

4

BIOMA CAATINGA: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável

Lúcia Helena Piedade Kill¹
Diogo Denardi Porto²

4.1. Características gerais

Em escala global, a Caatinga faz parte da maior e mais diversificada floresta tropical sazonalmente seca do Novo Mundo (FTSS), um bioma global que não foi reconhecido pela comunidade científica como distinto até poucos anos atrás. Em geral, a maioria desse bioma ainda permanece pouco estudada e protegida em comparação com as florestas tropicais e savanas adjacentes. No entanto, dos biomas do FTSS abrigam quase 1 bilhão de pessoas em todo o mundo e estão entre os sistemas ecológicos mais vulneráveis às mudanças climáticas. A má gestão dos FTSSs pode levar à perda de biodiversidade e à redução dos custos dos serviços ecossistêmicos que sustentam milhões de pessoas de baixa renda. A falha em abordar esse desafio pode exacerbar os conflitos sociais e as migrações maciças. Portanto, os FTSSs são áreas socioecológicas que merecem atenção muito próxima de três grandes grupos internacionais: as comunidades científicas, de conservação e de desenvolvimento.

O Semiárido brasileiro, como parte dos FTSSs, constituído pela Caatinga, está localizado no nordeste do país e nele habitam cerca de 28,6 milhões de pessoas, sendo a maioria carente e dependente dos recursos naturais da região (IBGE, 2010). A maior parte de seu território é revestida pela formação vegetal

¹ Pesquisadora da Embrapa Cerrados.

² Pesquisador da Embrapa Semiárido.

denominada Caatinga, uma FTSS cujas espécies apresentam características morfofisiológicas adaptadas ao estresse hídrico e às altas temperaturas, tornando-as uma opção para o desenvolvimento da região, pois servem de suporte para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e industriais.

Nas últimas décadas, a pressão sobre a exploração dos recursos naturais da Caatinga vem aumentando, devido, principalmente, ao consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e não sustentável para fins domésticos e industriais, ao sobrepastoreio e à conversão para pastagens em agricultura. Esse modelo de exploração predatória tem impactado, principalmente, os recursos naturais renováveis do bioma. Hoje, já são registradas alterações na composição e diversidade da flora e fauna locais, bem como aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água, cujo efeito agregado gera a desertificação, o que já ocorre em algumas áreas do Bioma Caatinga.

Essa situação se agravou pela ocorrência, nos últimos seis anos, de taxas de precipitação significativamente menores do que a média histórica, com consequências diretas para os pequenos produtores, em virtude da estrutura fundiária existente. Verifica-se, que muitos são os desafios para o desenvolvimento sustentável da região. Aqui apresentaremos alguns deles e algumas das ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação – PD&I – que poderiam contribuir para minimizar essa situação.

O desmatamento elevado no Bioma Caatinga vem gerando processos de desertificação em diversas áreas, alterando diretamente a biota, o microclima e os solos, sendo fundamental o desenvolvimento de técnicas de pesquisa capazes de incorporar informações que identifiquem o estado dos recursos naturais, apontando os seus relacionamentos e alguns caminhos a serem tomados para uma intervenção eficiente que gere a recuperação e o aproveitamento sustentável das terras nesse ambiente. O Método de Transecto Linear para Fanerófitos e Caméfitos constitui-se em um conjunto de técnicas utilizado pela primeira vez no Brasil para analisar áreas submetidas à desertificação, apresentando indicadores biogeográficos, climatológicos, geomorfológicos e hidrológicos. Através da aplicação do método em uma área do município de São Domingos do Cariri (PB), foi identificada uma diversidade vegetal muito baixa (13 espécies e 489 indivíduos), dominância de poucas espécies (5) e baixa abundância, com maior número de indivíduos nos estratos arbustivo alto e arbustivo, tendo como causa a retirada excessiva de vegetação, as queimadas e o uso contínuo pelo gado caprino. O Balanço Hídrico apresentou-se negativo, havendo indicação de que a atividade vegetativa depende da precipitação oculta³. Os solos apresentaram crosta superficial de origem

³ Precipitação oculta é entendida como o fenômeno em que a vegetação (ou outro objecto, natural ou não) captura, por um processo de impacto ou colisão, as minúsculas gotículas de água existentes no nevoeiro e que na sua ausência seriam mantidas em suspensão na atmosfera.

antrópica, tornando a aridez edáfica ainda mais acentuada, associada aos baixos níveis de fertilidade, particularmente o potássio e a matéria orgânica.

4.2 Agropecuária na Caatinga e seus efeitos sobre o meio ambiente

A área de ocorrência do bioma Caatinga sobrepõe-se em grande medida à do semiárido brasileiro, considerada como uma das regiões de clima semiárido mais povoadas do mundo (SALCEDO; MENEZES, 2009). O resultado dessa combinação de fatores é uma diminuição progressiva da cobertura vegetal desse bioma, como resultado de diversas ações antrópicas. O resultado dessa combinação de fatores é uma diminuição progressiva da cobertura vegetal desse bioma, por efeito dos diversos tipos de clima da Caatinga, de acordo com a Figura 1. Paralelamente, a Caatinga é um dos biomas brasileiros menos estudados e que conta com menos unidades de conservação (SANTOS et al., 2011). O resultado dessa combinação de fatores é uma diminuição progressiva da cobertura vegetal desse bioma.

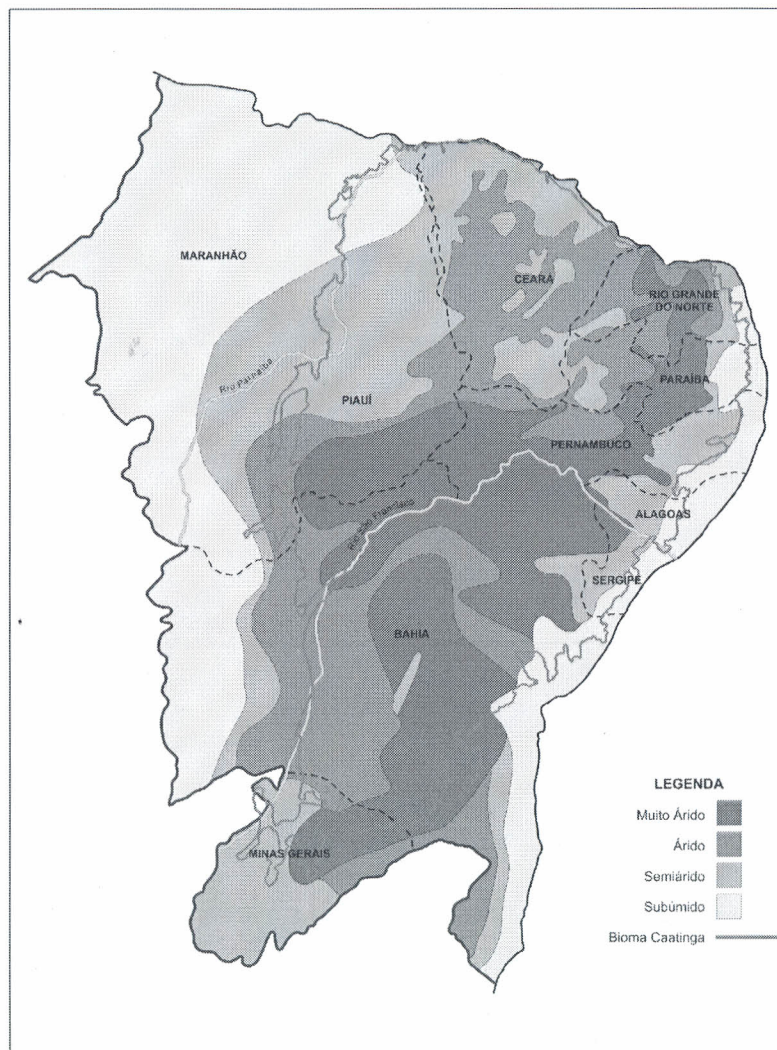
Essa situação pode ser acompanhada pela análise de imagens de satélite, que demonstram a conversão do uso da terra em diversas regiões. BEUCHLE et al. e colaboradores (2015) observaram uma redução líquida média de 0,3% ao ano na cobertura vegetal da Caatinga entre os anos de 1990 e 2010, resultando em uma redução da taxa de cobertura de 67,4% para 63,2% no período.

A taxa de redução foi mais intensa no período entre os anos 2000 e 2010, quando comparada à década de 1990, demonstrando uma tendência de aumento de desmatamento. A cobertura vegetal e o uso das terras do bioma Caatinga atualmente são apresentados na Figura 2.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2011), a taxa de cobertura da Caatinga em 2009 situava-se em 53,4%. As diferenças dos resultados entre esse levantamento e o anterior referem-se a pequenas diferenças metodológicas, como os tipos de formações considerados como vegetação nativa. Ainda segundo os dados do MMA, em termos percentuais de área (2008 a 2009), a Bahia foi o estado no qual a vegetação da Caatinga sofreu maior supressão no período, seguida pelo estado do Ceará. No entanto, a Bahia também é o estado que possui a maior extensão de remanescente de Caatinga.

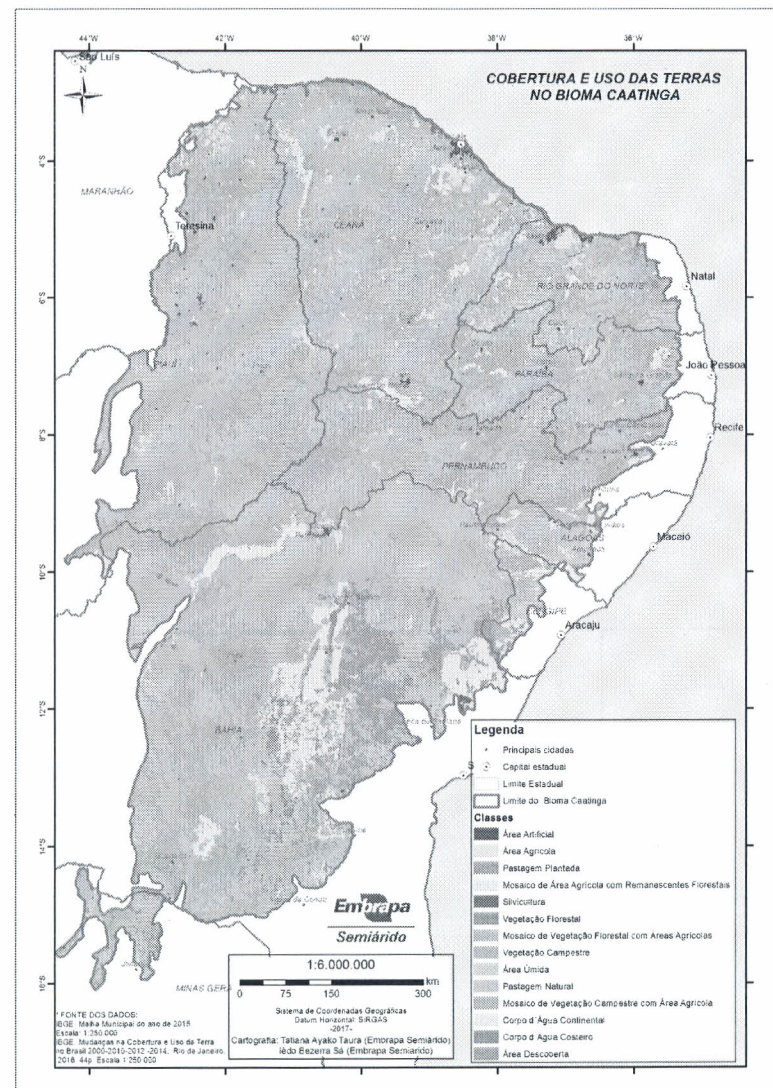
A vegetação da Caatinga, mesmo durante a estiagem, quando está quase completamente sem folhas e com o crescimento interrompido, continua desempenhando a importante função de proteger o solo contra agentes erosivos. Outras

Figura 1. Tipos de Clima do Bioma Caatinga.



Fonte: Hargreaves, 1974.

Figura 2. Cobertura e Uso das Terras do Bioma Caatinga.



Fonte: IBGE, 2004.

formas de uso da terra frequentemente não protegem o solo desses agentes. Como resultado, a degradação ambiental causada pelo desmatamento culmina no fenômeno da desertificação, ou seja, a perda da capacidade produtiva da área, tanto do ponto de vista ecológico como do econômico.

A desertificação é um fenômeno que ocorre tipicamente em regiões de clima árido, semiárido ou subúmido e pode ter causas naturais ou antrópicas. As causas antrópicas envolvem o desmatamento, a extração predatória de recursos florestais, as queimadas, o sobrepastejo e o manejo inadequado do solo (SÁ et al., 2010). As áreas atingidas pela desertificação tornam-se totalmente improdutivas, gerando reflexos socioeconômicos graves. A população rural das áreas desertificadas é obrigada a abandonar a área ou viver em condições de extrema dificuldade. Nesse contexto, a Figura 3 apresenta as mesorregiões do Bioma Caatinga.

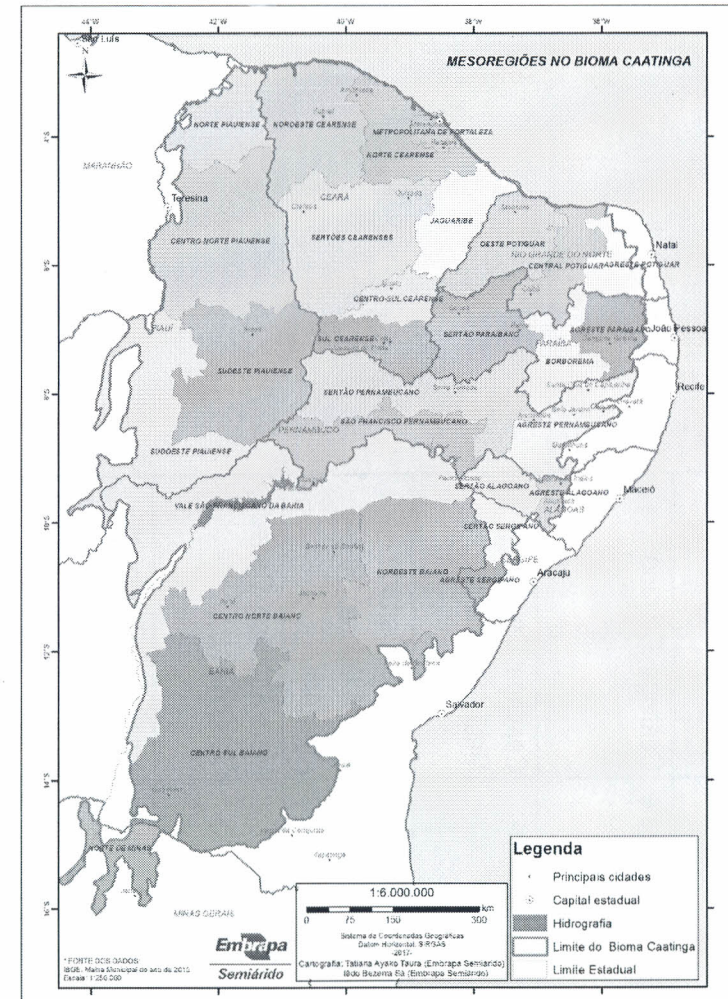
As causas da diminuição da cobertura natural da Caatinga são diversas e muitas vezes derivadas de especificidades regionais. No Estado da Paraíba, o desmatamento indiscriminado para atendimento da demanda de madeira e lenha da região fez com que aproximadamente 85% do Semiárido paraibano se tornasse sensível à desertificação (SÁ et al., 2013). Já na Região de Desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco, no extremo oeste do estado de Pernambuco, as áreas com moderado e severo risco de desertificação compreendem 74% e 23% das áreas totais, respectivamente (SÁ et al., 2015). Esse processo deve-se à substituição da vegetação natural por campos de cultivos, pastagens e outros usos do solo. No Seridó da Paraíba e do Rio Grande do Norte, a degradação ambiental resulta de atividades de mineração, pastoreio extensivo de bovinos e caprinos, abandono de áreas agrícolas e extração de lenha (COSTA et al., 2009). Nessa região, a Caatinga se apresenta como uma vegetação esparsa, de aspecto arbóreo-arbustivo, crescendo sobre solos rasos e muito propensos à erosão.

As áreas de Caatinga que são desmatadas têm recuperação extremamente lenta. Levantamentos que comparam áreas com diferentes graus de preservação estimam que poderão ser necessários 50 anos para que a vegetação se recupere totalmente de um episódio de desmatamento (ARAÚJO FILHO, 2013). Isso é consequência do crescimento descontínuo da vegetação, afetados por períodos de estiagem que podem se estender por oito ou até 10 meses ao ano, por vários anos.

Entre as atividades agropecuárias que impactam a Caatinga encontra-se o sistema tradicional de pousio, no qual uma área é desmatada, queimada, cultivada com culturas de subsistência (milho, feijão, mandioca e legumes) por certo período e, em seguida, abandonada. Essa estratégia foi, por muito tempo, a forma predominante de uso da terra no Semiárido brasileiro e em outras regiões da América Latina (KASS; SOMARRIBA, 1999). Na Caatinga, depois de 3 a 5 anos de produção de culturas como milho, feijão e mandioca, a área é abandonada

para regeneração natural por um período de cerca de 10 anos, já muito inferior, portanto, ao período necessário para o pleno restabelecimento da vegetação arbórea. Com o crescimento populacional, contudo, esse período de regeneração natural praticado pelo pequeno produtor diminuiu ainda mais. Assim, os efeitos deletérios do corte e queima da vegetação aumentaram.

Figura 3. Mesorregiões do bioma Caatinga.



Fonte: IBGE, 2004.

A regeneração natural no período de pousio é praticada empiricamente como função de restauração da fertilidade do solo, que por sua vez decorre do ingresso, no solo, de matéria orgânica derivada da biomassa vegetal produzida no período (TIESSSEN; SAMPAIO; SALCEDO, 2001). A prática tradicional da queima da vegetação diminui drasticamente o estoque de carbono, reduzindo fertilidade e mostrando-se inadequada para o manejo sustentável de solos no Semiárido (SACRAMENTO et al., 2013). O solo menos fértil suporta uma comunidade menor de espécies nativas que, por sua vez, produzirá menos aporte de matéria orgânica ao solo no próximo ciclo de crescimento, em uma retroalimentação negativa característica de processos de desertificação.

O corte e a queima também afetam diretamente a viabilidade e diversidade do banco de sementes do solo. MAMEDE e ARAÚJO (2008) observaram que o fogo causou uma diminuição de 80% da densidade de plântulas emergentes do banco de sementes, o que representa uma séria ameaça à conservação de comunidades vegetais da Caatinga. A regeneração natural de áreas de Caatinga é altamente dependente da viabilidade de seu banco de sementes como fonte de propágulos para o restabelecimento da flora (SILVA et al., 2013). Sem isso, a área corre sérios riscos de sofrer episódios de erosão, que podem progredir a um processo de desertificação.

Além da matéria orgânica e do banco de sementes, as queimadas afetam seriamente outro componente importante e, por vezes, negligenciado do solo, a comunidade microbiana. Essas comunidades são responsáveis por diversos processos no solo, como a ciclagem de nutrientes, a fixação biológica de nitrogênio e a manutenção da sua estrutura. Áreas que passam por queimadas apresentam diminuição significativa da atividade microbiológica no solo em camadas superficiais (OLIVEIRA et al., 2010).

Outra atividade que impacta os recursos renováveis do bioma é o uso da lenha e do carvão como matriz energética. A utilização da lenha da Caatinga intensificou-se a partir de 1974, quando a política do Governo Federal enfatizou a biomassa como fonte energética. No início dos anos 1990, 35% da energia primária consumida na Região Nordeste eram provenientes dessas fontes (RIEGELHAUPT; PAREYN, 2010). A partir de então, o perfil energético mudou com a diminuição da população rural e a adoção de gasodutos por setores da indústria. Entretanto, em alguns estados, o consumo de lenha permanece em patamares altos, como no Rio Grande do Norte, onde alcança 24% do total do consumo energético, sendo essa proporção ainda maior para uso residencial (53%). Como essa exploração de lenha por extrativismo não foi acompanhada por projetos de reflorestamento da Caatinga para a reposição da biomassa, em muitos locais ocorreu a exaustão dos recursos florestais.

O corte da vegetação da Caatinga na região do Araripe pernambucano é emblemática como representação da exploração desordenada dos recursos madeireiros do bioma. Essa região compreende os municípios de Araripina,

Trindade, Ipubi, Bodocó e Ouricuri, que formam o polo responsável por 95% da produção nacional de gesso (SÁ et al., 2010). A alta demanda de lenha dessa indústria resultou em significativa pressão ecológica sobre os recursos madeireiros da biodiversidade local. Estima-se que até 65% da área da região foram desmatados até 2009 (DRUMOND et al., 2015).

A substituição da comunidade vegetal complexa por uma monocultura resulta em uma fragilização ecológica, já que a monocultura não tem a plasticidade adaptativa para suportar as adversidades típicas do Semiárido brasileiro (ARAÚJO FILHO; BARBOSA, 1999). Essa plasticidade é derivada tipicamente da diversidade de espécies encontradas nas comunidades naturais. Comunidades diversificadas são mais resistentes a eventos como secas atípicas ou pragas, já que as espécies que os suportam podem ocupar o espaço deixado para trás pelas demais.

As monoculturas costumam ser encontradas em sistemas produtivos altamente especializados e tecnificados e podem demandar alta quantidade de insumos para permanecerem economicamente viáveis. Muitos desses sistemas produtivos têm raízes em regiões de clima temperado e sofrem adaptações para adequarem-se ao clima tropical semiárido. Entretanto, uma série de práticas inadequadas permanece, como o excessivo revolvimento do solo e o baixo aporte de matéria orgânica, que comprometem seriamente a fertilidade da área a médio prazo. Essas práticas ensejam o significativo aporte de insumos necessários à sua permanência, e, quando o sistema é interrompido, a área perde rapidamente as suas propriedades produtivas, devido à quebra dos ciclos biogeoquímicos naturais que mantinham a cobertura vegetal original.

Já a agricultura tradicional na Caatinga, embora relativamente pouco produtiva, é tipicamente praticada com baixo uso de insumos e composta de mais de uma atividade produtiva na mesma área, incluindo muitas vezes a pecuária extensiva. No entanto, as práticas utilizadas são muitas vezes tão danosas quanto aquelas das monoculturas. O período inadequado de pousio, as práticas da queima e das capinas frequentes, que mantêm o solo descoberto, além da exploração predatória dos recursos naturais da Caatinga, são fatores que ocasionam ampla degradação do bioma (ARAÚJO FILHO, 2013).

A Região Nordeste tem uma posição destacada na pecuária nacional, especialmente devido à grande presença de rebanhos de caprinos e ovinos (ARAÚJO FILHO, 2013). Mais de 90% dos rebanhos de caprinos do Brasil situam-se no Nordeste, a maior parte no Semiárido. Esses animais são criados segundo o manejo extensivo, utilizando-se a Caatinga como principal, senão única, fonte alimentar.

A utilização da Caatinga como pastagem para pecuária extensiva é muito disseminada e causa a degradação acentuada da cobertura vegetal (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009; ARAÚJO FILHO; BARBOSA, 1999). A expansão dessa atividade, a partir do século XVII, é considerada um dos principais fatores

que levaram à degradação de paisagens do bioma, tanto pela sua conversão a pastagens cultivadas quanto pelo consumo das plantas nativas pelos rebanhos. Cerca de 70% das espécies da Caatinga são consumidas por caprinos, ovinos e bovinos (ARAÚJO FILHO, 2013). Os caprinos, como pastejam arbustos além de gramíneas e outras herbáceas, distribuindo a biomassa consumida com maior uniformidade entre os estratos vegetais, causam menor impacto em relação a hovinós e ovinos, que se alimentam predominantemente de herbáceas.

O pastejo por caprinos, entretanto, é considerado um fator importante de degradação da Caatinga devido à grande população desses animais no Nordeste brasileiro. A região possui um dos maiores rebanhos caprinos do mundo, a maior parte localizado no Semiárido. O sobrepastejo de caprinos na Caatinga está associado à redução do recrutamento, do crescimento e da distribuição geográfica de várias espécies de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas, afetando a estrutura e a capacidade de regeneração da vegetação (LEAL; VICENTE; TABARELLI, 2003). Além das comunidades vegetais nativas, foi demonstrado que o sobrepastejo diminui o conteúdo de carbono orgânico do solo, principalmente nas camadas superficiais do perfil (SCHULZ et al., 2016).

A pressão de pastejo sobre a Caatinga cresce com o aumento da população humana e, em consequência, dos rebanhos. Além disso, a extensão das propriedades que praticam a pecuária extensiva apresenta-se menor a cada ano, aumentando-se, então, a carga animal praticada nesses estabelecimentos. O sobrepastejo agrava o estado de degradação das pastagens, que, por sua vez, suporta uma carga animal cada vez menor, em uma espiral negativa dos pontos de vista social, econômico e ambiental (ARAÚJO FILHO, 2013).

Outra atividade que vem sendo praticada na região é a fruticultura irrigada, que foi responsável por grande desenvolvimento local devido ao volume e à alta qualidade das frutas, que abastecem tanto a demanda doméstica quanto a internacional (MENEZES et al., 2008). Essa atividade é hoje possível graças a investimentos em infra-estrutura hídrica, que possibilitou o bombeamento a partir do rio São Francisco, quer seja de reservatórios ou de estações de captação ao longo do curso. Essa estrutura tem impactos tanto positivos quanto negativos sobre o equilíbrio ecológico da região. Um dos efeitos observáveis é a diminuição da amplitude térmica diária decorrente do aumento da quantidade de vapor de água presente na atmosfera (CORREIA et al., 2011). O maior teor de umidade relativa provoca uma maior temperatura noturna, o que contribui para o aumento da temperatura média da região. Esse fenômeno alinha-se com o cenário de mudanças climáticas globais, que já prevê tendências de temperaturas mais altas em várias regiões do planeta.

A própria conversão da Caatinga para áreas de pastagens ou agrícolas causa uma diminuição significativa do teor de carbono no solo (GIONGO et al., 2011;

SCHULZ et al., 2016). As temperaturas médias anuais relativamente altas e a baixa precipitação pluviométrica, características típicas do Semiárido brasileiro, acentuam as taxas de mineralização e perda do carbono presente no solo. Esse carbono ingressa na atmosfera na forma de gases que contribuem para alterações climáticas devido ao efeito estufa.

Assim, a Caatinga pode ser considerada como um bioma especialmente vulnerável às mudanças climáticas, uma vez que as condições atuais já são relativamente impeditivas à regeneração natural da vegetação, principalmente como resultado da escassez de água e de nutrientes no solo; conta com poucas Unidades de Conservação em comparação com outros biomas brasileiros e ainda é relativamente pouco conhecida cientificamente, não havendo estudos suficientes sobre o manejo das áreas nativas (SANTOS et al., 2014). Além disso, a Caatinga é um bioma que apresenta muitas áreas suscetíveis à desertificação, que é um processo extremamente deletério e que demanda grande quantidade de recursos para ser revertido. A desertificação não é um problema apenas do ponto de vista ambiental, mas, sim, um grande entrave para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social nas regiões atingidas, e pode ser considerada a expressão máxima da degradação ambiental. O melhor caminho para se evitar a desertificação é a implementação de práticas de manejo do solo que atendam ao paradigma da sustentabilidade.

4.3 Oportunidades e desafios de pesquisa para a sustentabilidade

As atividades agropecuárias desenvolvidas na Caatinga impactam de forma considerável os recursos naturais do bioma. Assim, enormes são os desafios a serem enfrentados pelas instituições de pesquisa para desenvolver sistemas produtivos e tecnologias que estejam focados na competitividade, sustentabilidade e equidade.

Diante dos cenários de mudanças climáticas para a região, faz-se necessário ampliar as pesquisas voltadas para as análises de tendências do clima, o monitoramento dos seus parâmetros e sua evolução em anos futuros, como forma de subsídios para compreender essas alterações. Ainda nesse sentido, estudos em modelagem matemática dos sistemas produtivos e simulação de cenários são necessários para antever os impactos sobre o desenvolvimento das culturas, bem como a ocorrência de pragas ou doenças.

Ações voltadas para o uso eficiente dos recursos hídricos serão fundamentais. Nessa ótica, temas como a eficiência do uso da água em diferentes escalas de

produção, estabelecimento de sistemas de captação e de reuso da água, agricultura biossalina, bem como a identificação de genótipos vegetais menos demandantes desse recurso devem ser considerados como temas prioritários de pesquisa.

A identificação dos recursos hídricos para produção animal em cada região também deve ser uma tarefa prioritária, preferencialmente executada com o apoio das prefeituras para mapeamento dos recursos municipais. Com isso, o planejamento do uso eficiente desses recursos pode ser realizado com maior precisão, de acordo com o volume da oferta de água, sua qualidade e as tecnologias disponíveis.

A busca por práticas de manejo de solo com baixo impacto ambiental e modelos de recuperação de áreas em processo de degradação deve ser considerada pauta de futuras pesquisas, visando o desenvolvimento de uma agricultura menos impactante e com baixa emissão de carbono. Nessa ótica, estudos voltados para a identificação de espécies tolerantes aos estresses salinos e térmicos, identificação e uso das interações microbiológicas nativas, adição de condicionadores ao solo, associados a sistemas de plantio direto, com adubos verdes, figuram entre os temas prioritários que podem contribuir para reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa.

A obtenção de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) sob os aspectos econômico, ambiental e social, se mostra uma opção para o desenvolvimento sustentável da Caatinga, com geração de emprego e renda para as comunidades locais, e proporcionando segurança alimentar para as populações de menor poder aquisitivo. Esses produtos geralmente estão associados a boas práticas dos pontos de vista ecológico e de proteção do meio ambiente em seu processo produtivo. Por esse motivo, a demanda das indústrias nacionais e internacionais por matérias-primas oriundas de PFNM vem crescendo, tendo em vista a boa aceitação desses produtos.

Porém, poucas são as plantas nativas da Caatinga que vêm sendo manejadas de forma sustentável para geração de PFNM. Os principais entraves referem-se à falta de conhecimento da ecologia e do manejo dessas espécies. Dessa forma, estudos voltados para a prospecção e manejo dessas espécies são fundamentais, bem como aqueles que tratam da estruturação de sistemas associados, quer seja de forma extrativista, ou integrados com as atividades agropecuárias.

No que se refere à produção animal, a disponibilidade de forragem em quantidade e qualidade ainda é um entrave. Nessa ótica, os projetos de pesquisas devem buscar formas alternativas de produção e estocagem de alimento, bem como a identificação e o melhoramento genético de espécies nativas ou exóticas que poderiam atender a esse propósito.

Ressalta-se que a maior parte dos componentes da flora da Caatinga pode ser utilizada para alimentação animal, especialmente de caprinos. Assim, esses componentes podem ser melhor aproveitados por meio do estudo detalhado

desses recursos genéticos, dando início à seleção de variedades de ocorrência natural com características de interesse, que podem subsidiar programas de melhoramento. Além disso, outras ferramentas de aproveitamento desses recursos, como, por exemplo, a utilização dessas plantas como fonte de genes, podem ser empregadas.

Os sistemas agrossilvipastoris são alternativas de manejo da vegetação nativa que já se mostraram adequados para a produção animal em diversas regiões do país, incluindo o Semiárido. Sob a designação de sistemas Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), já são considerados uma frente promissora de verticalização da produção, enquanto satisfazem a grande demanda por tecnologias de baixo impacto ambiental. Assim, Sistemas ILPF devem ser propostos para as diferentes regiões do Semiárido, com adaptações, para que se adequem às particularidades locais.

Por fim, as pesquisas deveriam focar em sistemas de criação intensiva adequados para a realidade da produção animal da região. Com a implantação desses sistemas, poderia ser feito o manejo do rebanho de forma mais eficiente, com coberturas controladas, melhorando a qualidade do rebanho e diminuindo as taxas de consanguinidade e mortalidade.

4.4 Considerações finais

As pesquisas em PD&I para a Caatinga devem se alinhar aos novos modelos de agricultura, que hoje estão fortemente embasados em Ciência e Tecnologia. Por conseguinte, devem buscar a eficiência no uso dos recursos naturais da região, principalmente solo e água, juntamente com a preocupação de redução de impactos negativos ao meio ambiente. Além disso, devem também buscar sistemas cada vez mais dinâmicos e complexos, voltados para agricultura sistêmica, inteligência territorial, gestão de riscos, entre outros.

Referências bibliográficas

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da Caatinga: uma Investigação Ecogeográfica. *Revista Caatinga*, 22(3), p. 126–135, 2009.
- ARAÚJO FILHO, J. A. *Manejo pastoril sustentável da Caatinga*. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013. 200 p.
- _____; BARBOSA, T. M. L. *Sistemas agrícolas sustentáveis para regiões*

- semiáridas. Sobral: Embrapa Caprinos, 1999. 18 p.
- BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Applied Geography*, 58, p. 116-127, 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por Satélite. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. **Monitoramento do bioma Caatinga 2008 e 2009**. Brasília, DF, 2011.
- CORREIA, M. F.; SILVA, F. S.; ARAGÃO, M. R. S.; SANTOS, E. P.; MOURA, M. S. B. Impacto da expansão agrícola na amplitude térmica diária em ambiente semiárido. *Ciência e Natura*, Edição Suplementar, VII Workshop Brasileiro de Micrometeorologia, p. 311-315. Santa Maria: UFSM, 2011.
- COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 961-974, 2009.
- DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J.; FARIAS, S. M.; OLIVEIRA, V. R.; SÁ, I. B.; PEREIRA, P. S.; SANTOS, D. E. P. S. Desenvolvimento de Espécies Nativas da Caatinga em Áreas Degradadas na Chapada do Araripe, Pernambuco. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.
- GIONGO, V.; GALVÃO, S. R. S.; MENDES, A. M. S.; GAVA, C. A. T.; CUNHA, T. J. F. Soil Organic Carbon in the Brazilian Semi-arid Tropics. *Dynamic Soil Dynamic Plant*, 5, 12-20, 2011.
- HARGREAVES, Gil. **Climate zoning for agricultural production in Northeast Brazil**. Logan, UT: Utah State University/USAID, 1974.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de biomas e de vegetação. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso: 22 de out. 2018.
- , —. **Censo Demográfico 2010**: características gerais da população, religião e das pessoas com deficiência, com Projeções 2017. Rio de Janeiro: 2012. 221p.
- KASS, D. C. L.; SOMARRIBA, E. Traditional fallows in Latin America. *Agroforestry Systems*, 47, 13-36, 1999.
- LEAL, I. R.; VICENTE, A.; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. p. 695-716.
- MAMEDE, M. D. A.; ARAÚJO, F. S. de. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments*, 72(4), 458-470, 2008.
- MENEZES, E.A.; SILVA, P.G.; QUEIROZ, M.A.; PORTO, E.R. O Semiárido tropical brasileiro. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Ed.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 359-374.
- OLIVEIRA, L. C.; FIALHO, J. S.; AGUIAR, I.; OLIVEIRA, T. S.; CAMPANHA, M. M. Impacto da Queimada sobre a atividade microbiana de um Luvisolo Crômico Órtico. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, 2010. *Anais ...*, Teresina, 2010, p 1-3.
- PEREIRA, I.; ANDRADE, L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; BARBOSA, M. Use-history Effects on Structure and Flora of Caatinga. *Biotropica*, 35(2), 154-165, 2003.
- RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. A questão energética e o manejo florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Ed.). **Uso e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: SFB, 2010. p. 65-75.
- SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TAURA, T. A.; DRUMOND, M. A. Mapeamento da desertificação do semiárido paraibano com base na sua cobertura vegetal e classes de solos. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013. *Anais ...*, Foz do Iguaçu, 2013, p 3112-3118.
- , —. Mapeamento da desertificação da Região de Desenvolvimento Sertão do São Francisco com base na cobertura vegetal e nas classes de solos. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife, 8, p. 510-524, 2015.
- SÁ, I. I. S.; GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, De, M. S. B.; SÁ, I. B. Cobertura vegetal e uso da terra na região Araripe pernambucana. *Mercator*, Fortaleza, 9(19), p. 143-163, 2010.
- SACRAMENTO, J.; ARAÚJO, A.; ESCOBAR, M.; XAVIER, F.; CAVALCANTE, A.; OLIVEIRA, T. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37, p. 784-795, 2013.
- SALCEDO, I.H.; MENEZES, R.S.C. Agroecosystem functioning and management in semi-arid Northeastern Brazil. In: TIESSEN, H., STEWART, J.W.B. (Eds.), **Applying Ecological Knowledge to Land Use Decisions**. Inter-American Institute for Global Change Research. IICA-IAI-Scope, Paris, p. 73-81, 2009.
- SANTOS, J. C.; LEAL, I. R.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W.; TABARELLI, M. Caatinga: The Scientific Negligence Experienced by a

- Dry Tropical Forest. **Tropical Conservation Science**, 4(3), p. 276-286, 2011.
- SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, M. T.; FIGUEIREDO, K. V.; FALCÃO, H. M.; ARRUDA, E. C. P.; ALMEIDA-CORTEZ, J.; SAMPAIO, E. V. B.; OMETTO, J. P. H. B.; MENEZES, R. S. C.; OLIVEIRA, A. F. M.; POMPELLI, M. F.; ANTONINO, A. C. D. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, 26(1), p. 83-99, 2014.
- SCHULZ, K.; VOIGT, K.; BEUSCH, C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; KOWARIK, I.; WALZ, A.; CIERJACKS, A. *Grazing deteriorates the soil carbon stocks of Caatinga forest ecosystems in Brazil*. **Forest Ecology and Management**, 367, p. 62-70, 2016.
- TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Vol. 61, p. 99-103, 2001.

5

BIOMA MATA ATLÂNTICA: oportunidades e desafios de pesquisa em ciências agrárias para o desenvolvimento sustentável

Jennifer Viezzer¹
Mateus Motter Dala Senta²
Rodrigo Martins Vieira³

5.1 Ecossistemas da mata atlântica

A Mata Atlântica é um complexo formado por 15 ecorregiões terrestres, sendo oito referentes a tipologias florestais e sete a outros ecossistemas, conforme segue: Floresta Atlântica do Alto Paraná, Atlântica Seca, Costeira da Bahia, Costeira de Pernambuco, da Serra do Mar, de Araucárias, do Interior da Bahia e do Interior de Pernambuco; Brejo de Altitude; Campos Rupestres; Mangues da Bahia, da Ilha Grande, do Rio Piranhas e do Rio São Francisco; e Restingas da Costa Atlântica (OLSON; DINERSTEIN, 2002; WWF, 2017).

A Lei nº 11.428, de 22/12/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa da Mata Atlântica, a chamada Lei da Mata Atlântica, por sua vez, considera como integrantes do bioma cinco formações florestais nativas e cinco ecossistemas associados, conforme regulamento (Figura 1): Florestas Ombrófila

¹ Engenheira Florestal, M.Sc., Analista Ambiental do Departamento de Conservação de Ecossistemas, Secretaria de Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF.

² Biólogo, Analista Ambiental do Departamento de Conservação de Ecossistemas, Secretaria de Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF.

³ Cientista Político, Coordenador geral de Conservação, Recuperação e Uso Sustentável dos Ecossistemas, Departamento de Conservação de Ecossistemas, Secretaria de Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF.