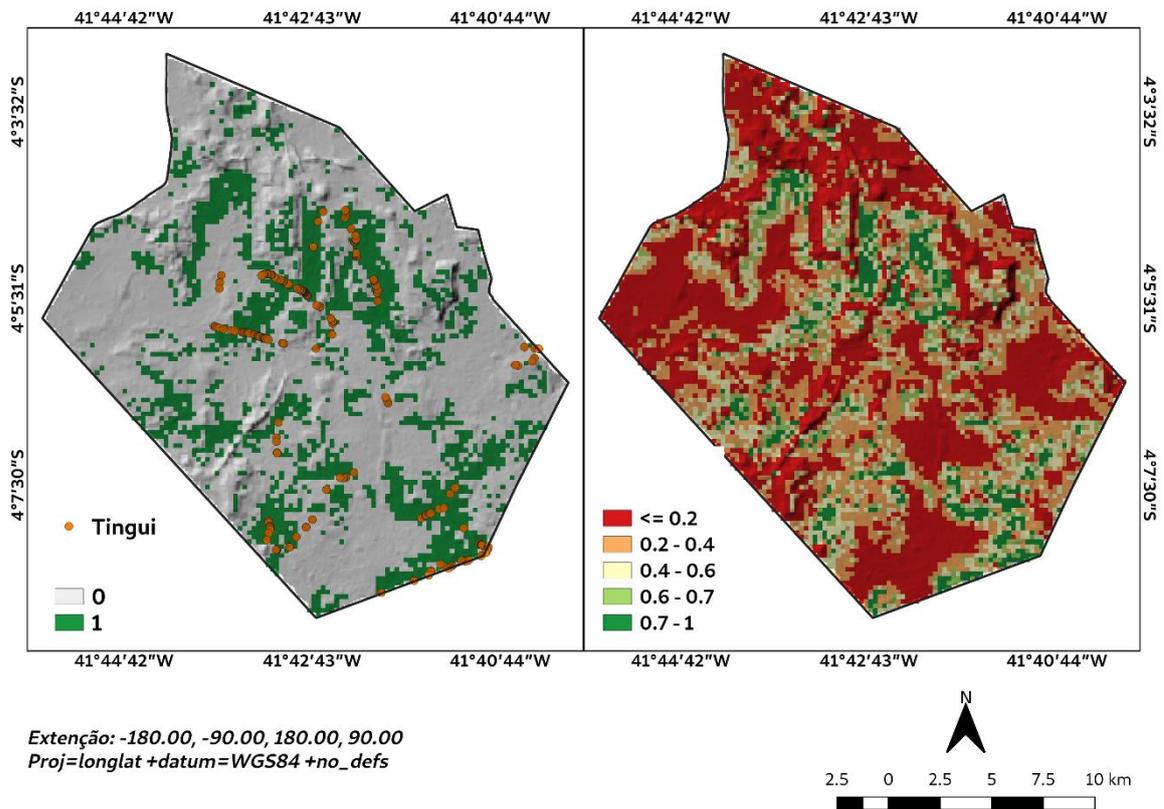
Figura 12. Predição do habitat atual para espécie *Caryocar coriaceum* Wittm. (Piqui). (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.



Fonte: GAIA, 2019.

O mapa potencial do *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui) (Figura 13), abrangeu segunda maior área entre as espécies, com de 16,66 km², assim se caracterizou por uma distribuição em cotas altimétricas mais elevadas, em fragmentos vegetais aglomerados e em cerrados com vegetação mais abertas.

Figura 13. Predição do habitat atual para espécie *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (Tingui). (a) mapa binário e pontos de distribuição e (b) distribuição potencial.



Fonte: GAIA, 2019.

3.3 Aspectos do conhecimento local sobre a ocorrência das espécies selecionadas

O conhecimento tradicional traz um elo inextricável entre a cultura e a sociedade humana. A formação de uma comunidade, as construções, as teorias das doenças, diagnósticos, tratamento e cura são partes do índice cultural de grupos de pessoas e variam no tempo e no espaço em consonância com a variação cultural (Rivers, 1924).

O conhecimento local conduz a classificação e conceitos atribuídos ao uso das plantas, requer responsabilidades e respeito, e trata-se de tradições que perpassam gerações. A comunidade cachoeira do entorno do Parque Nacional de Sete Cidades, demonstra possuir um vasto conhecimento quando aos valores de uso das espécies selecionadas para este estudo.

Os dados coletados de 27 pessoas, identificaram 130 espécies arbóreas com potenciais de uso para fins alimentícios, combustível, construção, forragem, medicinal, ornamental, tecnológico, veneno-abortivo, veterinário e mágico-religioso.

Considerando que a espécie com o maior índice de valor de uso, não está relacionada positivamente quanto a frequência (pontos de distribuições). Neste caso, a de maior valor de uso, a mais citada pela comunidade, é a de menor ocorrência no interior do parque. (Tabela 4). Entretanto, é a de maior distribuição (Faveira), se concentra em 26,19 km², a maior área entre as espécies as seis espécies selecionadas;

Tabela 4. Valor de uso e número de indivíduos das espécies selecionadas.

Família	Espécies	Nome popular	Valor de uso	Nº indivíduos
<i>Fabaceae</i>	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Faveira	0,59	963
<i>Fabaceae</i>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	3,11	845
<i>Apocynaceae</i>	<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) Plumel	Janaguba	0,59	780
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.	Pau d'arco	4,70	241
<i>Caryocaraceae</i>	<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm	Pequi	3,30	302
<i>Sapindaceae</i>	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Tingui	0,22	304

Fonte: GAIA, 2019.

4 DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de modelos e contribuições de variáveis

As variáveis topoclimáticas como elevação, declividade, aspecto (grau de exposição do relevo), distância do pico/cume (quente), distância do declive superior (quente) e distância do declive inferior (plano) têm um papel importante na distribuição potencial das espécies. Neste contexto, as características nas mudanças fitofisionômica e da biodiversidade de plantas típicas de cerrado estão relacionadas também com as características topográficas que favorece as diferenças do regime hídrico nos solos, declividade e rochosidade (LINDOSO et al. 2011).

Dessa forma, a declividade considera-se como um importante fator para a distribuição das espécies *Parkia platycephala* Benth., *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel., *Hymenaea courbaril* L. e *Magonia pubescens* A.St.-Hil. Assim, os condicionamentos da declividade existentes na superfície do terreno são responsáveis pela dinâmica de transporte de material lixiviado das partes altas para as baixas, condicionado um gradiente de fertilidade, produzido pelo fluxo de água convergente nas superfícies côncavas e divergente nas convexas, por consequência, favorecendo o desenvolvimento das espécies (BOTREL et al. 2002; RESENDE et al. 2007).

Já a elevação teve destaque para as espécies *Parkia platycephala* Benth., *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. e *Caryocar coriaceum* Wittm. Esta variável pode estar relacionada aos chamados gradientes indiretos, que são aqueles que a variável não tem efeito direto na fisiologia da planta, mas apresenta correlação com outras variáveis de efeito direto como temperatura e precipitação (AUSTIN, 2002).

O aspecto como fator de exposição da espécie em relação a luminosidade, em razão do relevo, também é um fator limitante em relação as distribuições de algumas espécies como a *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Caryocar coriaceum* Wittm. e *Magonia pubescens* A.St.-Hil.

As variáveis topográficas estão indiretamente relacionadas a produtividade e capacidade de retenção de água no solo, as formações florestais, como matas de galeria e matas ciliares estão intimamente ligadas aos córregos e rios (SOLÓRZANO, 2011).

O aspecto também pode exercer o papel da presença ou ausência circundante da topografia que causa sombreamento, além de controlar a insolação solar mostrando-se o efeito direto nas temperaturas do solo e taxas de evapotranspiração. Logo, se as taxas de precipitação estão distribuídas uniformemente no local, ocorrendo taxas mais altas de evapotranspiração, dependendo da posição das encostas, resultarão na redução da umidade do solo ou acúmulo de água em rochas (PELLETIER; SWETNAM, 2017).

4.2 Distribuição Potencial das Espécies

Mapeou-se nesta pesquisa os habitats das espécies arbóreas do PNSC. A espécie *Parkia platycephala* Benth. teve a maior área de adequabilidade, cerca de 22% do limite total do parque. Castro et al., (2010) verificaram no PNSC o tipo Cerradão mesofítico caracterizado por espécies com fisionomia de árvores altas, tronco de casca fina e rugosas, com presença de lenticelas e esfoliantes, constata-se, entre as de maior abundância, a *Parkia platycephala* Benth.

Em outro estudo realizado no PNSC, em matas de galeria no Parque Nacional de Sete Cidades sobre fitossociologia, diversidade, regeneração natural e relação com variáveis ambientais (MATOS, 2009), destacaram que a influência das florestas estacionais pode ser observada pela presença da espécie *Parkia platycephala* Benth., que é encontrada tanto em florestas estacionais como nos cerradões (MENDONÇA et al., 2008). Das espécies registradas no Parque, Fernandes (2006) cita como típica da região norte-nordeste do Cerrado, entre outras, a *Parkia platycephala* Benth.

A *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. teve a segunda maior área de adequabilidade, cerca de 16% do limite total do parque. Em outro estudo no PNSC, realizado por Castro et al., (2010), aponta que o Cerrado típico, ocupa a maior área do parque, com 37,6%, caracterizado pela presença de dois estratos arbóreos, o herbáceo-subarbusivo e o arbustivo-arbóreo, aspectos frequentes nas plantas do estrato arbustivo-arbóreo com muita abundância ocorreram, entre outras, a *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel.

Neste estudo foram constatados também que em fragmento, com predomínio da gramínea *Trachypogon spicatus* no estrato herbáceo, indivíduos juvenis da *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel., desta forma, os incêndios recorrentes aparentemente justificam a distribuição *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. na área estudada, onde foi observado a capacidade de rebrotar a partir das raízes, após a morte das suas partes aéreas pelo fogo (MORO et al., 2011).

A *Magonia pubescens* A.St.-Hil. teve a terceira maior área de adequabilidade, 14,44% do limite territorial do PNSC. Conforme estudo anteriores (CARVALHO, 2016), foi constatado em abundância a presença desta espécie em fisionomia de Cerrado típico estrato arbustivo-arbóreo. Desse modo, conforme comentadas anteriormente diferentes intensidades de luz podem provocar modificações na morfologia e fisiologia de plântulas, dependendo do nível de acomodação da espécie (SCALON et al., 2003). Espécies de mata de galeria têm demonstrado melhor crescimento inicial em condições intermediárias de luminosidade (VALADÃO et al., 2014).

A germinação das sementes dessa espécie tem sido estudada por muitos autores (CALDEIRA; TOKASHIKI 2000; GIOTTO et al., 2009; MACEDO, et al., 2009), porém os resultados com relação as condições perfeitas de luminosidade são contraditadas. Salgado e Laboriau (1973) verificaram que as sementes do Tingui, germinam somente com a presença da luz, sendo classificada como fotoblásticas positivas, por outro lado, Joly et al., (1980) afirmam que as sementes não sofrem influência da luz.

A *Hymenaea courbaril* L. ocupou 14,03% da área, essa espécie apresenta relevante importância ecológica, pois é tolerante e resistente às condições desfavoráveis do ambiente, onde outras não conseguem sobreviver. Algumas dessas espécies estão mais presentes em matas de galeria, normalmente próximo a mananciais ou ao longo dos rios e riachos, contribuindo para suas proteções. É recomendada para reflorestamentos de áreas degradadas e matas ciliares, para solos pouco encharcados ou bem drenados (DURIGAN et al., 1990), e é considerado promissor para recuperação de áreas contaminadas por metais pesados, por exemplo: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu) e zinco (Zn) (MARQUES et al., 1997).

Na formação savânica, a cobertura vegetal do Cerrado aberto latifoliado perenifólio, tipo fisionômico mais expressivos do PNSC, destacando a ocorrência de *Hymenaea courbaril* L. (OLIVEIRA et al., 2007).

Matos e Felfili (2010), implementaram estudos nas matas de galeria do PNSC, área prioritária para conservação do Cerrado, com objetivo de estudar a composição florística, fitossociologia e diversidade das matas de galeria que se distribuem ao longo dos cursos d'água e avaliar a similaridade florística dessa mata com outras matas em diversas localidades do Cerrado.

Foi relacionada, com destaque, dentre as Lista das 75 espécies arbóreas, como sendo a sétima espécie no índice de valor de importância (IVI), a espécie *Hymenaea courbaril* L. considerada espécie com ampla distribuição ao longo do Cerrado (OLIVEIRA-FILHO; RATTER 1995; RATTER et al., 2003).

A *Caryocar coriaceum* Wittm. está distribuída em 13,06% do território do PNSC. Estudo da Florística e fitossociologia do Parque Nacional de Sete Cidades, em comparação trabalhos publicados sobre vegetação de cerrado *lato sensu*, listando espécies arbóreas mais característica, dentre elas, como uma das espécies mais frequentes, está a *Caryocar coriaceum* Wittm. (MESQUITA; CASTRO, 2007).

Castro et al., (2010), constatou que no tipo Cerradão mesofítico, a mata seca semidesídua, semelhante ao Cerrado típico, a presença dessa espécie como uma das mais abundantes. Em classes de solos associadas ao cerradão foram registrados os Latossolos, principalmente os Neossolos Litólicos.

Os principais agentes de dispersão, da espécie *Caryocar coriaceum* Wittm., são: homem (catadores), cutia (*Dasyprocta aguti*), veado (*Ozotoceros bezoarticus*), mocó (*Kerodon rupestris*), seriema (*Cariama cristatae*), jacu *Penelope* sp.) e até uma espécie de escaravelho (*Scarabaeidae*) (FERREIRA et al., 2009). Há relatos da presença de morcegos (VILELA, 1998; MELO-JUNIOR, 2004) e espécies de formigas de maior porte (saúvas-cabeça-de-vidro), contribuindo como dispersores, nas áreas de ocorrência da *Caryocar brasiliense* (FERREIRA et al., 2009).

4.2 Aspectos do conhecimento local sobre a ocorrência das espécies arbóreas selecionadas, no PARNA de Sete Cidades.

As informações quanto ao conhecimento local, objetiva englobar as relações entre plantas e a cultura humana, e seus valores de uso foram relevantes e subsidiaram a presente pesquisa.

Porém, as relações etnobotânica das espécies e a comunidade do entorno, limitam-se a visitação do parque para laser, estudo e pesquisa, uma vez que o parque é uma unidade de proteção integral, e que não possibilita a extração e uso dos recursos naturais, também não foram observados durante a pesquisa, projeto de educação ambiental, que envolva diretamente a comunidade do entorno, projetos voltados a produção de mudas ou formação de agentes ambientais comunitários.

Com base nos mapas binários de predicç o do habitat atual das espécies, em relação a conservação do parque, torna-se possível um acompanhamento mais preciso da distribuic o das espécies, e se necessário redistribui-las no interior do parque e na zona de amortecimento.

Apesar do grande valor de uso das espécies, principalmente das espécies: *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC. (Pau d'arco), *Caryocar coriaceum* Wittm (Pequi) e *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá), nenhuma delas encontram-se na relação de espécies ameaçadas de extinção.

Vale ressaltar que o uso dessas espécies pelas comunidades do entorno, sofrem restrições quanto ao uso indiscriminado, por conta da fiscalização e controle dos órgãos ambientais, o que pode não ocorrer em outros locais do cerrado brasileiro, destacando que são espécies de grande utilidade e elevado valor comercial.

5 CONCLUSÃO

As espécies pesquisadas destacam-se com grande relevância sociocultural, uma vez que a pesquisa bibliográfica demonstrou que são espécies exploradas por populações locais desde o período de colonização, promovendo inúmeros conhecimentos tradicionais, misturadas as crenças indígenas e suas aplicações. Essas informações incorporadas às plantas medicinais formam o alicerce da medicina popular no Brasil.

As espécies estudadas são extremamente relevantes quanto aos seus potenciais de uso e se destacam de forma diferenciada conforme suas aplicações. O Jatobá é amplamente utilizado no comércio madeireiro e na medicina popular, e utilizado para produção de móveis na construção

civil e naval e relevante para povos indígenas, comunidades tradicionais, comunidades agroextrativistas e agricultores familiares do Cerrado, no consumo e como cadeia produtiva, que vai desde a coleta até a comercialização de seus frutos e derivados. É consumido como alimento e utilizados para fins fitoterápico e artesanato.

A Janaguba planta ecologicamente importante, considerando que cresce em altitudes que vai de 200 até 1500 e compõe a vegetação do Cerrado e Caatinga, floresce e frutifica praticamente todo o ano, é uma espécie com muita representatividade no uso da medicina popular, o “leite” tem dado respostas relevantes para o tratamento e cura de alguns tipos de câncer.

O Pequi é planta arbórea perene, que pode ser classificada como frutífera ou oleaginosa, é uma árvore de inúmeras finalidades e aplicações diversas, que vão da indústria artesanal, farmacologia até a culinária regional, além de apresentar potencial de uso para a produção de combustíveis e lubrificantes.

A Faveira destaca-se pelo seu potencial madeireiro, relevante para produção de energia, adubação verde e em revegetação de áreas degradadas, na produção de forragem, pois as vagens quando maduras são excelentes na alimentação de ruminantes.

O Pau d’arco possui elevada densidade, durabilidade e apresenta alto valor na fabricação de móveis e piso. Possui valor importância na aplicação farmacológica, com utilização dos galhos, folhas, tronco, casca e entrecasca, com ações anti-inflamatória, analgésica, antibiótica e antineoplásica.

O Tingui, da casca pode-se extrair o tanino para uso no extermínio de larvas de *Aedes aegypti* Linnaeus e do carrapato *Rhipicephalus microplus* Canestrini, e foi citado como capaz de levar ao óbito, se a raízes for ingerida em doses altas e na forma de decocção.

Conclui-se também que as espécies estudadas na escala de paisagem, quanto as variáveis topoclimáticas e de textura da cobertura vegetal, apresentaram um modelo com bom desempenho e validade para predizer a distribuição potencial das espécies arbóreas *Parkia platycephala* Benth., *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel., *Hymenaea courbaril* L., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Caryocar coriaceum* Wittm., *Magonia pubescens* A.St.-Hil. no Parque Nacional Sete Cidades (PNSC), Piauí, Nordeste do Brasil.

Destacando a espécie *Parkia platycephala* Benth. por ter a maior área de adequabilidade favorecida pelos condicionantes ambientais existentes na área de pesquisa, sendo uma espécie abundante no PNSC,

Desta forma, a pesquisa atingiu objetivo de modelar a distribuição potencial das seis espécies arbóreas relevantes para a dinâmica sociocultural, econômica e ecológica do Parque Nacional das Sete Cidades, Piauí, Brasil, utilizando variáveis topoclimáticas e da paisagem.

Estudos incluindo mais variáveis antropogênicas, como o uso da terra, assim como outros fatores bióticos, como a faixa de dispersão e a competição, podem ser realizados para fortalecer o presente estudo. No entanto, os resultados do modelo podem ser utilizados para apoiar a gestão do Parque.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R.P.; LEW, D. & PETERSON, A.T. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. **Ecological Modelling** 162: 211-232. 2003.

ARAÚJO, M.B.; WILLIAMS, P. Selecting areas for species persistence using occurrence data. *Biological Conservation* 96: 331-345. 2000.

ARAÚJO, M. B.; CABEZA, M.; THULLER, W.; HANNAH, L.; WILLIAMS, P. H. Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. **Global Change Biology**, v. 10, n. 9, p. 1618-1626, 2004.

AUSTIN, M.P. Modelling the environmental niche of plants: implications for plant community response to elevated CO₂ levels. **Australian Journal of Botany** 40: 615-30. 1992.

AUSTIN, M. P. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. **Ecological modelling**, v. 157, n. 2-3, p. 101-118, 2002.

BARROS, J. S.; FERREIRA, R. V.; PEDREIRA, A. J.; SCHOBENHAUS, C. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA-SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL. **Projeto Geoparques GEOPARQUE SETE CIDADES – PEDRO II - PI Proposta**. Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2014.

BOTREL, R. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; RODRIGUES, L. A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustivo de uma Floresta Estacional Semidecidual em Ingaí, - MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002.

CALDEIRA, S. F.; TOKASHIKI, S. C. Efeito de beneficiamento e armazenamento na germinação de sementes de *Magonia pubescens* A.St.-Hil. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 4, n. 1, p. 58-68, 2000.

CARVALHO, M. C.; MARTINS, T. V.; MENDONÇA, N. P.; GOMIDE, L. R.; SANTOS, R. M. DOS; MELLO, J. M. Modelagem da distribuição potencial de espécies arbóreas na bacia do Rio Grande para programas de revitalização. In: **XLVII SBPO - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2015**, Porto de Galinhas. Anais [...]. Porto de Galinhas: SOBRAPO, p. 624-633, 2015.

CARVALHO, N. S. **Propriedades microbiológicas do solo ao longo de um gradiente vegetacional de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidade**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 48f. 2016.

CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. **Classificação e Caracterização dos Tipos Vegetacionais do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí. Teresina: EDUFPI. (Série Desenvolvimento e Meio Ambiente, 5). 208 p. 2010.

CASTRO, A.A.J.F.; SILVA, C. B.; FARIAS, R. R. S.; RAMOS NETO, M. B. **Flora lenhosa em fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil**. In: Santos-Filho FS, Soares AFCL, Almeida Junior EB. (eds.) Biodiversidade do Piauí: pesquisas & perspectivas. Curitiba, Editora CRV. p. 101-119. 2013.

CAVALCANTI, F. A. G. S. **Modelagem de nicho em espécies de plantas do cerrado e distribuição espacial da variabilidade genética**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal De Goiás, Goiânia, 2010.

CORIOLOANO, M. C.; MELO, C. M. L.; OLIVEIRA-SILVA, F.; SCHIRATO, G. V.; PORTO, C. S.; SANTOS, P. J. P.; COELHO, L.C.B.B. Parkia pendula seed lectin: potential use to treat cutaneous wounds in healthy and immunocompromised mice. **Applied biochemistry and biotechnology**, n.172, v. 5, p2682-2693, 2014.

CONNERS, R. W.; Trivedi, M. M. and Harlow, C. A. “**Segmentation of a High-Resolution Urban Scene Using Texture Operators**”, Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 25, pp. 273-310, 1984.

DORMANN C. F.; ELITH J.; BACHE S.; BUCHMANN C.; CARL G.; CARRÉ G.; MARQUÉZ J. R. G.; GRUBER B.; LAFOURCADE B.; LEITÃO P. J.; MÜNKEMÜLLER T.; MCCLEAN C.; OSBORNE P. E.; REINEKING B.; SCHRÖEDER B.; SKIDMORE A; K.; ZURELL D. & LAUTENBACH S. **COLLINEARITY: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. Ecography 36: 27-46. 2013.**

DURIGAN, G.; DIAS, H.C. de S. Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar implantada. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6., Campos do Jordão. São Paulo: **Anais. Sociedade Brasileira de Silvicultura**, v.3, p.308-312. Publicado na Silvicultura, n.42, 1990.

DURIGAN, G. NOGUEIRA, J. C. B. **Reposição de matas ciliares**. IF Série Registros, n4, p. 1-14, 1990.

EITEN, G. **Delimitação do conceito de Cerrado**. Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro, 125-134. 21: 1977.

ELITH, J., GRAHAM, C.H., ANDERSON, R.P., DUDIK, M., FERRIER, S., GUIBAN, A., HIJMANS, R.J., HUETTSMANN, F., LEATHWICK, J.R., LEHMANN, A. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography** n.29, p. 129-151. 2006.

ENGLER, R., GUIBAN, A.; RECHSTEINER, L. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal of Applied Ecology** 41: 263-274. 2004.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira: províncias florísticas**. Fortaleza, Realce Editora e Indústria Gráfica. 2006.

FERREIRA, G.A.; SANTOS-VELOSO, V.R.; VELOSO-NAVES, R.; NASCIMENTO, J.L.; CHAVES, L.J. Biodiversidade de insetos em Pequizeiro (*Caryocar brasiliense*, Camb.) no cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Agrociencia Uruguay**, v. 13, n. 2, 2009.

FIELDING, A.H., BELL, J.F. A review of methods for the measurement of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environ. Conserv**, 1997.

FILGUEIRAS, T.S., BROCHADO, A.L., NOGUEIRA, P.E. & GUALLA II, G.F. Caminhamento - Um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. In: **Caderno de Geociência IBGE**. 12: 39-43. 1994.

FLORA DO BRASIL. *Parkia* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23111>>. Acesso em: 19 janeiro de 2019.

FONSECA FILHO, I. C.; BOMFIM, B. L. S.; FARIAS, J. C.; VIEIRA F. J.; BARROS, R. F. M. Pau-d'arco-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos): conhecimento e uso madeireiro em comunidades rurais do nordeste do Brasil. **GAIA SCIENTIA**. VOLUME 11(2): 57-70. 2017.

GANEM, R. S. (Org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 437p. 2011.

GIOTTO, A. C.; MIRANDA, F. S.; MUNHOZ, B. R. C. **Aspectos da germinação e crescimento de mudas de *Magonia pubescens* A. ST. HIL.** Cerne, Lavras, v. 15, n. 1, p. 49-57, 2009.

GIBSON, L., BARRETT, B., BURBIDGE, A. Lidando com a ausência incerta na modelagem de habitat: estudo de caso de uma terra rara no solo. **Diversity and Distributions** 13, 704-713. 2007.

GIOTTO, A. C.; MIRANDA, F. S.; MUNHOZ, B. R. C. **Aspectos da germinação e crescimento de mudas de *Magonia pubescens* A. ST. HIL.** Cerne, Lavras, v. 15, n. 1, p. 49-57, 2009.

GUISAN, A.; BROENNIMANN, O.; ENGLER, R.; VUST, M.; YOCCOZ, N.G.; LEHMANN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Using niche-based models to improve the sampling of rare species. **Conservation Biology** 20: 501-511. 2006.

GUISAN, A.; GRAHAM, C.H.; ELITH, J.; HUETTMANN, F. & The NCEAS **Species Distribution Modelling Group. Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size.** Diversity and Distributions 13: 332-340. 2007.

Magonia pubescens A. ST. HIL. Cerne, Lavras, v. 15, n. 1, p. 49-57, 2009

GRAHAM, M. H. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. **Ecology**. n.84, p.2809-2815. 2003.

HARALICK, R.M.; SHANMUGAM, K. and DINSTEN, I. “**Textural Features for Image Classification**”, IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. SMC-3, pp. 610-621, 1973.

HEIKKINEN, R.K.; LUOTO, M.; VIRKKALA, R.; PEARSON, R.G. & KÖRBER, J.H. BIOTIC interactions improve prediction of boreal bird distributions at macro-scales. **Global Ecology and Biogeography** 16: 754-763. 2007.

HIJMANS, R. J.S.; PHILLIPS.; J. LEATHWICK.; J. ELITH. **Dismo: Species distribution modeling. R package version 1.1–4.** <https://CRAN.Rproject.org/package=dismo>. 2017.

HIJMANS, R. J. & C.H. GRAHAM. The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. **Global Change Biology** 12: 2272-2281. 2006.

HIJMANS, R. J.S.; PHILLIPS.; J. LEATHWICK.; J. ELITH. **Dismo: Species distribution modeling. R package version 1.1–4.** < <https://CRAN.Rproject.org/package=dismo>. 2017.>

HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA, J.L. Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **Int. J. Climatol.** v. 25, p.1965-1978, 2005.

HUETE, A. R. A. Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**, v. 25, p. 295-309, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Plano de Manejo:** Parque Nacional de Sete Cidades. Brasília: IBDF - M.A/Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), 61 p. 1979.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Plano de Manejo:** Parque Nacional de Sete Cidades. Brasília, Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), 1979. Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/1632_20140903_163851.pdf>. Acesso em: 20 Jan 2019.

JIMÉNEZ-VALVERDE, A; LOBO, J. M. Threshold criteria for conversion of probability of species presence to either–or presence–absence. **Acta oecologica**, v. 31, n. 3, p.361-369, p. 2007.

JOLY, C. A.; FELIPPE, G. M.; DIETRICH, S. M. C.; CAMPOSTAKAKI, G. M. Physiology of germination and seed gel analysis in two populations of *Magonia pubescens* St. Hil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 3, p. 1-9, 1980.

KUMAR, S.; STOHLGREN, T.J. Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree *Canacomyrica monticola* in **New Caledonia**. *J. Ecol. Nat. Environ.* n. 1, p. 94-98, 2009.

LINDOSO, D. et al. **Climate Change and Vulnerability to drought in the Semiarid: the case of smallholder farmers in the Brazilian northeast**. In: SEROA DA MOTTA, R. et al. (Eds.). *Climate change in Brazil: economic, social and regulatory aspects*. Brasília: IPEA, p. 235–256, 2011.

LIU, C., WHITE, M. AND NEWELL, G. 2013. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. **Journal of Biogeography** n. 40, p.778-789, 2013.

MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; SCALON-FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

MARQUES, T.C.L.L.S.; SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Crescimento de mudas de espécies arbóreas em solo contaminado com metais pesados. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**, 3., Ouro Preto. Do substrato ao solo: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.429-436, 1997

MATOS, M. Q.; FELFILI, J.M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil (PNSC), Piauí, Brazil. **Acta botânica brasílica**, v. 24, n. 2, p. 483-496, 2010.

MELO JÚNIOR., A. F.; CARVALHO, D.; POVOA, J. S. R.; BEARZOLI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 66, p. 56-65, 2004.

MENDONÇA, R. C.; Felfili, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. & NOGUEIRA, P. E. **Flora Vascular do Cerrado**. In: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, Pp. 289-556, 2008.

MESQUITA, M. R.; CASTRO, A. A. J. F. **Florística e fitossociologia de uma área de cerrado marginal (Cerrado Baixo), Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí**. Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas 15: 1–22. 2007.

MORO, M.F.; CASTRO, A.S.F. & ARAÚJO, F.S. **Composição florística e estrutura de um fragmento de vegetação savânica sobre os tabuleiros pré-litorâneos na zona urbana de Fortaleza, Ceará**. Rodriguésia 62:407-423, 2011.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 52, n. 1, p. 141-194, 1995

OLIVEIRA, M. E. **Mapeamento, florística e estrutura da transição campo-floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil**. 2004. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal), Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

OLIVEIRA, M. E. A.; MARTINS, F. R.; CASTRO, A. A. J. F.; SANTOS, J. R. **Classes de cobertura vegetal do Parque Nacional de Sete Cidades (transição campo-floresta) utilizando imagens TM/Landsat, NE do Brasil**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1775-1783, 2007.

OLIVEIRA, M.E.A.A.; CASTRO, A.F.; MARTINS, F.R. Classificação e Caracterização dos Tipos Vegetacionais do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil. In: CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. **Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí** -Teresina: EDUFPI, 208 p. 2010.

PEARSON, R.G. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. **American Museum of Natural History**. 2007.

PEARSON, R.G.; RAXWORTHY, C.J.; NAKAMURA, M.; PETERSON, A.T. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **J. Biogeogr.** n. 34, p.102–117, 2007.

PELLETIER, J. D.; SWETNAM, T. L. Asymmetry of weathering-limited hillslopes: the importance of diurnal covariation in solar insolation and temperature. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 42, n. 9, p. 1408-1418, 2017.

PHILLIPS, S. J., R. P.; ANDERSON, R. E. S. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecol. Modell.** v. 90, p.231–259, 2009.

PHILLIPS, S.J. Transferability, sample selection bias and background data in presence-only modeling: a response to Peterson et al. and **Ecography**, n.31, p.272–278, 2008.

PHILLIPS, S.J.; ANDERSON, R.P.; SCHAPIRE, R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecol. Model.** n. 190, p. 231–259, 2006.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project., 2019. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5. ed. Lavras, Editora da UFLA, 2007.

RIVAS, M. P. (Coord.). **Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE (Série Estudos e Pesquisas em Geociências, 4), 1996.

RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J.F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany** 60:57-109, 2003.

RIVERS, W. H. R. **Medicine, magic and religion**. London, Kegan Paul, 1924.

SANTOS, J.; PELLERIN, J. **Mapeamento Geomorfológico do Parque Nacional Sete Cidades, Piracuruca, Piauí. II**. Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas, 2003. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/trabalhos/quatcont_63.pdf> Acesso em 20 de janeiro de 2019.

SALGADO-LABORIAU, M. L. S. A semente de *Magonia pubescens* St. Hil. - Morfologia e germinação. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 1-537, 1973.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SIQUEIRA, F. S. **Uso de modelagem de nicho fundamental na avaliação do padrão de distribuição geográfica de espécies vegetais**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SOBERÓN, J. & PETERSON, A.T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. **Biodiversity Informatics** 2: 1-10. 2005.

SOLÓRZANO, A. **Análise Fitogeográfica do cerrado: conexões florísticas, padrões estruturais, relações ecológicas e modelagem de sua distribuição potencial**. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília, Brasília, 115 f. 2011.

SOUSA JÚNIOR, J. R. **Conhecimento e manejo tradicional de *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 95p. 2012.

SWETS, J. A. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science**, n. 240, p.1285–1293, 1988.

THEOBALD, E. J.; ETTINGER A. K.; BURGESS, H. K.; DEBEY, L. B.; SCHMIDT, N. R.; Wagner, H. E. C.; HILLERISLAMBERS, J.; TEWKSBURY, J.; HARSCH, M. A.; PARRISH, J. K. Mudança global e soluções locais: Aproveitar o potencial não realizado da ciência cidadã para a biodiversidade pesquisa. **Biol. Conserv.**, 181, pp. 236 – 244. 2015.

VALADÃO, M. B. X.; MARIMON JR, B. H.; MORANDI, P. S.; REIS, S. M.; OLIVIERA, B.; OLIVEIRA, E. A.; MARIMON, B. S. Initial development and biomass partitioning of *Physocalmma scaberrimum* Pohl (Lythraceae) under different shading levels **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p 129-139, 2014.

VILELA, G. F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 88 f. 1998.

WISZ, M.S.; HIJMANS, R.J.; Li, J.; PETERSON, A.T.; GRAHAM, C.H.; GUISAN, A. & NCEAS. **Predicting species distributions working group. Effects of sample size on the performance of species distribution models**. *Diversity and Distributions* 14: 763-773. 2008.

YANG, X.Q.; KUSHWAHA, S.P.S.; SARAN, S.; XU, J.; ROY, P.S. Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan foothills. **Ecol. Eng.** n. 51, p.83-87, 2013.