

Análise da cobertura do solo e configuração socioeconômica do bioma Chaco no Brasil

Jô Vinícius Barrozo Chaves ¹
João dos Santos Vila da Silva ²
Eduardo Antonio Speranza ²

¹ UNESP de Sorocaba – ICTS
Av. Três de Março, 511 – 18087-180
Sorocaba - SP, Brasil
jovb.chaves@gmail.com

² Embrapa Agricultura Digital - CNPTIA
Av. André Toselo, 209 - Caixa Postal 6041
13083-886 - Campinas - SP, Brasil
{joao.vila, eduardo.speranza}@embrapa.br

Resumo. O Gran Chaco é um bioma único da América do Sul, presente em quatro países, incluindo o Brasil, onde enfrenta desafios de conservação devido à falta de reconhecimento legal e ao desmatamento. Há uma necessidade crescente de mais pesquisas e políticas públicas voltadas à sua proteção. Dessa forma, o estudo tem como objetivo analisar a alteração da cobertura do solo e o cenário socioeconômico no Chaco brasileiro. Para isso, foi realizado um recorte temporal no período de 1985 a 2022, a partir dos mapas pré-classificados da coleção 8 do MapBiomias. A elaboração dos mapas socioeconômicos foi baseada nas informações do Censo Agropecuário de 2017, a nível dos setores censitários. Os resultados obtidos possibilitaram visualizar a substituição da cobertura de vegetação natural por pastagem, totalizando aproximadamente 4.832,617 km² de área consolidada, o que equivale a 32% do território chaquenho brasileiro. Essa área desmatada está relacionada à atividade econômica majoritariamente associada à pecuária. Observou-se, ainda, um acervo de tratores disponível e pouco maquinário agrícola, como semeadoras e colhedoras, destacando o baixo uso agrícola do solo. Por fim, conclui-se que a disponibilização de bancos de dados espaciais, classes pré-classificadas e projetos de pesquisa contribuem de maneira significativa para o entendimento da dinâmica de uso e cobertura da terra da região, podendo dar suporte a políticas públicas, angariar fomentos e promover uma gestão sustentável do Chaco brasileiro.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, mudança na cobertura da terra, vegetação natural, Chaco brasileiro, pecuária, monitoramento ambiental.

Abstract. The Gran Chaco is a unique biome in South America, spanning four countries, including Brazil, where it faces significant conservation challenges due to a lack of legal recognition and widespread deforestation. There is an increasing need for comprehensive research and public policies dedicated to its protection. This study aims to analyze land cover change and the socio-economic dynamics within the Brazilian Chaco. To achieve this, we conducted a temporal analysis from 1985 to 2022, utilizing pre-classified maps from the MapBiomas Collection 8. Socio-economic maps were developed based on data from the 2017 Agricultural Census at the census sector level. The results revealed a substantial replacement of natural vegetation cover with pasture, amounting to approximately 4,832.617 km² of consolidated area, equivalent to 32% of the Brazilian Chaco territory. This deforestation is primarily linked to economic activities associated with livestock farming. Additionally, the region shows a prevalence of tractors with limited agricultural machinery, such as seeders and harvesters, underscoring the low intensity of agricultural land use. In conclusion, the availability of spatial databases, pre-classified land cover classes, and research initiatives significantly contribute to understanding the dynamics of land use and coverage in the region, by supporting public policies, attracting funding, and promoting sustainable management of the Brazilian Chaco.

Keywords: remote sensing, land cover change, natural vegetation, Brazilian Chaco, livestock farming, environmental monitoring.

1. Introdução

O bioma Gran Chaco é um ambiente com características únicas, encontrado apenas na América do Sul e com uma área de 1.141.000 km² que abrange Argentina, Paraguai, Bolívia e uma pequena parcela no Brasil. O bioma possui uma variação de características climáticas a depender da região à qual está associada ao relevo e características físicas e químicas (Hueck et al., 1972; Naumann, 2006).

A extensão do Chaco no Brasil tem uma área de 22.488,6km², equivalente a 0,26% do país Silva et al., (2024). Está localizado no Sudoeste do Mato Grosso do Sul, fazendo fronteira com Bolívia e Paraguai. A parcela ligada pelo Paraguai se conecta Chaco brasileiro através do Chaco Úmido paraguaio, que contém características de áreas alagáveis e com dificuldade de drenagem. Os biomas da Amazônia, Pantanal, Pampa e o Cerrado fazem contato com a região, influenciando e contribuindo para a riqueza da flora, fauna e morfologia do solo da região Prado, (1993); Prado e Gibbs, (1993); Coutinho, (2016).

No Brasil, devido à extensão não ser expressiva como a dos demais biomas, o Chaco ainda sofre com a ausência de reconhecimento legal como bioma IBGE, (2004); IBGE, (2019), entretanto encontra-se localizado e incorporado nas fitofisionomias dos biomas Pantanal e Cerrado ,Carvalho e Sartori, (2015); Lima et al., (2017). A ausência de definição legal e generalização das características da região em outros biomas traz uma preocupação relacionada à conservação, seja na não contemplação por reserva legal de 20%, ou pela falta de políticas públicas direcionadas aos aspectos ambientais e socioeconômicas da região Silva et al.,(2008); Ratter et al., (1978); Ratter et al., (1988).

Além do suporte legal, o uso de ferramentas de aquisição de dados, análises espaciais e pesquisas dedicadas à região permite um acompanhamento dedicado às dinâmicas da biodiversidade, clima, uso e ocupação do solo. Atualmente, ferramentas web e bancos de dados gratuitos auxiliam na elaboração de análises e na qualificação do uso da terra, monitoramento do desmatamento, cobertura vegetal, monitoramento de incêndios e corpos d'água, entre outros aspectos. Por exemplo, projetos como MapBiomas e TerraClass disponibilizam coleções e/ou produtos de qualificação anual dos usos do solo por bioma, o que contribui para pesquisas, estudos e suporte para políticas públicas e análises Souza et al., (2020); Antunes et al., (2019); IBGE, (2017); Macário et al., (2020).

Assim como nos outros biomas brasileiros, a vegetação e dinâmica natural do Chaco brasileiro também tem passado por processos de alteração da cobertura do solo. De 1980 em

diante a substituição do Chaco por pastagens cultivadas foi intensificada, no entanto o período com maior desmatamento ocorreu entre 1977 e 2002, sendo que em 2017 a área desmatada alcançou quase 1/3 do Chaco no Brasil Silva et al., (2008); Dias et al., (2021).

Dessa forma, estudos e bancos de dados dedicados à região e particularidades do Chaco brasileiro em plataformas como MapBiomias e TerraClass podem contribuir e subsidiar projetos de pesquisa, políticas públicas e financiamentos focados no bioma.

2. Objetivo

Este estudo tem como objetivo analisar a alteração do uso e cobertura do solo no Chaco brasileiro, apresentar um panorama do cenário socioeconômico da região e propor uma discussão frente à importância de ferramentas de análise, disponibilização de dados e pesquisas dedicadas ao Chaco no Brasil.

3. Material e Métodos

3.1. Área de estudo

O Chaco brasileiro encontra-se localizado ao sul do bioma Pantanal e ao sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul, fazendo fronteira com a Bolívia e o Paraguai. Os processamentos e elaboração de mapas foram desenvolvidos no QGIS 3.22 e com o projeto definido em Datum Sirgas 2000 UTM 21 S.

O limite do bioma Chaco no Brasil utilizado nesse estudo foi baseado no produto final de Silva et al., (2024), delimitado a partir de uma avaliação sobre projetos de mapeamento de classes de uso da região e trabalhos de campo em 2021 e 2023.

3.2. Classificação do uso do solo

Os mapas de uso e cobertura da região de estudo foram obtidos a partir da Coleção 8 do MapBiomias e da Coleção 4 do MapBiomias Chaco MapBiomias, (2024). A ferramenta Google Earth Engine foi utilizada para preparação dos dados em três etapas. Inicialmente, as 19 classes do MapBiomias presentes na região de estudo, para as duas coleções supracitadas, foram agrupadas em apenas 9, considerando as necessidades desse estudo.

A classe original “Campo Alagado e Área Pantanosa” foi agregada à classe “Formação Campestre”; as classes originais “Lavoura Temporária”, “Cana”, “Mosaico de Usos”, “Lavoura Perene”, “Soja”, “Arroz” e “Outras Lavouras Temporárias” foram agregadas à classe “Agricultura”; as classes “Área Urbanizada” e “Outras Áreas Não Vegetadas” foram agregadas à classe “Área não Vegetada”; e a classe “Rio, Lago e Oceano” foi agregada à classe “Corpo D’água”. Em seguida, foi realizada uma seleção de 7 bandas de cada coleção, considerando os anos utilizados no estudo: 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022. Finalmente, foi realizado um mosaico entre as duas coleções reclassificadas e com os anos selecionados, com o objetivo de produzir uma coleção espacialmente contínua.

Para elaboração do mapa de desmatamento foi realizada a soma das classes “Pastagem”, “Agricultura”, e “Área não vegetada”, que formou a classe de “Área desmatada e/ou consolidada”. Para compor a classe “Vegetação natural” foram unidas as classes “Formação Florestal”, “Formação Savânica”, “Formação Campestre” e “Área inundável natural – Lenhosas”.

3.3 Dados Socioeconômicas

Para a produção dos mapas socioeconômicos foi utilizada a base de dados publicados pelo

Censo Agropecuário de 2017. Esses dados foram adquiridos tendo como referência dados em nível de setores censitários, portanto a criação de mapas temáticos em escalas menores e com visualização para além dos limites municipais da região de interesse. Nesse sentido, para esse estudo foram elaborados mapas temáticos utilizando as seguintes variáveis por setor disponibilizadas pelo Censo Agropecuário: Total Estabelecimentos, Estabelecimentos com atividade pecuária, Estabelecimentos com pastagem plantada, Total de cabeças de bovino, Total de tratores, Total de Colhedoras e Total de semeadores e/ou plantadoras IBGE, (2017).

Importante ressaltar que houve ausência de informações em setores devido a não permissão ao acesso, que só pode ser fornecido conforme um número de propriedades mínimo.

4. Resultados e Discussão

Os dados adquiridos possibilitaram uma leitura das classes de uso e ocupação sobre o Chaco brasileiro no período de 1985 a 2022, totalizando 37 anos. Ao analisar a cobertura do solo chaquenho atual, verificou-se as principais alterações nas classes de Corpos d'água e áreas efetivas da Pecuária e Formação Campestre (**Figura 1**).

O volume de corpos d'água identificado nos anos de 1985 e 1995 (**Figura 1**) na região úmida, localiza-se numa região com características do Chaco Úmido paraguaio, portanto sendo uma área inundável por apresentar baixa capacidade de drenagem Pennington et al., (2000). Sendo assim, para os anos seguintes estariam em épocas não inundadas, assim estando associados apenas à um recorte da coleção do MapBiomas em diferentes épocas.

O Chaco Úmido brasileiro apresenta uma característica florística campestre, sendo caracterizado por espécies das famílias *Leguminosae*, *Malvaceae*, *Cactaceae*, *Asteraceae* e *Bromeliaceae* (Freitas et al., 2013). As espécies herbáceas, juntamente com subarbustos, exibem uma florística que favorece a eficiência no uso da água. Além disso, sob condições de altas temperaturas, essas espécies otimizam o processo de fotossíntese Monasterio e Sarmiento, (1976). Dessa forma, toda essa dinâmica ocorre em planícies associadas à região de Formação Campestre.

Já ao sul, em Porto Murtinho, observa-se uma atividade econômica ativa e predominante de pastagem em decorrência do manejo ser dedicado à pecuária. A vegetação natural está enquadrada como Savana Estépica e subgrupo, geralmente com plantas arbustivas, espinescentes e micrófilas. Segundo Noguchi et al., (2009) as principais famílias são de leguminosas e *binociaceae*, tendo contato com as espécies de *Anacardiaceae*, *Myrtaceae* e *Sapindaceae*. Como é possível observar (**Figuras 2 e 3**), a vegetação ao sul tem sofrido pressão antrópica desde antes de 1985, e ainda aumentando.

Na (**Figura 2**), observa-se o comportamento gráfico e numérico da área (em km²) das classes no Chaco brasileiro. Nota-se uma relação inversamente proporcional entre a redução dos Corpos D'água e o aumento da Formação Campestre. Não se pode aferir se há pressão da pecuária, portanto a alteração drástica observada pode ser explicada por uma transição natural entre os períodos de cheia e seca.

Outra correlação observada está associada à queda da Formação Florestal e Formação Savânica, localizada ao sul, leste e uma pequena porção ao norte do território chaquenho brasileiro, que pode ser inversamente proporcional ao aumento da pastagem nessas regiões. Essa interação é possível ser observada graficamente na (**Figura 2**) e sua distribuição espacial no mapa de desmatamento (**Figura 3**). A área efetiva da pastagem avançou de 2.818,533km² para 4.736,354km², totalizando um aumento 1.917,821km² no período analisado, enquanto os níveis de vegetação natural reduziram cerca de 1.184,604km² no mesmo período.

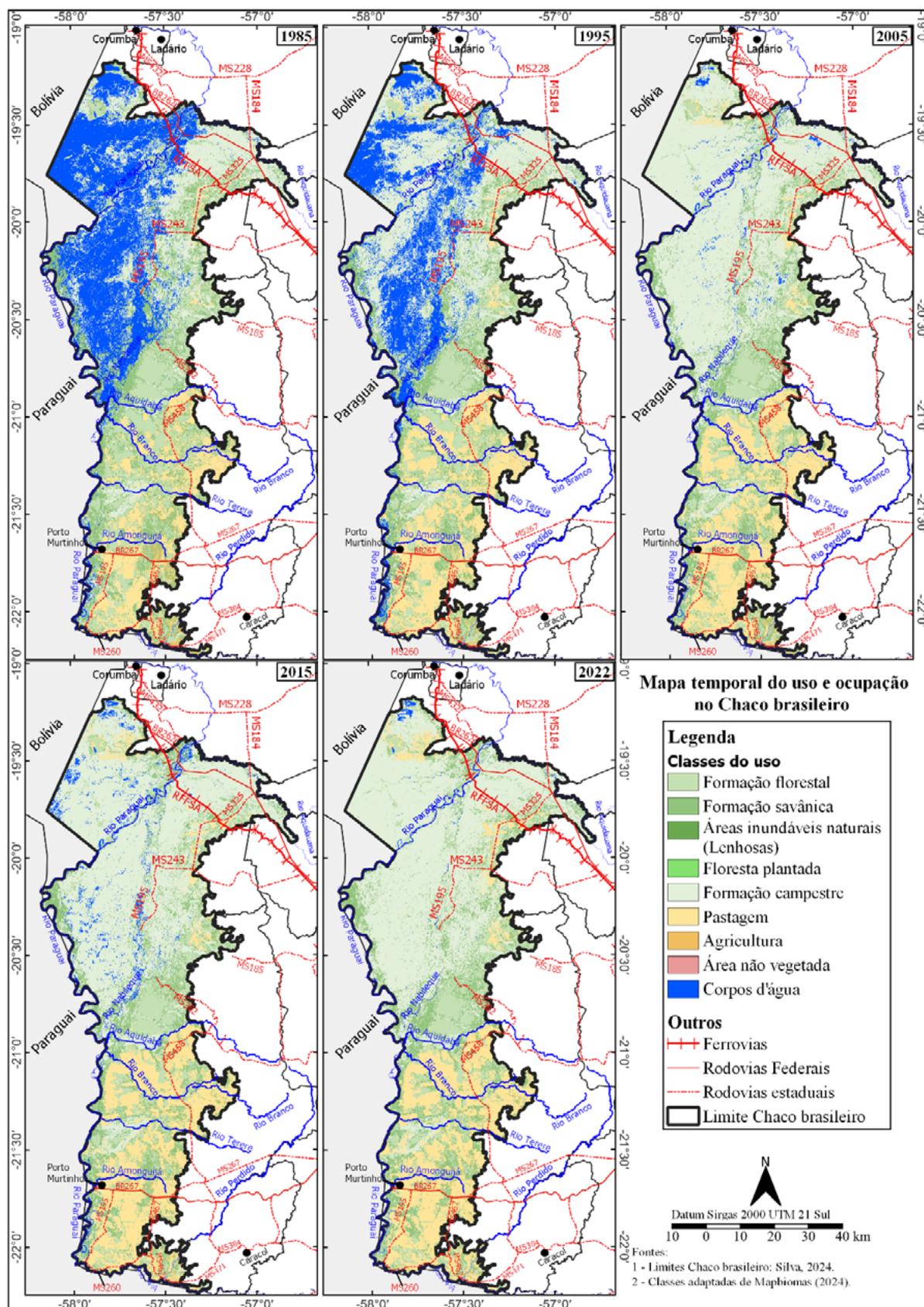


Figura 1. Mapa temporal do uso e ocupação no Chaco brasileiro.
Fonte: Adaptado de MapBiomas (2024); Silva et al., (2024).

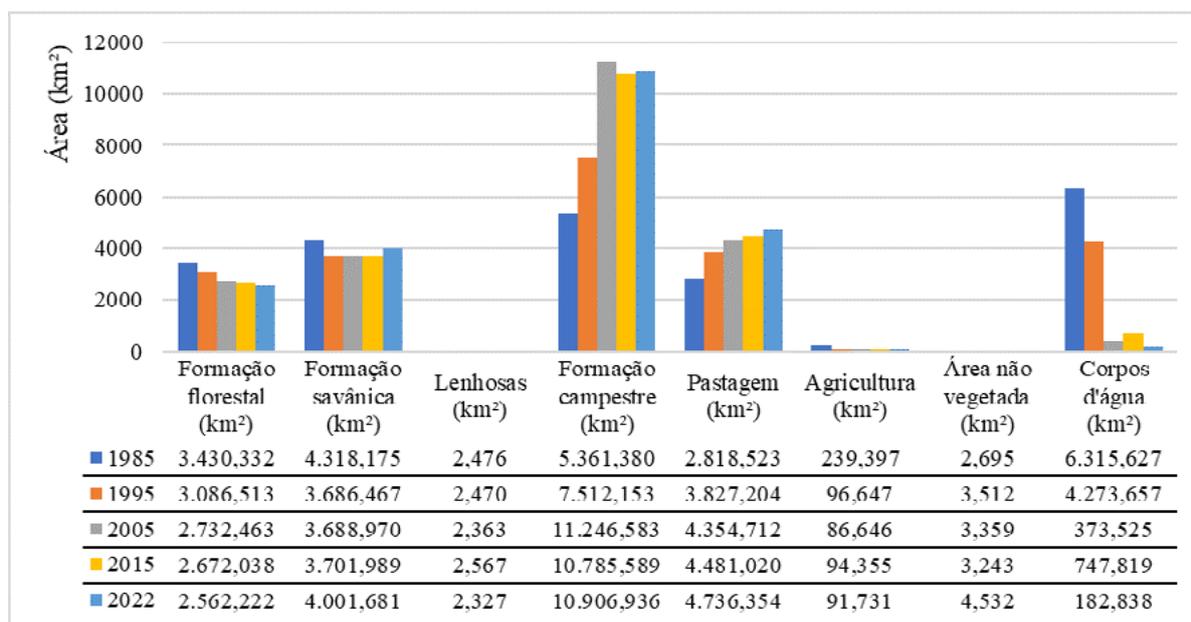


Figura 2. Dinâmica temporal das classes do uso do solo.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2024).

Entre 1985 e 2005, observou-se um desmatamento intensivo no Chaco brasileiro. Segundo estudos de Silva et al. (2008) e Dias et al. (2021), no período de 1977 a 2017, aproximadamente 1/3 da cobertura natural da região foi alterada. A consolidação do uso do solo ocorreu principalmente na região sul, com uma expansão que se estendeu do Sudeste para o Sudoeste do Chaco. No período de 2015 a 2022, além da expansão ao sul, observou-se um aumento significativo ao leste, nordeste e norte da região (**Figura 3**: 2015 e 2022)

A pecuária é a principal atividade econômica no Chaco brasileiro, conforme os dados obtidos pelos Censo Agropecuário de 2017 IBGE, (2017). A (**Figura 4**) ilustra um recorte diferente das classes de uso e ocupação, pois destaca que na média mais de 90% dos setores censitários analisados contém propriedades com atividade pecuárias. No entanto não é possível afirmar se a maioria está relacionado a produção de subsistência ou de produção de grande capital. Na (**Figura 4**) demonstra-se a quantidade de propriedades por setor censitário (**Figura 4A**) e qual a proporção de propriedades com atividades agrícolas (**Figura 4B**).

Ainda que a ocorrência de propriedades com atividade pecuária seja majoritária e pulverizada por toda parte, sua intensidade não atua da mesma forma, pois a proporção de cabeças de bovinos pelo Chaco brasileiro não é homogênea. Nesse sentido, percebe-se que não há grande intensidade, o que é ilustrado a partir do número de cabeça de bovinos na (**Figura 5**).

Ao centro-leste do Chaco brasileiro observa-se maior intensidade do uso e alcançando um total de 162.254 cabeças de bovinos, corroborando, portanto, com a informação da região a qual tem apresentado aumento de pastagens desde 2015 (**Figura 1 e 2**). Logo abaixo, colorido em laranja, encontram-se dois setores com faixas entre 85 e 90mil cabeças de bovinos, sendo a segunda parcelas com atividade econômica ativa e que também está localizada na região com extensão expressiva desmatada (**Figura 2**). Já a distribuição das cores verdes e amarelas foram identificadas ao noroeste e sudoeste do Chaco brasileiro, com quantidades que variam de 25 a 45 mil cabeças de bovino.

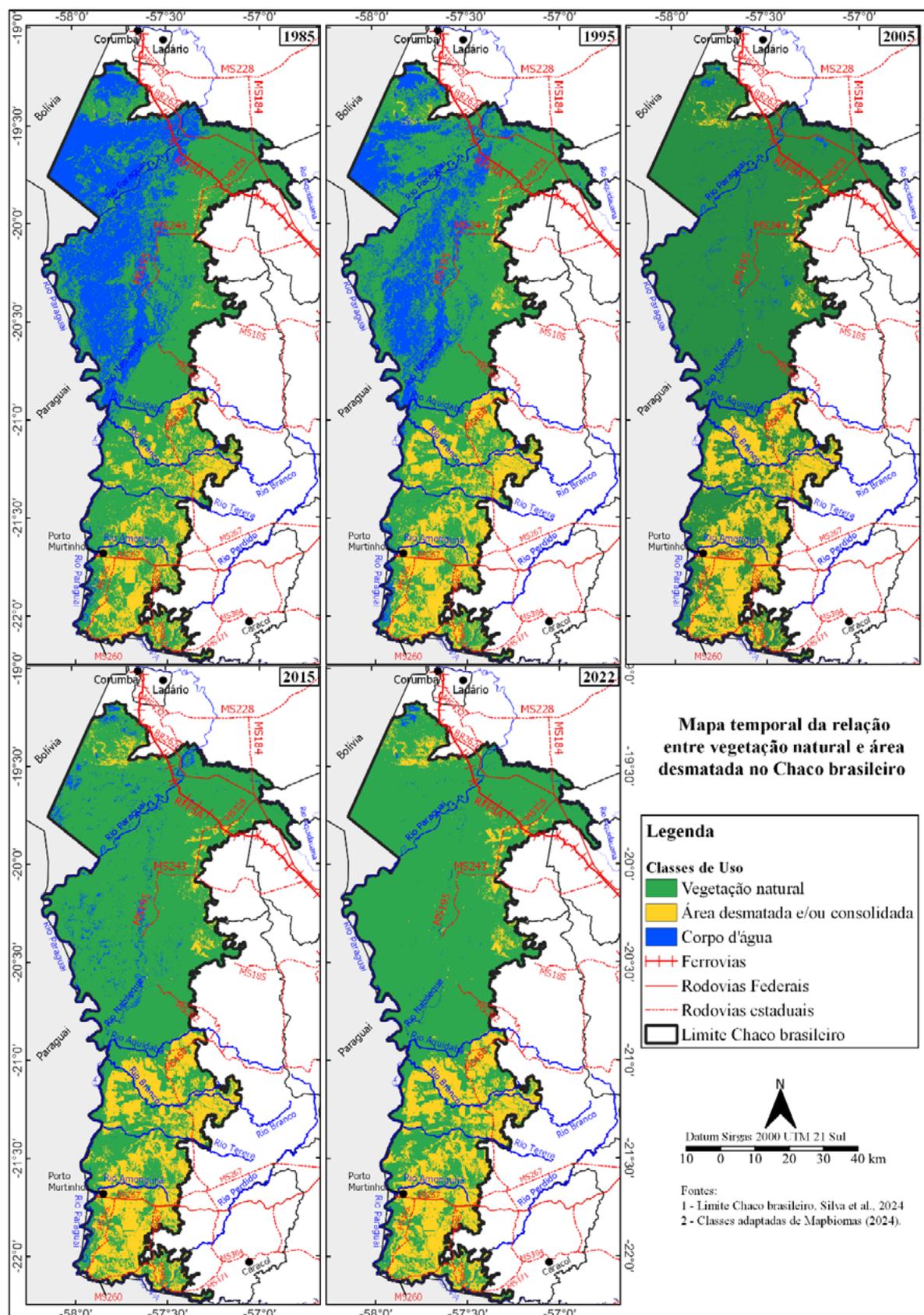


Figura 3. Mapa temporal da vegetação natural e área desmatada no Chaco brasileiro.
Fonte: Adaptado de MapBiomias (2024); Silva et al., (2024).

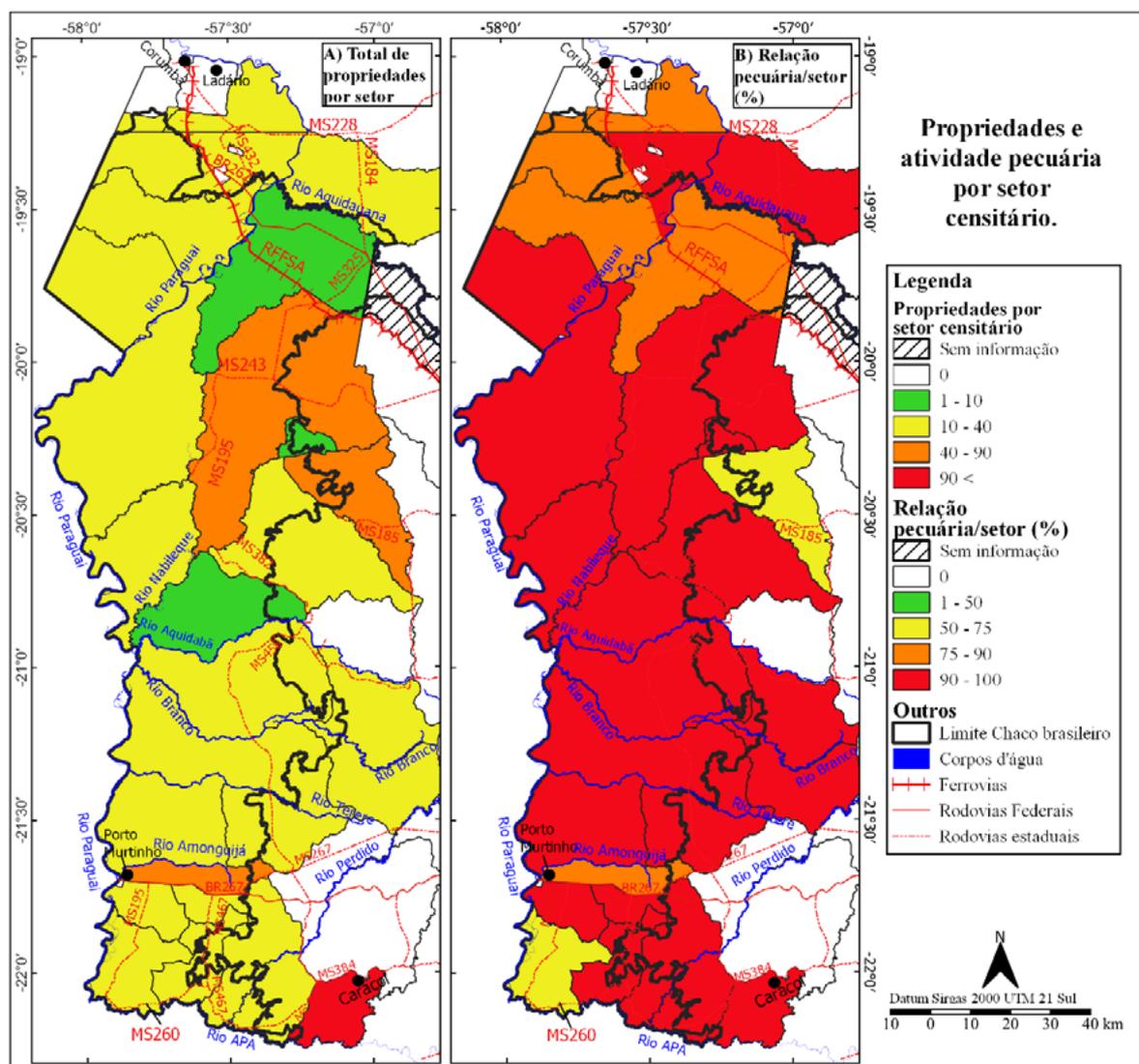


Figura 4. Mapa temático: Propriedades e atividade pecuárias por setor censitário.
Fonte: Adaptado de IBGE (2017); Silva et al., (2024).

Tendo em vista a capacidade produtiva do local, percebe-se a necessidade de uso de maquinários para desenvolvimento das áreas produtíveis e equipamentos para suporte na manutenção do manejo dos solos, mas que também pode ser utilizado para desmatamento. Atualmente, o uso de tratores é o mais expressivo, conforme a (Figura 6^a) ilustra IBGE, (2017). Dessa forma, destaca-se a importância de tratores para o suporte à pecuária devido à distribuição de cabeça de bovinos, tratores e a condição de necessidade de pastagem plantada (Figura 5, 6^a e 6C, respectivamente), que em conjunto reafirmam os principais setores com atividades econômicas.

Como esperado, a região sul apresentou maior disponibilidade de setores com tratores. Entretanto o setor com maior volume se encontra localizado ao leste conforme o setor avermelhado ilustra (Figura 6A), região essa que tem apresentado um grande foco de desmatamento segundo a última atualização em 2022, ilustradas na (Figura 4).

O uso de maquinários agrícolas demonstrou conformidade similar nos setores, porém há poucos maquinários agrícolas como semeadoras, plantadoras e colhedoras nos setores, o que evidencia de forma geral o baixo suporte e pouca dependência da agricultura (Figura 6A e 6B).

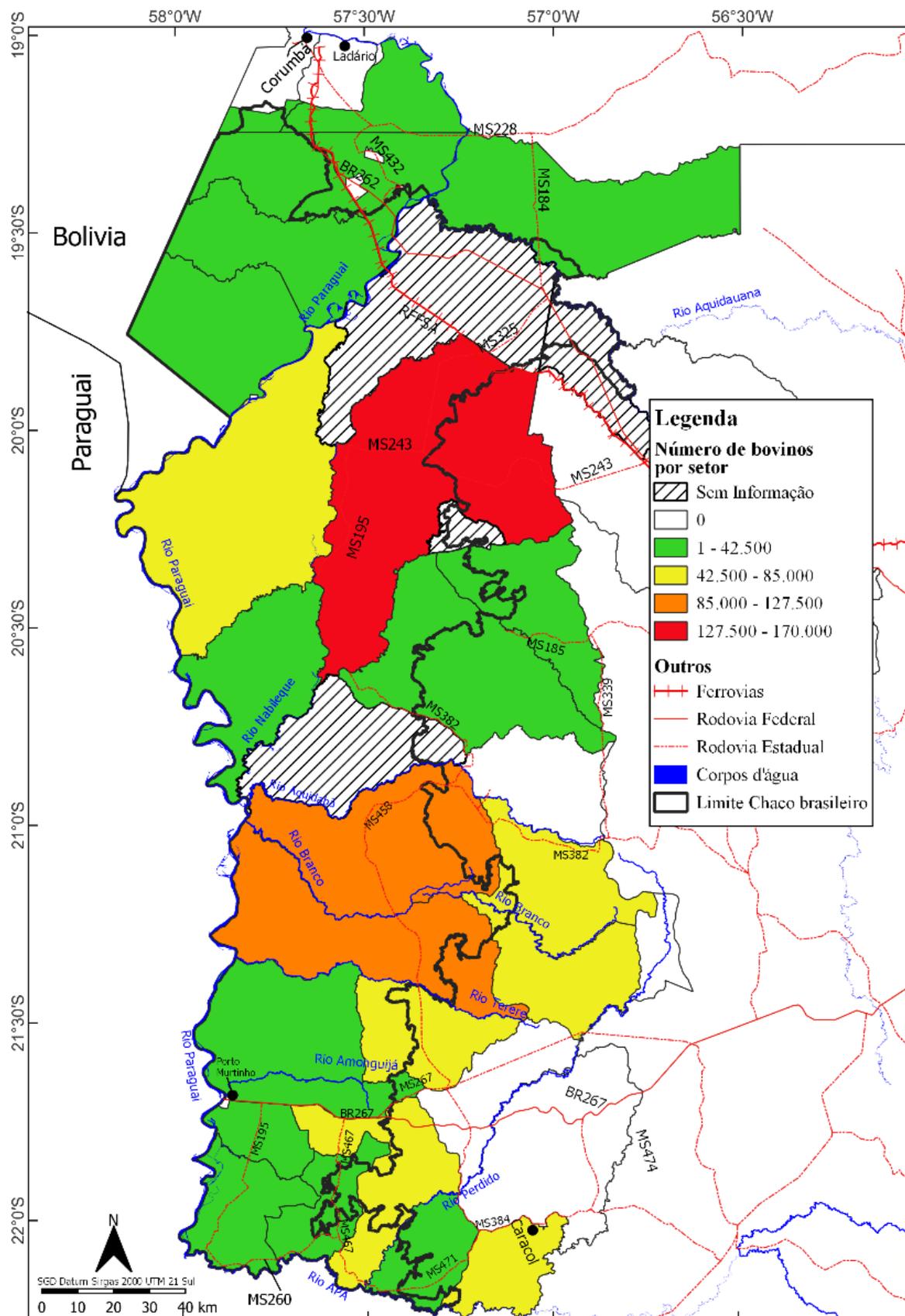


Figura 5. Mapa temático: Cabeça de bovinos por setor censitário.
Fonte: Adaptado de IBGE (2017); Silva et al., (2024).

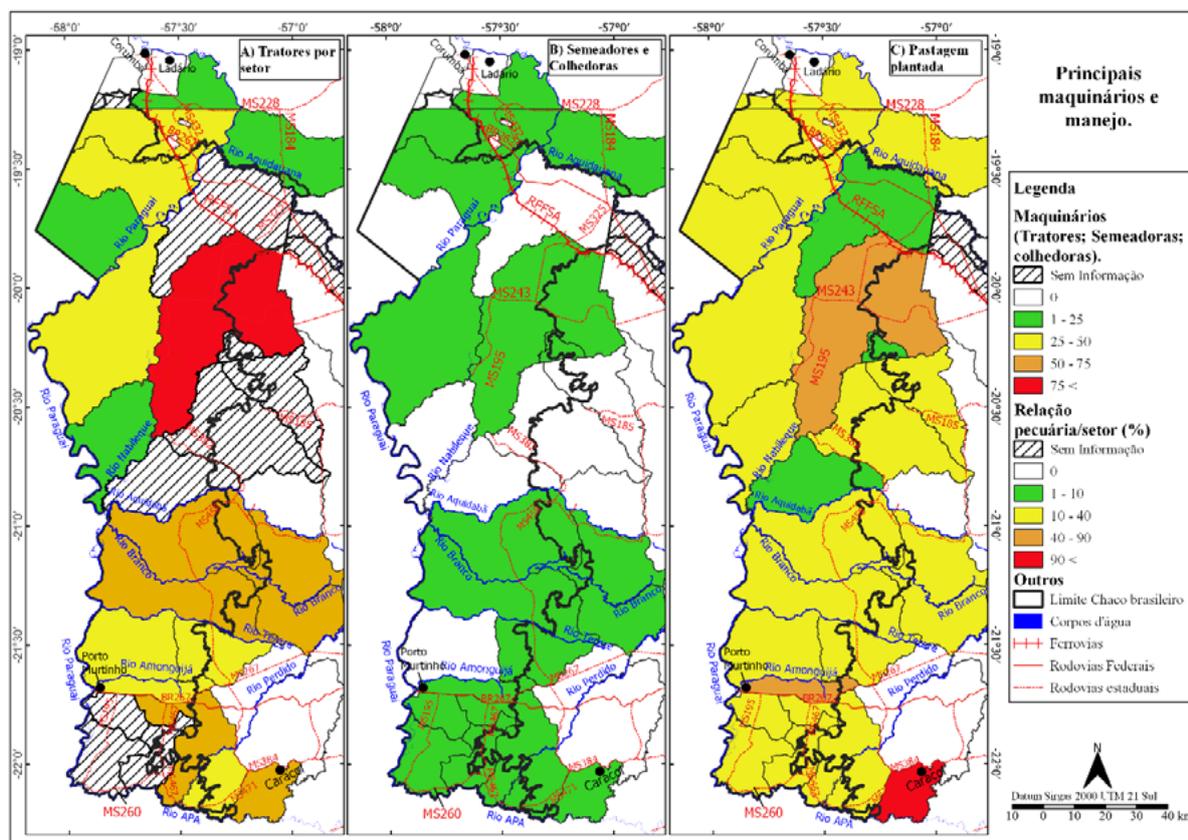


Figura 6. Mapa temático: Principais maquinários e manejo no Chaco brasileiro.
Fonte: Adaptado de IBGE (2017); Silva et al., (2024).

5. Conclusão

A elaboração dos mapas temporais e recortes socioeconômicos permitiram elucidar as principais classes de usos e cobertura do solo, assim como a importância da pecuária em áreas já consolidadas. Foi possível, também, visualizar o avanço do desmatamento no Chaco brasileiro nos últimos 37 anos, com principais expansões ao sul e progressão do desmatamento do leste em direção ao oeste.

Nesse sentido, destaca-se a importância de estudos detalhados e direcionados à região do Chaco brasileiro, seja com apoio de ferramentas de sensoriamento remoto e processamento de dados espaciais, mas também com projetos de pesquisas.

6. Referências

- Antunes, J. F. G.; Esquerdo, J. C. D. M.; Coutinho, A. C.; Santos, J. L.; Parizzi, T. N. T.; Bertolo, L. S. Análise das mudanças do uso e cobertura da terra no estado de Mato Grosso por meio do GeoPortal TerraClass. In: XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Santos-SP, Brasil, 2019
- Carvalho, F. S.; Sartori, A. L.B.. Reproductive phenology and seed dispersal syndromes of woody species in the Brazilian Chaco. **Journal Of Vegetation Science**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 302-311, 12 set. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.12227>.
- Coutinho, L, M. **Biomass Brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016
- Dias, J.V.S.; Dias, F.A.; Scremin-Dias, E.; Sartori, A.L.B. Delimitação do Chaco em território brasileiro: uso e ocupação. In: Sartori, A.L.B.; Souza, P.R.; Arruda, R.C.O. (org.) **Chaco: caracterização, riqueza, diversidade, recursos e interações**. Campo Grande, Editora UFMS, 2021. Cap. 3, p. 49-98.

Freitas, Tiago Green de; Souza, Camila Silveira De; Aoki, Camila; Arakaki, Luan Marcell Mitsuo; Stefanello, Thiago Henrique; Sartori, Ângela Lúcia Bagnatori; Sigrist, Maria Rosângela. Flora of Brazilian humid Chaco: composition and reproductive phenology. **Check List**, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 973, 1 out. 2013. Pensoft Publishers. <http://dx.doi.org/10.15560/9.5.973>.

Hueck K. **As regiões de matas do Chaco e áreas marginais**. In: Azevedo J. C. A.; Anjos, C.V.; Gomes, L.C.; Lyra Filho, R.; Moraes, R.B.; Paraense, W. L.; Fonseca, E. N. (eds.). *As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica*. Brasília, Editora Polígono. p. 240-275. 1972.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

_____. IBGE. **Censo agropecuário 2017**. 2017. Disponível em: < <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev. 2024.

_____. IBGE. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

Lima, T. E.; Sartori, A. L. B.; Rodrigues, M. L. M.. Plant antiherbivore defenses in Fabaceae species of the Chaco. **Brazilian Journal of Biology**, [S.L.], v. 77, n. 2, p. 299-303, 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.12815>.

Macário, C.G.N.; Esquerdo, J.C.D.M.; Coutinho, A.C.; Speranza, E.A.; Silva, J.S.V; Antunes, J.F.G.; Vandrúsculo, L.G.; Cruz, S.A.B.. Geotecnologias na agricultura digital. In: **Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2020. cap. 4, p. 94-117.

MapBiomas. Mapbiomas Brasil. 2024. Disponível em: < <https://brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: fev. 2024

Monasterio, M. and G. Sarmiento. 1976. Phenological strategies emspecies of seasonal savana and semideciduous forest in the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography** 3(4): 325-355.

Naumann M. **Atlas del Gran Chaco Sudamericano**. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). 92 pp. ErreGé & Asoc. Buenos Aires. 2006.

Nogushi, D. K.; Nunes, G. P.; Sartori, A. L. B.. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60(2), p. 353-365. 2009.

Prado, D. E.; Gibbs, P. E. Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. **Annals Of The Missouri Botanical Garden**, [S.L.], v. 80, n. 4, p. 902, 1993. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2399937>.

Prado D. E. What is the Gran Chaco vegetation in South America? A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. **V. Candollea** 48 (1): 145-172. Genève. 1993.

Ratter, J. A., Askew, G. P.; Montgomery, R.; Gifford, D. R. Observations on forests of some mesotrophic soils in central Brazil. **Revista Brasil. Bot.** 1: 47-58. 1978.

Ratter, J. A.; Pott, A.; Pott, V.J.; Nunes da Cunha, C.; Haridasan, M. Notes on woody vegetation types of the Pantanal and around Corumbá. **Notes Royal Botanic Garden Edinburgh** 45: 503-525. 1988.

Silva, M.P.; Mauro, R.A.; Abdon, M.; Silva, J.S.V. Estado de conservação do Chaco (Savana Esteépica) brasileiro e suas sub-regiões. In: Simpósio Nacional do Cerrado e Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 9., 2., 2008, Brasília. Anais... Brasília DF, 2008.

Silva, J. V. S.; Pott, A. Chaves, J.V.B.. Delimitação do Bioma Chaco no Brasil. In: 8º Geopantanal – Simpósio de Geotecnologia no Pantanal. 8.2024. Poconé, MT. 2024.

Souza, Carlos M.; Shimbo, Julia Z.; Rosa, Marcos R.; Parente, Leandro L.; Alencar, Ane A.; Rudorff, Bernardo F. T.; Hasenack, Heinrich; Matsumoto, Marcelo; Ferreira, Laerte G.; Souza-Filho, Pedro W. M.. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 12, n. 17, p. 2735, 25 ago. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12172735>.