

CAPRINOCULTURA COMO ESTRATÉGIA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL: COMO CAPRINOS PODEM PASSAR DE AMEAÇA À DESERTIFICAÇÃO PARA AGENTES DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO

GOAT FARMING AS AN ENVIRONMENTAL PRESERVATION STRATEGY:
HOW GOATS CAN GO FROM A THREAT TO AGENTS AGAINST THE DESERTIFICATION

Saulo Gusmão da Silva de TARSO¹  e Manoel Henrique Alves de LORENA² 

RESUMO

A preservação ambiental na agropecuária é um tema importante e atual, com foco na situação específica da Caatinga no Brasil e sua relação com a caprinocultura. A Caatinga é um bioma único, conhecido por suas características ambientais e desafios particulares, incluindo o problema da desertificação. A Caatinga tem sido apontada como o trunfo brasileiro no combate às mudanças climáticas, pois provou-se que o bioma é o mais eficiente no sequestro de carbono entre todos os outros estudados. Sistemas pecuários pouco sustentáveis têm sido apontados como uma das causas das mudanças climáticas no último século. A expansão das áreas de pastagem, o desmatamento e as monoculturas para suporte nutricional da produção pecuária são citados como fatores preocupantes. A Caatinga é apresentada como uma área com grande potencial para a produção de alimentos, no entanto, é o bioma menos protegido no Brasil, com apenas 8% do seu total em áreas federais de proteção e significativa modificação da cobertura vegetal através do desmatamento. A caprinocultura é associada à degradação da vegetação nativa na Caatinga, sendo apontada como uma das responsáveis pelos processos de desertificação. O manejo inadequado dos rebanhos caprinos, criados soltos e em grande número, é identificado como um problema. Diante disso, a abordagem proposta para este estudo reconhece o potencial da caprinocultura como promotora da recuperação ambiental da Caatinga quando praticada corretamente. Destaca-se que, quando bem manejados, os caprinos podem estimular o crescimento vegetal e auxiliar na recuperação de áreas degradadas no semiárido brasileiro. Por conseguinte, é fundamental para os futuros comércios baseados na pauta ambiental repensar as práticas de manejo na agropecuária, especialmente no contexto do bioma Caatinga, onde a caprinocultura desempenha papel relevante. A adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis pode contribuir para a preservação ambiental de acordo com a política nacional sobre mudanças do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária.

Palavras-chave: caatinga, desmatamento, mudanças climáticas, ramoneio, sequestro de carbono.

ABSTRACT

Environmental preservation in agriculture, especially in Caatinga biome in Brazil has been a relevant topic and indicates goat farming as a critical cause of desertification. The Caatinga is a unique biome known for its environmental characteristics and specific challenges, including the problem of desertification. The Caatinga has been identified as Brazil's guarantee in the fight against climate change, as it has been proven that the biome is the most efficient in sequestering carbon among all the others. Unsustainable livestock systems have been identified as one of the causes of climate change in the last century. The expansion of pasture areas, deforestation and monocultures for nutritional support of livestock production are cited as worrying factors. The Caatinga is presented as an area with great potential for food production, but it is also the less protected biome in Brazil, with only 8% of its total as protected areas. Goat farming is associated with the degradation of native vegetation in the Caatinga, being identified as one of the factors responsible for desertification processes. Inadequate management of goat herds, raised loose and in large numbers, is identified as a problem. We propose an approach that recognizes the potential of goat farming as a promoter of environmental recovery in the Caatinga when practiced correctly. It is noteworthy that, when well managed, goats can stimulate plant growth and help in the recovery of degraded areas in the Brazilian semi-arid region. Therefore, it is important rethinking management practices in agriculture, especially in the context of the Caatinga biome, where goat farming plays an important role in environmental concerns. The adoption of more sustainable production systems can contribute to environmental preservation in accordance with the national policy on climate change and Low carbon emissions in agriculture and livestock in Brazil.

Keywords: caatinga, carbon sequestration, climate changes, deforestation, goat leaf-eating style.

1 Núcleo de Inovações Agrárias para o Nordeste, Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Reprodução de Animais de Produção, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Garanhuns, PE, Brasil.



Autor para correspondência:
saulo.detarso@ufape.edu.br

Revista Brasileira de Buiatria
Gestão e Farmacologia,
Volume 4, Número 2, 2023

ISSN 2763-955X

DOI: 10.4322/2763-955X.2022.011



Associação Brasileira
de Buiatria



INTRODUÇÃO

No contexto atual da preservação ambiental na agropecuária, muito se discute sobre os impactos que os sistemas pecuários têm causado ao redor do mundo, e como estes têm sido apontados por grande parte das causas de mudanças climáticas no último século. Foi através das características extrativistas e pouco sustentáveis que envolvem diversas cadeias da produção pecuária, especialmente no Brasil, que o agronegócio, apesar de importante economicamente, se tornou vilão ambiental¹. Fatores como: a exposição midiática de inúmeros casos de desmatamento; a instalação de vastas áreas de pastagens; e as grandes extensões de monoculturas para suporte nutricional da produção pecuária, influenciaram na forma como a população enxerga o agronegócio na atualidade.

Mesmo que tenha existido avanço no que diz respeito à sustentabilidade ambiental e à conscientização dos indivíduos acerca da relevância da preservação do meio ambiente, tem sido cada vez mais difícil defender as práticas de manejo da terra e florestas que vem sendo perpetuadas há anos por muitos pecuaristas. Nas falas destes, dentre as frases veementemente repetidas persiste esta: “sem o campo, a cidade não come”. Entretanto, tem sido pouco convincente, diante das muitas possibilidades de sistemas produtivos que podem priorizar o bem-estar animal e a preservação ambiental. Ainda que diversos relatórios já produzidos tenham exposto a necessidade do aumento da produção de alimentos para atingir demandas vertiginosamente vultuosas nos próximos dez a vinte anos²⁻⁴, as consequências serão drásticas se não houver consciência em relação aos modos de produção e se as soluções para isso não passarem por estratégias que priorizem e, efetivamente, impactem na preservação do meio ambiente.

O sistema global de produção de alimentos precisa encontrar novas formas de produzir quantidade com qualidade, a fim de atender a uma população cada vez maior. E os lugares de clima seco podem estar pres-

tes a vivenciar nova era na revolução alimentar¹. É importante sabermos que mais de 40% de toda a superfície terrestre é composta de regiões semiáridas, áridas ou hiperáridas. Isso significa que mais de 40 milhões de quilômetros quadrados estão situados em áreas com clima de baixa pluviosidade anual; além disso, 30% das espécies vegetais cultiváveis atualmente, são plantas endêmicas de regiões tipicamente secas⁵. Em face do exposto, e diante da possível escassez de novas áreas agricultáveis, e da pressão ambiental em localidades conhecidamente agrícolas e pecuárias, os olhos serão (estão) voltados às regiões onde existem terras disponíveis para produção. No caso do semiárido brasileiro, a irregularidade de chuvas e os episódios de seca, serão problema de pouca relevância para o agronegócio tão tecnificado.

Diante disso, são notórias as preocupações voltadas à proteção do bioma Caatinga na região Nordeste, onde faltam sistemas eficientes de anteparo ambiental. A Caatinga brasileira surge com sua exuberância, somando características ambientais que podem classificá-la como a melhor zona seca do mundo para produção de alimentos, ao mesmo tempo, em que é o bioma mais desprotegido do Brasil. Apenas 8% do total da Caatinga está em áreas protegidas, 80% da cobertura original foi modificada, e 50% desta já foi desmatada^{6,7}.

Para a Caatinga, o termo desmatamento parece não ter o mesmo significado quando comparado aos outros biomas, uma vez que diante de um consenso, a destruição da floresta Amazônica - ou do que restou da mata atlântica - tivesse relevância maior que os desmatamentos ocorridos em regiões de clima semiárido. É como se as vegetações das áreas de clima seco não fossem importantes para o equilíbrio ambiental.

Os estudos que avaliam as causas e, ao mesmo tempo, as consequências da degradação e da desertificação, indicaram a pobreza e a insegurança alimentar combinadas com as variações severas do ciclo hidrológico, como as principais causas de desertificação. Atribuiu-se como um dos fatores principais relacionados à desertificação, a influência humana sobre o meio



ambiente, sobretudo pela exploração da agricultura e pecuária, as quais interferem diretamente na redução da cobertura vegetal. Embora exista consenso de que a questão central da desertificação, seja a degradação causada pela ação humana através das práticas agrícolas inadequadas, tais como: desmatamento, queimadas, compactação dos solos e erosões; pouco se reconhece que as atividades agropecuárias nos moldes tradicionais, resultem em mudanças nas condições ambientais⁸, especialmente sobre a cobertura vegetal nativa.

Os elementos ecossistêmicos que caracterizam a Caatinga precisam invariavelmente ser relacionados com a presença dos caprinos, consequentemente a caprinocultura, e como essa se desenvolveu na região, de maneira tanto econômica, como social e ambiental. Indiscriminadamente, a caprinocultura tem sido apontada como grande vilã da Caatinga, sendo acusada como uma das responsáveis pelos efeitos da desertificação desse bioma⁹⁻¹³. Segundo estes estudos, as falhas no manejo dos rebanhos caprinos criados em áreas de livre circulação e em grande número têm sido responsáveis pela destruição da vegetação nativa.

Existem diversos fatores que interferem no processo de desertificação no semiárido, os quais, de maneira geral, estão diretamente ligados à intervenção humana. Assim sendo, culpabilizar a caprinocultura pelos processos de supressão da vegetação da Caatinga parece arbitrário, visto que não se considerou as interações dos caprinos com o bioma. Os estudos desenvolvidos têm revelado que, quando praticada corretamente, a caprinocultura pode abrir novos mercados ligados a regulação das emissões de carbono por sistemas pecuários no semiárido, além de promover diretamente a recuperação de áreas degradadas.

Objetivou-se, portanto, elucidar os diversos pontos relacionados à desertificação do bioma Caatinga, a fim de dirimir a real participação da caprinocultura nesse processo. E através das próprias características alimentares que atribuem à caprinocultura o processo de desertificação, propõe-se novo sistema produtivo,

no qual os caprinos atuam como agentes promotores da recuperação ambiental no bioma Caatinga, exercendo, por conseguinte, o papel de estimuladores do crescimento vegetal e ajudando na recuperação de áreas degradadas no semiárido brasileiro.

NORDESTE PECUÁRIO E O BIOMA CAATINGA

O Nordeste semiárido se estende em seu eixo norte-sul por mais de 1.300 km, desde o extremo nordeste do Ceará, até o sudeste baiano, somando mais de 982 mil km²¹⁴. A Caatinga (do Tupi-Guarani: caa [mata] + tinga [branca]) é o único bioma exclusivo do Brasil que ocupa 11% do território nacional, sendo associado às características climáticas extremas, como: altas taxas de evapotranspiração; baixa umidade relativa do ar; e altas temperaturas (Figura 1). Tais características atribuem negativamente à região a condição de ser uma área de impossibilidades produtivas. Muito embora, qualquer sistema produtivo, para ser capaz de diminuir a proliferação de agentes infectantes oriundos do acúmulo de matéria orgânica e água, conte com espaços nos quais há uma baixa umidade e temperatura alta o suficiente para tal atribuição.

É através do que seriam as características negativas do semiárido para a produção agropecuária, que se deve pensar no grande potencial produtivo da região. Regiões que possuem as melhores características para estocagem de alimentos (ex: grãos) e menores taxas de infecções por parasitos, tanto vegetais como animais, serão de grande interesse para o sistema global de produção de alimentos. O Nordeste brasileiro, além das atribuições citadas, possui também características demográficas relevantes que o destaca de outras searas secas distribuídas pelo mundo. A região nordestina possui a maior densidade de população entre todas as zonas secas do mundo, com 34,3 habitantes por quilômetro quadrado e reunindo mais de 57 milhões de pessoas¹⁵⁻¹⁷.

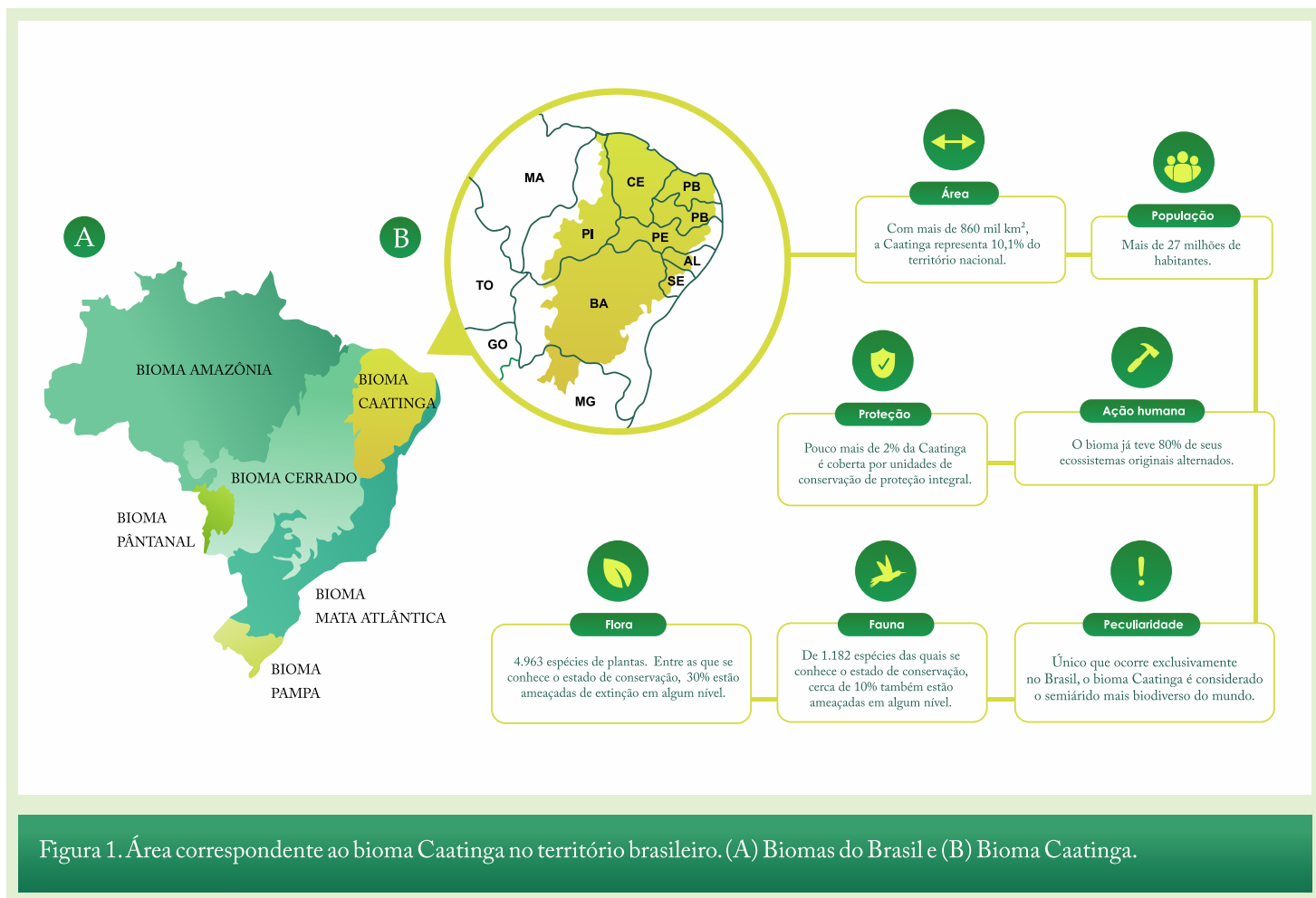


Figura 1. Área correspondente ao bioma Caatinga no território brasileiro. (A) Biomas do Brasil e (B) Bioma Caatinga.

Mesmo sendo considerado o lugar das águas “desarrumadas”, a pecuária de ruminantes é uma atividade de grande importância econômica, social e cultural para o nordestino. Os caprinos, com suas adaptações morfofisiológicas às intempéries do semiárido¹⁸, têm dominado as vegetações do semiárido brasileiro. Na secura do Nordeste, entre os séculos XVIII e XIX, desenvolveu-se a civilização do couro, a produção e o comércio desse produto foi fundamental para a economia e a cultura da região na época. Durante esse período, o Nordeste do Brasil era uma região de intensa atividade pecuária. Esse movimento comercial teve impacto significativo na cultura e na identidade da região. As fazendas de gado e os vaqueiros desempenhavam papel importante na vida rural nordestina.

O sucesso na produção pecuária da região foi a engrenagem comercial, marcando-a com características sempre ligadas à atividade pecuária. O rio São Francisco, considerado o maior rio inteiramente brasileiro,

já foi chamado de "Rio dos Currais", devido à presença de currais para a criação de gado ao longo de suas margens. Historicamente, cidades nordestinas de importante comércio interiorano também marcaram a influência da pecuária desde sua fundação, como os municípios de Currais Novos e Parelhas, no Rio Grande do Norte, e Campina Grande, na Paraíba.

Esse conjunto de circunstâncias mostra que a região Nordeste sempre se destacou por suas aptidões para produção animal, e isso tem uma ligação íntima com as suas características ambientais. Em regiões da bacia leiteira dos estados de Pernambuco e Alagoas, apesar de possuírem temperaturas relativamente altas durante o dia, o clima é frequentemente mais ameno nessas regiões durante a noite. Desta forma, é comum encontrar vacas-leiteiras que passam facilmente dos 30kg de leite/dia, assim como a caprinocultura, tanto de leite como de corte e ovinocultura, tem como principal berço produtivo as regiões do semiárido nordestino.



DESMATAMENTO NA CAATINGA

O termo "desmatamento" geralmente se refere à remoção ou destruição de florestas, independentemente do bioma em questão. No entanto, é verdade que quando se fala em desmatamento a atenção, muitas vezes, volta-se para biomas como a Floresta Amazônica ou a Mata Atlântica, ecossistemas amplamente reconhecidos mundialmente e de grande importância ambiental. Da mesma forma que as práticas de destruição ambiental no semiárido não parecem ser classificadas como desmatamento, a Caatinga em si não é largamente reconhecida pela população, como sendo uma floresta seca tropical sazonal (SDTF - *Seasonally Dry Tropical Forest*)¹⁹⁻²¹, com a maior biodiversidade do mundo, possuindo quase duas vezes mais espécies por área do que a Amazônia²¹⁻²⁴.

No caso específico da Caatinga, o processo de degradação e perda de vegetação nativa pode ocorrer de maneiras diferentes, em comparação aos outros biomas. Devido às características climáticas e a vegetação adaptada à seca, a noção tradicional de desmatamento, que envolve a remoção de grandes extensões de floresta densa, pode não ser tão aplicável à Caatinga²⁵. No entanto, isso não significa que a região esteja isenta de

ameaças ambientais, uma vez que: a degradação da vegetação nativa; a expansão agrícola; a exploração madeireira; a criação de gado; e outras práticas humanas podem levar à perda de biodiversidade, e ao comprometimento dos ecossistemas da Caatinga²⁶. Essas atividades podem ser consideradas como formas de degradação ou descaracterização do bioma, ainda que não se encaixem perfeitamente na definição clássica de desmatamento.

Estima-se que 80% da vegetação da Caatinga se encontre completamente modificada, devido ao extrativismo e à agropecuária. A maioria dessas áreas se apresenta em estados iniciais ou intermediários de sucessão ecológica^{25,27}. Em relatório publicado pelo *Mapbiomas*, calcula-se que entre os anos de 2019 e 2022 a Caatinga passou de um pouco menos de 20 mil hectares (ha) desmatados por ano para mais de 140 mil ha em 2022²⁸. Isso significou aumento de mais de 1.000% na taxa de desmatamento (Figura 2), muito embora os alertas só destaquem a Caatinga como o terceiro bioma mais desmatado, com apenas 7% do total de sua área.

Segundo o Relatório Anual do Desmatamento no Brasil em 2022, o principal vetor de pressão para o desmatamento nos seis biomas foi a agropecuária. Segundo esses dados, outros fatores também são cita-

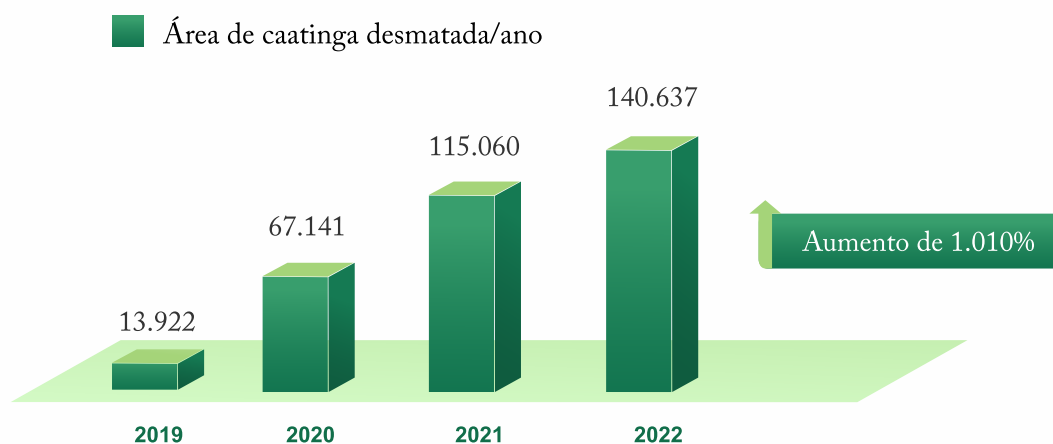


Figura 2. Quantidade de áreas em hectares, validados de desmatamento por ano (2019-2022)²⁸.



dos como as principais causas do problema, como o garimpo, a mineração e a expansão urbana. Os dados fornecidos mencionam a concentração de alerta na categoria "Outros" na região da Caatinga. Essa concentração está relacionada ao desafio de identificar e estabelecer o vetor de pressão após o desmatamento como, por exemplo, a pressão agropecuária. Além disso, é expressivo o número de casos ligados à expansão de infraestrutura, como energia solar, eólica e linhas de transmissão.

Conforme os analistas do *MapBiomias*, foram registrados pelo menos 69 alertas em áreas de empreendimentos eólicos, totalizando 1.087,8 ha. Além disso, foram identificados outros 23 alertas em áreas de usinas fotovoltaicas, que apontaram para 3.203,48 ha de áreas desmatadas. Esses números indicam que há um número significativo de alertas relacionados à

instalação de projetos de energia renovável na região da Caatinga. É importante monitorar esses alertas, a fim de garantir que os empreendimentos sejam realizados de maneira sustentável, minimizando os impactos ambientais na área.

A destruição da vegetação da Caatinga pode ter impactos irreversíveis na biologia dos diversos microclimas da região. Devido às profundas mudanças pelas quais está passando, a Caatinga possui uma grande extensão onde a desertificação já está instalada, havendo uma estreita relação entre esse tipo de degradação, a vegetação e o solo. O desenvolvimento da desertificação se inicia com as mudanças que podem alterar a presença da cobertura vegetal por mais tempo (Figura 3), aumentando os processos erosivos e a deterioração das propriedades físicas, químicas, biológicas do solo^{25,27}.

Quando se destrói uma vegetação tipicamente

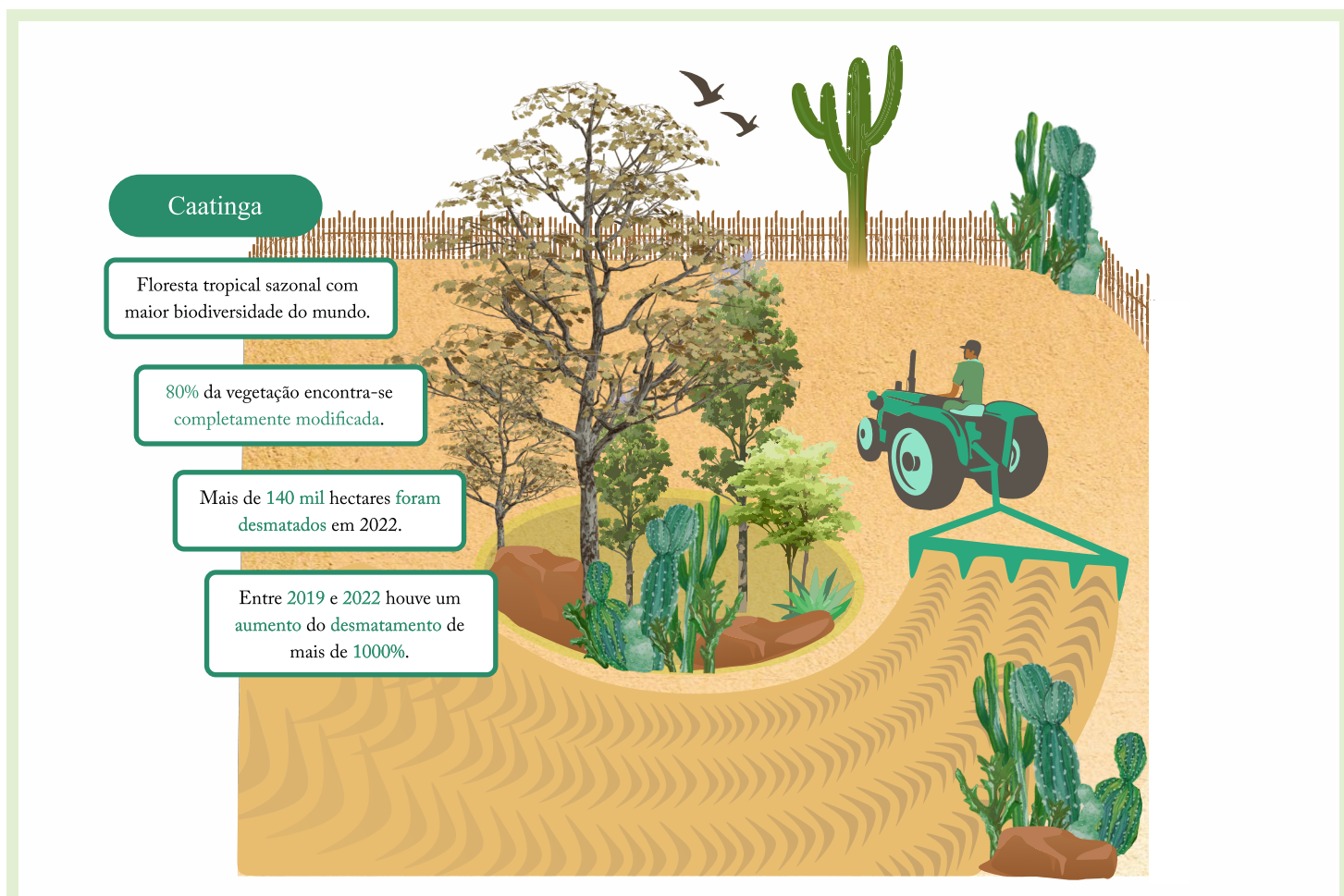


Figura 3. Caatinga classificada como floresta tropical sazonal e os dados relacionados ao desmatamento no período de 2019-2022.



xerófitas, caducifólias, sustentadas por solos muito desenvolvidos, rasos e ácidos, o resultado é catastrófico e a recuperação improvável. A desertificação tem sido e será uma realidade em diversas áreas no semiárido nordestino, especialmente naquelas em que foram utilizados diferentes sistemas de produção, sem que houvesse um estudo adequado do solo bem como do contexto a fim de minimizar os efeitos de tal consequência. Há algo agravante relacionado à chuva, evento climático de grande relevância para o nordeste, depende da umidade atmosférica, e que esta é totalmente influenciada pelo volume de cobertura vegetal que exista no local²⁹.

Recentemente, a Caatinga foi apontada como o trunfo brasileiro no combate às mudanças climáticas, pois em observações desde 2012^{30,31}, provou-se que o bioma é o mais eficiente no sequestro de carbono entre todos os outros estudados. A Caatinga atua, de maneira geral, como sumidouro de CO₂, sequestrando, mais que quatro toneladas de carbono/ha/ano³². Desse modo, pode-se concluir que, nas condições edafoclimáticas no Nordeste, a Caatinga opera sequestrando CO₂ atmosférico, reforçando ainda mais a necessidade de preser-

vação desse ecossistema.

EFEITO PANO DE RETALHOS

Essencialmente no Nordeste, as propriedades rurais se caracterizam em estrutura minifundiária, com vasta predominância de micro e pequenas propriedades. Isso determina a forma com que a produção se efetiva em termos de uso da terra disponível. No geral, as propriedades de pequeno porte têm sido cada vez mais expostas às ações de desmatamento, sobreuso a compactação do solo, por meio do uso de máquinas pesadas, devido a maior facilidade de acesso a estes implementos agrícolas atualmente¹.

O impacto de tais ações de desmatamento cada vez mais frequentes, sobretudo nos espaços rurais, onde a produção caracteriza-se como sendo de agricultura familiar faz com que haja, especialmente da região Agreste, uma imensa micro-fragmentação de áreas, resultando no efeito *pano de retalhos* sobre as paisagens rurais, (Figura 4). Imagens de satélite da região demonstram que historicamente a seara possui um

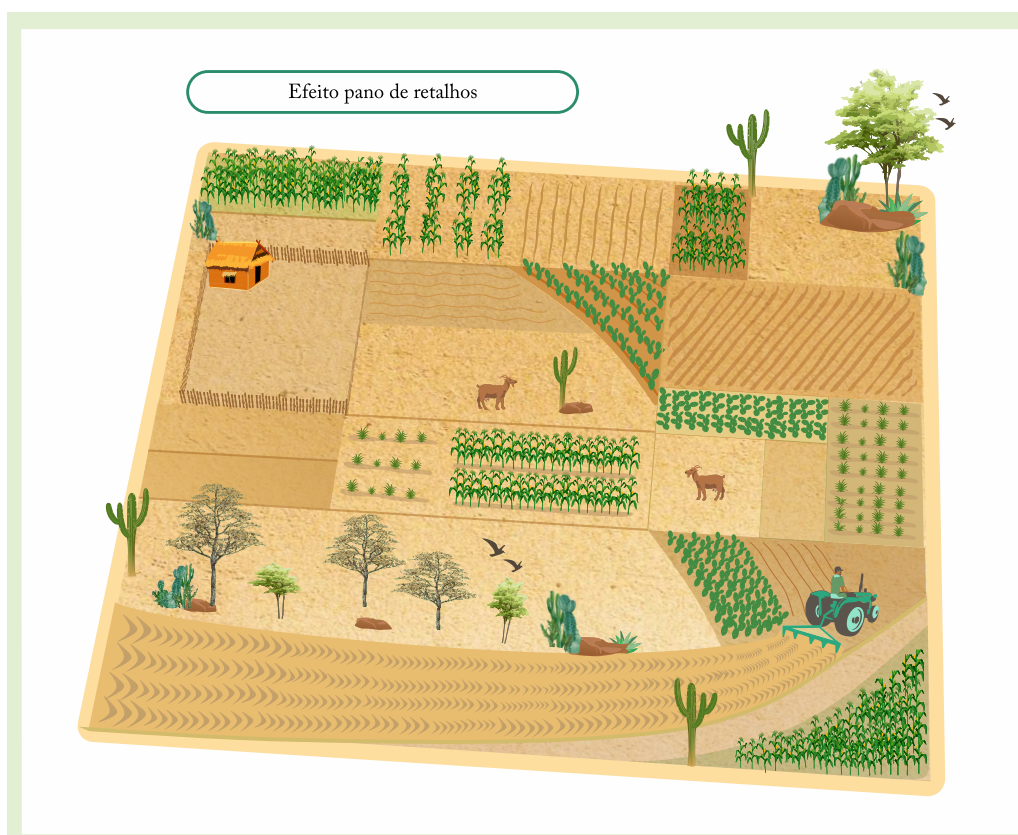


Figura 4. Microfragmentação das propriedades rurais na Caatinga e aumento das áreas de solo ocupadas com culturas relacionadas às atividades agrícolas e pecuárias.



somatório de fatores predisponentes, tais como: propriedades de tamanho menor e clima ameno, com maiores precipitações chuvosas, quando comparado ao sertão, e falta de conscientização fazem com que a terra sofra com o sobreuso de maquinários agrícolas pesados em áreas de extensões reduzidas (Figura 5). Calcula-se que o uso do trator – cuja hora trabalhada custa, em média, R\$ 150,00 a R\$ 200,00 – em micro propriedades pode causar um grande impacto ambiental, tanto em termos de compactação do solo, como em destruição e desmatamento de cobertura vegetal^{1,29}.

Destá maneira, pode-se observar que a produção agrícola e pecuária em regiões de semiárido têm sido influenciadas pelas pressões, por eficiência produtiva, bem como por modelos impostos por centros localizados no Sudeste e centro-oeste do país. Ademais, é alarmante o expressivo crescimento que as práticas de desmatamento tiveram nos últimos quatro anos, destruindo extensas áreas de Caatinga. Da mesma forma, o

crescimento dos mercados de geração e transmissão de energias tem impactado de maneira significativa a cobertura vegetal nativa do semiárido brasileiro.

DESERTIFICAÇÃO E CAPRINOCULTURA

Entende-se com desertificação o fenômeno ambiental que atinge principalmente as regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo resultante de diferentes fatores, a exemplo das variações climáticas e atividades humanas, especialmente, na agricultura e pecuária. Para o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil), lançado em 2005, a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, chamada de desertificação, é resultante de vários fatores, incluindo as atividades humanas, sendo que, esta diz respeito principalmente ao uso inadequado dos recur-



Figura 5. Cobertura vegetal e ocupação de construções urbanas em área da zona rural de Garanhuns/PE, em 20/10/2009 (A e C) e 11/10/2021 (B e D) (8°55'33.97"S 36°28'08.21"W elev 771,4m AGL 1986,6m - Maxar Technologies – Google Earth).



tos naturais do solo, água e vegetação.

A luta do semiárido é contra a desertificação, pois evidências indicam que cerca de um milhão de hectares encontram-se gravemente degradados. Somando-se a isso, encontra-se no meio rural do semiárido uma vastidão de propriedades rurais com características de produção variadas, que sucumbem pela insuficiência e, até mesmo, ausência de ações que promovam a proteção ambiental do bioma; ao mesmo tempo, que fomentem uma produção agropecuária sustentável através da baixa emissão de carbono^{26,30}.

A característica xerófita das plantas do semiárido, essencialmente ocupada por espécies arbóreas caducifólias, permite aos caprinos uma alimentação derivada de folhagens que são fonte proteica e rica em fibras para esses animais. Cerca de 70% das espécies botânicas da caatinga participam da dieta dos caprinos, ovinos e bovinos e outros animais herbívoros³³. Dentre as espécies com potencial para alimentação de caprinos, destacam-se as seguintes: Mororó (*Bauhinia forficata*); Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*); Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*); Catingueira (*Cenostigma pyramidale*); Marmeleiro (*Cydonia oblonga*); Pau-Ferro (*Libidibia ferrea*); Jitirana (*Ipomoea cairica*); Feijão bravo (*Cynop-halla flexuosa*); Faveira (*Cnidoscolus quercifolius*) e outras (Figura 6).

Levando em consideração o tipo de alimentação da espécie caprina, a herbivoria em ecossistemas terrestres se refere ao consumo de plantas por herbívoros em geral, animais que se alimentam exclusivamente de material vegetal, e que podem causar efeitos negativos sobre as plantas e os ecossistemas. A herbivoria pode prejudicar o desenvolvimento da planta durante o processo de crescimento, sobretudo no que se refere ao seu tamanho potencial. Além disso, a reprodução pode ser afetada, resultando em menor produção de sementes e dificuldades no recrutamento de novos indivíduos^{10,12,13}.

Os danos causados pelos herbívoros podem ser observados em diferentes partes das plantas, incluindo

folhas, caules e raízes. Essa perda de folhagem pode ter consequências significativas para a diversidade vegetal, bem como para a estrutura da comunidade clímax, sendo este o estágio final de uma sucessão ecológica^{10,22}. No caso específico dos caprinos, tanto selvagens como domesticados, foi difundido no final da década de 90, que estes animais seriam grandes causadores de degradação da vegetação em ambientes áridos ao redor do mundo³⁴⁻³⁸. Estes estudos associaram os caprinos à redução do desenvolvimento e disposição geográfica de diversas espécies de plantas. Perevolottsky e Haimov³⁵ e Leal et al.¹⁰, mostraram que a herbivoria por caprinos afetou o poder de recuperação da vegetação, além de modificar o fluxo de energia nos ecossistemas.

A FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) em um relatório de 1993⁹, considerou os caprinos como um dos agentes promotores de desertificação em regiões semiáridas. Do mesmo modo, os estudos de Albuquerque³⁹ relataram que as altas taxas de lotação de caprinos foram um fator que contribuiu para o empobrecimento da vegetação na Caatinga, podendo levar à desertificação quando combinados com agricultura intensiva, desmatamento e sobre-pastejo pelo gado bovino.

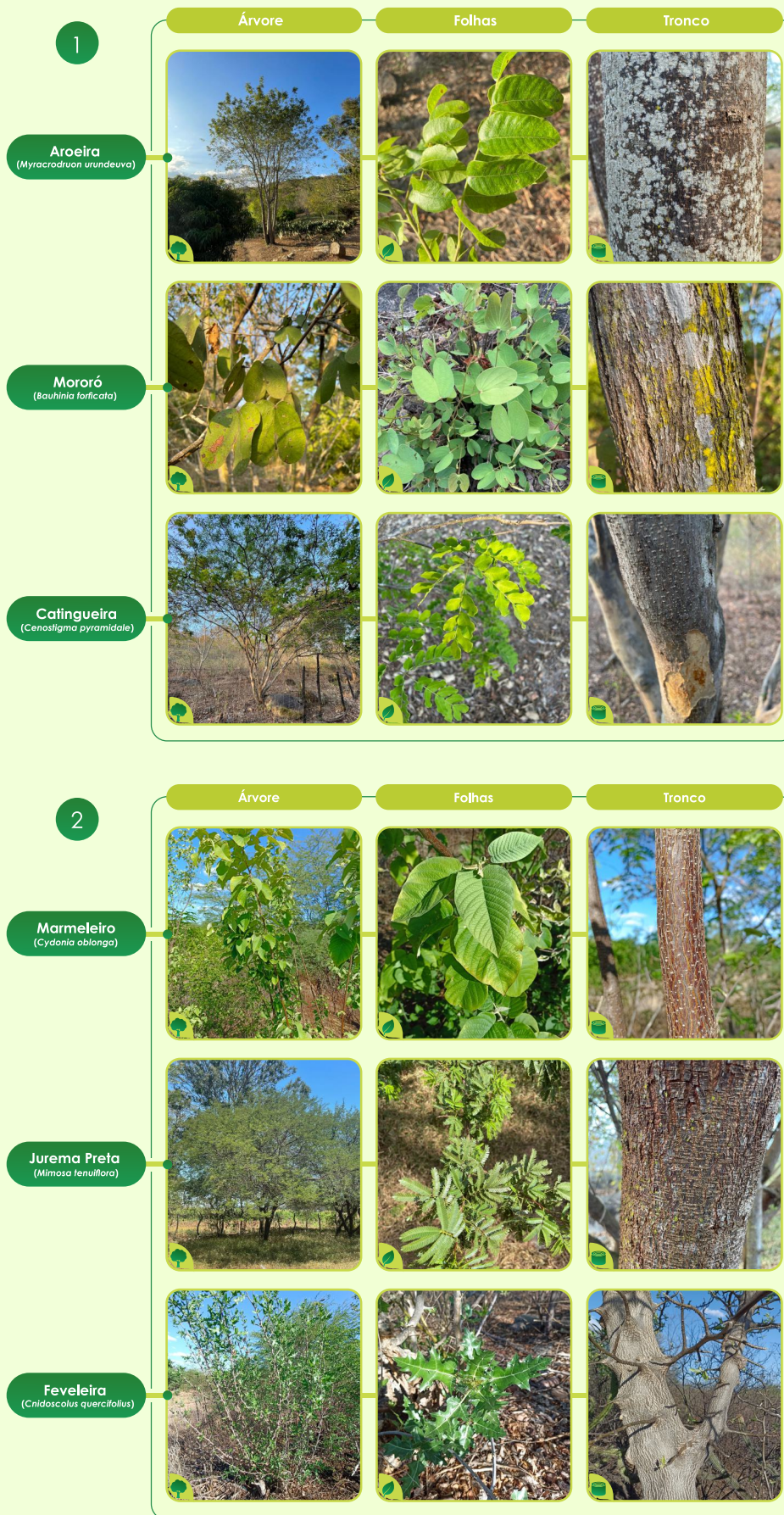


Figura 6. Prancha 1 e 2 com algumas das principais plantas da Caatinga que compõem a dieta de caprinos em sistemas extensivos.



A CRIMINALIZAÇÃO DA CABRA NO NORDESTE

No Brasil, os caprinos foram introduzidos na Caatinga no início do século XVI. Acredita-se que eles tenham sido trazidos pelos colonizadores portugueses durante o período de colonização. Naquela época diversas espécies de animais foram trazidas para o país, incluindo os caprinos, principalmente, da região do Mediterrâneo. Os caprinos migraram para a Caatinga devido à sua adaptabilidade ao clima semiárido e à vegetação típica do local. Desde então, eles têm sido criados de forma extensiva e desordenada na região, fator que vem gerando consideráveis impactos negativos ao ecossistema local⁴⁰.

A caprinocultura foi historicamente associada às comunidades constituídas por população carente em diferentes partes do mundo, incluindo o Brasil. Por conseguinte, nunca houve relevante investimento e/ou planejamento da citada atividade nas diferentes regiões áridas do planeta. Um exemplo histórico dessa desconsideração ocorreu no final do século XIX, período no qual o conhecido líder religioso e social, Antônio Conselheiro, que liderou o movimento de Canudos, na região da Caatinga⁴¹, também era criador de cabras do seu tempo. O mencionado movimento social e autossustentável, tinha a criação de cabras como uma das atividades econômicas desenvolvidas pela comunidade. Relatos sensacionalistas e distorcidos a respeito do movimento foram disseminados, retratando os seguidores de Conselheiro como fanáticos e bandidos, uma ameaça à ordem social. Existiu - e existe até hoje - uma visão distorcida da sociedade sobre o movimento de Canudos, sofrendo influência dos setores políticos e da mídia de uma época.

Existem ainda outras razões para essa associação: de maneira semelhante à guerra de Canudos, a imagem de violência e banditismo implicada ao Canção no final do século XIX e início do século XX, podem ter influenciado na visão subdesenvolvida e

criminalizada da região semiárida, assim como das atividades praticadas nesta região. No entanto, é importante destacar que a caprinocultura como criação de pessoas de renda mínima, não significa que seja uma atividade inferior, ou de menor importância. A caprinocultura desempenha papel significativo na segurança alimentar^{42,43}, no sustento e na geração de renda para muitas comunidades carentes em áreas rurais. Além disso, a cultura da criação de caprinos pode contribuir para a diversificação da produção agropecuária, como também para a resiliência econômica dessas comunidades.

Em face das razões até então elencadas, principalmente, pela ação humana que se desenvolve a partir de métodos agrícolas e pecuários inadequados, a caprinocultura sofre essa desconsideração histórica. O que se sabe através dos 73 episódios de secas no Nordeste, somando aos 119 anos de estiagem¹⁴ e, conseqüentemente, as diversas dificuldades econômicas que a região enfrentou, a contar dessa época, a criação de caprinos tem sido uma certeza de rendimento financeiro para as famílias locais. Quando todas as tentativas produtivas não foram exitosas, e quando as chuvas escassearam, como mostra a história, as comunidades nordestinas compreenderam a relevância da caprinocultura como fonte de renda emergencial. Mesmo assim, deposita-se grande culpa da destruição ambiental na biologia dos animais e não na atividade humana.

ASPECTOS EVOLUTIVOS DOS RUMINANTES E O PAPEL DO CAPRINO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

Evolutivamente, o aparecimento da capacidade de pastejo foi fundamental para o desenvolvimento de câmaras fermentativas em ruminantes. Estudos evolucionistas sobre a caracterização dos ruminantes que contemporaneamente habitam a terra, relataram que os primeiros ancestrais desses animais tinham características alimentares relacionadas ao tipo intermediário



de ruminante entre os pastejadores e os selecionadores de concentrados. Dessa maneira, tais animais possuíam hábito foliar de alimentação, com o consumo de componentes ricos em carboidratos intracelulares, assim como os caprinos da atualidade. Os autores relacionaram a subfamília *caprinae*, como sendo o principal ramo de origem de todos os ruminantes, o que está relacionado às drásticas mudanças climáticas ocorridas durante o período evolutivo. Há cerca de 2,5 milhões de anos, ocorreu a diminuição da viabilidade de nutrientes por plantas, como um mecanismo de proteção contra animais, e ao mesmo tempo, o desenvolvimento da vegetação típica das regiões de semiárido. Tais eventos favoreceram o aparecimento de ruminantes pequenos, que requeriam menos comida, e que eram mais eficientes na extração de energia a partir de fontes menos nutritivas⁴⁴.

A domesticação de ovinos, caprinos e bovinos é um processo relativamente recente em termos históricos. Evidências arqueológicas encontradas em um local de escavação no Iraque indicaram que a criação domesticada de ovelhas e cabras ocorreu por volta de 8500 a.C. Estudos de 1970 sugeriram que os humanos começaram a selecionar e criar esses animais para atender às suas necessidades alimentares, uma vez que tinham a seu dispor o leite, por exemplo, além de couro/peles e outros produtos. Conforme os registros arqueológicos disponíveis, para o gado, a data mais antiga conhecida de domesticação parece ser cerca de 6.500 a.C. na Grécia, o que indicou que os humanos iniciaram a criação de bovinos para uso agrícola, produção de carne e leite, no citado período⁴⁵.

Descobertas arqueológicas são importantes, visto que mostraram como os ruminantes desempenharam um papel significativo na história da domesticação animal. A criação desses animais proporcionou fonte confiável de derivados alimentícios e materiais para as sociedades antigas, assim como também impactou profundamente no desenvolvimento da agricultura e estilo de vida humano.

Na década de noventa, Van Soest⁴⁶, propôs a relação animal-planta, e detalhou como era a ecologia nutricional dos mais diversos ruminantes. De acordo com seus estudos, os herbívoros precisavam de plantas, e essas possuem defesas contra a predação por animais, para não serem completamente consumidas. Por outro lado, existe relação inversa nessa dependência, uma vez que muitas plantas dependem de herbívoros para realizar a dispersão de sementes e a reciclagem de nutrientes. Esse autor relatou ainda o que pode ser a relação ecológica da presença dos caprinos no semiárido, através da perspectiva de que todas as plantas utilizadas para alimentação humana, foram gradativa e seletivamente cruzadas e melhoradas ao longo da convivência com a espécie humana, no entanto, nem todas as plantas nesses ecossistemas evoluíram pela presença de fatores similares com os animais.

A evolução do hábito alimentar levou às modificações na anatomia da boca e dentes em função do tipo de alimento consumido, bem como alterou as estratégias de digestão. Por exemplo, os ruminantes pastejadores têm músculos mais largos na boca, comparados aos selecionadores de concentrado, enquanto estes, apresentam, além dos músculos mais estreitos, a língua mais longa e lábios móveis, os quais auxiliam na apreensão do alimento (Figura 7)^{46,47}.

A estratégia alimentar dos ruminantes em condições tropicais úmidas, é diferente daquela dos ruminantes em ambientes mais frios e secos. Nessas condições, os animais tendem a ser menores e mais seletivos em relação à sua alimentação, fazem pequenas ingestões de alimentos em diferentes momentos - estações alimentares -, o que reduz a quantidade de substâncias prejudiciais ingeridas. Essa estratégia é facilitada pela ampla variedade de espécies vegetais disponíveis nesses ambientes tropicais, o que permite que os ruminantes selecionem sua alimentação com mais precisão^{18,46}. Em vez de se concentrarem na extração de polissacarídeos de parede celular lentamente degradáveis como a celulose; usam, principalmente, a fermentação ruminal



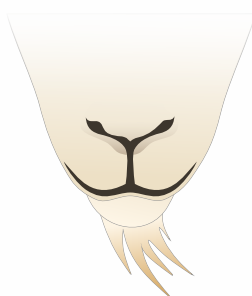
Classificação dos Ruminantes

Pastejadores



Menores proporções de glândulas salivares, menor capacidade de seleção alimentar e maiores intervalos entre refeições.

Intermediários



Praticam o ramoneio, têm maior capacidade tampão pelo volume em % das glândulas salivares, são extremamente adaptados às regiões de clima semiárido.

Selecionadores de Concentrado



Alta capacidade tampão pelas glândulas salivares, alimentação baseada em carboidratos não estruturais, alta frequência e baixo volume alimentar durante o dia.

Figura 7. Diferenças anatômicas e da fisiologia de digestão entre os ruminantes das classes dos pastejadores, intermediários e selecionadores de concentrado.

como meio de detoxificação de compostos secundários de baixa massa molecular encontrados nas plantas⁴⁶. Essa seletividade alimentar é uma vantagem em relação aos equinos entre outros herbívoros monogástricos.

Em ambientes desérticos e semiáridos, onde os recursos alimentares são limitados em quantidade e qualidade, é imprescindível selecionar a espécie e/ou raça de animal que se adeque à região para haver êxito na criação. Os requisitos de energia e a eficiência digestiva dos ruminantes são fatores significativos na determinação da eficiência da utilização de energia bruta para fins de produção. Em ambientes com recursos alimentares limitados e de baixa qualidade, é essencial escolher espécies ou raças de ruminantes que tenham menores requisitos de energia e maior eficiência diges-

tiva. Animais com tais características podem utilizar a ração disponível, convertendo-a eficazmente em produtos, como a carne, o leite ou a fibra^{18,48}.

Aparentemente, cabras apresentam adaptações anatômicas e fisiológicas que as tornam mais eficientes do que outros ruminantes domésticos em ambientes desérticos. Dentre as características notáveis dos ruminantes seletivos intermediários estão: possuem glândulas salivares relativamente maiores, cuja saliva contém enzimas e compostos que auxiliam na digestão dos alimentos; e o aumento da produção de saliva pode ajudar na quebra e absorção dos nutrientes da dieta. Os caprinos dispõem de mucosa absorptiva no trato digestório, que tem capacidade maior de absorver nutrientes dos alimentos consumidos. Esses animais são capazes de



aumentar significativamente o volume do intestino anterior, quando ingerem alimentos ricos em fibras, fator que colabora na fermentação e digestão de alimentos fibrosos, tais como: folhas de árvores e arbustos^{18,49}.

As adaptações anatômicas e fisiológicas permitem que as cabras sejam mais eficientes na digestão e na conservação de nutrientes, incluindo nitrogênio, além de usar a água de forma mais eficiente. Essas particularidades são especialmente importantes em ambientes com recursos limitados, como os trópicos, onde a disponibilidade de alimentos e água pode ser restrita. Habitualmente, os caprinos são considerados uma espécie de ruminante adequada para viver em ambientes áridos devido às suas adaptações específicas, pois são capazes de sobreviver se alimentando de dietas baseadas em folhas de árvores e arbustos, maximizando, assim, a utilização dos recursos alimentares disponíveis nessas regiões.

RAMONEIO COMO ESTÍMULO DE CRESCIMENTO VEGETAL

Os caprinos são animais bastante seletivos, gastam cerca de 1/3 do tempo de pastejo caminhando. Têm preferência por forrageiras de folhas largas e por ração variada, adequando sua alimentação conforme a disponibilidade. Essa é uma das razões pelas quais apresentam a carne mais saudável em relação aos bovinos, ovinos, suínos e frangos. Em termos anatômicos, os caprinos possuem adaptações específicas, como lábio superior e língua com grande mobilidade, o que facilita a apreensão do alimento, permitindo o pastejo baixo em gramíneas e o ramoneio em espécies arbórea, arbusto e plantas herbáceas não gramíneas⁴⁸. O hábito de ramonear ou “desponte” de folhas de preferência leguminosas, é muito característico de caprinos e outros herbívoros silvestres, que buscam plantas de alto valor nutritivo, onde não existem gramíneas para pastejar. Os caprinos são hábeis em ingerir alimentos na posição

bipedal, preferindo ramos e pastagens de porte alto^{51,52}.

Caprinos são animais fastidiosos, capazes de distinguir sabores azedo, doce, salgado e amargo. As cabras submetidas ao sistema de alimentação *ad libitum*, com livre escolha entre alimentos energéticos, proteicos e forragens, foram capazes de alterar a composição das dietas selecionadas em função dos estágios fisiológicos de gestação e lactação, sem sofrerem desordens digestivas, adaptando comportamento alimentar às dietas oferecidas⁵³⁻⁵⁵.

A pergunta mais importante é: como a alimentação de caprinos pode impactar no crescimento da cobertura vegetal, especialmente no Nordeste brasileiro? De fato, os efeitos deletérios dos sistemas de criação de caprino sob a vegetação da Caatinga e suas consequências em desertificação, já são bem descritos. Entretanto, deve-se enfatizar os efeitos do ramoneio, que causa estímulo fisiológico no crescimento vegetal, em sistemas que evitam o sobrepastejo, e permite a recuperação das plantas nativas da Caatinga.

Considerando a ação do ramoneio por caprinos relacionados à apreensão dos alimentos e morfologia favorável à seleção de componentes mais nutritivos, é possível afirmar que é semelhante ao manejo de poda das plantas na agricultura. O corte de segmentos das plantas pode ter impacto significativo na liberação e ação das auxinas e giberelinas, dois dos importantes hormônios responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento vegetal.

A poda apical, por exemplo, é a remoção da parte superior do caule, geralmente da ponta do broto terminal. Resulta do corte dos brotos aumento na liberação de auxinas na planta, que são produzidas principalmente na região apical, substância responsável pelo crescimento vertical nos tecidos vegetais. Ao remover a ponta do broto, a produção de auxinas é reduzida na área onde as células meristemáticas estão localizadas – a região responsável pelo crescimento do caule – fazendo com que os ramos laterais se tornem mais dominantes e cresçam rapidamente, que promove maior ramifi-



cação da planta^{56,57}.

Quanto à poda dos ramos laterais, esta pode influenciar a ação das auxinas e giberelinas, no entanto, o efeito tende a ser mais complexo e variável, dependendo da planta e da quantidade de ramos removidos. O corte dos ramos laterais pode alterar o equilíbrio hormonal na planta, redirecionando o crescimento das demais gemas, o que resulta em aumento da concentração de auxinas, que estimula o crescimento vertical e o desenvolvimento de ramos laterais remanescentes⁵⁸.

De maneira geral, a poda realizada através do ramoneio pelos caprinos, pode ter efeitos significativos na liberação e ação das auxinas e giberelinas, afetando o crescimento e desenvolvimento vegetal de várias maneiras. Contudo, é importante notar que o efeito do ramoneio sofre algumas variações entre diferentes espécies de plantas, estágios de crescimento e condições de ambi-

entais (Figura 8).

A partir desta prerrogativa, estudou-se como sistemas de produção poderiam promover tanto o estímulo ao crescimento vegetal da Caatinga, através do ramoneio dos caprinos, como também, permitir o tempo necessário de descanso às áreas utilizadas para alimentação animal, evitando o sobrepastejo e consequências relacionadas à desertificação.

CAPRINOS COMO AGENTES DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Na última década, caprinos têm sido usados no controle de vegetação em várias partes do mundo. Na Austrália⁵⁹, Portugal^{60,61}, Turquia^{62,63} e diversos outros pontos da Europa⁵², a criação de caprinos visando o controle da biomassa presente em áreas degradadas de

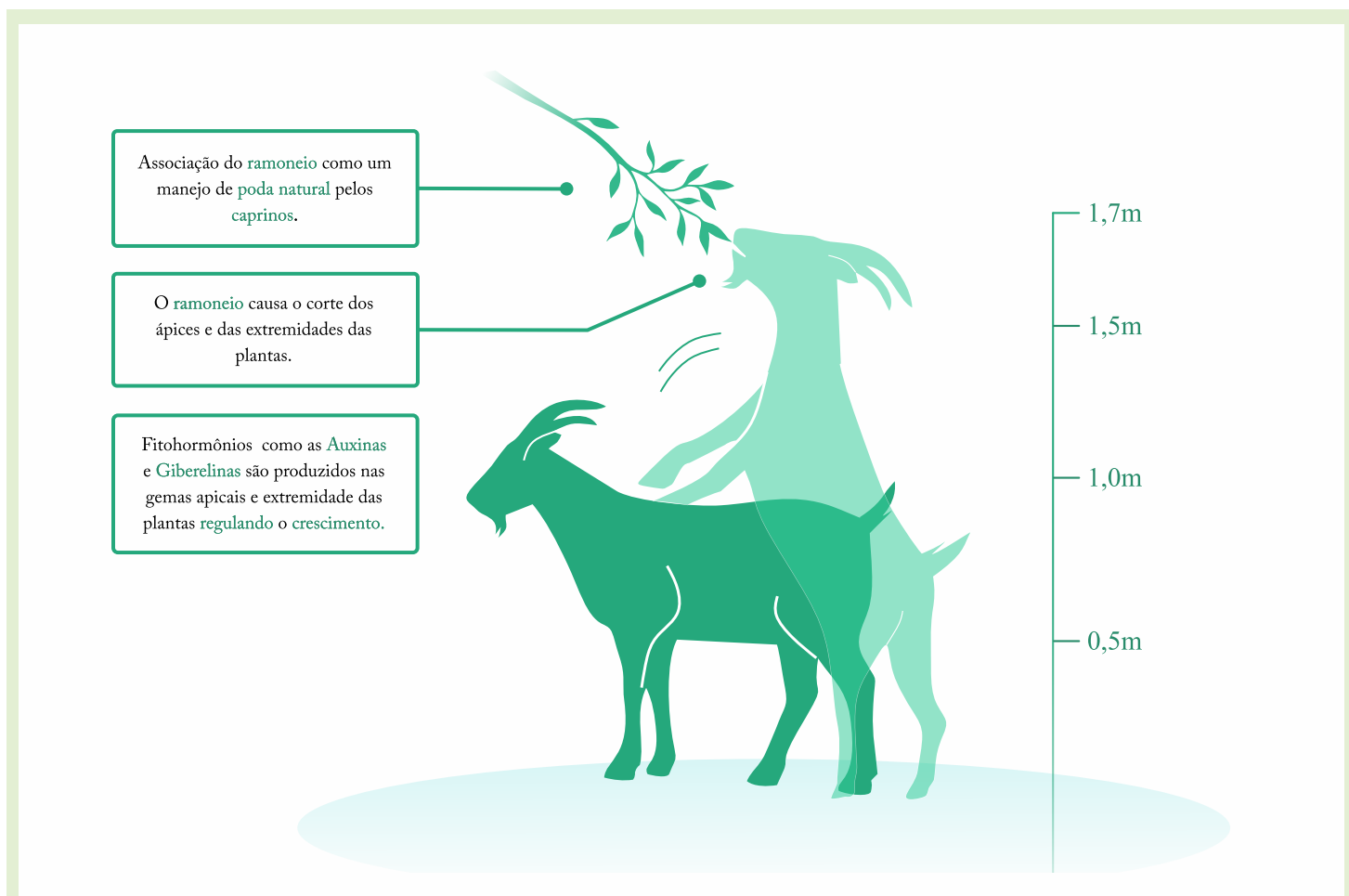


Figura 8. Associação da prática de ramoneio com a liberação de fitormônios e o estímulo pelo crescimento vegetal.



floresta, que desempenha papel indireto na prevenção de incêndios florestais. A presença desses animais pastando em áreas com vegetação densa tende a minimizar os riscos de propagação de incêndios, visto que ao se alimentarem do capim seco, por exemplo, reduzem a quantidade de material combustível.

Os caprinos, além de serem fonte de produção de alimentos e materiais deles derivados, também têm sido utilizados para o manejo da vegetação, a fim de controlar o crescimento excessivo das plantas, eliminação de ervas daninhas e de algumas espécies de plantas invasoras em áreas de pastagens⁶⁴ e em parques de preservação ambiental. Na Austrália e Inglaterra é uma prática que tem sido desenvolvida desde a década de noventa^{65,66}, em áreas onde a vegetação densa pode inibir o crescimento de árvores e plantas nativas. As cabras podem, assim, desempenhar papel de restauradoras do equilíbrio ecológico⁶⁷. A ecologia da alimentação de cabras e ovelhas em pastagens arborizadas é moldada por seus comportamentos alimentares inatos, variações sazonais na vegetação e práticas de manejo humano. Compreender esses fatores é essencial para o manejo sustentável da terra e garantir, além do bem-estar desses animais, a proteção ambiental e o equilíbrio ecológico do ecossistema das florestas.

Entende-se que projetos envolvendo cabras para fins de manejo ambiental devem ser conduzidos com cuidado e planejamento. Devem ser consideradas as características específicas de cada área e as necessidades de conservação e restauração do ecossistema em questão. No Brasil, pela especificidade adaptativa das regiões semiáridas, e pela presença mal planejada dos caprinos na Caatinga, essas práticas permanecem ausentes tanto de pautas ambientais, como das estratégias de produção animal.

ENSAIOS REALIZADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO (UFAPE)

Em 2018 iniciamos ensaios práticos, utilizando o manejo rotacionado de pastagem com caprinos criados em vegetação de Caatinga. Nesses pilotos, os animais foram criados com o principal objetivo produtivo de *recuperação ambiental*. Embora possa soar contraditório, o que se pretende é, exatamente, a geração de renda por meio de estratégia de recuperação ambiental, que utiliza ruminantes como agentes principais. Assim sendo, um dos objetivos da iniciativa é a criação de novos modelos comerciais de produção de ruminantes, que estejam interligados com os objetivos ambientais contemporâneos. E, a partir disso, atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), através dos planos setoriais estabelecidos consoante à Política Nacional⁶⁸ sobre Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030. Fatores inerentes ao funcionamento e implantação de sistemas de pastejo rotacionados estão sendo relacionados aos estudos, considerando os aspectos econômicos que limitam a implantação de cercas, com a dificuldade de estabelecer uma estrutura que realmente contenha esse tipo de animal dentro das áreas (Figura 9).

Os efeitos do ramoneio por caprinos na fisiologia vegetal foram considerados através do estímulo ao crescimento das plantas, cujo efeito é a liberação endógena de fitormônios que participam no crescimento apical e lateral dos tecidos vegetais. No decorrer desse estudo tem sido avaliado como se comportam as plantas da Caatinga, frente ao sistema de pastejo rotacionado, com atenção voltada para o tempo de recuperação das áreas, a fim de minimizar os impactos ambientais negativos (Figura 10).

Com isso, produziram-se resultados importantes para a preservação ambiental da Caatinga, em que sistemas de criação de caprinos podem auxiliar na recuperação de áreas de vegetação nativa. Esses sistemas



somaram atributos que podem facilitar o efeito benéfico da presença dos caprinos, como: um estímulo direto ao crescimento vegetal, através da liberação de fitormônios endógenos; o baixo peso corporal e menor compactação dos solos; e a maior capacidade do estrume caprino de equilibrar a relação carbono/nitrogênio, na reposição de matéria orgânica dos solos, já que as fezes dos caprinos, por possuírem pequeno tamanho e volume dado seu formato de cúbicas, são facilmente incor-

poradas à matéria orgânica do solo.

A ecologia do semiárido nordestino, portanto, pode favorecer a implantação da caprinocultura que seja o produto de uma estratégia de recuperação ambiental, visto que a região possui vegetação tipicamente xerófila constituída por árvores caducifólias que, ao menos uma vez ao ano, depositam toneladas de matéria natural no solo, formando assim um conjunto de composto orgânico formado por folhas, vagens e sementes.

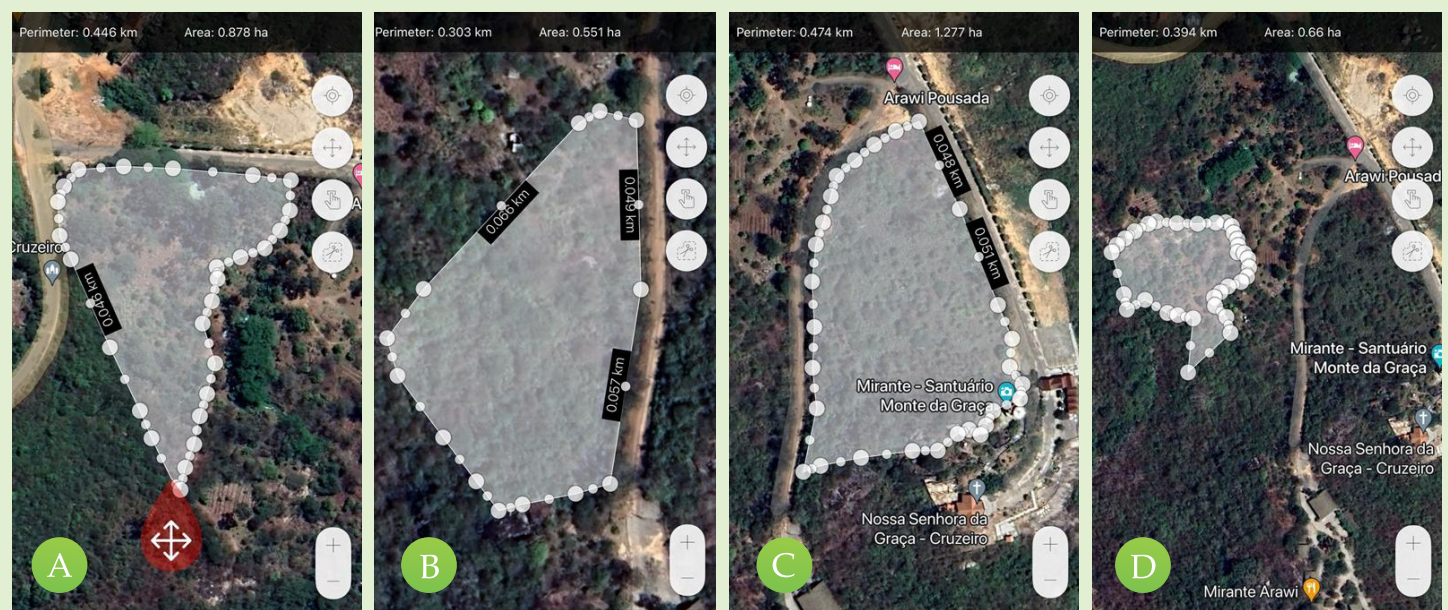


Figura 9. Delimitação de áreas de pastejo (A, B, C e D) rotacionado usando plataforma de mapas de satélite - GPS Fields Area Measure PRO v3.13.2, Farmis, Inc.



Figura 10. Área de recuperação ambiental, utilizando pastejo rotacionado com caprinos. Foto (A) foi na implantação do sistema em junho de 2018 e (B) em agosto de 2023 ($-8^{\circ}21'12.36''S$ - $36^{\circ}42'08.12''W$ elev 726,03m AGL 759.2568 m).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O caminho que o Nordeste tem percorrido se direciona para nível desastroso de destruição ambiental. Além de se equiparar ao que se pratica em outros biomas, pode ter resultado mais grave, pois a capacidade que as terras de clima semiárido têm de se recuperar de desmatamentos é infinitamente menor, comparadas as regiões de maior precipitação chuvosa, solos mais profundos e férteis.

Todas as evidências que apontam quão devastadora pode ser a ação dos caprinos para a Caatinga merecem criteriosa atenção, uma vez que estudos atribuíram as responsabilidades dos efeitos dessa degradação aos sistemas produtivos instaurados pela ação humana, impactos não inerentes à relação ecológica deletéria desses animais com o meio semiárido. A responsabilização pela desertificação do bioma Caatinga, assim sendo, não se deve aos caprinos, mas à forma com que a bovinocultura forçou o desmatamento para formação de pastagens e para o cultivo de lavouras essenciais para o suprimento nutricional da atividade. Além disso, a forma com que a caprinocultura foi desenvolvida, de maneira extrativista, desordenada e sem devido cuidado na ocupação das áreas e no tamanho dos rebanhos, resultou em falhas no manejo dos animais. De forma majoritária, estes têm sido criados livremente em superpastejo, superlotação, fazendo com que as plantas não tenham tempo de se regenerar, causando destruição da vegetação nativa em um cenário mal planejado.

A diminuição da importância da bovinocultura nos efeitos da desertificação no bioma pode estar relacionada à visão econômica dos mercados ligados a *commodities* como a carne. Bovinos pesam em média dez vezes mais que caprinos, causando a compactação dos solos excessivamente desenvolvidos e rasos do semiárido, além de consumir até sete vezes mais matéria seca quando comparados aos caprinos. Isso significa que, para atender as demandas nutricionais dessa espécie, o pastoreio intensivo associado aos outros métodos agrícolas (desmatamento para implantação de lavouras ou pasto, negligência na conservação do solo, métodos equivocados de irrigação e alterações climáticas) impactaram fortemente na cobertura vegetal da Caatinga. Diante disso, associar a caprinocultura aos processos de desertificação de um clima frágil como Caatinga é mais conveniente que reconhecer a bovinocultura e a agricultura como sendo as grandes responsáveis primárias pelos processos de desmatamento em regiões do Nordeste brasileiro, historicamente conhecidas pela predominância pecuária.

A cabra, por sua vez, apresenta-se como possibilidade pecuária para uma nova visão de sistemas de produção que prezem pela preservação ambiental. Em comunicação oral no sertão pernambucano, presenciou-se a cabra sendo considerada por alguns poucos observadores da natureza no semiárido como a *jardineira da floresta*⁶⁹, por trabalhar silenciosamente podando e estimulando o crescimento das plantas na Caatinga.

Em face dos estudos que demonstraram a capacidade de caprinos causarem diferentes níveis de preservação ambiental – prevenção de incêndios e recuperação de pastagens – faz-se necessário encontrar alternativas pecuárias que possam assegurar a manutenção da biodiversidade de cada bioma, demonstrando, assim, que a pecuária garantirá seu lugar em um mercado presente/futuro de sanções ambientais.



REFERÊNCIAS

1. DE TARSO, S.G.S. Desafios do desenvolvimento para o agronegócio no agreste pernambucano. *Algo Mais a Revista de Pernambuco*, ano 17, ed.199, n.2, p.37, 2022.
2. DELGADO, C. et al. Livestock to 2020: The next food revolution. *Outlook on Agriculture*, v.30, n.1, p.27-29, 2001.
3. GODFRAY, H.C.J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, v.327, n.5967, p.812-818, 2010.
4. ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. *Agricultural Development Economics Working Paper*, n.12-03, p.1-147, 2012.
5. BIERBAUM, R. et al. Delivering Global Environmental Benefits for Sustainable Development Report to the 5th GEF Assembly, México May 2014. 1ªed. Washington: Global Environment Facility, 2014. 79p.
6. CANDIOTTO, L.Z.P. Brazilian ecosystems: degradation and capabilities. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v.13, n.32, p.603-630, 2016.
7. DRYFLOR, B.K. et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, v.353, n.6306, p.1383-1387, 2016.
8. SAMPAIO, E.V.S.B. et al. Propensão à desertificação no semi-árido brasileiro. *Revista de Geografia*, v.22, n.2, p.59-76, 2008.
9. HUSS, D. El Papel de los Animales Domésticos en el Control de la Desertificación. 1ª ed. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 1993. 113p.
10. LEAL, I.R. et al. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. In: LEAL, I.R. et al. *Ecologia e Conservação da Caatinga*. 1ª ed. Recife: Universitária da UFPE, 2003. Cap.17, p.695-716.
11. FABRICANTE, J.R. et al. Isso vai dar bode. *Ciência Hoje*, ed.331, v.56, p.40-44, 2015.
12. LEAL, I.R. et al. Plant-animal interactions in the Caatinga: overview and perspectives. In: DA SILVA, J.M.C. et al. *Caatinga. The Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. 1ªed. Cham: Springer International Publishing, 2017. p.255-278.
13. DA SILVA, J.M.C. et al. *Caatinga: the Largest Tropical Dry Forest Region in South America*. 1ªed. Cham: Springer International Publishing, 2018. 482p.
14. DE TARSO, S.G.S. O último ano antes da próxima seca no Nordeste: quais perspectivas de produção e preservação ambiental podem influenciar o regime de chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista de Agroecologia no Semiárido*, v.7, n.2, p.10-20, 2023.
15. MARENCO, J.A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*, v.27, p.149-176, 2008.
16. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. CENSO, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>
17. RUFINO, I.A.A.; SILVA, S.T. Análise das relações



- entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: Uma abordagem metodológica. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v.23, p.166-181,2017.
18. SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, v.35, n.3, p.181-193, 2000.
19. LINARES-PALOMINO, R. et al. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism, and biogeography of woody plants. In: DIRZO, R. et al. *Seasonally Dry Tropical Forests*. Washington: Island Press, 2011. p.3-21.
20. MILES, L. et al. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, v.33, n.3, p.491-505, 2006.
21. PENNINGTON, R.T.; RATTER, J.A. Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography, and Conservation. 1ª ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 504p.
22. LEAL, I.R. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. *Megadiversidade*, v.1, n.1, p.139-146, 2005.
23. KOCH, R. et al. Revealing areas of high nature conservation importance in a seasonally dry tropical forest in Brazil: Combination of modelled plant diversity hot spots and threat patterns. *Journal for Nature Conservation*, v.35, p.24-39, 2017.
24. SANTOS, M.G. et al. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, v.26, n.1, p.83-99, 2014.
25. SOUZA, B.I. et al. Caatinga e desertificação. *Mer-cator*, v.14, n.1, p.131-150, 2015.
26. DE JESUS PEREIRA, A. et al. Análise da susceptibilidade à desertificação em ambiente de caatinga. *Geo UERJ*, n.37, e39260, 2020.
27. SÁ, I.B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no semiárido brasileiro. In: ANGELOTTI, F. et al. *Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro*. 1ª ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p.59-88.
28. AZEVEDO, T. et al. Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020. São Paulo: MapBiomas, 2021. 93p.
29. DE TARSO, S.G.S. Plantando água e colhendo chuva: como a recuperação vegetal no Nordeste pode influenciar na precipitação chuvosa da região. *Revista de Agroecologia no Semiárido*, v.7, n.2, p.1-9, 2023.
30. DE OLIVEIRA, C.L. et al. A Caatinga emite ou sequestra carbono? *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.16, n.2, p.791-804, 2023.
31. DE SOUSA VIEIRA, L.C. et al. Sazonalidade do sequestro e estoque de carbono na Caatinga, durante as estações seca e chuvosa. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.31, p.539-564, 2022.
32. BRITO MORAIS, Y.C. et al. Análise do sequestro de carbono em áreas de Caatinga do semiárido Pernambucano. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.32, n.4, p.585-599, 2017.
33. MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H. *Bioclimatologia Animal*. 1ª ed. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. 126p.
34. SEVERSON, K.E.; DEBANO, L.F. Influence of



Spanish goats on vegetation and soils in Arizona chaparral. *Journal of Range Management Archives*, v.44, n.2, p.111-117, 1991.

35. PEREVOLOTSKY, A.; HAIMOV, Y. The effect of thinning and goat browsing on the structure and development of Mediterranean woodland in Israel. *Forest ecology and management*, v.49, n.1-2, p.61-74, 1992.

36. GRÜN WALDT, E.G. et al. Goat grazing in the arid piedmont of Argentina. *Small Ruminant Research*, v.13, n.3, p.211-216, 1994.

37. OBA, G. Effects of excluding goat herbivory on *Acacia tortilis* woodland around pastoralist settlements in northwest Kenya. *Acta Oecologica*, v.19, n.4, p.395-404, 1998.

38. CARMEL, Y.; KADMON, R. Effects of grazing and topography on long-term vegetation changes in a Mediterranean ecosystem in Israel. *Plant Ecology*, v.145, p.243-254, 1999.

39. DE ALBUQUERQUE, S.G. Caatinga vegetation dynamics under various grazing intensities by steers in the semi-arid Northeast, Brazil. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, v.52, n.3, p.241-248, 1999.

40. COIMBRA-FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. 1996. Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. 1ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1996. 84p.

41. GALVÃO, W.N. *No Calor da Hora: A Guerra de Canudos nos Jornais*. 1ª ed. Recife: Cepe, 2019. 705p.

42. BATISTA, N.L.; DE SOUZA, B.B. Caprinovincultura no semiárido brasileiro-fatores limitantes e

ações de mitigação. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.11, n.1, p.1-9, 2015.

43. SOARES, C.O.; ROSINHA, G.M.S. Segurança alimentar, sustentabilidade e produção de proteína de origem animal. In: VILELA, E.F. et al. *Biomass e Agricultura: Oportunidades e Desafios*. Rio de Janeiro: Ver-tente Edições, 2019. p.149-162.

44. DE TARSO, S.G.D.S. et al. Ruminants as part of the global food system: how evolutionary adaptations and diversity of the digestive system brought them to the future. *Journal of Dairy Veterinary and Animal Research*, v.3, n.5, p.171-176, 2016.

45. FITZHUGH, H.A. et al. *The Role of Ruminants in Support of Man*. 1ª ed. Morrilton: Winrock International, 1978. 139p.

46. VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2ª ed. Cornell: Cornell University Press, 2018. 488p.

47. HOFMANN, R.R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, v.78, n.4, p.443-457, 1989.

48. DEVENDRA, C. Use of shrubs and tree fodders by ruminants. In: DEVENDRA, C. *Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals*. 1ª ed. Ottawa: International Development Research Centre, 1989. p.42-60.

49. SEJIAN, V. et al. Adaptation of animals to heat stress. *Animal*, v.12, supl.2, p.431-444, 2018.

50. DEVENDRA, C. Comparative aspects of digestive physiology and nutrition in goats and sheep. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 7, 1989, Sendai. *Anais...*



Sendai: Ruminant Physiology and Nutrition in Asia, p.45-60,1989.

51. GARCÍA, R.R. et al. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research*, v.107, n.2-3, p.49-64, 2012.

52. VAN KLINK, R. et al. Effects of grazing management on biodiversity across trophic levels - The importance of livestock species and stocking density in salt marshes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.235, n.1, p.329-339, 2016.

53. LU, C.D. Grazing behavior and diet selection of goats. *Small Ruminant Research*, v.1, n.3, p.205-216, 1988.

54. ABIJAOUDÉ, J.A. et al. Diet effect on the daily feeding behaviour, frequency and characteristics of meals in dairy goats. *Livestock Production Science*, v.64, n.1, p.29-37, 2000.

55. FEDELE, V. et al. Effect of free-choice and traditional feeding systems on goat feeding behaviour and intake. *Livestock Production Science*, v.74, n.1, p.19-31, 2002.

56. MOHR, H.; SCHOPFER, P. *Plant Physiology*. 1ª ed. Berlin: Springer Science & Business Media, 2012. 629p.

57. JAIN, V. K. *Fundamentals of Plant Physiology*. 20ª ed. Nova Delhi: S. Chand, 2022. 736p.

58. TAIZ, L. et al. *Plant Physiology and Development*. 6ª ed. Sunderland: Sinauer Associates Incorporated, 2015. 761p.

59. LOVREGLIO, R. et al. Goat grazing as a wildfire

prevention tool: A basic review. *Iforest-Biogeosciences and Forestry*, v.7, n.4, p.260, 2014.

60. NUNES, A. et al. "Self-prevention": uma estratégia de prevenção de incêndios florestais na Raia Central Ibérica. *Cadernos de Geografia*, n.30/31, p.99-106, 2011/12.

61. NUNES, A.D.J.N. et al. Principais causas dos incêndios florestais em Portugal: variação espacial no período 2001/12. *Territorium*, n.21, p.135-146, 2014.

62. TOLUNAY, A.; TÜRKÖĞLU, T. Effects of traditional goat farming on forest fire control in Turkey. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEW HORIZONS IN FORESTRY, X, 2017, Isparta. *Anais... Isparta: ISFOR*, 2017.

63. TOLUNAY, A.T. et al. The use of goat grazing for prevention of forest fires in the West Mediterranean Region of Turkey. In: PASTORALISM AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, INTERNATIONAL E-WORKSHOP ORGANIZED IN THE FRAMEWORK OF PACTORES PROJECT, 1, 2021, Bari. *Anais...Bari: Options Méditerranéennes - Series A: Mediterranean Seminars*, v.126, p.105-111, 2021.

64. HART, S.P. Recent perspectives in using goats for vegetation management in the USA. *Journal of Dairy Science*, v.84, supl., p.170-176, 2001.

65. POPAY, I.; FIELD, R. Grazing animals as weed control agents. *Weed Technology*, v.10, n.1, p.217-231, 1996.

66. TIVER, F.; ANDREW, M.H. Relative effects of herbivory by sheep, rabbits, goats and kangaroos on recruitment and regeneration of shrubs and trees in eastern South Australia. *Journal of Applied Ecology*, v.34,



n.4,p.903-914,1997.

67. PAPACHRISTOU, T.G. et al. Foraging ecology of goats and sheep on wooded rangelands. *Small Ruminant Research*, v.59, n.2-3, p.141-156, 2005.

68. BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030: Plano Operacional*. 1ª ed. Brasília: Mapa/DEPROS, 2021. p.133.

69. VITORINO, A. Sítio Mandacarú, Zona Rural de Parnamirim, Pernambuco, Brasil, 20230. (informação verbal).