DOI: 10.00000/Territoriov1i1.xxxx

TERRITÓRIO E PLANEJAMENTO

Revista do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial da UEFS

e-ISSN 0101-0000

Volume 1 N. 1 - Nov. 2026

ARTIGO

ASPECTOS FITO-CLIMÁTICOS E AGRICULTURA: UM ESTUDO DE CASO DO DEPARTAMENTO NOVE DE JULHO NA PROVÍNCIA DE CHACO

PHYTOCLIMATIC ASPECTS AND AGRICULTURE: A CASE STUDY OF THE NUEVE DE JULIO DEPARTMENT IN CHACO PROVINCE

Wodis Kleber Oliveira Araujo
Doutor em Geografia (Universidade Federal de Sergipe). Mestre em Geografia (UFBA). Docente da UEFS, wkoaraujo@uefs.br

Otávio de Freitas Baumhardt
Geógrafo (Universidade Federal de Santa Maria), bolsista de iniciação científica (PIBIC/CNPQ), baumhardt.otavio@ufpr.br

Resumo

O desmatamento na Província do Chaco constitui uma preocupação crescente, especialmente diante da intensificação das atividades agropecuárias nas últimas décadas. A exploração intensiva da terra para a expansão das fronteiras agrícolas e pecuárias apresenta-se como uma das principais causas da perda de ecossistemas naturais e da redução da biodiversidade regional. O estudo dos aspectos fito-climáticos e sua relação com a agricultura no Departamento Nueve de Julio revela uma forte interdependência entre as condições climáticas locais, a cobertura vegetal e as práticas agrícolas desenvolvidas na região. A área analisada enfrenta desafios significativos decorrentes da variabilidade climática, influenciada pela posição geográfica e pelas características específicas da vegetação nativa. Nesse contexto, a agricultura desempenha papel central na economia regional, exigindo crescente adaptação às condições ambientais e climáticas como estratégia de sustentabilidade territorial. A pesquisa parte da hipótese de que a expansão agrícola no Departamento Nueve de Julio encontra-se diretamente associada ao avanço da fronteira agrária sobre áreas de vegetação nativa, promovendo alterações fito-climáticas e redefinindo as dinâmicas territoriais locais.

Palavras-chave: Desmatamento; agricultura; Dpto. Nove de Julho.

Abstract

Deforestation in Chaco Province is a growing concern, particularly in light of the intensification of agricultural and livestock activities in recent decades. Intensive land use for the expansion of agricultural and livestock frontiers has emerged as one of the main causes of the loss of natural ecosystems and the decline of regional biodiversity. The study of phytoclimatic aspects and their relationship with agriculture in the Nueve de Julio Department reveals a strong interdependence among local climatic conditions, vegetation cover, and the agricultural practices developed in the region. The area under analysis faces significant challenges arising from climate variability, which is influenced by its geographical location and the specific characteristics of native vegetation. In this context, agriculture plays a central role in the regional economy, requiring increasing adaptation to environmental and climatic conditions as a strategy for territorial sustainability. The research is based on the hypothesis that agricultural expansion in the Nueve de Julio Department is directly associated with the advance of the agricultural frontier over areas of native vegetation, leading to phytoclimatic changes and reshaping local territorial dynamics.

Keywords: Deforestation; agriculture; Nueve de Julio Department.

INTRODUÇÃO

A província de Chaco, localizada no nordeste da Argentina, é caracterizada por uma rica diversidade de vegetação que reflete as condições climáticas, geográficas e ecológicas únicas da região. A paisagem de Chaco é marcada por uma combinação de ecossistemas, que variam desde florestas até áreas de savana, oferecendo um ambiente propício para uma variedade de formas de vida vegetal. A floresta de Chaco é uma das características mais proeminentes da vegetação da região. Esta é uma formação florestal que se estende por vastas áreas, apresentando uma combinação de árvores e arbustos adaptados às condições climáticas semiáridas. Espécies como Quebracho, algaroba e mistol são comuns na floresta de Chaco, desempenhando um papel crucial na manutenção da biodiversidade local. Ao longo dos rios e córregos que cortam a província, é possível encontrar bosques ripários. Essas áreas possuem uma vegetação diversificada, incluindo espécies adaptadas à proximidade da água. Árvores como o sauce e o timbó são frequentemente encontradas nessas zonas, contribuindo para a estabilidade das margens dos corpos d'água e fornecendo habitats essenciais para diversas espécies animais.

Partes significativas de Chaco também são ocupadas por campos e savanas, caracterizados por uma vegetação mais rasteira e espaçada. Essas áreas são frequentemente dominadas por gramíneas e arbustos resistentes à seca, adaptados às condições climáticas específicas da região. Em algumas áreas, especialmente nas regiões mais baixas e propensas a inundações sazonais, é possível encontrar vegetação adaptada a ambientes úmidos. Essas zonas úmidas são o lar de uma variedade de plantas aquáticas, incluindo taboas e juncos, que desempenham um papel fundamental na manutenção da qualidade da água e na oferta de habitats para diversas espécies.

Chaco também é caracterizado por áreas de transição entre diferentes ecossistemas. Essas áreas podem exibir uma mistura de características da floresta, savana e outros tipos de vegetação, proporcionando um ambiente único que suporta uma diversidade ainda maior de espécies. A vegetação de Chaco não apenas contribui para a beleza cênica da região, mas também desempenha papéis vitais em termos ecológicos e sociais. A flora local fornece habitats cruciais para uma ampla variedade de fauna, incluindo aves, mamíferos, répteis e insetos. Além disso, a vegetação desempenha um papel essencial na conservação do solo, na regulação do ciclo da água e na mitigação das mudanças climáticas. No entanto, assim como em muitas regiões ao redor do mundo, a vegetação de Chaco enfrenta ameaças, incluindo o desmatamento, a expansão agrícola e a alteração do uso da terra. Esses desafios destacam a importância de estratégias de conservação e gestão sustentável para proteger a diversidade vegetal única de Chaco.

Por sua vez, a província de Chaco, desempenha um papel crucial no cenário agrícola do país. Chaco emergiu como uma região estratégica para a produção agrícola, contribuindo significativamente para a economia argentina. A geografia de Chaco oferece condições propícias para a prática agrícola, com vastas áreas de terras férteis e um clima predominantemente subtropical. Essas condições atraíram agricultores ao longo dos anos, impulsionando o desenvolvimento do setor agrícola na região. A principal atividade agrícola em Chaco abrange uma variedade de cultivos, desde grãos até oleaginosas, destacando-se o milho e o algodão, e em seguida, a soja. A soja, em particular, desfruta de uma presença significativa nas terras de Chaco, com 1.414.659 toneladas colhidas na safra 2016/2017, equivalentes a 2,57% da produção nacional (CHACO, 2019), refletindo a tendência nacional de expansão desse cultivo. A facilidade de adaptação da soja ao clima e solo da região contribuiu para seu sucesso, transformando Chaco em um dos principais produtores dessa commodity no país. No entanto, essa ênfase na monocultura de soja também gerou preocupações ambientais, como o desmatamento e a perda de biodiversidade.

A diversificação da produção agrícola em Chaco também inclui o cultivo de milho, que desempenha um papel vital na segurança alimentar e na produção de alimentos para animais. Além disso, o algodão é outra cultura relevante na região, contribuindo para a indústria têxtil e gerando empregos na cadeia de produção. Os desafios enfrentados pelos agricultores em Chaco não são exclusivos da região, mas refletem questões enfrentadas em todo o setor agrícola argentino. A pressão sobre os recursos naturais, como o solo e a água, juntamente com as preocupações ambientais, levou a chamados por práticas agrícolas mais sustentáveis. O desmatamento, em particular, tem sido um tema crítico, com esforços para equilibrar o desenvolvimento agrícola com a conservação ambiental.

Além disso, a dependência de condições climáticas pode expor os agricultores de Chaco a riscos significativos, especialmente em um contexto de mudanças climáticas globais. Estratégias de gestão de riscos e adoção de tecnologias agrícolas avançadas são essenciais para garantir a resiliência do setor e a sustentabilidade a longo prazo. A agricultura na província de Chaco desempenha um papel vital na economia argentina, impulsionando o desenvolvimento regional e contribuindo para a produção agrícola nacional. No entanto, os desafios relacionados à sustentabilidade, mudanças climáticas e gestão de recursos exigem uma abordagem cuidadosa para garantir que o setor agrícola de Chaco possa prosperar de maneira sustentável, equilibrando os benefícios econômicos com a preservação ambiental e social.

O Departamento Nove de Julho, situado na província de Chaco, Argentina, que sua sede a cidade de Las Breñas, destaca-se como uma região essencial na produção de soja, desempenhando um papel significativo na economia agrícola local e nacional. Esta área específica é caracterizada por suas condições geográficas e climáticas favoráveis, que proporcionam um ambiente propício para o cultivo bem-sucedido da soja.

A produção de soja no Departamento Nove de Julho tem experimentado um notável crescimento nas últimas décadas, impulsionado pelo aumento da demanda global por esta oleaginosa. O clima subtropical da região, com estações bem definidas e uma quantidade adequada de precipitação, cria condições ideais para o desenvolvimento da soja, que é conhecida por sua adaptação a diferentes ambientes. Observa-se que o departamento registrou a menor temperatura para a província de (-10 °C) em 17 de julho de 2010 (Diario Norte, 2014), sendo que a soja se adapta melhor às regiões onde as temperaturas oscilam entre 20 ºC e 30 ºC sendo que a temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30 °C. A semeadura da soja não deve ser realizada quando a temperatura do solo estiver abaixo dos 20°C, pois a germinação e a emergência da planta ficam comprometidas (Embrapa, 2016).

A monocultura de soja no Departamento Nove de Julho, no entanto, não está isenta de desafios e preocupações. O uso extensivo de terras para o cultivo de uma única cultura levanta questões sobre a sustentabilidade a longo prazo e a preservação da biodiversidade. Além disso, as práticas agrícolas intensivas podem impactar negativamente o solo, exigindo abordagens cuidadosas de manejo para evitar a degradação. A relação entre a produção de soja e o meio ambiente no Departamento Nove de Julho é um tópico de considerável importância. A expansão da agricultura muitas vezes está associada ao desmatamento, levando a preocupações ambientais, especialmente em uma era em que a sustentabilidade e a preservação dos ecossistemas são temas centrais.

Assim, a problemática científica que orienta o estudo pode ser formulada nos seguintes termos: de que maneira a expansão agrícola, especialmente da soja, se relaciona com a redução da cobertura vegetal nativa e com as alterações fito-climáticas no Departamento Nove de Julho? O objetivo do artigo é analisar a relação entre a expansão da agricultura, o desmatamento e as condições fito-climáticas no Departamento Nove de Julho, com base em dados estatísticos e produtos de sensoriamento remoto, especialmente NDVI e temperatura de superfície.

METODOLOGIA

Os estudos sobre o desmatamento e a agricultura, apresenta sua relevância quando escolhemos o Departamento Nove de Julho, para tratar dos aspectos referentes a sua cobertura vegetal e a sua agricultura. Como os demais espaços que formam a província de Chaco, o Dpto. Nove de Julho, inicialmente ocupou-se da extração de madeira, formação de fazenda de gado e cultivo de algodão. Entretanto, daremos destaque aos cultivos de grãos, tendencia verificada na província, especialmente após 1990. Destacamos que o departamento não é o maior produtor de grão, e sim o Departamento Almirante Brawn, seu vizinho limítrofe ao norte. Ainda assim, verificamos que um dado momento, as condições climáticas podem favorecer, chuva de granizo, mesmo sendo uma área não favorável ao fenômeno, e por fim o registro de temperatura abaixo de zero grau, que inviabiliza a produção de grão.

Como a área de estudo do presente trabalho é extensa, tratando-se de um departamento provincial de aproximadamente 2.097 km², utilizamos informações de imagens de satélites e dados estatísticos para interpretar as condições climáticas, de vegetação e da agricultura. Os registros de órgão governamentais da República Argentina são imprescindíveis na análise das condições da agricultura, presentes nesse trabalho.

Em um primeiro momento, através do United Stated Geological Survey (USGS), foram selecionadas três imagens das coleções Landsat, utilizadas no presente trabalho para discernir a variação do uso e cobertura do solo através do tempo. Cabe salientar que todas as imagens atribuídas foram da coleção 2 e nível 2, o que significa que já estão atmosfericamente corrigidas, estando assim, prontas para uso. Além disso, um critério base para a seleção de cada imagem foi ela não conter nuvens, o que é vital para uma boa interpretação do panorama na superfície terrestre. Após a escolha, foi feito o download das bandas 3 e 4 do Landsat 5 e as bandas 4 e 5 do Landsat 8. A partir destas imagens, foi utilizado o programa Qgis para conceber os mapas de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

Já para as imagens que comparam a média do NDVI do verão de 2020 e 2021 com a média da temperatura de superfície para os mesmos períodos, outra abordagem foi empregada. Através do Google Earth Engine, uma plataforma gratuita e online, foi realizado um código de programação, em linguagem JavaScript, onde foi escolhido o sensor Landsat 8 e inserido a delimitação temporal, neste caso os verões dos respectivos anos mencionados. Cabe salientar que foi agregado ao código o *Shapefile* do departamento Nove de Julho. E, foi anexada à expressão matemática de cálculo de bandas para obtenção do NDVI para estes anos. Posteriormente, foi redigido no código, linhas de programação para conceber a média para o período e também foi acrescentado um filtro de nuvens, para que não fosse feita a média com alguma imagem nebulosa. Por fim, foi realizado o Download destes resultados e posteriormente

trabalhadas no Qgis. Já para a temperatura de Superfície, o GEE também foi utilizado, mas desta vez empregando imagens do sensor MODIS.

Além disso, outras fontes de dados foram amplamente utilizadas, como o Mapbiomas do Chaco. Para trabalhar com estes dados, a fim de comparação, foi realizado o download em formato TIFF do uso e cobertura do solo da região para os anos analisados nesta pesquisa. Essas imagens foram trabalhadas em ambiente GIS, onde foi feita a concepção dos respectivos mapas. Estes dados foram importantes para validar as hipóteses concernidas com bases nos índices espectrais.

Já no que tange a agricultura, o Departamento Nove de Julho, apresentou cultivos de girassol, trigo, milho, sorgo, e especialmente soja, com manutenção do algodão. A criação de gado faz com que o departamento se apresente entre os principais produtores da província, na média total. Nessas condições de produção que se apresentam satisfatórias para o departamento, buscamos identificar a relação entre o desmatamento e agricultura e quais condições são favoráveis e estimulam as duas questões abordadas. Os dados estatísticos coletados pelos órgãos governamentais da República Argentina, ratificam as imagens de satélites como corroboram com a proposta de análise abordada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contexto fito-climático

Antes de desbravar todas as variáveis inseridas na problemática agroclimática, faz-se de suma importância conceituar tanto a climatologia quanto a agroclimatologia. De maneira sintética, a climatologia é estudo dos padrões de tempo em um período de 30 a 35 anos em sequência (Ayoade, 1996). Ademais, o clima se refere a síntese de diferentes tipos de tempo em um determinado local; incluindo eventos recorrentes, probabilidades de ocorrência e condições extremas (Goyal & Builes, 2007 *apud* Jaramillo, 1999).

Porém, por mais interessantes que sejam estas conceituações, elas geram outra importante dúvida – O que é tempo e qual a sua diferença do clima. Obviamente, quando falarmos de tempo no presente trabalho não estaremos fazendo menção aos movimentos de rotação e transalção da Terra que dão sentido as horas e aos dias (que por sinal, variam de planeta para planeta), mas sim, o tipo de padrão meteorologico em determinada área e determinado momento (*ibid*). logo, podemos compreeneder a climatologia como sendo o estudo dos padrões dos diferentes tipos de tempo em um intervalo de no minimo 3 décadas concecutivas. Neste sentido, ao olharmos pela janela, podemos nos deparar com o dia ensolarado ou chuvoso, isto é, o tempo. Porém o clima, pode ser tropical, subtropical, semiárido etc.

Dada esta breve introdução, compreender o conceito de agroclimatologia e agrometeorologia se tornou uma tarefa mais acessivel. Uma concepção clássica de agroclimatologia é de Jean-Paul Lhomme (1984), onde a agroclimatologia constitue uma área da climatologia que tem como premissa base compreender a relação do clima com a produção vegetal e a agricultura geral.

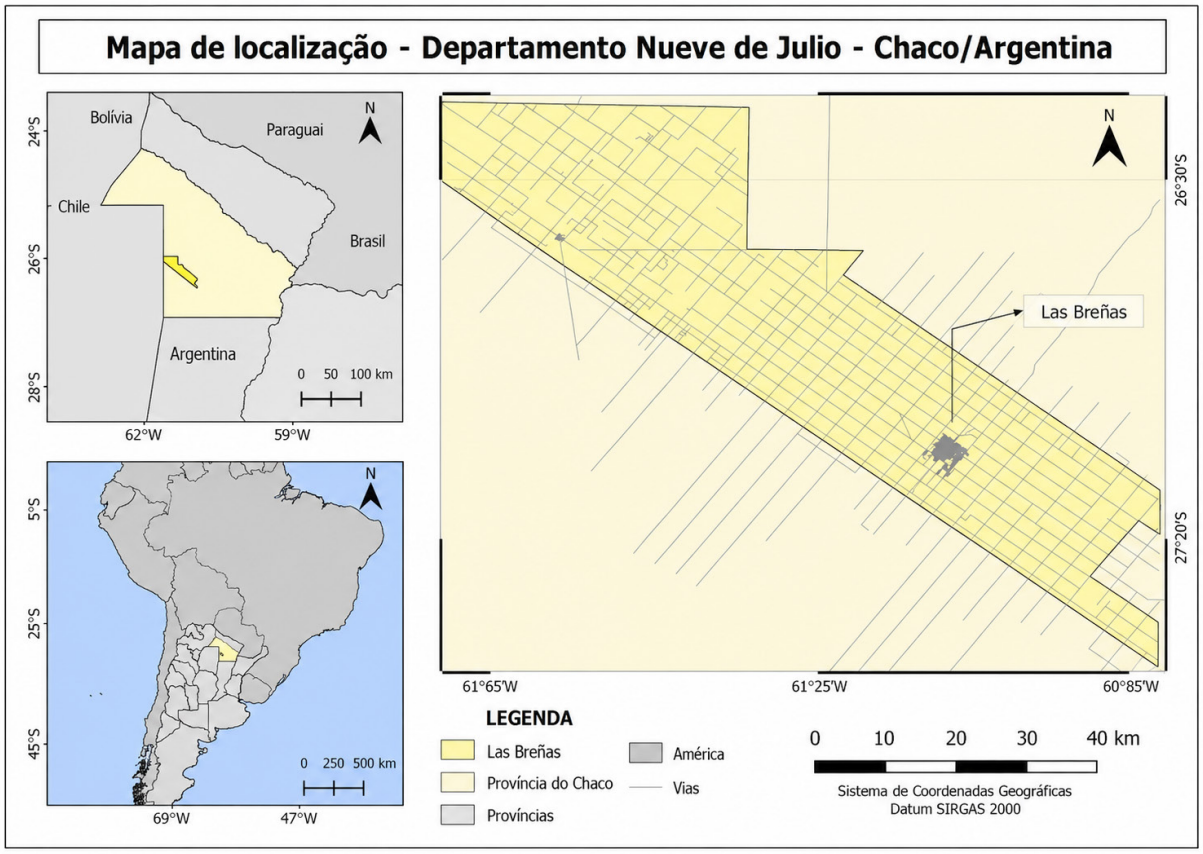
Já a agrometeorologia, muito semelhante ao termo anterior, relaciona as condições de clima e de tempo com a cultura agricola, e também associa os diferentes fenômenos meteorologicos com o desenvolvimento, qualidade e produtividade de diferentes tipos de culturas (Wollmann & Galvani, 2014). Além disso, é importante destacar que há diferentes fatores climáticos que influenciam diretamente a agricultura. Algumas exemplificações destes são a: maritimidade, continentalidade, latitude, altitude, relevo, correntes marinhas e massas de ar (Alvarenga, Moraes & Azevedo, 2015). Além destas conceituações, caracterizar a área de estudo também possui uma importância inenarrável. Localizado na província do Chaco, no nordeste na Argentina, o departamento de Nove de Julho, cuja sede é a cidade de Las Breñas (figura 1).

Assim como o Brasil (e outros países com delimitações territorias que variam de forma vigorosa latitudinalmente, longitudinalmente e altimetricamente), a Argentina possui diferentes tipos de clima. De maneira sintética, a ela possui climas quentes, temperados, áridos e fríos (Mapoteca – GOV/AR). A Província do Chaco possui um clima quente, podendo variar em duas zonas – Subtropical com estação seca e Subtropical sem estação seca (*ibid*). Porém, cabe salientar que a classificação de Köppen-Geiger para a região é Cfa – Subtropical úmido (Peel, Finlayson & McMahon, 2007).

Contudo, as normais climatológicas pluviométricas mostram que quanto mais ao oeste da Província do Chaco, mais seco tende a ser. Este panorama se deve pela continentalidade em relação ao Oceano Atlântico e a barreira orográfica dos Andes que impede a passagem de umidade do Oceano. Já a estação de chuva, que ocorre entre outubro e abril, há a presença da Baixa do Noroeste Argentino (BNOA), um sistema atmosférico intermitente onde seu máximo ocorre no verão, por conta das altas temperaturas provenientes da maior radiação incidente na superfície (Escobar & Seluchi, 2011).

Além disso, é válido destacar que a BNOA, por estar localizada em uma região de pouca umidade, possui amplitudes de temperatura e pressão relativamente acentuadas, sendo que a maior temperatura registrada e a menor pressão atmosférica são geralmente registradas as 12:00 (Seluchi & Saulo, 2012). Porém, faz mister compreender que o centro deste sistema é comumente localizado na latitude 30° S e 65° O, contudo é normal que exista uma variação para latitudes mais baixas e mais para leste (*ibid*).

Figura 1 - Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir do Sistema de Coordenadas Geográficas Datum SIRGAS 2000.

Outrossim, por estar localizado em um ambiente de latitude média, um importante fenômeno gerador de precipitação e variação de temperatura são as passagens de frentes-frias. Como a Massa Polar Atlântica (MPA), proveniente das latitudes de 60° S, possui uma temperatura ligeiramente mais baixa, torna esta massa de ar mais densa. Quando ela se aproxima de regiões que estavam aquecidas, gera a ascendência do ar quente, resultando em precipitações, com uma posterior queda de temperatura. Um tipo de tempo, relativamente comum associado MPA na região é o tempo Anticiclônico Polar Continental, que se associa com a MPA Continentalizada que é reforçada pela Massa Polar Pacífica (MPP) que extravasa os Andes, gerando assim um centro de alta pressão na região norte da Argentina (Sartori, 2016, p. 56).

Estas caracterizações climáticas da região são extremamente importantes de serem mencionadas, pois mostram a diversidade de tipos de tempo associados a estes diferentes sistemas, nesta que é uma das zonas mais cultivadas da Argentina. Nesta perspectiva, há um célebre ditado popular que diz que a "necessidade faz o homem". De certo modo, considerando que o homem é fruto da natureza, podemos parafraseá-la e concluir que a necessidade faz a natureza. De fato, quanto mais adverso ou inóspito é determinada região, mais bem adaptado – e até mesmo exóticos – devem ser os seres vivos ali presentes.

A partir desta reflexão, em uma região onde a temperatura chega próxima aos 50 °C no verão e a precipitação no inverno é ínfima, todo o ecossistema deve ser extremamente adaptado – como de fato é. Sendo assim, a região do Chaco seco e Chaco úmido é a única região do mundo onde há bosques subtropicais de clima seco; em outras regiões do mundo de mesma latitude há desertos (Matteucci, Rodriguez & Silva, 2017). Outrossim, é de grande relevância discernir que esta região se trata de uma planície, habitualmente denominada de "Llanura Chaco-Pampeana".

A região (ecorregião) do Chaco Seco compreende as latitudes 33,8º S a 22º S e -67,5º O a 59,2º O. Neste sentido, a área de estudo do presente trabalho é considerada Chaco Seco. A vegetação típica desta ecorregião é o Bosque xerófilo estacional aberto de três estratos – Aspidosperma e Prosopis spp; leguminosas e zigofiláceas e um extrato herbáceo onde há predomínio de gramíneas megatérmicas (Matteucci et al., 2017). Em outras palavras, esta região pode ser caracterizada como Selva Seca. Porém, é válido destacar que a forma de vida arbustiva tende ser a mais frequente. Matteucci et al. (2017) disserta que a forma de vida arbustiva é considerada como uma resposta evolutiva a complexos fatores geradores de estresse – como altas temperaturas, queimadas e deficiência hídrica – o que resultam em estratégias de regeneração singulares.

Entretanto, o panorama geral, no que tange a vegetação nativa do Chaco Seco, está incomensuravelmente distante do aceitável. Com exceção das matas semixerófilas conhecidas como “El Impenetrable” (maior parque nacional de preservação do norte argentino), a vegetação original se mostra preservada, por ações governamentais, porém ameaças são verificadas dentro de sua área de reserva e especialmente em seu entorno (Popolizio, 1996).

Dado este soturno cenário, onde há uma constante mudança de uso do solo, que resulta na extração da mata nativa e inserção de cultivos extensivos, em especial a soja, inúmeros impactos são causados na esfera ambiental, social e econômica. Somando o alto valor de mercado da soja, com um ambiente plano e climaticamente propício, é coerente que exista um predomínio acentuado deste cultivo. Porém, é de extrema urgência compreender que os impactos transcendem os benefícios econômicos, e impactam diretamente variáveis de extrema importância, como a biodiversidade, qualidade do solo, temperatura de superfície e até mesmo o ciclo hidrológico.

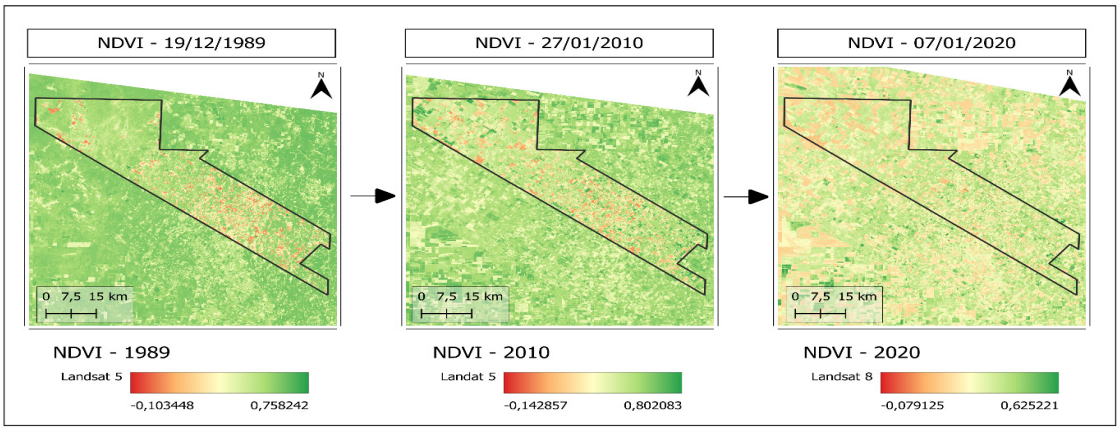
De maneira sintética, o Sensoriamento Remoto (SR) pode ser definido como o conjunto de técnicas empregadas para coletar informações sem que exista a necessidade de um contato físico entre eles (Jensen, 2009). Porém, uma definição ainda mais complexa é concebida por Florenzano (2011): “Sensoriamento Remoto é a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação da energia refletida ou emitida pela superfície”. Compreendendo a definição de SR, é imprescindível concernir que todos os corpos emitem radiação, exceto se ele atingir o zero absoluto, algo impossível de acordo com a terceira lei da termodinâmica. Além disso, é válido destacar que diferentes objetos emitem diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas, e é a partir desta premissa que o pesquisador extrai informações.

Dada esta conjuntura, entre diversos índices de vegetação, como o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Vegetação Melhorado (EVI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizado (NDVI), o último mencionado é o mais amplamente utilizado (Cheret e Denux, 2011 apud Ke et al., 2015; Hielkema et al., 1986 apud Ke et al., 2015; Im et al., 2012b apud Ke et al., 2015; Li et al., 2013 apud Ke et al., 2015; Meng et al., 2013 apud Ke et al., 2015; Ozdemir, 2014 apud Ke et al., 2015; Yuan et al., 2014 apud Ke et al., 2015; Zhang et al., 2003 apud Ke et al., 2015). Estes índices de vegetação têm importância extremamente significativa em diversas variáveis ambientais, como cobertura vegetal, condições de saúde da vegetação, fenologia das plantas e mudanças nos ecossistemas (Chen et al., 2012 apud Ke et al., 2015; De Beurs e Henebry, 2004 apud Ke et al., 2015; Glenn et al., 2008 apud Ke et al., 2015; Gong et al., 2012 apud Ke et al., 2015; Lambert et al., 201 apud Ke et al., 2015). Além disso, é possível correlacionar os índices de vegetação com ondas de calor e secas assim como a evapotranspiração das plantas (*ibid.*).

A utilização do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) associada à temperatura de superfície revela-se metodologicamente relevante para a interpretação das transformações ambientais contemporâneas. Segundo Jensen (2009) e Florenzano (2011), o NDVI constitui um dos principais indicadores utilizados em estudos ambientais para avaliar vigor vegetativo, densidade da cobertura vegetal e processos de degradação ambiental. Quando relacionado à temperatura superficial, o índice permite identificar áreas submetidas a maior pressão antrópica, possibilitando análises integradas entre clima, uso da terra e dinâmica territorial.

Dado este cenário, através de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, obtidas respectivamente pelos sensores TM e OLI, foram realizados mapas de NDVI (figura 2) para os anos de 1989; 2010 e 2020. Cabe salientar que todas estas imagens tratam-se do

Figura 2 - Variação do NDVI em um intervalo de 30 anos.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir das imagens NDVI de Satélites Landsat 5 e Landsat 8, 2023.

verão de seus respectivos anos, abrangendo os meses de dezembro e janeiro.

A partir destas imagens, é possível realizar algumas inferências: A imagem de 1989 possui mais vegetação fotossinteticamente ativa em relação aos anos de 2010 e 2020. A partir desta observação, é deduzível que há mais vegetação em 1989 do que em outros anos. Porém, é válido destacar que há espécies de plantas que, mesmo saudáveis, perdem suas folhas, seja em decorrência da sazonalidade climática, expressa por variações termais ou de precipitação. Uma exemplificação é o Plátano, que perde suas folhas no inverno. Além disso, ao realizarmos uma observação minuciosa das imagens, percebe-se que na imagem de 2020 há uma presença vigorosamente maior de lavouras em relação ao NDVI de 1989. Este diagnóstico pode ser validado ao analisar os inúmeros polígonos territoriais, comumente áreas de cultivos, presentes na figura de 2020 frente as outras.

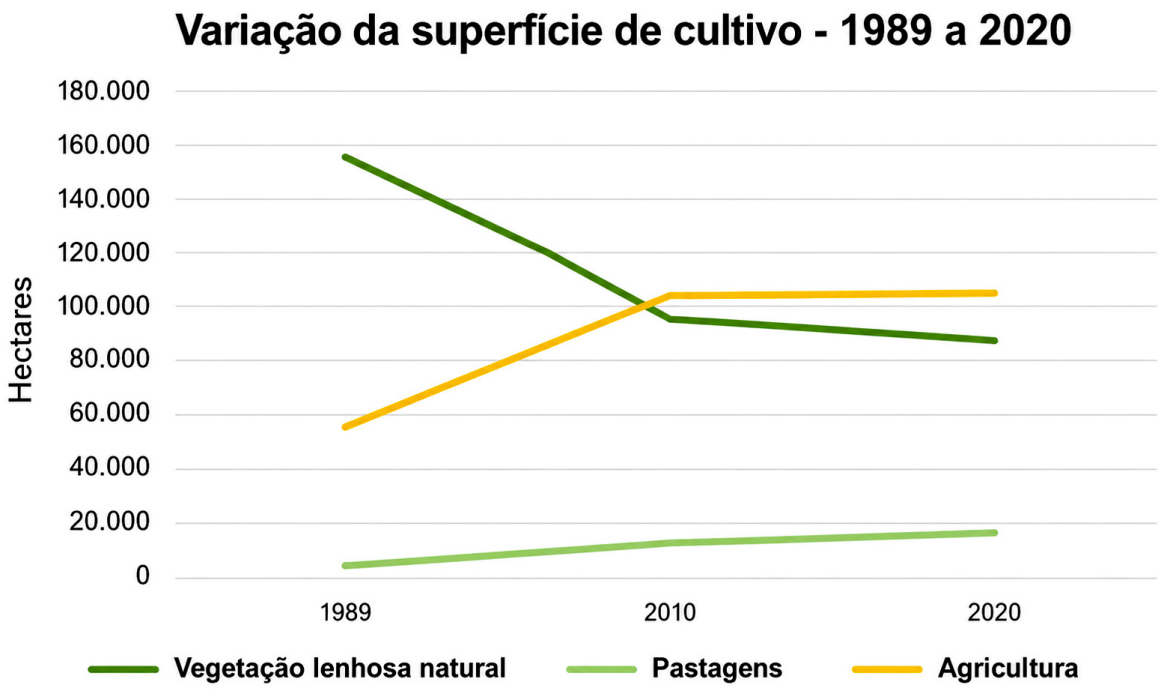
Outrossim, utilizando os dados do Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Chaco (Mapbiomas – Chaco, 2023), foi possível validar estas observações. Ao analisar a variação do uso do solo para o período, conforme o gráfico 1, podemos acrescentar importantes informações, quais sejam: no ano de 1989, 71,92% do Departamento Nove de Julho era composto por vegetação lenhosa natural (classificação Mapbiomas). Porém, no ano de 2020, esta porcentagem caiu para 40,02%, o que significa uma queda de 31,88% de área natural (Mapbiomas, 2023). Além disso, 26,87% do território possuía áreas agropecuárias no ano de 1989. Em contrapartida, em 2020, cerca de 56,73% do Departamento é preenchido por áreas agropecuárias (IBID).

A AGRICULTURA E SUAS PARTICULARIDADES

Não podemos esquecer duas variáveis históricas, sendo a primeira uma necessidade de retirada da cobertura vegetal natural não só para a formação de fazendas de gado, mesmo observando que a vegetação original poderia sustentar a criação de gado bovino rústico e num sistema de criação extensivo sem divisas particulares, como os cercadios; e no segundo momento, a retirada da mesma cobertura vegetal para a implantação de cultivos diversos, com destaque inicial as plantações de algodão. Também fazemos referência a extração de madeira para diversos fins, independente do uso do solo para atividades agropastoris, que sustentou e ainda sustenta uma atividade econômica florestal. O gráfico 1 aponta declínio da vegetação lenhosa natural e o marco histórico onde a agricultura supera a área ocupada, seguida de um leve crescimento das áreas de pastagens.

Ainda no que diz respeito as condições naturais, a província de Chaco encontra-se, como apresentado antes, dentro de domínios climáticos semitropical, com predominância para subtropical húmido, embora as características da semiaridez, se façam presentes à medida

Gráfico 1 - Variação da área de cultivo entre 1989 e 2020 no Departamento Nove de Julho, Província do Chaco.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Mapbiomas – Chaco, 2023. https://brasil.mapbiomas.org/.

que avançamos para o oeste. Todavia a distribuição de chuvas ocorre de forma espacial e distribuída pela província, o que antes favoreceu a densa cobertura vegetal natural e formação de bosques florestais característico do grande Chaco. Essa mesma distribuição de chuvas proporcionou as condições ideais para os cultivos de grãos e também do algodão. Mesmo com uma variável pluviométrica maior que 1500mm anuais para a parte úmida da província, o Departamento Nove de Julho conta com índices variáveis com máxima até 900mm (figura 3), mas não o isenta de períodos de longas estiagens, registradas ao longo dos anos.

Esses períodos de estiagem também podem ser avaliados como momentos em que os produtores não conseguiram realizar cultivos e tiveram perdas financeiras significativas; também podemos acrescentar o período inverso onde as chuvas se prolongaram e também causaram perdas. Soma-se as instabilidades climáticas, pragas diversas e desequilíbrios na balança comercial nacional e internacional.

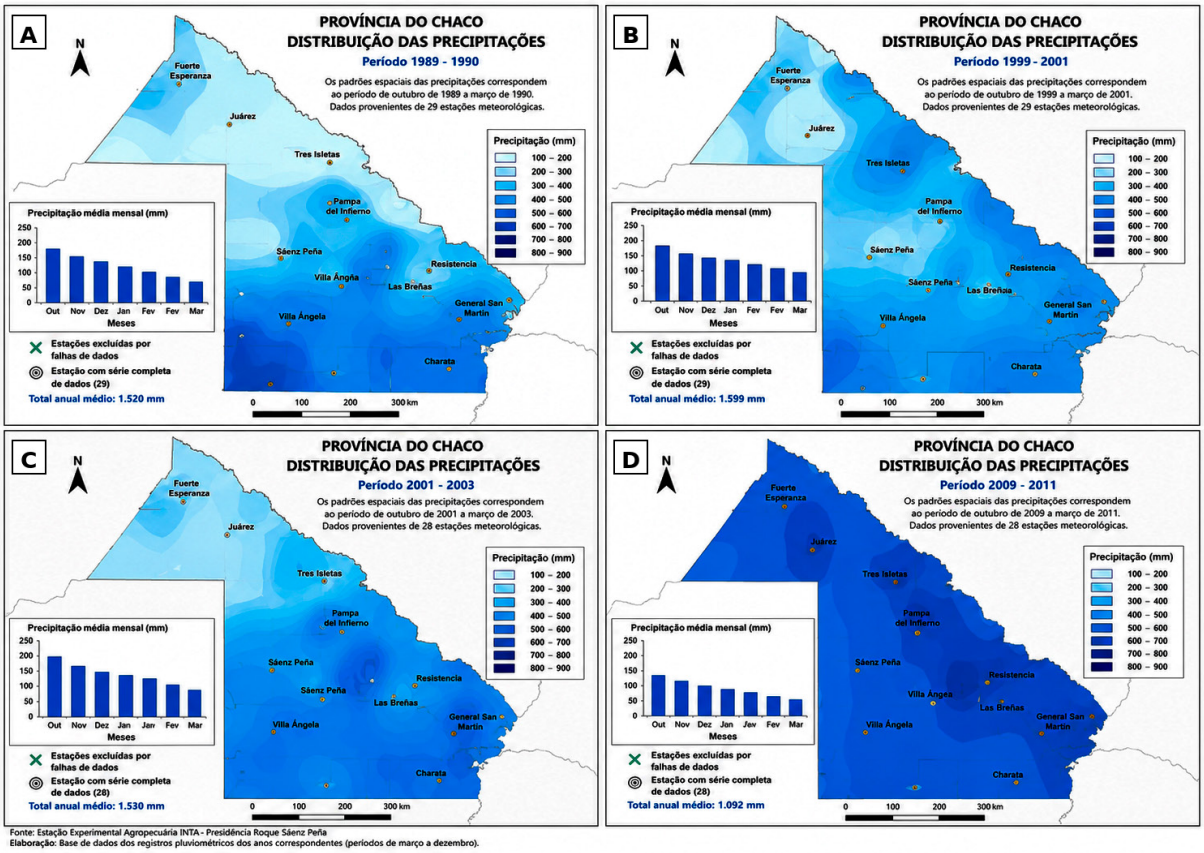
Somando-se os solos maioritariamente argilosos e de extensa planicidade, as condições naturais favoreceram especialmente a agricultura mecanizada, principalmente da soja. Para esse cultivo, os elementos apresentados de um corredor com características de cerrado e savana, foram os elementos ideais para o seu desenvolvimento, atrelados aos demais agentes econômicos, políticos e tecnológicos que fizeram da soja um novo pilar da economia provincial.

Segundo a Embrapa (2023), em suas recomendações sobre plantio e cultivos ela destaca:

> Durante o período de germinação, as temperaturas ideais do solo para a cultura de milho estariam entre 25 ºC e 30 ºC, sendo que temperaturas do solo inferiores a 10 ºC ou superiores a 40 ºC ocasionam prejuízo sensível à germinação. As temperaturas entre 23 °C e 32 °C são geralmente consideradas como não estressantes para a planta de algodão. A soja se adapta melhor às regiões onde as temperaturas oscilam entre 20 ºC e 30 ºC sendo que a temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30 °C. A semeadura da soja não deve ser realizada quando a temperatura do solo estiver abaixo dos 20 °C, pois a germinação e a emergência da planta ficam comprometidas (EMBRAPA, 2023).

A seguir, observamos um intervalo de tempo para a distribuição e volume de precipitação das chuvas em Chaco e qual sua relevância para a formação da cobertura vegetal natural e as atividades agrícolas desenvolvidas, especialmente no Dpto. Nove de Julho. A região denomina de “domo-agrícola”, espacialmente

Figura 3 - Província do Chaco – distribuição das precipitações: 1989-2011 (A: 1989-1990; B: 1999-2001; C: 2001-2003; D: 2009-2011).



Fonte: Plano de Gestão Integrada de Riscos Agropecuários da Província do Chaco, 2019.

para a Provincia de Chaco, conta também com seus limites estendidos as províncias de Santiago del Estero e Entre Rios, províncias estas que apresentam também destaque agrícola em grãos, especialmente a soja.

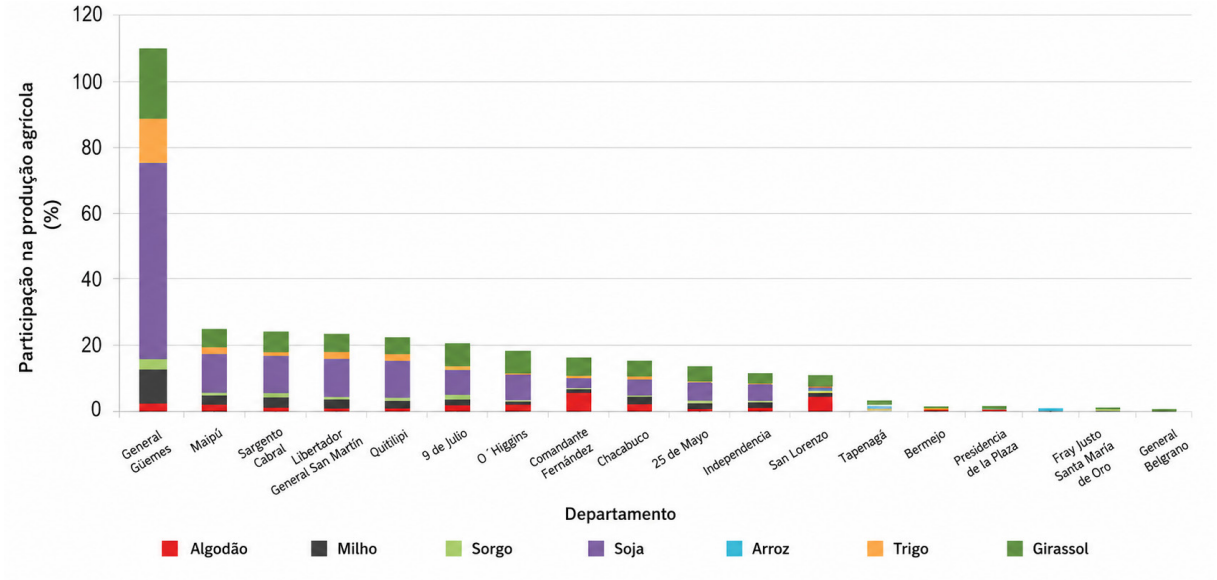
Retomando o debate da agricultura, e suas justificativas para encontrar um espaço produtivo em meio as condições naturais singulares a província de Chaco e depois ao Departamento Nove de Julho, observamos que a gráfico 2 apresenta os principais cultivos realizados no departamento. Em sua análise podemos verificar que o departamento Almirante Brawn, apresenta considerável desenvolvimento agrícola, se destacando nitidamente dos demais departamentos, mesmo sabendo que grande parte da sua superfície pertence ao "El Impenetrable"[1], e que também nos últimos anos vem deixando de lado sua característica florestal e vem se dedicando ao cultivo da soja.

Para o Dpto. Nove de Júlio (gráfico 2), suas atividades agrícolas mostram um cento equilíbrio, todavia a soja se destaca entre os cultivos de milho e girassol. Sendo o girassol uma oleagínea, o mesmo para a soja, uma leguminosa e oleagínea, o cultivo de girassol sempre se fez presente na província de Chaco. No Departamento Nove de Julho, o Gráfico 2 mostra o girassol como o segundo cultivo de maior participação entre os cultivos representados, atrás apenas da soja. No âmbito provincial, sua relevância também é expressiva: na safra 2016/2017, o Chaco respondeu por 20,05% da produção nacional de girassol, com 711.027 toneladas colhidas (CHACO, 2019). Um maior destaque está no algodão, que é um cultivo pioneiro entre a população de migrantes e fez da província o espaço majoritário de seu cultivo, a nível nacional, até seu declínio pós 1990. Destacando as condições de declínio do cultivo do algodão, ele ainda se faz presente nas escalas produtivas da província.

> A queda nos preços internacionais da fibra explica apenas parcialmente a sojização, isto é, a substituição progressiva do cultivo do algodão pelo cultivo da soja. As facilidades para a incorporação de tecnologias provenientes do exterior não produziram efeitos significativos apenas sobre a indústria e os serviços, mas também deixaram marcas profundas na produção primária. Assim, com a introdução de sementes geneticamente modificadas, a partir da autorização para comercialização no país da soja resistente ao glifosato – variedade RR – em 1996, buscava-se enfrentar a queda dos preços internacionais por meio da redução dos custos com mão de obra e agroquímicos, como parte de uma estratégia de avanço dos grandes produtores em associação com companhias multinacionais (CHACO, 2019, p. 67).

Nesse contexto, a soja encontra seu espaço nas adversidades climática, financeiras e limitações tecnológicas deixadas pelos cultivos tradicionais, que abriram as fronteiras para a agricultura moderna e com capital financeiro nacional e internacional. A soja, silenciosamente disputa os espaços com os cultivos que ainda se fazem presentes nas áreas de lavoura, como também estimula a ampliação de novas áreas de cultivo por demanda de espaço dentro da vegetação nativa. Sua espacialização crescente e contínua pode ser também verificada na distribuição da produção agrícola Chaquenha, em relação a toda produção agrícola provincial.

Gráfico 2 - Distribuição percentual da produção agrícola por cultivo e por departamento, safra 2018/19, Província do Chaco.



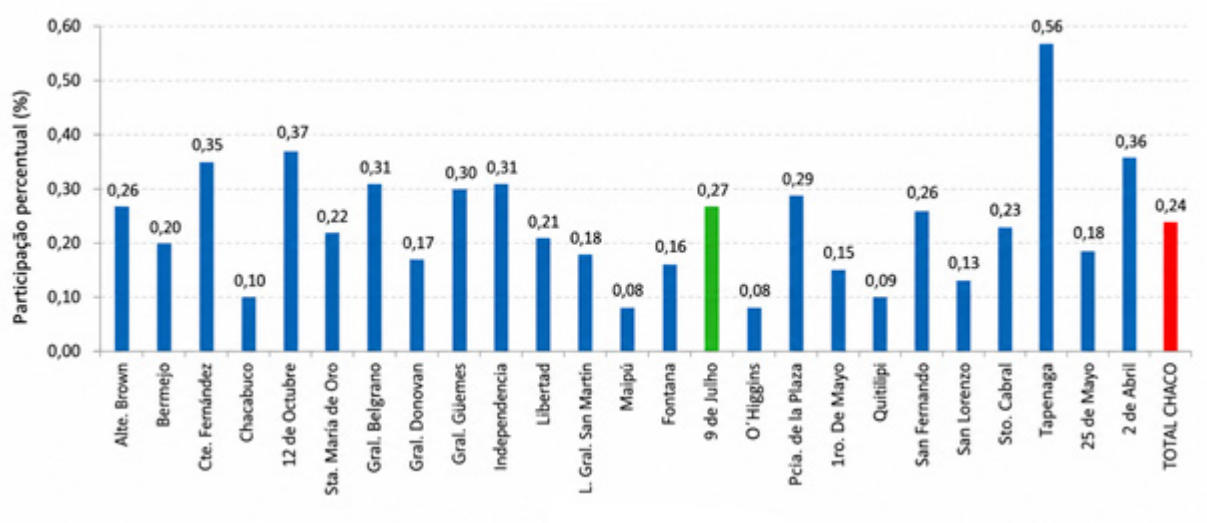
Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do Ministério da Produção da Província do Chaco, 2020.

[1]"El Impenetrable" denomina uma extensa região de bosque nativo no noroeste da Província do Chaco, associada ao Chaco Seco e historicamente caracterizada por baixa acessibilidade e reduzida ocupação agrícola (CHACO, 2019).

Além do algodão que foi base produtiva da província de Chaco, as fazendas de gado se fazem presente no espaço e a história de formação provincial. Os animais de raças rústicas encontraram espaço pela adaptação as temperaturas elevadas e a escassez de pastagens, em contrapartida as áreas alagadas que dificultavam o pastoreio. Todavia sua criação foi gradativamente estimulada em direção ao oeste da província, juntamente com a agricultura tradicional de subsistência e o algodão. Nesse contexto, mais uma vez retomamos os bosques chaquenhos com a extração de madeira, em especial para a produção de tanino, substancia química também utilizada para beneficiar a pele do gado bovino, transformando em couro, ampliando o valor agregado para a comercialização, Cuadra (2018). O gráfico 3, apresenta a distribuição produtiva do gado bovino em Chaco; o Dpto Nove de Júlio se destaca acima da média provincial na produção de gado. Destacamos que há uma distinta especialização na produção do gado bovino fazendo com que a província de Chaco seja especializada na criação de rebanhos para depois realocá-los para áreas de recria e engorda, dentro do país.

Retornado ao tema de nosso debate, o desmatamento e a agricultura, por alguns momentos encontramos o cultivo da soja como a nova atividade econômica primária. As estatísticas e leituras apresentadas pelos órgãos de governo da República Argentina, sugerem, em especial para as áreas com cobertura vegetal natural, que o cultivo de soja não foi o maior responsável pela retirada da vegetação original, uma vez que a história econômica de formação da província se baseava, primeiro na exploração das florestas e depois na produção do algodão. Essas duas atividades econômicas pioneiras só puderam se desenvolver com o desmatamento dos bosques nativos, e que a soja apenas ocupou os espaços “abandonados ou esquecidos” por essas atividades. Entretanto, o relatório (CHACO: informe productivo provincial, 2019), afirma que novas áreas de bosque e vegetação original estão sendo agregadas para o cultivo de soja. Os dados cartográficos produzidos nesta pesquisa confirmam a expansão das áreas agropecuárias e a redução da vegetação lenhosa natural no Departamento Nove de Julho entre 1989 e 2020. Esses resultados corroboram o avanço da fronteira agrícola sobre áreas anteriormente vegetadas, embora os dados cartográficos utilizados não permitam atribuir toda essa conversão especificamente ao cultivo da soja.

Gráfico 3 - Orientação produtiva da pecuária por departamento do Chaco. Ano 2018.

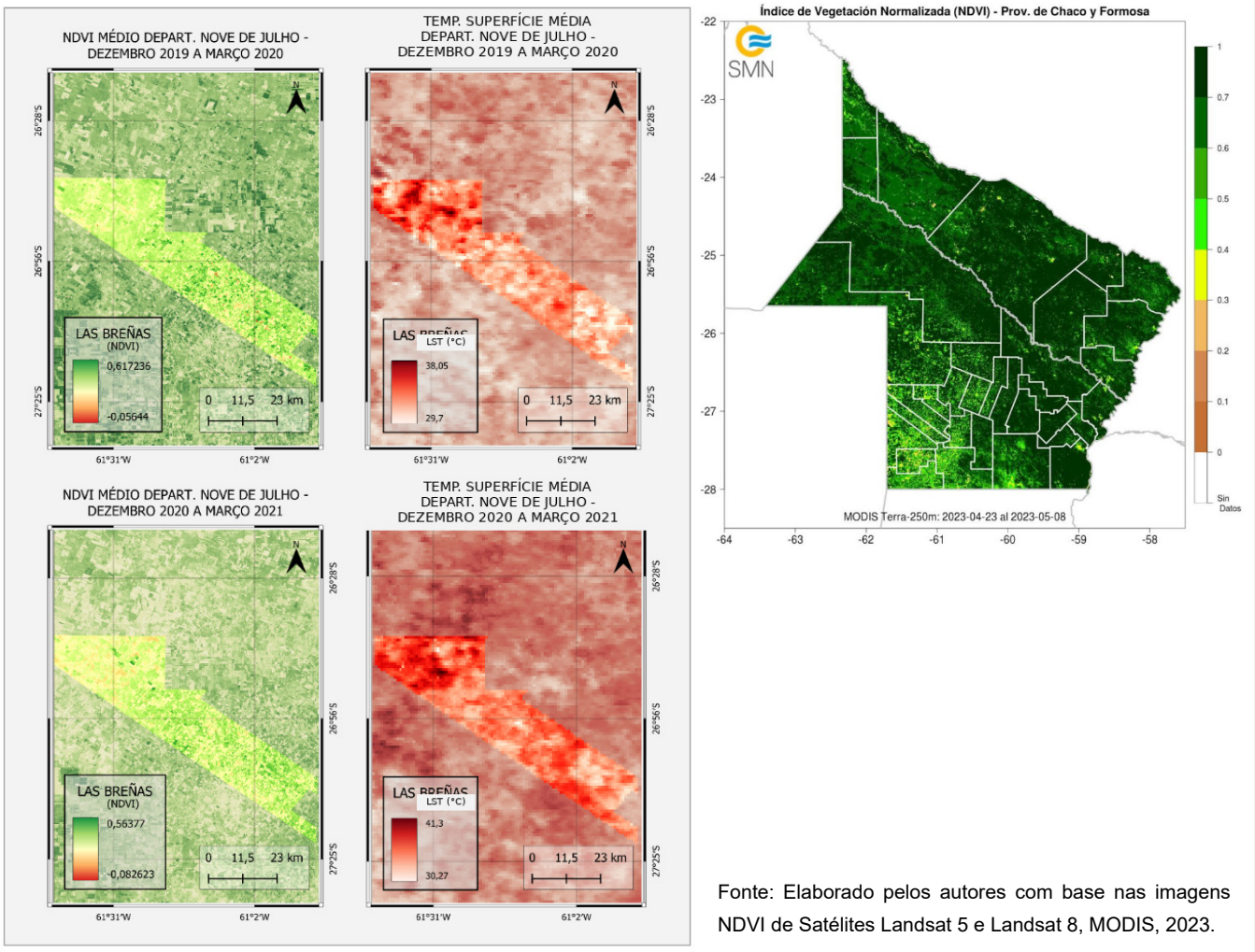


Fonte: Elaborado pelos autores com base em informações da DNSA – SENASA.

As atividades agropastoris e posterior a agricultura da soja, criam condições especiais visíveis, espacialmente para o desmatamento e depois para a condições de temperatura da região (figura 4). Ao observarmos o comportamento da temperatura antes e depois dos cultivos, podemos perceber uma nítida mudança da temperatura de superfície; por sua vez a cobertura vegetal natural vem perdendo espaço entre os cultivos e as áreas destinadas a agricultura. Mesmo os governos estabelecendo espaços definidos para a preservação ambiental o capital internacional e financeiro, se mostra tão veloz quanto a velocidade que o motosserra e o fogo avançam sobre as áreas de proteção.

A partir da integração entre índices de vegetação e temperatura de superfície obtidos por sensoriamento remoto, a figura evidencia uma associação visual entre redução da cobertura vegetal nativa e elevação das temperaturas superficiais, especialmente nas áreas submetidas à intensificação das atividades agropecuárias e à expansão da fronteira agrícola.

Figura 4 - NDVI médio e temperatura média de superfície (°C) para o Dpto. Nove de Julho – Chaco/AR.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas imagens NDVI de Satélites Landsat 5 e Landsat 8, MODIS, 2023.

A análise espacial demonstrada na figura 4 permite identificar que as áreas com maior densidade de cobertura vegetal apresentam temperaturas relativamente mais amenas, enquanto os espaços ocupados por agricultura mecanizada, solos expostos e áreas antropizadas registram temperaturas superficiais mais elevadas. Tal comportamento está diretamente relacionado às funções ecológicas desempenhadas pela vegetação, sobretudo no controle do balanço energético, da umidade do solo e dos processos de evapotranspiração. Conforme destacam Oke (1987) e Lombardo (1985), a cobertura vegetal atua como importante reguladora térmica, reduzindo a absorção excessiva de radiação solar e contribuindo para a estabilidade microclimática dos ambientes terrestres.

No contexto do Chaco argentino, essa relação adquire ainda maior relevância diante do avanço recente do agronegócio e da substituição progressiva da vegetação nativa por monoculturas voltadas ao mercado internacional, especialmente a soja. Conforme discutido anteriormente neste artigo, a expansão agrícola intensificada a partir da década de 1990 promoveu significativas alterações ambientais e territoriais na região, associadas à incorporação de novas tecnologias, mecanização agrícola e avanço da fronteira agrária sobre áreas anteriormente ocupadas por bosques xerófilos típicos do Chaco Seco. Esse processo encontra correspondência direta nos resultados apresentados pela Figura 4, uma vez que as áreas de menor cobertura vegetal tendem a apresentar maior aquecimento superficial.

Além disso, a figura evidencia como o processo de modernização agrícola interfere diretamente nas dinâmicas climáticas locais. Conforme argumenta Santos (2008), a incorporação desigual de técnicas e objetos técnicos transforma profundamente a relação sociedade-natureza, subordinando os territórios à lógica da produção capitalista. No caso do Departamento Nueve de Julio, a expansão da agricultura mecanizada não apenas reorganiza o espaço agrário, mas também modifica elementos ambientais fundamentais, como temperatura, umidade e cobertura vegetal.

Outro aspecto importante refere-se à vulnerabilidade ambiental do Chaco Seco. A retirada da vegetação nativa reduz a capacidade de retenção hídrica dos solos, intensifica processos erosivos e contribui para o aumento das temperaturas superficiais, potencializando

eventos climáticos extremos. Conforme apontam Matteucci et al. (2017), o Chaco constitui uma das regiões sul-americanas mais pressionadas pela expansão agropecuária, apresentando aceleradas taxas de desmatamento e crescente fragmentação dos ecossistemas naturais.

Nesse sentido, a Figura 4 ultrapassa uma simples representação cartográfica ou climática, constituindo importante instrumento de análise territorial. Seus resultados demonstram que as transformações produtivas recentes da Província do Chaco produzem impactos ambientais diretamente perceptíveis nas dinâmicas fito-climáticas regionais. A relação inversamente proporcional entre cobertura vegetal e temperatura de superfície reforça a necessidade de pensar estratégias de planejamento territorial e conservação ambiental capazes de minimizar os impactos da expansão agrícola sobre os ecossistemas chaqueños.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do Departamento Nueve de Julio evidencia que a expansão agrícola no interior da Província do Chaco está diretamente associada às transformações recentes da agricultura latino-americana, marcadas pela intensificação do agronegócio, pela ampliação da fronteira agrária e pela incorporação de tecnologias agrícolas modernas.

O avanço das monoculturas voltadas à exportação, especialmente da soja, promoveu profundas transformações ambientais, econômicas e territoriais, alterando significativamente a cobertura vegetal e as dinâmicas fito-climáticas regionais. Ao mesmo tempo, observou-se crescente dependência das condições climáticas, tornando a agricultura local vulnerável a eventos extremos e oscilações ambientais.

As análises realizadas demonstram que as transformações territoriais do Chaco argentino não podem ser compreendidas apenas sob perspectiva econômica, mas exigem interpretação integrada entre natureza, técnica e sociedade. A intensificação agrícola, embora tenha ampliado a produtividade regional, também aprofundou problemas relacionados ao desmatamento, à degradação ambiental e à perda de biodiversidade.

Dessa forma, torna-se fundamental pensar estratégias de planejamento territorial e desenvolvimento sustentável capazes de conciliar produção agrícola, conservação ambiental e equilíbrio socioeconômico na Província do Chaco. A utilização de geotecnologias e análises espaciais mostrou-se essencial para compreender as dinâmicas territoriais contemporâneas e os impactos da agricultura moderna sobre os ecossistemas regionais.

O desmatamento afeta diretamente as populações originais, nesse caso destacamos a Provincia de Chaco como um espaço onde se encontra grande contingente populacional original. Em segundo o esgotamento hídrico e o estresse do solo sobre a agricultura mecanizada e comercial, patrocinada por capital financeiro.

A importância significativa da preservação dos bosques e da cobertura vegetal natural é indispensável para a agricultura se manter ativa e produtiva. Nesse enlace, frágil e delicado, as duas partes envolvidas podem coabitar o mesmo espaço com potencialidade e resultados positivos que venham satisfazer as necessidades da sociedade sem perdas definitivas de fauna e flora.

Nos parece algo não realizável, mas a agroecologia e os manejos sustentáveis são exemplos a serem seguidos. Na província de Chaco, a cobertura vegetal natural encontra espaços de preservação e proteção. Todavia, leis e recursos mais eficazes são demandados para que tais condições sejam alcançadas. Mudanças significativas e efetivas nos tratos culturais da agricultura também devem se fazer presentes para a manutenção da vida e da economia local e provincial.

REFEÊNCIAS

ALVARENGA, Alexandre A.; MORAES, Mário Emmanuel de O.; AZEVEDO, Luciana Luiza C. *Agrometeorologia: princípios, funcionalidades e instrumentos de medição*. São Paulo: Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788536521480. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536521480/. Acesso em: 23 nov. 2023.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. Disponível em: https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoade-j-o-_introducao_a_climatologia_para_os_tropicos.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

CHACO. Ministerio de Planificación y Ambiente; Ministerio de Producción. *Plan de gestión integrada de riesgos agropecuarios de la Provincia del Chaco*. Resistencia, 2019. Disponível em: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/girsar_-_chaco_-_ppgira_ago19_compressed.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

CUADRA, D. E. La explotación forestoindustrial en el Chaco. In: BRAC, Marcela (org.). *El norte forestal: estudios sobre el territorio santafesino*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones, 2018. p. 37-55.

DE BEURS, Kirsten M.; HENEBRY, Geoffrey M. Land surface phenology, climatic variation, and institutional change: analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. Remote Sensing of Environment, v. 89, n. 4, p. 497-509, 2004. DOI: 10.1016/j.rse.2003.11.006. Os prenomes Kirsten e Geoffrey são confirmados por registros institucionais.

DIARIO NORTE. En una semana muy fría, el récord fue para el interior con 9,7 grados bajo cero. Disponível em: http://www.diarionorte.com/article/46595/en-una-semana-muy-fria-el-record-fue-para-el-interior-con-97-grados-bajo-cero. Acesso em: 8 dez. 2023.

EMBRAPA. *Agência de Informação Tecnológica: soja*. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/exigencias-climaticas/temperatura. Acesso em: 9 dez. 2023.

ESCOBAR, Gustavo Carlos Juan; SELUCHI, Marcelo Enrique. Classificação sinótica dos campos de pressão atmosférica na América do Sul e sua relação com as baixas do Chaco e do noroeste argentino. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 365-378, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/P3PJx3zRcLrH5mB6gk7xd9Q/?lang=pt. Acesso em: 10 dez. 2023.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. *Iniciação em sensoriamento remoto*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GLENN, Edward P.; HUETE, Alfredo R.; NAGLER, Pamela L.; NELSON, Stephen G. Relationship between remotely-sensed vegetation indices, canopy attributes and plant physiological processes: what vegetation indices can and cannot tell us about the landscape. Sensors, v. 8, n. 4, p. 2136-2160, 2008. DOI: 10.3390/s8042136.

GONG, Binglei; IM, Jungho; JENSEN, John R.; COLEMAN, Mark; RHEE, Jinyoung; NELSON, Eric. Characterization of forest crops with a range of nutrient and water treatments using AISA hyperspectral imagery. GIScience & Remote Sensing, v. 49, n. 4, p. 463-491, 2012. DOI: 10.2747/1548-1603.49.4.463.

GOYAL, Megh Raj; BUILES, Victor Hugo Ramirez. *Elementos de agroclimatologia*. Risaralda: Universidad de Santa Rosa Cabal, 2007. Disponível em: http://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/agroclimatologia.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

HIELKEMA, J. U.; PRINCE, Stephen D.; ASTLE, William L. Rainfall and vegetation monitoring in the Savanna Zone of the Democratic Republic of Sudan using the NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer. International Journal of Remote Sensing, v. 7, n. 11, p. 1499-1513, 1986. DOI: 10.1080/01431168608948950. Stephen Prince e William Astle podem ser identificados com segurança pelas fontes disponíveis.

IM, Jungho; LU, Zhenyu; RHEE, Jinyoung; QUACKENBUSH, Lindi J. Impervious surface quantification using a synthesis of artificial immune networks and decision/regression trees from multi-sensor data. Remote Sensing of Environment, v. 117, p. 102-113, 2012. DOI: 10.1016/j.rse.2011.06.024.

JENSEN, John R. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

KE, Yinghai et al. Characteristics of Landsat 8 OLI-derived NDVI by comparison with multiple satellite sensors and in situ observations. *Remote Sensing of Environment*, v. 164, p. 298-313, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425715001327. Acesso em: 10 dez. 2023.

LHOMME, Jean-Paul. *Elementos de agroclimatologia*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1984. Disponível em: http://52.165.25.198/bitstream/handle/11324/15982/BVE21041893e.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

LI, Manqi; IM, Jungho; BEIER, Colin. Machine learning approaches for forest classification and change analysis using multi-temporal Landsat TM images over Huntington Wildlife Forest. GIScience & Remote Sensing, v. 50, n. 4, p. 361-384, 2013. DOI: 10.1080/15481603.2013.819161.

LOMBARDO, Magda Adelaide. *Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1985.

MATTEUCCI, Silvia D.; RODRÍGUEZ, Adriana; SILVA, Mariana E. La vegetación de la Argentina. *Fronteras*, Buenos Aires, n. 15, p. 1-15, 2017. Disponível em: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/60315/CONICET_Digital_Nro.e9a937c5-60f4-4a68-863e-5f000bfc2152_A.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

MATTEUCCI, Silvia; RODRÍGUEZ, Adriana; SILVA, Mariana. *Ecorregión del Chaco Seco*. Buenos Aires: INTA, 2017.

MENG, Qingmin; COOKE, William H.; RODGERS, John. Derivation of 16-day time-series NDVI data for environmental studies using a data assimilation approach. GIScience & Remote Sensing, v. 50, n. 5, p. 500-514, 2013. DOI: 10.1080/15481603.2013.823733.

MINISTERIO DE HACIENDA DE LA NACIÓN. *Chaco: informe productivo provincial*. Buenos Aires: Dirección Nacional de Asuntos Provinciales, 2019. Disponível em: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_productivo_chaco-dic2021.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

OKE, Timothy R. *Boundary layer climates*. 2. ed. London: Routledge, 1987.

OZDEMIR, Ibrahim. Linear transformation to minimize the effects of variability in understory to estimate percent tree canopy cover using RapidEye data. GIScience & Remote Sensing, v. 51, n. 3, p. 288–300, 2014. DOI: 10.1080/15481603.2014.912876.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, p. 1633-1644, 2007. Disponível em: https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html. Acesso em: 10 dez. 2023.

POPOLIZIO, Elizeu. Unidades geomorfológicas do nordeste argentino. Resistencia: Universidad Nacional del Nordeste, 1996. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/download/61810/31921/265057. Acesso em: 10 dez. 2023.

PROJETO MAPBIOMAS. *Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. São Paulo, 2023. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/. Acesso em: 9 dez. 2023.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

SARTORI, M. G. B. *O vento norte*. Santa Maria: DR Publicidade, 2016.

SELUCHI, Marcelo Enrique; SAULO, Andrea Celeste. Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco: características, diferenças e semelhanças. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 49-60, 2012. Disponível em: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/17228/CONICET_Digital_Nro.21136.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

SELUCHI, Marcelo Enrique; SAULO, Andrea Celeste. Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco: características, diferenças e semelhanças. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 27, n. 1, p. 49-60, 2012. DOI: 10.1590/S0102-77862012000100006.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Características: estadísticas de largo plazo. Buenos Aires, 2023. Disponível em: https://www.smn.gob.ar/estadisticas. Acesso em: 10 dez. 2023.

STEIN, Ronei T. et al. *Cartografia digital e sensoriamento remoto*. Porto Alegre: Grupo A, 2020. E-book. ISBN 9786556900339. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556900339/. Acesso em: 28 nov. 2023.

WOLLMANN, Cássio Arthur; GALVANI, Emerson. *Zoneamento agroclimático*. Porto Alegre: Buqui Livros Digitais, 2014. Disponível em: https://books.google.es/books?id=6KVCBAAAQBAJ. Acesso em: 10 dez. 2023.

YUAN, Fei; WANG, Cuizhen; MITCHELL, Martin. Spatial patterns of land surface phenology relative to monthly climate variations: US Great Plains. GIScience & Remote Sensing, v. 51, n. 1, p. 30-50, 2014. DOI: 10.1080/15481603.2014.883210.

ZHANG, Xiaoyang; FRIEDL, Mark A.; SCHAAF, Crystal B.; STRAHLER, Alan H.; HODGES, John C. F.; GAO, Feng; REED, Bradley C.; HUETE, Alfredo. Monitoring vegetation phenology using MODIS. Remote Sensing of Environment, v. 84, n. 3, p. 471-475, 2003. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00135-9.