



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais**



1

## **CONTRIBUIÇÕES PARA O CHACO COMO BIOMA NO BRASIL**

**PEDRO HENRIQUE BARRERA DE MOURA GOMES**

**31/03/2021**  
**CAMPO GRANDE-MS**



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais**



**PEDRO HENRIQUE BARRERA DE MOURA GOMES**

**CONTRIBUIÇÕES PARA O CHACO COMO BIOMA NO BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais-UFMS.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho**

**31/03/2021**  
**CAMPO GRANDE-MS**



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais**



## **DEDICATÓRIA**

**Dedico esse trabalho aos meus pais.**  
**Não sei o que seria da minha vida sem o apoio desses anjos.**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer o meu orientador Prof Toni, o melhor orientador que alguém pode ter, sou grato pela Liberdade que me foi dada desde o começo do programa e das trocas riquíssimas de conhecimento que o Sr. me proporcionou.

Gostaria de agradecer o apoio na pesquisa de campo aos colegas Cesar, Gabriel e Laura. Quero expressar minha gratidão a todo o corpo docente do programa PGRN que eu tive a oportunidade de conhecer e aprender.

À minha família e namorada pela compreensão com o tempo irrecuperável desses 2 anos de mestrado que eventualmente não pude dar atenção a vocês.

À coordenação e colegiado do PGRN por ter feito este programa no molde que me permitiu trabalhar e pesquisar ao mesmo tempo.

À UFMS e CAPES pelas condições que me foi concedido durante esses dois anos, especialmente o acesso às bases de dados utilizadas neste trabalho, me possibilitando o acesso integral dos artigos e pesquisas.

ABSTRACT.....	2
RESUMO.....	3
CAPÍTULO 1: O ECOSSISTEMA CHACO E O DESMATAMENTO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E CIENTOMÉTRICA .....	1
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	2
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	3
6. CONCLUSÕES.....	10
7. REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO 2: MUDANÇAS DE VEGETAÇÃO DE ACORDO COM O PERFIL DE ELEVAÇÃO NA REGIÃO DE PORTO MURTINHO - MATO GROSSO DO SUL .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3. METODOLOGIA.....	16
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	16
4. RESULTADOS .....	19
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
7. ANEXO .....	31

## ABSTRACT

Chaco is a biome that involves Argentina, Paraguay, Bolivia, and a small fragment in Brazil. 40% of their original size was deforested. This study aims to identify bibliometrics trend in Chaco studies. We used the Bibliometrix package of Software R. Studies regarding deforestation in Chaco are poorly developed, with only 202 papers and annual growth of 5% since 1998. Although few publications, research on Chaco has high impact on the H-index and a high concentration of articles produced by few authors. "Deforestation" proved to be the key word with the greatest number of appearances and the greatest number of interactions between keywords, that is, this theme proves to be one of the most relevant to the focus of research on events in Chaco. The 2011-2012 presented the highest peak of production growth, highlighting two articles that contributed most. Currently shows growth potential especially for related research land use and cover, population dynamics, and defragmentation. Argentina has the largest number of publications and behaves as the center of the networking of cooperation, which makes this country ideal for partnerships in this field. For the second chapter, we verified vegetation changes according to the altimetric profile, whose elevation profile at 70km distance from Porto Murtinho marked the difference between the physiognomies. There was also a difference in soils between the study areas, among which the area close to Porto Murtinho has as primary characteristic yellow and gray soils, with slow and saline drainage. An investigation of these soils would provide more information to understand how and what soil conditions support Chaco formations. The Chaco fragments next to the highway and on the side roads have undergone anthropic interference, and, therefore, this disturbance must be taken into consideration for future proposals for studies of conservation and management of this biome studied so incipiently. It is noticeable that the altitude controls Chaco's progress as the elevation increases, as it can also be related to the difference in temperature, climate, and different soils along the highway. The Chaco de Porto Murtinho formations are degraded and fragmented. This fragmentation exposes the vulnerability of these small formations to invasion by exotic species and native species that are better adaptable. Therefore, it is essential to encourage more intensive research, conservation, and management actions in the Chaco region, especially by introducing the Bio-oceanic Corridor, constructing a highway that will connect Brazil, Paraguay, and Chile, being a new source of anthropic pressure.

## RESUMO

O Chaco é um ecossistema que envolve sua maior parte na Argentina, em seguida o Paraguai, Bolívia e um pequeno fragmento no Brasil. Reduziu-se 40% da sua formação original, por isso decidimos pesquisar as tendências de pesquisa com Chaco. Os dados foram obtidos do banco de dados Web Of Science em um período de 2002 a 2019. Utilizou-se a expressão “KEY ( ( “DEFOREST\*” AND “CHACO”) AND PUBYEAR < 2020)”. Analisou-se total de publicações, relevância de autores e periódicos por índice-h, cooperação de publicações entre países e instituições, análise de conteúdo com palavras-chave. A análise foi realizada por meio do pacote Bibliometrix do Software R. Conforme os resultados obtidos, os estudos com relação ao desmatamento no Chaco se encontram pouco desenvolvidos, com somente 147 trabalhos e um crescimento anual de 5% desde 2002. Embora poucas publicações, pesquisas sobre o Chaco possuem alto impacto no índice-H e uma elevada concentração de artigos produzido por poucos autores. “Desmatamento” revelou-se a palavra chave com maior número de aparições e maior número de interações entre palavras-chaves, ou seja, este tema mostra-se um dos mais relevantes ao foco de pesquisas acerca dos acontecimentos no Chaco. O biênio de 2011-2012 apresentou-se como o ano de maior pico de produções, dando destaque a dois artigos que contribuíram como base sobre o desmatamento no Chaco. Atualmente mostra-se com potencial de crescimento especialmente para pesquisas relacionadas a uso e cobertura do solo, dinâmicas de populações, desmatamento, conservação e desfragmentação. A Argentina mostrou-se com maior número de publicações e se comporta como o centro do networking de cooperações, fato que torna este país como ideal para parcerias de estudos neste campo e como o tema apresenta-se carente de maiores produções há a oportunidade da iniciação de pesquisas inéditas. O Brasil participou somente de cinco trabalhos, sendo um deles coordenado pela UFMS. No segundo capítulo, verificou-se as mudanças de vegetação de acordo o perfil altimétrico, cujo perfil da elevação a 70km de distância de Porto Murtinho marcou a diferença entre as fisionomias. Verificou-se também a diferença de solos entre as áreas de estudo, dentre os quais a área próxima de Porto Murtinho tem como principal característica solos amarelos e cinzas, de drenagem lenta e salino. Uma investigação desses solos forneceria mais informação para compreender como e quais as condições de solos que admitem a formações Chaquenhas. Os fragmentos de Chaco ao lado da rodovia e nas estradas vicinais passaram por interferência antrópica e, portanto, esse distúrbio deve ser levado em consideração para futuras propostas de estudos de conservação e manejo deste bioma estudado de forma tão incipiente. É perceptível que a altitude controla o avanço do Chaco conforme a elevação aumenta, como também pode estar relacionado à diferença de temperatura, clima e solos diferentes ao longo da rodovia. As formações de Chaco de Porto Murtinho encontram-se, degradadas e fragmentadas. Essa fragmentação expõe a vulnerabilidade dessas pequenas formações à invasão de espécies exóticas e/ou espécies nativas melhores adaptáveis. Portanto, é imprescindível que se estimule ações de pesquisas, conservação e manejo mais intensivos da região chaquenha, especialmente pela introdução do Corredor Bioceânico, a construção de uma rodovia que conectará o Brasil, Paraguai e Chile, sendo uma nova fonte de pressão antrópica.

# CAPÍTULO 1: O ECOSISTEMA CHACO E O DESMATAMENTO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA E CIENTOMÉTRICA

## 1. INTRODUÇÃO

Os seres humanos modificaram os padrões globais de biodiversidade e processos ecossistêmicos, e a forma que nós nos relacionamos com os recursos naturais. Atividades de uso do solo transformaram uma grande proporção da superfície terrestre dos planetas. Antes de se definir estratégias de conservação dos recursos naturais e auxiliar o planejamento de produção em um local, requer-se a identificação da produção científica sobre os tipos de biomas de um local. É com a produção científica que as empresas, órgãos governamentais e não governamentais usam como base, pesquisas com dados relevantes e essenciais para tomadas de decisões, mudança de foco e inovação. Fato é que na América do Sul, um bioma em específico, o Chaco, ou savana estépica, fora massivamente explorado comercialmente e pouco estudado em relação aos demais biomas da América do Sul e de acordo com uma breve consulta à base de dados de periódicos da Web of Science.

O Chaco, ou savana estépica, é uma região que envolve sua maior parte na Argentina, em seguida o Paraguai, Bolívia e por fim, um pequeno fragmento no Brasil. Segundo o autor Prado (1993), o Chaco detém uma peculiaridade na transição entre a zona tropical e a zona temperada já que é um dos únicos lugares do mundo em que a transição não ocorre em forma de deserto, mas em bosque semiárido. De acordo com Hueck (1972) a região do Chaco era de aproximadamente 850,000 km<sup>2</sup>, já para Bucher (1982) a região abrangia uma área de 1,000,000 km<sup>2</sup>. Segundo dados da WWF (2018) o Chaco apresenta somente 609,683 km<sup>2</sup>, uma redução de quase 40% da sua formação original, é uma quantia expressiva. Como forma de explicar essa redução, diversos trabalhos (Andrea Osinaga, Rosa Álvarez, & Angel Taboada, 2018; Baumann et al., 2017; Hoyos, Cabido, & Cingolani, 2018; Kuemmerle et al., 2017; le Polain de Waroux et al., 2018; Le Polain De Waroux, Garrett, Heilmayr, & Lambin, 2016; Mereles & Rodas, 2014; Pinto-Ledezma & Rivero Mamani, 2014) apontaram mudanças do uso e cobertura do Chaco, especificamente o desmatamento e posterior mudança do uso do solo, por consequência da agricultura e pecuária, em especial o cultivo de soja e criação de gado como os principais atores dessas mudanças. Portanto, entendemos necessário apontar certos aspectos da comunidade científica, e identificar lacunas e tendência de pesquisas que possam contribuir para a evolução das pesquisas sobre o Chaco.

## **2. OBJETIVOS**

Este trabalho tem como objetivo fornecer uma visão estatística geral dos estudos de desmatamentos na região do Chaco por meio de análise bibliométrica, para revelar os padrões subjacentes nos resultados científicos, distribuição geográfica, relações entre instituições ou países bem como as questões importantes da pesquisa desmatamento no chaco no período de 1978 a 2020

## **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Como objetivos específicos, esse trabalho visa:

- 1) Identificar tendências de pesquisas por meio de palavras-chave;
- 2) Identificar os autores de maior relevância, trabalhos publicados e citações;
- 3) Analisar as relações de cooperações entre países e entre instituições;
- 4) Comparar a produção científica das instituições e países;
- 5) Compreender quais os principais temas de pesquisas por meio de coocorrência entre palavras-chave.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

A base de dados Web Of Science é a maior ferramenta de citação pesquisável e fonte de literatura de pesquisa que é continuamente expandida e atualizada. Os dados foram obtidos por meio do banco de dados Web Of Science, compreendendo um período de 40 anos, entre 1978 e 2020. O termo de busca “*KEY ( ( “DEFOREST\*” AND “CHACO”) AND PUBYEAR < 2021*” foi utilizado nesse trabalho com intuito de abranger variações de palavras-chave dos termos desmatamento e chaco.

Os tipos de colaboração foram determinados pelo endereço de cada autor. Documentos foram analisados de acordo com o tipo de documento, fontes, palavras chave, publicações por autores, frequência de autores, documentos por autores únicos e múltiplos autores e documentos por autores.

A análise foi realizada por meio do Software R (R CORE TEAM, 2019) com os respectivos pacotes Bibliometrix (Aria e Cuccurullo, 2017) e Biblioshiny. O pacote Bibliometrix possibilita a análise, manipulação e visualização gráfica dos dados. Além disso, usou-se o programa Gephi para desenvolver grafos e redes com os dados analisados posterior às análises no Software R. O produto resultou de uma análise descritiva e de

conteúdo com as seguintes variáveis: produção científica anual, média de citações por anos, periódicos mais relevantes, fator de impacto/H, autores mais relevantes, rede de cooperação - por países e por instituições, rede de co-ocorrência por palavras-chave.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisou-se 202 documentos com 586 autores. Dos documentos, 114 são por fontes de jornais e livros diferentes, sendo 183 artigos, conforme a tabela 1. descreve. Cerca de 862 aparições de autores, 586 autores, com uma média de citação por documentos de 21.83 e média de autores por documento de 2,74. O período das publicações encontradas foi de 1998 a 2020. Os tipos de documentos catalogados são: 183 artigos, 3 artigos antecipados, 2 artigos de congresso e 14 trabalhos de revisão, resumo e editorial.

**Tabela 1. resumo descritivo de pesquisa bibliométrica**

DESCRIÇÃO	RESULTADOS
Fontes (Jornais, livros, etc)	114
Documentos	202
Idade média das publicações	5.56
Média de citações por documentos	21.83
Média de citações por ano	2.74
TIPOS DE DOCUMENTOS	
Artigo	183
artigo: acesso antecipado	3
artigo: congresso	2
Outros: revisão, resumo, editorial	14
Palavras-chaves (ID)	696
Palavras-chaves dos Autores (DE)	726
INFORMAÇÕES SOBRE AUTORES	
Autores	586
Aparições de autores	862

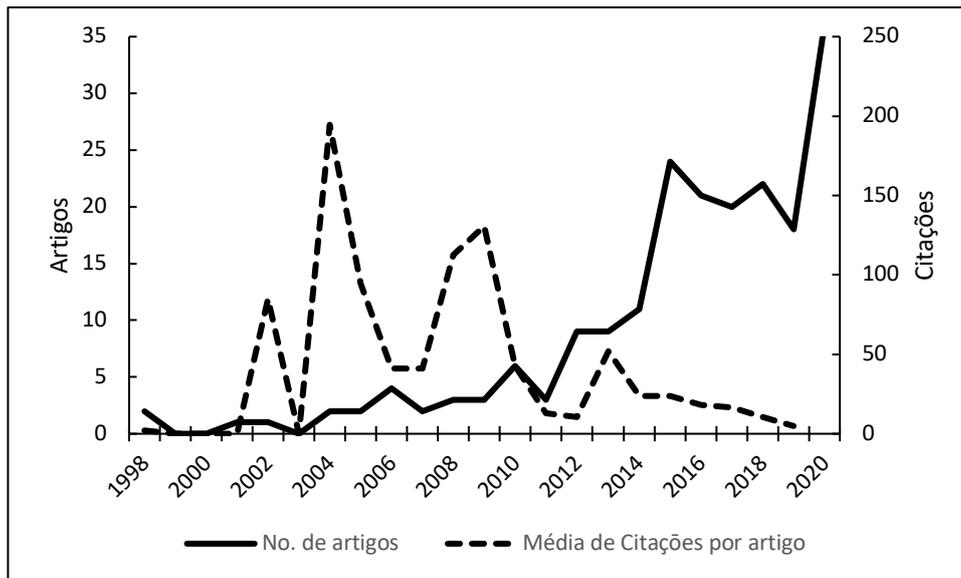
Aferiu-se que as produções sobre o desmatamento no Chaco começaram a partir do ano de 1998 na figura 1. No entanto, até o ano de 2011, observava-se menos de 5 artigos

produzidos por ano. O aumento nas produções só ocorreu após 2011, com destaque para o ano de 2015, onde ocorreu o ápice de produções. Todavia, apesar do crescimento de publicações, os números não chegam a grandes proporções (<30). Estima-se um crescimento anualizado de 16 % de 1998 a 2020. Constatamos também que os maiores números de citações por ano se deram em 2004, 2008, 2009 e 2010, com 160, 139, 140 e 182 citações respectivamente, bem acima da média de 70 citações por ano. Essa observação está associada a um fator: publicações que serviram de base para fundamentar estudos posteriores sobre o Chaco. Em especial, são 4 publicações que receberam essa importância, amparando a comunidade científica, com dados relevantes e que podem ser atualizados futuramente.

A começar pela publicação de BOLETTA, P. E. et al. (2006), que identificou o desmatamento de 250 000 hectares entre 1992 e 1999 em uma província de 1 milhão de hectares da Argentina, portanto, uma mudança de uso do solo de 25%. Já os autores HUANG, C. Q. et al. (2009) analisaram os desmatamentos da Mata Atlântica e Chaco em terras Paraguaias, demonstrando que enquanto a Mata Atlântica decaiu de 70% de cobertura original em 1970 para 25% em 2000, o Chaco e Chaco Úmido passou por uma pressão moderada nos desmatamentos perto de zonas urbanas e inferior às taxas da Mata Atlântica, devido a formação de áreas protegidas.

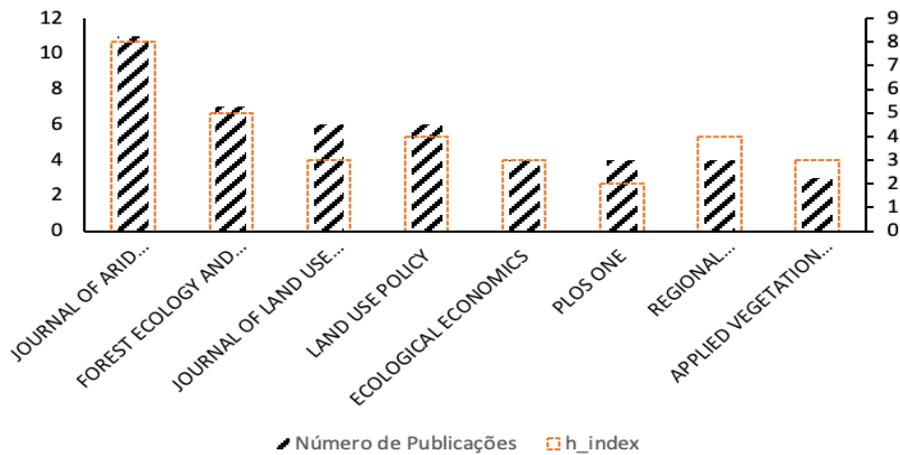
Os autores ZAK, M. R. et al. (2008) analisaram os fatores que impulsionam a mudança acelerada da cobertura do solo de Chaco na região central da Argentina. Este estudo mostra que aproximadamente 80% da área que era originalmente floresta intacta de Chaco, agora é ocupada por lavouras, pastagens e matagal. O principal agente do desmatamento Chaquenho é a expansão agrícola, o cultivo da soja em particular, impulsionado pela sinergia de fatores climáticos, tecnológicos e socioeconômicos. Outro estudo realizado pelos autores GASPARRI, N. I. & GRAU, H. R. (2009) identificou nas províncias de Tucumán e Salta, ambas na Argentina, em um período de 1972 a 2007 um desmatamento de 1,4 milhões de hectares de Chaco, e por meio deste estudo, conseguiram comparar as mudanças de ocupação de solo. Entre essas mudanças, destaca-se que áreas com limitações de solo, o desmatamento resultou em paisagens estáveis e altamente fragmentadas. Por outro lado, nos locais com limitações regionais de pluviosidade, o desmatamento produziu uma paisagem menos fragmentada onde a agricultura se concentra em locais com alta pluviosidade. Por fim, locais sem limitações para a agricultura tendem a ter uma paisagem amplamente desmatada com poucos fragmentos de floresta, pequenos e mal conectados.

**Figura 1. Número de artigos e Média de Citações por artigos anualizados.**



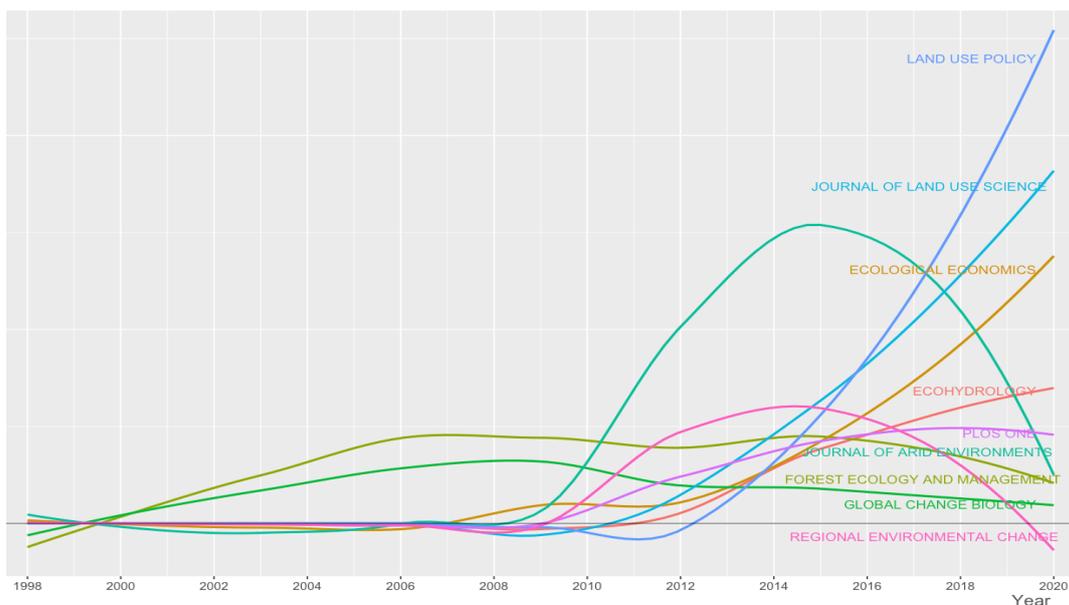
Os periódicos de maior relevância dentre os documentos obtidos, foram o Journal of Arid Environments, Forest Ecology and Management e o Land Use Policy segundo a figura 2. O Journal of Arid Environments é uma periódico científico internacional que publica artigos originais de pesquisa científica sobre aspectos físicos, biológicos e culturais de ambientes áridos, semi-áridos e desérticos, com um diálogo multidisciplinar e interdisciplinar, que aborda a pesquisa sobre todos os aspectos dos ambientes áridos e seu uso passado. A Forest Ecology and Management publica artigos científicos que ligam a ecologia florestal ao manejo florestal, com foco na aplicação do conhecimento biológico, ecológico e social ao manejo e conservação de plantações e florestas naturais, incluindo todos os ecossistemas florestais do mundo. A Land Use Policy é uma revista internacional e interdisciplinar dedicada aos aspectos sociais, econômicos, políticos, legais, físicos e de planejamento do uso da terra urbana e rural, que através de seu fórum, discute informações de diversas disciplinas e grupos de interesse que devem ser combinados para formular políticas eficazes de uso da terra (Elsevier, 2018).

**Figura 2. Número de publicações e índice H por periódicos**



De acordo com a figura 3., o Journal of Arid Environments apresentou o maior crescimento de 2005 a 2013, no entanto nos anos seguintes sofreu um declínio, indicando que os autores passaram a publicar com menos frequência neste periódico. O Land use Policy passou por um longo período de baixas e desde 2010 a revista encontra-se em uma alta de publicações, totalizando 19 artigos publicados sobre o Chaco, liderando o ranking entre os demais periódicos. A Forest and Ecology Management recebeu artigos a partir de 2000, aumentando de 0 para 5 publicações em 2006, um declínio 2007 e atualmente mantém uma média de 6 artigos por ano. Semelhante ao Land use Policy, o Ecological Economics que teve seu início de progresso no ano de 2008, passou a ganhar prestígio entre autores

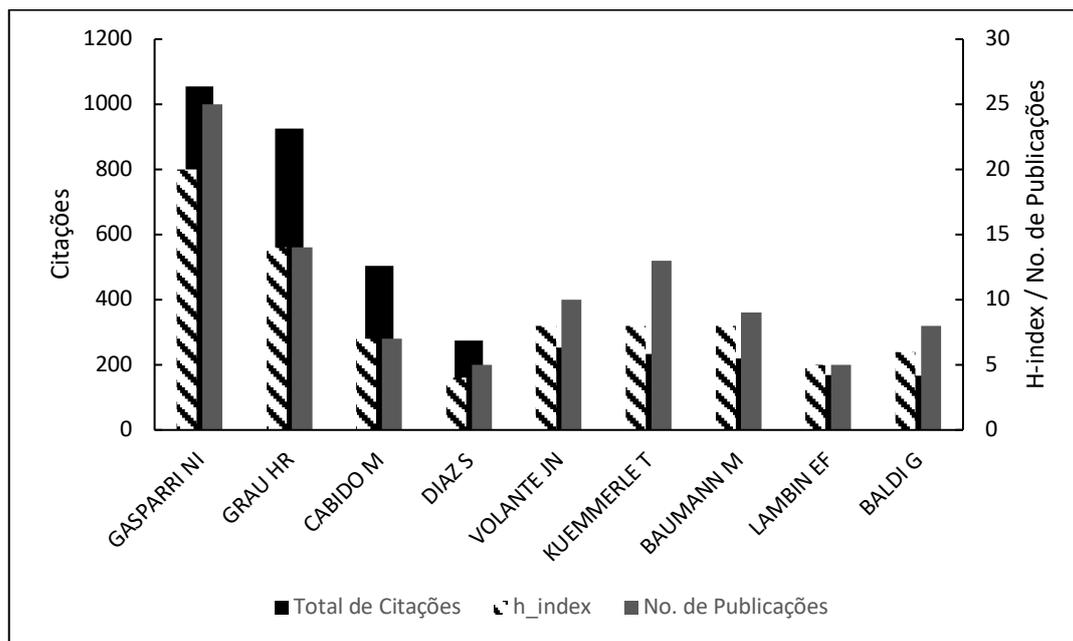
**Figura 3. Prestígio dos Periódicos**



Os autores Nestor Ignacio Gasparri, Héctor Ricardo Grau e Marcelo Cabido representam o maior o índice H, número de publicações e citações conforme a figura 4.

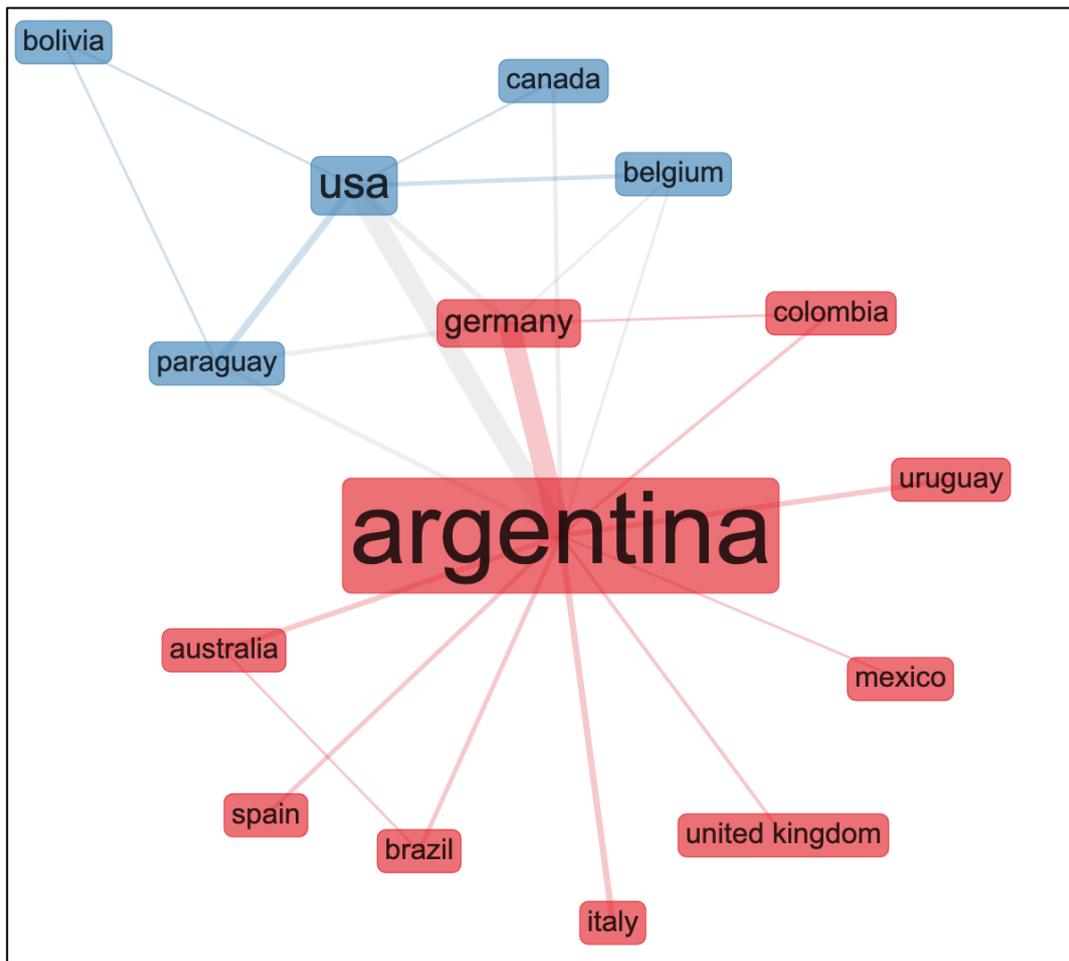
O autor Nestor Ignacio participou de 25 publicações envolvendo o Chaco, obteve vinte artigos citados pelo menos vinte vezes de acordo com o índice H, e um total de 1055 citações. Os três autores participaram de quase 10% do total de publicações e, portanto, assumem um papel importante dentro do tema Chaco. Os dados da figura 4., devem ser usados para impulsionar parcerias de pesquisas com esses pesquisadores, de modo que a expertise e importância desses autores possam melhorar a produção científica de outros pesquisadores.

**Figura 4. Número de publicações, total de citações e Índice H por autores**



A cooperação entre países mostrou um padrão na forma das relações. As pesquisas são concentradas em dois blocos de países. O primeiro bloco e protagonista das pesquisas, apresenta o país Argentina no centro das corporações, possuindo uma forte relação com a Alemanha, Itália e Estados Unidos das Américas. Este último país mencionado é o centro das pesquisas envolvendo o segundo bloco, no qual o Paraguai, Bélgica, Canada e Bolívia cooperam, como mostra a figura 5. O Brasil coopera diretamente com Argentina e Austrália. Outro ponto é a fraca cooperação entre os países diretamente relacionados ao Chaco, exceto pela cooperação entre Argentina e Brasil.

**Figura 5. Mapa das cooperações entre países**



Entre as instituições que acumulam maiores aparições em trabalhos, estão as universidades localizadas na Argentina, sendo a Universidade Nacional de Córdoba, Universidade Nacional de Tucuman e Universidad De Buenos Aires as 3 principais instituições, totalizando 182 aparições conforme a tabela 3. Ao se analisar as universidades estrangeiras fora da América do Sul, a Alemanha e os Estados Unidos das Américas estão representadas pela Universidade de Humboldt, Universidade de Stanford, Universidade da Flórida e Harvard. Por outro lado, as universidades Brasileiras apresentaram aparições esporádicas. A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul lidera com 4 publicações, enquanto os Instituto de Pesquisas Espaciais, Instituto Oswaldo Cruz Fiocruz, UFRRJ, UFRS, UFSM apresentaram somente 1 aparição cada. Esses números de instituições Brasileiras sugerem que apesar das poucas participações nos trabalhos, existe uma oportunidade para surgir pesquisas e formalização de cooperação com países líderes de publicações. Essas duas medidas podem auxiliar a caracterização do Chaco em território brasileiro e surgimento de outras linhas de pesquisa voltadas para conservação e monitoramento dos recursos naturais no Chaco.

**Tabela 2. Ranking de universidades por quantia de aparições em artigos.**

<b>Ranking</b>	<b>Afiliações</b>	<b>Artigos</b>
1	UNIV NAACL CÓRDOBA	91
2	UNIV NAACL TUCUMAN	53
3	UNIV BUENOS AIRES	38
4	HUMBOLDT UNIV	36
5	UNIV NAACL SAN LUIS	22
6	BUENOS AIRES	17
7	STANFORD UNIV	14
8	UNIV NAACL SALTA UNSA	14
9	UNIV FLORIDA	10
10	LAB TELEDETECC AND SIG	7
11	UNIV MOLISE	7
12	UNIV NAACL SALTA	7
13	HARVARD UNIV	6
14	INST ECOL REG	6
15	INST SILVICULTURA AND MANEJO BOSQUES INSIMA	6
16	TORRES	6
17	BOSTON UNIV	5
18	CATHOLIC UNIV LOUVAIN	5
19	UNIV CALIF LOS ANGELES	5
20	UNIV CALIF BERKELEY	5
28	UNIV FED MATO GROSSO DO SUL	5
124	INST NAACL PESQUISAS ESPACIAIS	1
127	INST OSWALDO CRUZ FIOCRUZ	1



publicados. Portanto torna-se nítida a necessidade de maior produção de publicações. “Deforestation” revelou-se a palavra-chave com maior número de aparições e maior número de interações entre palavras-chaves, ou seja, este tema mostra-se um dos mais relevantes ao foco de pesquisas acerca dos acontecimentos no Chaco. O biênio de 2011-2012 apresentou-se como o ano de maior pico de crescimento de produções, dando destaque a dois artigos que contribuíram como base sobre o desmatamento no Chaco. Atualmente mostra-se com potencial de crescimento especialmente para pesquisas relacionadas a uso e cobertura do solo, dinâmicas de populações, desmatamento, conservação e desfragmentação. A Argentina mostrou-se com maior número de publicações e se comporta como o centro do networking de cooperações, fato que torna este país como ideal para parcerias de estudos neste campo e como o tema apresenta-se carente de maiores produções há a oportunidade da iniciação de pesquisas inéditas.

## 7. REFERÊNCIAS

Andrea Osinaga, N., Rosa Álvarez, C., & Angel Taboada, M. (2018). Effect of deforestation and subsequent land use management on soil carbon stocks in the South American Chaco. *Soil*, 4(4), 251-257. doi:10.5194/soil-4-251-2018

Baumann, M., Israel, C., Piquer-Rodríguez, M., Gavier-Pizarro, G., Volante, J. N., & Kuemmerle, T. (2017). Deforestation and cattle expansion in the Paraguayan Chaco 1987–2012. *Regional Environmental Change*, 17(4), 1179-1191. doi:10.1007/s10113-017-1109-5

Bucher, E. (1982). Chaco and Caatinga — South American Arid Savannas, Woodlands and Thickets (pp. 48-79).

BOLETTA, P. E. et al. Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management*, v. 228, n. 1-3, p. 108-114, Jun 2006. ISSN 0378-1127. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000238460800011 >.

Grau, H. R., Gasparri, N. I., & Aide, T. M. (2005). Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. *Environmental Conservation*, 32(2), 140-148. doi:10.1017/s0376892905002092

GASPARRI, N. I.; GRAU, H. R. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). *Forest Ecology and Management*, v. 258, n. 6, p. 913-921, Sep 2009. ISSN 0378-1127. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000269874000003 >.

Hoyos, L. E., Cingolani, A. M., Zak, M. R., Vaieretti, M. V., Gorla, D. E., & Cabido, M. R. (2013). Deforestation and precipitation patterns in the arid Chaco forests of central

Argentina. *Applied Vegetation Science*, 16(2), 260-271. doi:10.1111/j.1654-109X.2012.01218.x

Hoyos, L. E., Cabido, M. R., & Cingolani, A. M. (2018). A multivariate approach to study drivers of land-cover changes through remote sensing in the dry Chaco of Argentina. *Isprs International Journal of Geo-Information*, 7(5). doi:10.3390/ijgi7050170

HUANG, C. Q. et al. Assessment of Paraguay's forest cover change using Landsat observations. *Global and Planetary Change*, v. 67, n. 1-2, p. 1-12, May 2009. ISSN 0921-8181. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000266754000002 >.

Hueck, K. (1972). As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica.

Kuemmerle, T., Altrichter, M., Baldi, G., Cabido, M., Camino, M., Cuellar, E., . . . Zak, M. (2017). Forest conservation: Remember Gran Chaco. *Science*, 355(6324), 465. doi:10.1126/science.aal3020

le Polain de Waroux, Y., Baumann, M., Gasparri, N. I., Gavier-Pizarro, G., Godar, J., Kuemmerle, T., . . . Meyfroidt, P. (2018). Rents, Actors, and the Expansion of Commodity Frontiers in the Gran Chaco. *Annals of the American Association of Geographers*, 108(1), 204-225. doi:10.1080/24694452.2017.1360761

Le Polain De Waroux, Y., Garrett, R. D., Heilmayr, R., & Lambin, E. F. (2016). Land-use policies and corporate investments in agriculture in the Gran Chaco and Chiquitano. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(15), 4021-4026. doi:10.1073/pnas.1602646113

Mereles, M. F., & Rodas, O. (2014). Assessment of rates of deforestation classes in the Paraguayan Chaco (Great South American Chaco) with comments on the vulnerability of forests fragments to climate change. *Climatic Change*, 127(1), 55-71. doi:10.1007/s10584-014-1256-3

**PRADO, D. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V. 1993. 145-172.**

Pinto-Ledezma, J. N., & Rivero Mamani, M. L. (2014). Temporal patterns of deforestation and fragmentation in lowland Bolivia: implications for climate change. *Climatic Change*, 127(1), 43-54. doi:10.1007/s10584-013-0817-1

WWF. (2018). *Southern South America: Bolivia, Paraguay, and Argentina*. Retrieved from <https://www.worldwildlife.org/ecoregions/nt0210>

Zak, M. R., & Cabido, M. (2002). Spatial patterns of the Chaco vegetation of central Argentina: Integration of remote sensing and phytosociology. *Applied Vegetation Science*, 5(2), 213-226. doi:10.1111/j.1654-109X.2002.tb00551.x

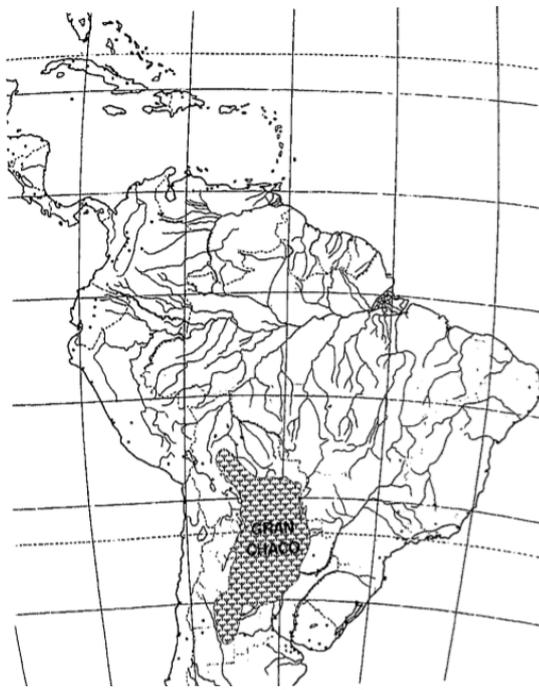
Zak, M. R., Cabido, M., & Hodgson, J. G. (2004). Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? *Biological Conservation*, 120(4), 589-598. doi:10.1016/j.biocon.2004.03.034

Zak, M. R., Cabido, M., Caceres, D., & Diaz, S. (2008). What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environmental Management*, 42(2), 181-189. doi:10.1007/s00267-008-9101-y

## CAPÍTULO 2: MUDANÇAS DE VEGETAÇÃO DE ACORDO COM O PERFIL DE ELEVAÇÃO NA REGIÃO DE PORTO MURTINHO - MATO GROSSO DO SUL

### 1. INTRODUÇÃO

Segundo Prado (1993), o Chaco abrange 6% da América do Sul, situado na Argentina, Paraguai, Bolívia e um pequeno pedaço no Brasil conforme figura 1. A pluviosidade média anual do Chaco é de 1200mm, os solos são pobres em matéria orgânica, o horizonte húmico é relativamente raso, podendo atingir de 20-25cm de profundidade (Prado, 1993).



**Figura 1.** Posição do Chaco na América do Sul (Prado, 1993)

Segundo Navarro *et al.* (2006), uma característica comum do Chaco da região do Nordeste, é a presença da Comunidade de *Triplaris gardneriana* e *Copernicia Alba* (como floresta de carandá), denominando assim as florestas de Palmeiras inundáveis. Outra característica dessa região é a sazonalidade e regularidade das inundações (seis meses por ano ou mais) por águas de transbordamento do rio e/ou água da chuva, que pode atingir uma profundidade de mais de 1 metro. Essas florestas crescem em solos com argila negra ou cinzenta muito pesada, na transição do Chaco Oriental com o Gran Pantanal. O arbusto ou a pequena árvore *Triplaris Gardneriana*, endêmica na bacia superior do Rio Paraguai, é a principal espécie característica da Comunidade. Outras espécies características são: *Copernicia Alba*, *Albizia Quaruba* e *Parkinsonia aculeata*. Devido ao pastoreio intenso

de gado na área, esta floresta de palmeiras sofre queima periódica no período seco (Navarro *et al.*, 2006).

De acordo com Navarro *et al.* (2006), a floresta de Quebracho está presente em vertissolos e solos veróticos (moderadamente a solos extremamente mal drenados). É distribuído em áreas do noroeste do Chaco transicional para o Pantanal, aproximadamente a leste do meridiano 59W, com uma parte superior seca em transição para um clima Sub Húmido inferior. Esta floresta de quebracho é comparativamente elevada, com um dossel irregular ou descontínuo da árvore de 15-18 m na altura e dispersa de até 22 m. Caracteriza-se pela seguinte combinação arbórea e florística: *Lonchocarpus nudiflorens*, *Schinopsis balansae*, *Astronium urundeuva*, *diplokeleba floribunda*, *Trithrinax schizophylla*, *Patagonula americana*, *Pisonia zapallo*, *Aspidosperma pyriformium*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Phyllostylon rhamnoides* e *Calycophyllum multiflorum*. A comunidade de *Lonchocarpus nudiflorens* e *Schinopsis balansae* é distribuída no nordeste do Chaco Paraguai (região de Bahía negra) e no sudeste do Chaco boliviano (Otuquis do Sul, no departamento de Santa Cruz). Isso representa o aspecto mais meridional da grande extensão das florestas *mesofíticas Chacoan*, dominadas por *Schinopsis balansae*, que caracterizam o Chaco Oriental no Paraguai e na Argentina (Cabrera e Willink, 1973). No extremo sudeste de Mato Grosso do Sul (região de Porto Murtinho), as florestas de *Schinopsis balansae* têm sido interpretadas (Prado *et al.* 1992) como uma área de transição biogeográfica entre o Chaco, o Pantanal e o cerrado.

Segundo Navarro *et al.* (2006), existe um tipo de floresta que cresce no noroeste do Chaco Paraguai e em áreas adjacentes do sudeste da Bolívia (Otuquis), e é característica de solos argilosos mal drenados (vertissolo eutrício) com um gilgai de microrrelevo desenvolvido. Essa é a floresta de Tabebuia, cujo O dossel das árvores da composição dessa floresta é bastante denso, alcança 8-10 m de altura, e é dominado por *Tabebuia nodosa*, ao qual a seguinte característica de combinação florística está associada: *Cordia bordasii*, *Coccoloba guaranitica*, *Machaonia brasiliensis*, *Saxicola*, *Ruprechtia triflora*, *Erythroxylum patentissimum*, *Bulnesia sarmientoi*, *Geoffroea spinosa*, *Aspidosperma triternatum* e *Calycophyllum multiflorum*. Nas áreas que foram amplamente modificadas pela intervenção humana (desmatamento, cultivo, pastoreio de gado), essas florestas foram substituídas por florestas secundárias, das quais a composição florística é pobre e dominada pelo "Viñal" (*Prosopis ruscifolia*). Comunidades florestais semelhantes às descritas foram identificadas em áreas próximas do Pantanal (Prance e B.

Schaller, 1982) e no extremo sudeste das regiões de Mato Grosso do Sul: Corumbá e Porto Murtinho (Ratter *et al.*, 1988)

## **2. OBJETIVOS**

Caracterizar a cobertura do solo de uma região de Porto Murtinho/MS, identificando as coberturas vegetais e relacionando as classes e mudanças de vegetação de acordo com a elevação do terreno, com as respostas espectrais e índices de vegetação das imagens de satélite.

### **2.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar mudanças de vegetação de acordo o perfil altimétrico
- Relacionar respostas espectrais de imagens orbitais com imagens de drone
- Diferenciar as classes de cobertura
- Identificar fragmentos com traços de Chaco

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1.ÁREA DE ESTUDO**

A área de trabalho é entre a região de Porto Murtinho e Complexo Bodoquena, localizada na região Centro-Oeste do Brasil. A região está inserida no sul do limite do pantanal, no estado de Mato Grosso do Sul.

O trabalho iniciou-se com levantamentos de campo na área de estudo, posteriormente processamos as imagens do drone e da câmera, seguindo as metodologias de prancha de acordo com o autor Gamarra (2008). Em seguida realizamos a aquisição de imagens de satélites para a área de estudo, estabelecendo critérios para adquirir as imagens e realizar a classificação da área, estudo de perfil altimétrico e índices vegetativos. Com essas imagens classificadas, unificamos juntamente a imagens de drones e câmera para a confecção das pranchas, possibilitando a análise da cobertura vegetal de acordo com as características anotadas em campo, sua assinatura espectral e altimetria.

Para o trabalho em campo, utilizamos estudos anteriores relacionados na Tabela 1 como referência, Sistema Global de Posicionamento (GPS), câmera Canon EOS 70D e drone Mavic Pro.

**Tabela 1:** publicações como referência para estudo em campo

<b>Autor</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Dados disponíveis</b>	<b>Área</b>
Nunes (2006)	-Sensoriamento Remoto Landsat 5	-Localização de fragmentos de Chaco	Não quantificado
Da Silva <i>et al.</i> (2008)	-Sensoriamento Remoto -Levantamento Florístico	-Localização de fragmentos de Chaco -Dados de composição florística	Não quantificado
Silva e Caputo (2010)	Sensoriamento Remoto	-Localização de fragmentos de Chaco	12.000 km <sup>2</sup>

Durante o trabalho de campo, realizou-se voos com o Drone a uma altura de 30 a 50 metros de altura para captura vertical de imagens simultaneamente a captura de fotografias horizontais pela câmera no mesmo local do voo de drone, realizando também anotações sobre as vegetações, relevo e coordenadas geográficas.

Utilizou-se a plataforma Google Earth Engine (GEE) para realizar todas as etapas de aquisição, processamentos, classificação, estudo de perfil altimétrico e aplicação de índices vegetativos para as imagens orbitais. O software livre QGIS foi utilizado para a confecção dos mapas e pranchas. No GEE, adquiriu-se as imagens dos satélites Landsat 8, MODIS e SRTM com resolução de 30, 250 e 30 metros respectivamente, sendo que todas com as licenças foram liberadas diretamente na plataforma. Diante da grande disponibilidade de imagens de diferentes datas para MODIS e LANDSAT, os critérios adotados para a escolha das imagens foram: (i) a menor cobertura de nuvens possível e (ii) pertencerem ao mesmo período do ano de setembro a outubro. Não foi necessária a reamostragem de pixel e nenhuma correção das imagens, já que a plataforma entrega as imagens em condições para uso.

Para a classificação, utilizou-se a fusão da imagem MODIS com Landsat, aplicando e treinando com modelos de CART, como mostra a figura 2. Juntamente a classificação, analisamos as informações das imagens de satélite, a partir de métodos de interpretação visual, aliado a parâmetros de índices obtidos por meio de SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle), NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), procurando-se extrair as feições e também valores de índices característicos de cada classe de cobertura, procedimentos similares aos de trabalhos realizados por diversos autores em outras regiões e biomas (Elesbon *et al.*, 2011; Shi *et al.*, 2012; Li e Guo, 2013; Shi *et al.*, 2013; Biudes *et al.*, 2014; Houborg *et al.*, 2016; Kamal *et al.*, 2016; Querino *et al.*, 2016; Wendi *et al.*, 2016; Sun *et al.*, 2017).

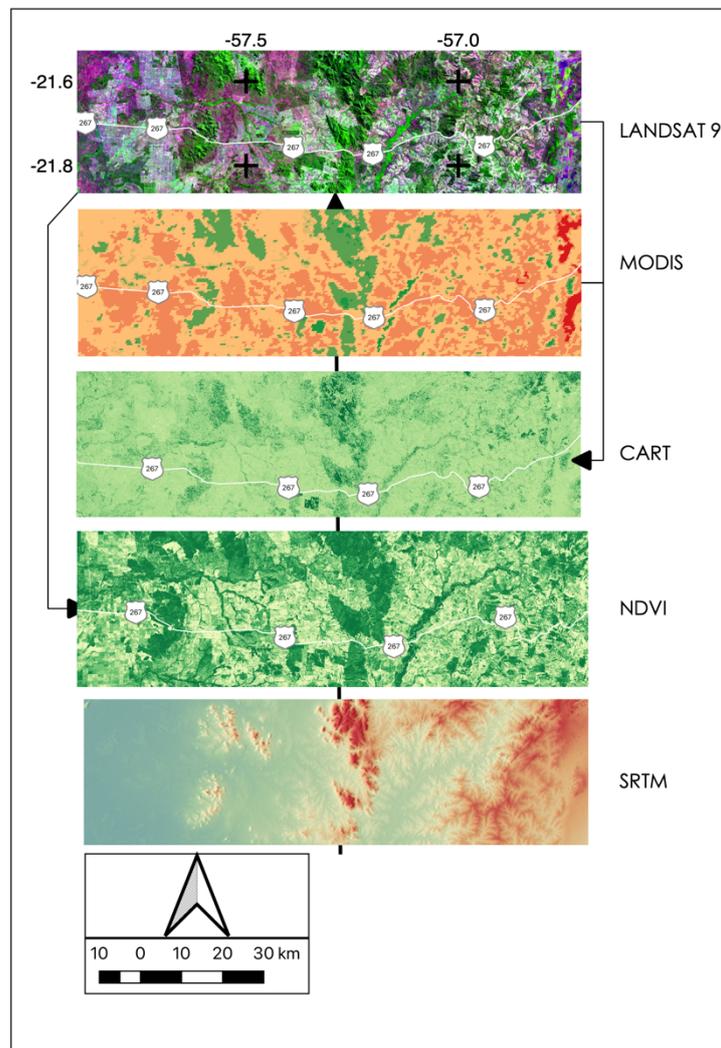
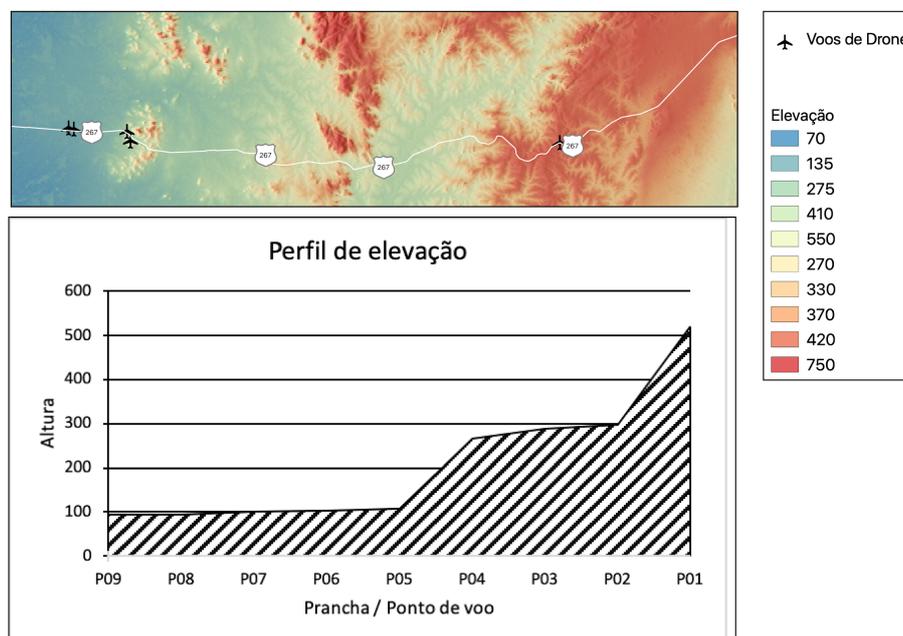


Figura 2. Etapas de produção do projeto

#### 4. RESULTADOS

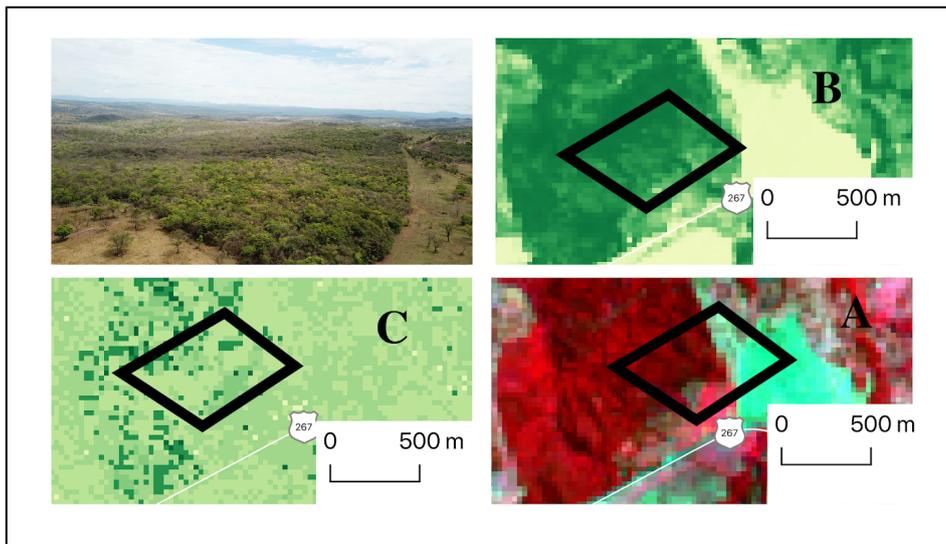


**Figura 3.** Perfil de elevação da área de estudo com a elevação dos pontos de voo .

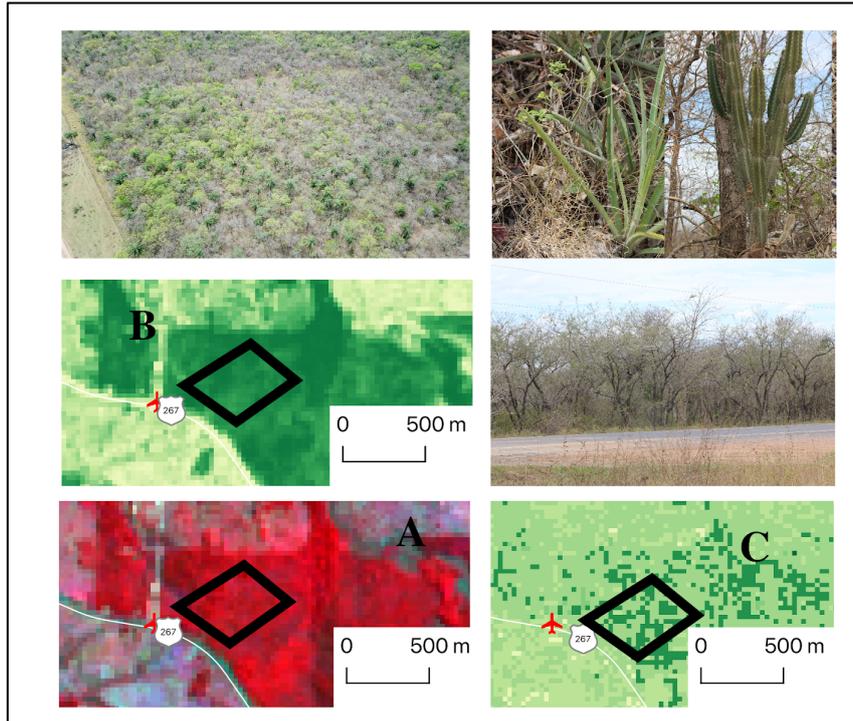
Dos 37 pontos voados com drones, foram escolhidos 9 pontos para a discussão, ilustradas na figura 3 acima. Os pontos de voo ao longo da rodovia BR-267 em sentido a Porto Murтинho tornaram perceptível a mudança de vegetação conforme a elevação do terreno do estudo decrescia do ponto de decolagem mais elevado (519 metros) ao mais baixo (93 metros).

A primeira prancha, da figura 4, apresenta um fragmento florestal de cobertura de dossel fechada, árvores predominantemente maiores que 3 metros de altura. Diferente de outros fragmentos encontrados em pontos de voos posteriores, apresenta pouca perda de folhas. A segunda prancha, da figura 5, foi realizada a partir de um local com elevação de 300 metros, cujos fragmentos florestais se diferenciam da primeira prancha devido a alturas menores e com população predominantemente com mais de 50% sem folhas. Um detalhe é a presença de espécies cactáceas e bromélias. A prancha 3 da figura 6., mostra uma área de morro na qual a floresta apresenta vegetação com altura de aproximadamente 2,5 metros, dossel irregular, pouco denso e espaçado, também nota-se e uma vegetação na qual é mista a quantia de árvores que perderam ou não suas folhas. logo abaixo do morro, nota-se uma área de transição na qual de um lado encontra-se uma estrutura de floresta mais fechada e de alturas maior, com maior quantia de árvores com folhas, enquanto do outro lado a vegetação de menor porte como mostra a figura 7. logo abaixo

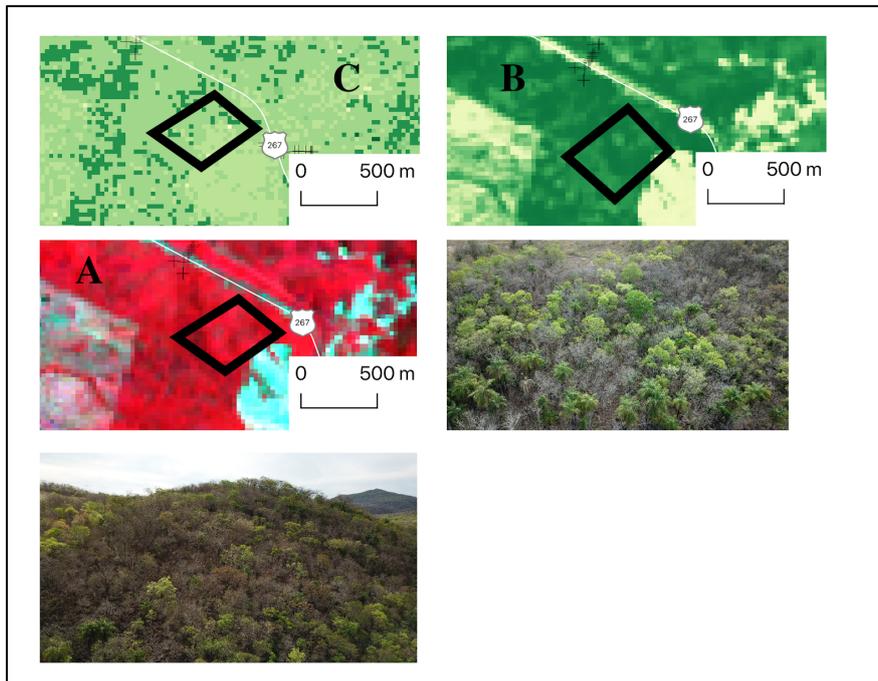
do morro, nota-se uma área de transição na qual de um lado encontra-se uma estrutura de floresta mais fechada e de alturas maior, com maior quantia de árvores com folhas, enquanto do outro lado a vegetação de menor porte como mostra a figura 7. A prancha 5 da figura 8., é composta por uma área de vegetação rasteira, seca porém com solos mal drenados, sendo que o destaque dessa prancha em diante, é o fato do terreno ter uma elevação com menos mudanças, entre 100 e 91 metros, ao longos dos pontos de voos. É predominante a presença de campo limpo. A prancha 06 da figura 9., apresenta uma área de campo sujo com lagoas espalhadas. A prancha 07 mostra um pequeno fragmento florestal no qual a característica principal é a cobertura completa do dossel, densa e árvores de estrato alto como Quebracho. A prancha 8 da figura 11 apresenta uma Savana Estépica Parque sem mata-de-galeria, com predominância de um carandazal. A prancha 09 da figura 12., mostra uma área cuja vegetação é composta por paratudo e arbustos.



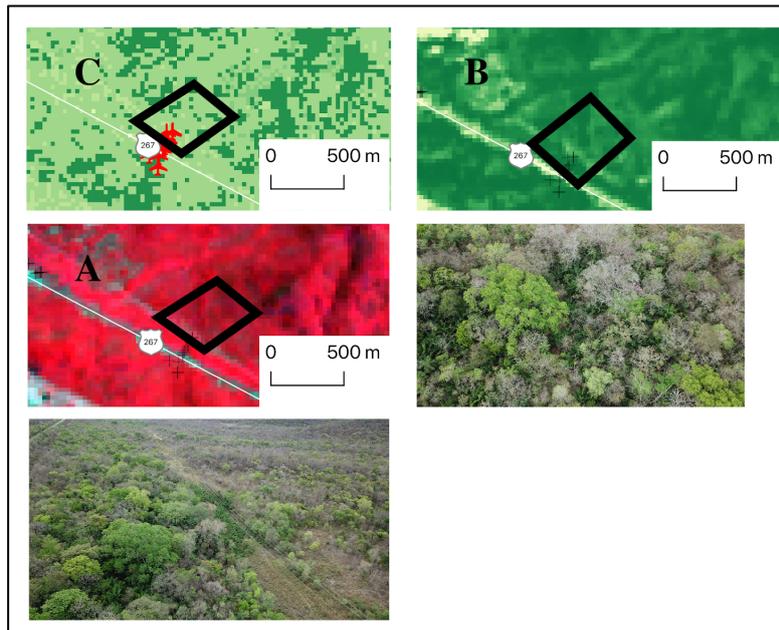
**Figura 4.** Prancha 1, ponto 01. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



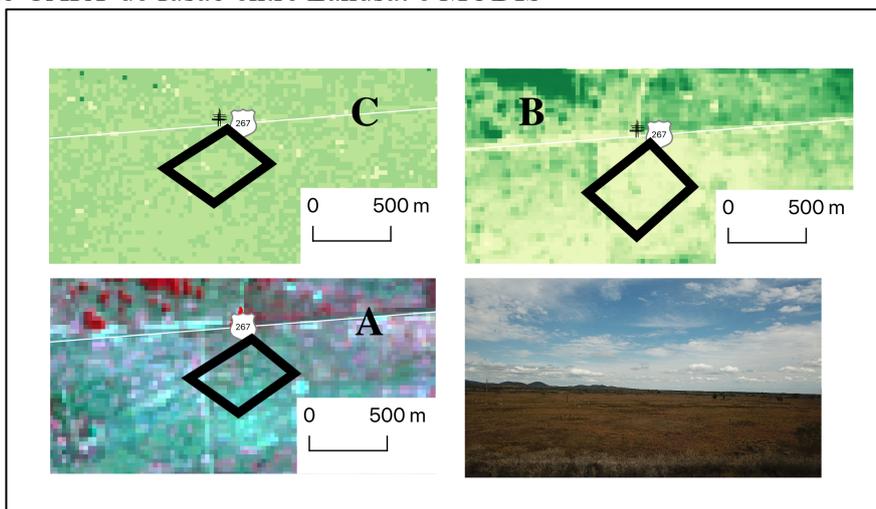
**Figura 5.** Prancha 2, ponto 02. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



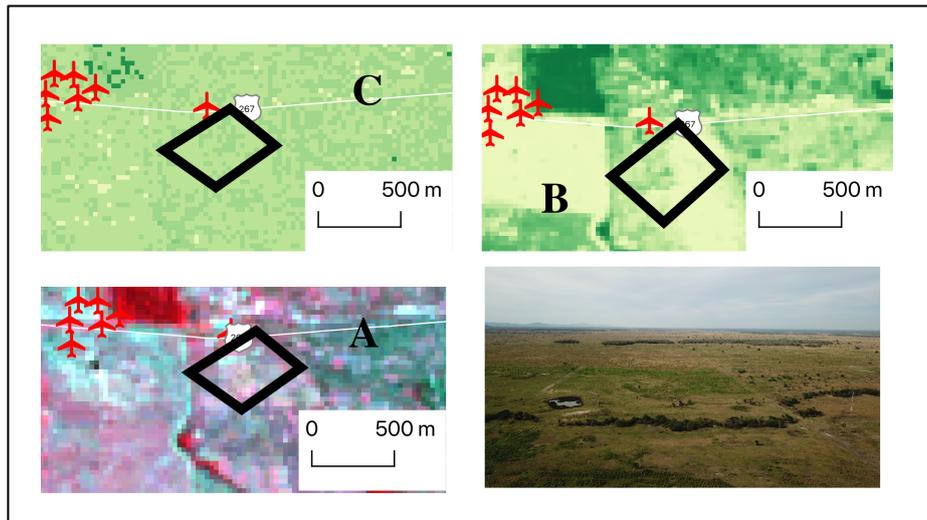
**Figura 6.** Prancha 3, ponto 03. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



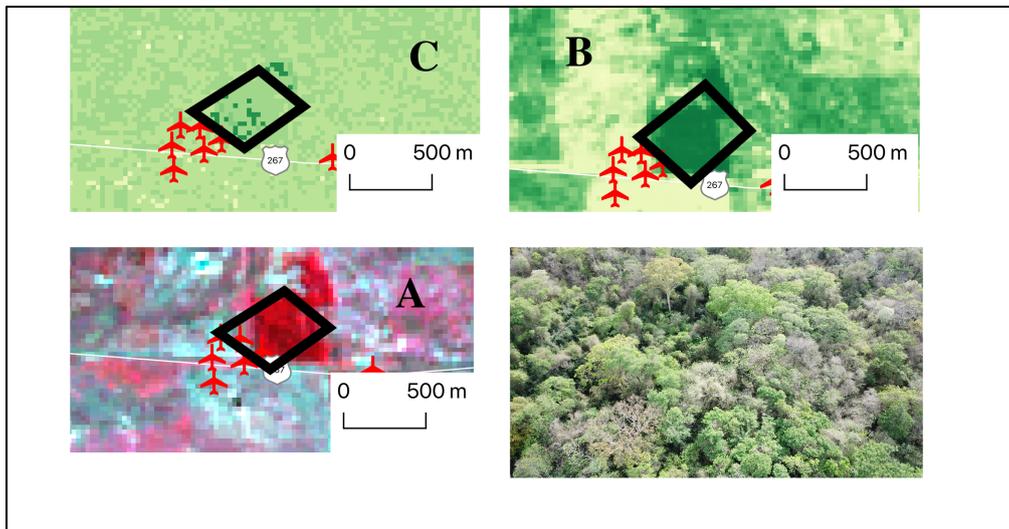
**Figura 7.** Prancha 4, ponto 04. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



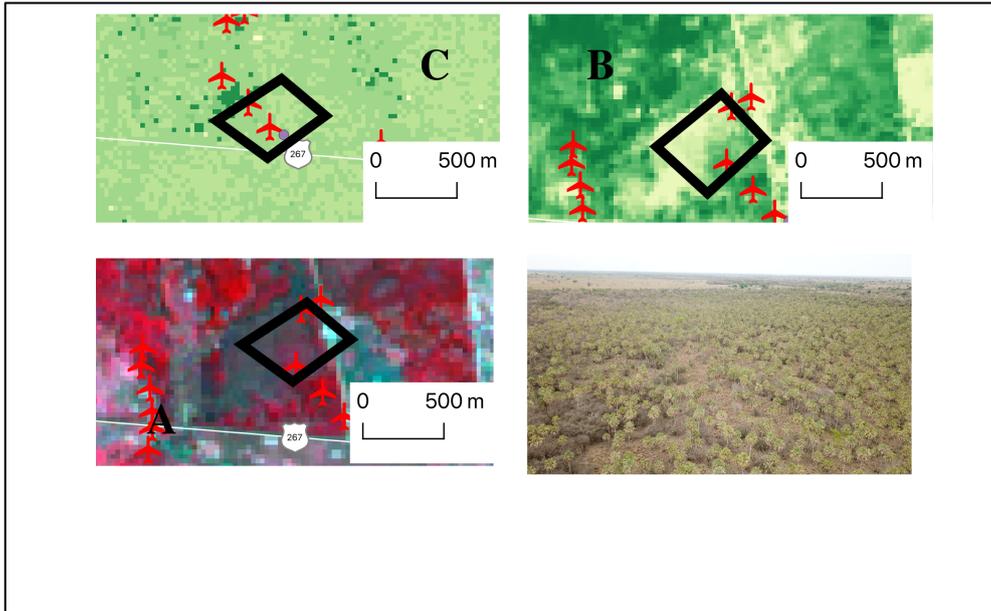
**Figura 8.** Prancha 5, ponto 05. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



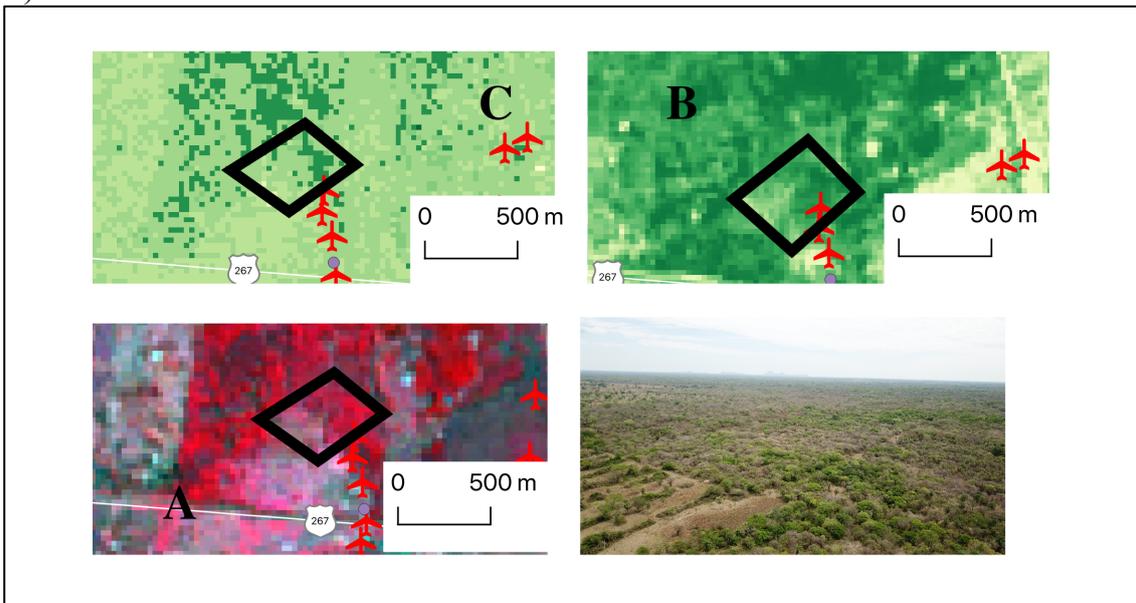
**Figura 9.** Prancha 6, ponto 06. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS.



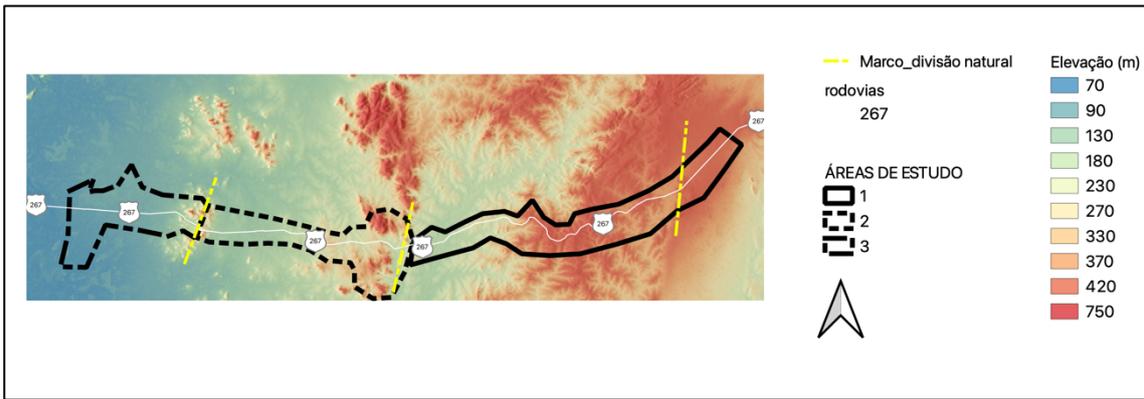
**Figura 10.** Prancha 7, ponto 07. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



**Figura 11.** Prancha 8, ponto 08. A) Imagem Landsat em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS

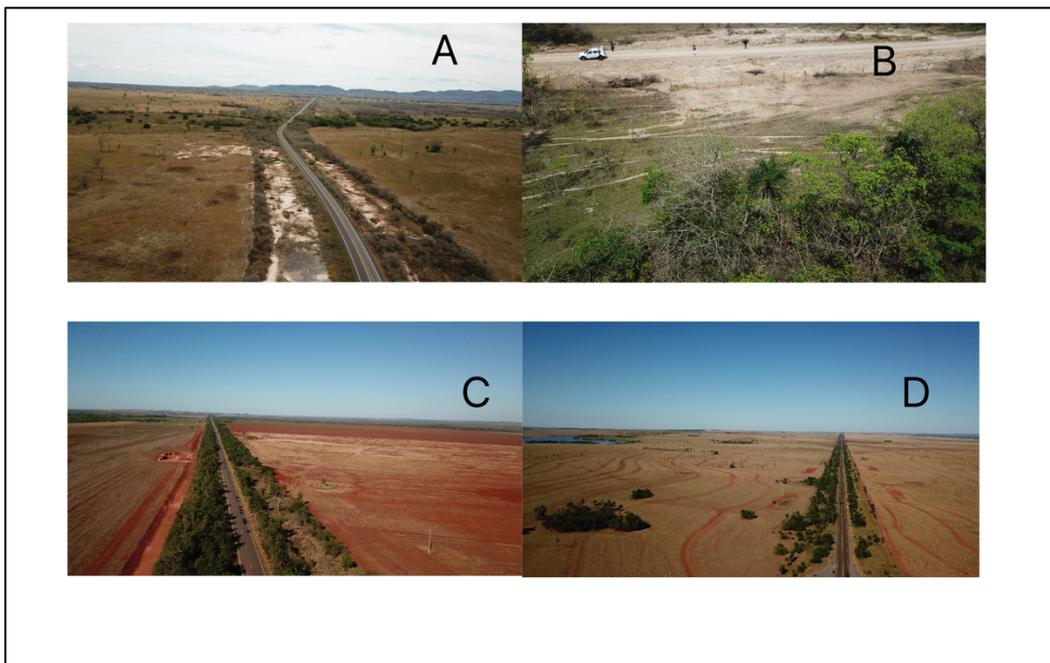


**Figura 12.** Prancha 8, ponto 09. A) Imagem Landsat 8 em composição 5-4-3, B) NDVI e C) Modelo CART de fusão entre Landsat e MODIS



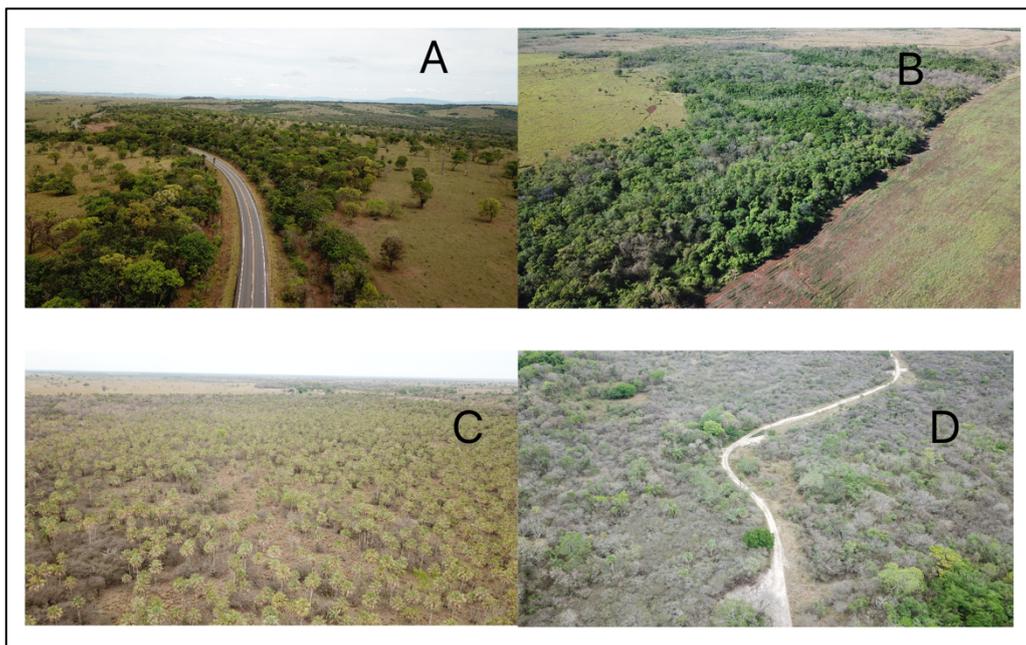
**Figura 13.** Mapa das divisões naturais com as áreas de estudo e elevação.

Constatou-se que existem três divisões naturais, como morros, que marcam o início e fim de transições de biomas, como é representada pela figura 13. Ao longo da rodovia, notou-se que à medida em que se deslocava para Porto Murtinho, a fisionomia da vegetação apresentava mudanças perceptíveis tanto pelas observações por meio de fotografias da câmera quanto de fotografias por Drone. São três áreas de estudos, sendo que a área 1 é predominantemente Cerrado, a área 2 é transicional do Cerrado para o Chaco e por fim a área 3 tem o Chaco como predominante. Uma outra mudança é a composição do solo que é diferente entre a área 3 e área 1. A primeira área predomina um relevo levemente ondulado conforme a figura 14, esta área apresenta solos característicos para lavoura, de tom avermelhado enquanto a terceira área é caracterizada por solos amarelados e por solos cinzentos cerca de áreas úmidas.



**Figura 13.** A e B: imagens de drone da área de estudo 3. C e D: imagens do solo da área de estudo 1.

Em relação as vegetações, é perceptível a diferença entre as vegetações das áreas 3 e 1 conforme a figura 14. Enquanto a primeira área é caracterizada por árvores altas, de dossel fechado e com folhas verdes, a terceira área apresenta árvore de estrutura menor, com dossel fechado e contínuo ou aberto, sendo comum a existência de remanescentes de Savana Estépica Arbórea Aberta e Savana Estépica Arbórea Densa. A presença de Carandazais e Cactáceas é predominante. Os fragmentos de Chaco encontram-se degradadas e pressionadas por agentes antrópicos. São fragmentos desconectados, pequenos e distantes entre si, dificultando assim a consolidação de pesquisas que envolvam o Chaco Brasileiro.



**Figura 14.** Imagens A e B mostram fragmentos florestais localizados na Área 1. Imagem C mostra Carandazal e Imagem D mostra um fragment de Savana Estépica Arbórea Densa.

Esses fragmentos de chaco da área 3 apresentam como característica principal, arvores espinhosas e ervas como a planta-da-ressurreição (*Selaginella*). Outra característica é a presença de cactos como *Stetsonia coryne* e *Harrisia balansae* (Cactaceae), bem como *Bromelia balansae* (Bromeliaceae), Caraguatá-chuça (*Bromelia*), Mandacaru, Cacto-rabo-de-gato (*Cleistocactus baumannii*), cálice nú (*Gymnocalycium anisitsii*), Cacto-lírio-de-páscoa (*Echinopsis rhodotricha*), moita de caraguatá, palmeira bocaiúva (*Acrocomia totai*, *Arecaceae*), árvores caducifólias de grande porte, Barreiro-preto (*Prosopis rubriflora*), bem como Algarobo (*Prosopis ruscifolia*), florada do louro-preto (*Cordia glabrata* - *Boraginaceae*) e arbustos como *Prosopis ruscifolia*, Aromita (*Vachellia*). Quanto à Savana Estépica Gramíneo-lenhosa, nota-se tipos de capim como

o capim-querosene e existência de tacurus – ou seja, murundus (montículos), que são pequenas elevações naturais de terra e capim. É também perceptível os carandazais (*Copernicia alba*, Arecaceae), altamente adaptáveis a inundações e áreas úmidas, especialmente dada as condições de retenção de água no solo. Quanto às espécies com flores, notou-se a existência de cipó-d'água (*Tanaecium dichotomum*). Todas essas espécies estão disponíveis no Anexo.

## 5. CONCLUSÕES

Neste trabalho, verificou-se as mudanças de vegetação de acordo o perfil altimétrico, cujo perfil da elevação a 70km de distância de Porto Murтинho marcou a diferença entre as fisionomias. Verificou-se também a diferença de solos entre as áreas de estudo, onde a área próxima de Porto Murтинho tem como principal característica solos amarelos e cinzas, de drenagem lenta e salino. Uma investigação desses solos forneceria mais informação para compreender como e quais as condições de solos que admitem a formações Chaquenhas.

Os fragmentos de Chaco ao lado da rodovia e nas estradas vicinais passaram por interferência antrópica e, portanto, esse distúrbio deve ser levado em consideração para futuras propostas de estudos de conservação e manejo deste bioma estudado de forma tão incipiente. É perceptível que a altitude controla o avanço do Chaco conforme a elevação aumenta, como também pode estar relacionado à diferença de temperatura, clima e solos diferentes ao longo da rodovia. As formações de Chaco de Porto Murтинho encontram-se, degradadas e fragmentadas. Essa fragmentação expõe a vulnerabilidade dessas pequenas formações à invasão de espécies exóticas e/ou espécies nativas melhores adaptáveis. Portanto, é imprescindível que se estimule ações de pesquisas, conservação e manejo mais intensivos da região chaquenha, especialmente pela introdução do Corredor Bioceânico, que é uma nova fonte de pressão antrópica.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREA OSINAGA, N.; ROSA ÁLVAREZ, C.; ANGEL TABOADA, M. Effect of deforestation and subsequent land use management on soil carbon stocks in the South American Chaco. **SOIL**, v. 4, n. 4, p. 251-257, 2018. ISSN 21993971 (ISSN).

ARIA, M. C., C. . bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11(4), p. pp 959-975, 2017.

BAUMANN, M. et al. Deforestation and cattle expansion in the Paraguayan Chaco 1987–2012. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 4, p. 1179-1191, 2017. ISSN 14363798 (ISSN).

BIUDES, M. S. et al. Ground and remote sensing-based measurements of leaf area index in a transitional forest and seasonal flooded forest in Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 6, p. 1181-1193, Aug 2014. ISSN 0020-7128.

BUCHER, E. Chaco and Caatinga — South American Arid Savannas, Woodlands and Thickets. In: (Ed.), 1982. p.48-79.

CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografía de América Latina**. Washington: Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1973. 109-117.

DA SILVA, M. P. et al. Estado de conservação do Chaco (Savana Estépica) brasileiro. **IX Simpósio nacional Cerrado**, 2008.

ELESBON, A. A. A. et al. Use of SRTM data and GIS platform in the morphometric characterization of the watershed of the North tributary of São Mateus River - Brazil. **Revista Escola de Minas**, v. 64, n. 3, p. 281-288, 2011. ISSN 03704467 (ISSN).

GAMARRA, R. Identificação de fitofisionomias e análise da fragmentação da vegetação na região do Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú, utilizando imagem de alta resolução. 2018. UFMS, Campo Grande, 2018.

HOUBORG, R.; MCCABE, M. F.; GAO, F. A Spatio-Temporal Enhancement Method for medium resolution LAI (STEM-LAI). **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 47, p. 15-29, 2016. ISSN 15698432 (ISSN).

HOYOS, L. E.; CABIDO, M. R.; CINGOLANI, A. M. A multivariate approach to study drivers of land-cover changes through remote sensing in the dry Chaco of Argentina. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 7, n. 5, 2018. ISSN 22209964 (ISSN).

- HUECK, K. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. 1972.
- KAMAL, M.; PHINN, S.; JOHANSEN, K. Assessment of multi-resolution image data for mangrove leaf area index mapping. **Remote Sensing of Environment**, v. 176, p. 242-254, 2016. ISSN 00344257 (ISSN).
- KUEMMERLE, T. et al. Forest conservation: Remember Gran Chaco. **Science**, v. 355, n. 6324, p. 465, 2017. ISSN 00368075 (ISSN).
- LE POLAIN DE WAROUX, Y. et al. Rents, Actors, and the Expansion of Commodity Frontiers in the Gran Chaco. **Annals of the American Association of Geographers**, v. 108, n. 1, p. 204-225, 2018. ISSN 24694452 (ISSN).
- LE POLAIN DE WAROUX, Y. et al. Land-use policies and corporate investments in agriculture in the Gran Chaco and Chiquitano. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 15, p. 4021-4026, 2016. ISSN 00278424 (ISSN).
- LI, Z.; GUO, X. Leaf area index estimation in semiarid mixed grassland by considering both temporal and spatial variations. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 7, n. 1, 2013. ISSN 19313195 (ISSN).
- MERCANTE, M. A.; RODRIGUES, S. C.; ROSS, J. L. S. Geomorphology and habitat diversity in the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1 SUPPL., p. 233-240, 2011. ISSN 15196984 (ISSN).
- MERELES, M. F.; RODAS, O. Assessment of rates of deforestation classes in the Paraguayan Chaco (Great South American Chaco) with comments on the vulnerability of forests fragments to climate change. **Climatic Change**, v. 127, n. 1, p. 55-71, 2014. ISSN 01650009 (ISSN).
- NAVARRO, G.; MOLINA, J.; PÉREZ DE MOLAS, L. **Classification of the forests of the northern Paraguayan Chaco**. 2006. 473-508.
- NUNES, G. P. **Estudo florístico de formações chaquenhas brasileiras e caracterização estrutural de um remanescente de Chaco de Porto Murtinho, MS, Brasil**. 2006. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande
- PINTO-LEDEZMA, J. N.; RIVERO MAMANI, M. L. Temporal patterns of deforestation and fragmentation in lowland Bolivia: implications for climate change. **Climatic Change**, v. 127, n. 1, p. 43-54, 2014. ISSN 01650009 (ISSN).

PRADO, D. **What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V.** 1993. 145-172.

PRANCE, G. T.; B. SCHALLER, G. **Preliminary Study of Some Vegetation Types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil.** 1982. 228-251.

QUERINO, C. A. S. et al. Spatiotemporal NDVI, LAI, albedo, and surface temperature dynamics in the southwest of the Brazilian Amazon forest. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 10, n. 2, 2016. ISSN 19313195 (ISSN).

RATTER, J. et al. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. **N. RBG. Edinb.**, v. 3, 1988.

SANO, E. E. et al. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 818-828, 2019. ISSN 03014797 (ISSN).

SHI, Y. et al. Remote sensing of seasonal variability monitoring of forest LAI over mountain areas in Beijing. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 28, n. 15, p. 133-139, 2012. ISSN 10026819 (ISSN).

SHI, Y. et al. **Remote sensing of forest LAI from multitemporal optical satellite images over mountain areas.** 393 AICT: 1-9 p. 2013.

SILVA, J.; CAPUTO, A. C. B. Localização e distribuição da vegetação Savana Estépica (Chaco) no Pantanal brasileiro. Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE), 2010, In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres, MT. Anais ....

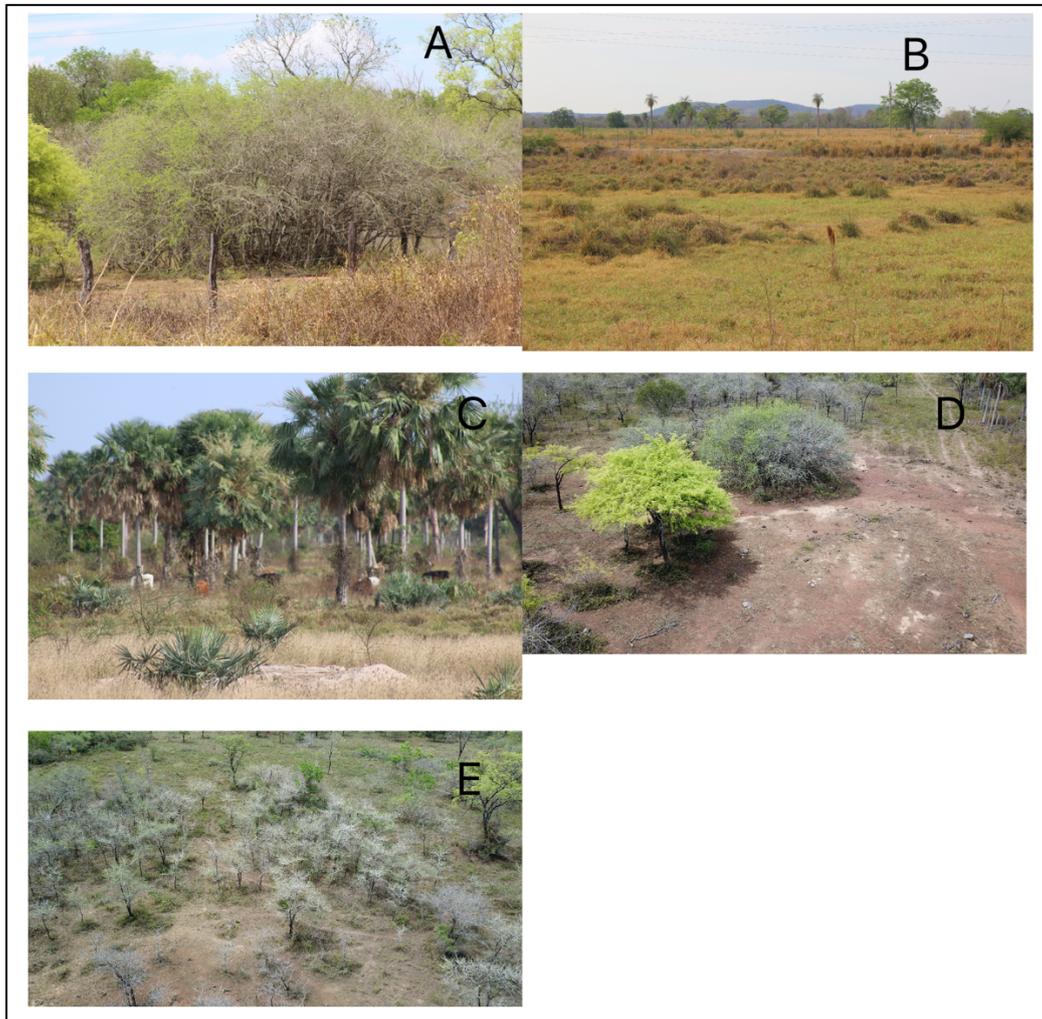
SUN, L. et al. Daily mapping of 30 m LAI and NDVI for grape yield prediction in California vineyards. **Remote Sensing**, v. 9, n. 4, 2017. ISSN 20724292 (ISSN).

TEAM, R. C. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing 2018.

WENDI, D. et al. An innovative approach to improve SRTM DEM using multispectral imagery and artificial neural networks. **Journal of Advances in Modeling Earth Systems**, v. 8, n. 2, p. 691-702, 2016. ISSN 19422466 (ISSN).

WWF. **Southern South America: Bolivia, Paraguay, and Argentina.** World Wild Life. 2018

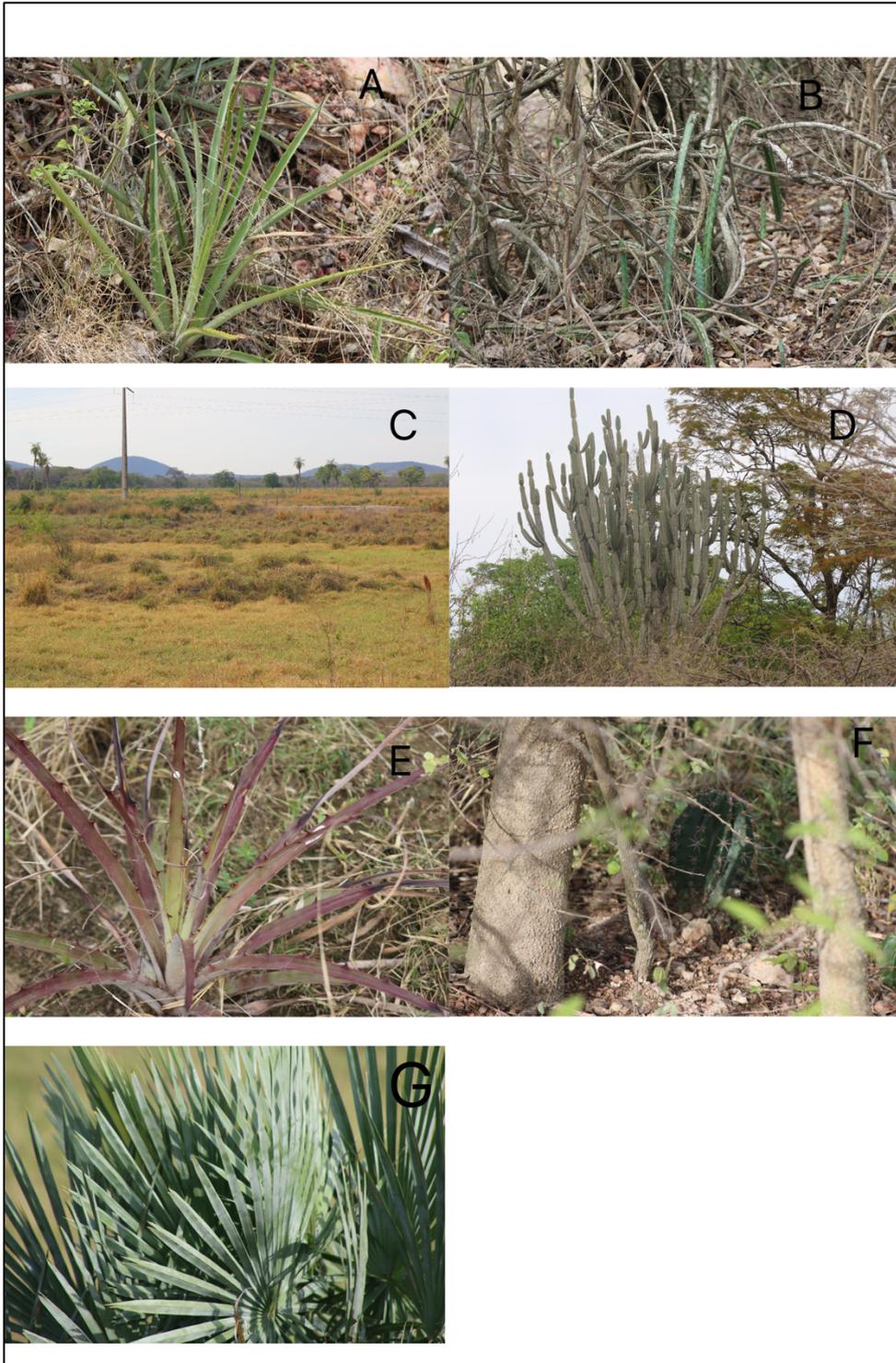
## 7. ANEXO



Anexo 1.



Anexo 2.



Anexo 3.

