



# Agroecologia e mudanças climáticas no Trópico Semiárido

**GUILLERMO GAMARRA-ROJAS**  
Universidade Federal do Ceará

**NICOLAS FABRE**  
Associação dos Municípios do Estado do Ceará

## RESUMO

O presente artigo faz uma reflexão teórica e, em certa medida, propositiva das concepções, suposições e evidências das mudanças climáticas nos trópicos, com ênfase no Semiárido brasileiro. São apresentadas as contribuições da agricultura para a mudança do clima e se analisam os impactos advindos das mudanças climáticas na agricultura familiar do Semiárido. Apresentam-se evidências de mitigação e adaptação em agroecossistemas agroecológicos do Semiárido e um esboço de agenda propositiva do setor a partir dos compromissos assumidos pelo País e das necessidades de mitigação e adaptação.

**Palavras-chave:** Adaptação. Agricultura familiar. Agroecologia, Agroecossistemas. Mitigação. Semiárido.

## AGROECOLOGY AND CLIMATE CHANGE IN THE SEMIARID TROPICS

### ABSTRACT

This article makes a theoretical and, to a certain extent, propositional reflection on the conceptions, assumptions and evidences of climate change in the tropics, with emphasis on the Brazilian semiarid region. The contributions of agriculture to climate change are presented and the impacts of climate change on family agriculture in the semiarid region are analyzed. Evidence of mitigation and adaptation in agroecological systems of the semiarid region is presented and an outline of an agenda of the sector based on the commitments assumed by the country and the needs of mitigation and adaptation is provided.

**Keywords:** Adaptation. Agroecology. Agroecosystems. Family agriculture. Mitigation. Semiarid Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos cinco anos, ouvimos dos agricultores, da academia e dos meios de comunicação que está se vivendo a pior seca da história do Semiárido brasileiro.

Trata-se de mais uma seca que, periodicamente, ocorre na região, só que mais prolongada? É um efeito das mudanças globais do clima?

Sabe-se que as mudanças climáticas são um fenômeno inerente à evolução do planeta terra, com períodos de aquecimento e períodos de esfriamento, que moldaram a biosfera terrestre e tiveram influência decisiva sobre as espécies de plantas, de animais e micro-organismos. Essa perspectiva evolutiva da terra se deu em escalas temporais suficientemente prolongadas, de bilhões de anos, para que a vida fosse se adaptando e evoluindo ao estágio em que é conhecida no presente. Um processo evolutivo de crescente organização das espécies, das relações entre elas e com os ambientes terrestres e aquáticos que habitam.

O que se debate na atualidade não é tanto a existência de mudanças no clima terrestre, mas em que sentido vão essas mudanças, quais as suas causas, em que velocidade se processam e os impactos na vida na terra tal qual é conhecida e na economia.

Se a era atual for de esfriamento ou, ao contrário, de aquecimento da terra, quais as causas e efeitos reais dos gases de efeito estufa - GEE? Quem tem autoridade científica sobre esses temas? São questões que as evidências cumulativas emanadas da pesquisa científica estariam respondendo. Entretanto, o cenário é mais complexo na medida em que cresce a polarização de discursos como uma estratégia para criar controvérsia e protelar progressos nas políticas do clima e do meio ambiente em geral e, conforme coloca Farrel (2016), a escassa compreensão que se tem a respeito do complexo sistema organizacional e financeiro que afeta a própria criação da polarização ideológica.

Assim, talvez um dos novos desafios seja tornar explícito os arranjos sociais nos quais é gerada a (des)informação e o papel do financiamento público, e principalmente privado, na conformação do conteúdo ideológico da informação científica. Uma questão adicional colocada por Farrel (2016) é saber se o financiamento corporativo conduz a uma maior produção de discurso ou, ao contrário, se as organizações que produzem discurso atraem o financiamento corporativo.

Independentemente ou apesar da controvérsia, o problema está colocado e, como dizem Fox et al. (2007), é melhor lançar mão da precaução do que da omissão e, nesse sentido, prestar atenção às evidências sobre uma mudança climática guiada/gerada por ações humanas. Até porque as evidências dão ampla sustentação ao argumento de que a causa principal do aquecimento global são os aumentos globais na concentração dos GEE que se devem, sobretudo, ao uso de combustíveis fósseis, consumidos principalmente em países industrializados (petróleo, carvão e gás natural) e a mudanças no manejo da terra (WRI, 2006 *apud* FOX et al., 2007).

Há também uma questão ética a ser encarada, porque os povos e países que menos contribuem para as mudanças do clima serão os primeiros a serem afetados e com maior severidade (FOX et al, 2007). Esses povos são os que habitam a zona intertropical.

Implica em buscar entender e tornar explícitas as relações entre aquecimento global e as formas como a sociedade contemporânea se apropria, transforma, faz circular, consome e excreta os materiais, energia, bens e serviços apropriados da natureza para manter-se e reproduzir-se como indivíduo biológico (energia endossomática) ou social (energia exossomática), ou metabolismo social,

na acepção de Toledo (2013). Segundo esse autor, a humanidade passou de um estágio em que o consumo endossomático era predominante, por exemplo, nos povos coletores e caçadores, para uma civilização em que o consumo exossomático é soberano, com a complexificação e estratificação das sociedades. O resultado é uma intrincada rede de intercâmbios (econômicos) em que a excreção, que é o ato pelo qual a sociedade joga materiais e energia na natureza (incluindo gases e calor), é um processo do qual participa toda a sociedade. As questões básicas que emergem, e que são pertinentes às mudanças climáticas, são a qualidade (se recicláveis ou não) e quantidade dos resíduos (se superam a capacidade dos sistemas naturais de reciclá-los).

Esse intrincado tecido da sociedade moderna é também resultado de uma mudança relativamente recente e excepcionalmente rápida na visão de mundo e consequente ação no mundo, por meio da tecnologia e ciência modernas. É a ciência apoiada no mecanicismo e no reducionismo que, em escassos séculos, promoveu grandes mudanças na concepção de mundo e deixa uma pegada profunda no meio ambiente e nas sociedades. É a ação da tecnologia moderna e seus subprodutos superando a capacidade de adaptação dos sistemas socioambientais.

As grandes transformações, consideradas necessárias para manter e impulsionar o padrão cultural de consumo intensivo, são justificadas tanto pelo suposto maior bem-estar que estaria sendo aproveitado pela sociedade quanto pela crença na capacidade da ciência e da tecnologia de dar respostas e corrigir quaisquer desequilíbrios ou rupturas ambientais e sociais.

Contudo, Huesemann e Huesemann (2011) alertam que a tecnologia sempre haverá de gerar efeitos tanto positivos quanto negativos, o que coloca importantes desafios aos otimistas que se focam exclusivamente nos aspectos positivos da tecnologia, esquecendo-se dos frequentes enormes efeitos negativos. Esses geralmente se dão de formas impensadas, em locais distantes e após significativos intervalos de tempo, de modo que, com frequência, não são percebidos em relação às suas causas.

A modo de exemplo, cabe destacar as desigualdades “Norte/Sul”, sejam sociais como econômicas, e as graves consequências ambientais que atingem, primeiro e principalmente, os países do Sul, em decorrência da exploração predatória dos recursos naturais do Sul (petróleo, mineração, florestas, etc.) para atender às necessidades consumistas do Norte. Muitas agriculturas do Sul, que poderiam ser consideradas camponesas e até agroecológicas até a década de 1950, desapareceram nas décadas seguintes em decorrência da “modernização” ditada pelo poder financeiro do Norte.

Assim, os benefícios temporários obtidos pela tecnologia sempre haverão de ser acompanhados de custos correspondentes. Lançando mão das leis da termodinâmica, as transformações metabólicas promovidas pela tecnologia moderna conduzem a uma desorganização sistêmica e estrutural da matéria e de níveis de organização superiores, como os agroecossistemas e os ecossistemas naturais, para liberar energia e produtos de consumo, principalmente exossomáticos.

Dado que a natureza é um todo unificado cujo equilíbrio dinâmico é mantido pela evolução, a resiliência, tanto do ambiente quanto das sociedades, é limitada.

Desse modo, as mudanças climáticas globais poderão causar mudanças irreversíveis para a vida na terra (HUESEMANN; HUESEMANN, 2011).

O presente artigo faz uma reflexão teórica e, em certa medida, propositiva das concepções, suposições e evidências das mudanças climáticas nos trópicos relativas à agricultura, com ênfase no Semiárido brasileiro. Está organizado em seis partes. A primeira, refere-se à introdução. Na segunda parte são apresentadas as contribuições e efeitos da agricultura de modo geral e da agricultura do Semiárido em particular para a mudança do clima. Na terceira, são analisados os impactos advindos das mudanças climáticas na agricultura familiar do Semiárido. Na quarta, discutem-se evidências de mitigação e adaptação nos agroecossistemas agroecológicos do Semiárido. A quinta, traz o tema como uma oportunidade para uma agenda propositiva do setor a partir dos compromissos assumidos pelo País e das necessidades de mitigação e adaptação. Na última, são realizadas as considerações finais.

## 2 EFEITOS DA AGRICULTURA NA MUDANÇA DO CLIMA

A Agência das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO aponta crescimentos entre 15% e 40% na demanda global por diversos tipos de alimentos nas próximas décadas, fato que leva a agropecuária mundial a enfrentar o desafio de produzir para alimentar uma crescente população ao mesmo tempo em que tem a obrigação de reduzir suas emissões de GEE.

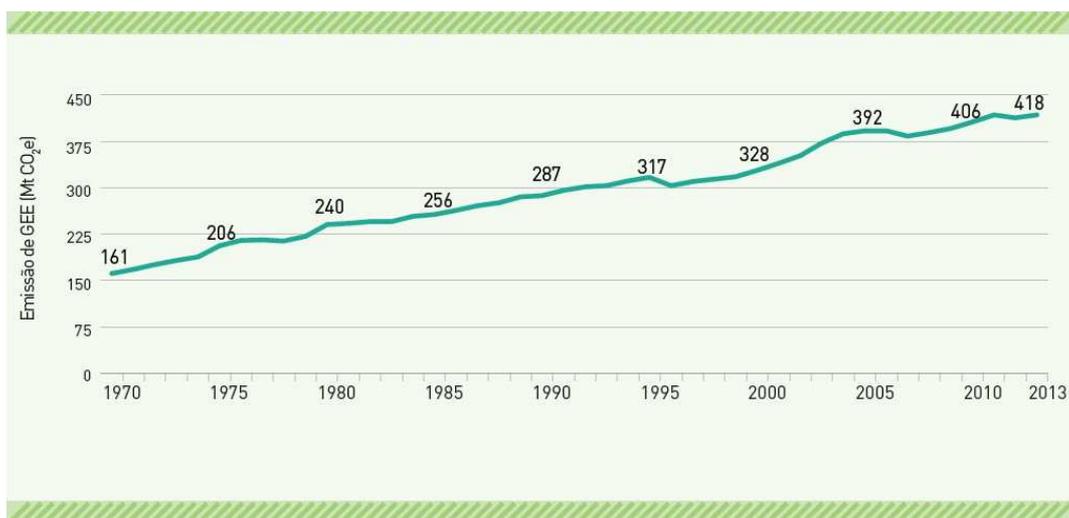
Por ser um dos maiores produtores de alimentos do mundo, o Brasil será um dos principais países a elevar sua produção e exportação agropecuária de modo a atender a este aumento de demanda. No entanto, o Brasil já está entre os dez maiores emissores de GEE do mundo e é o segundo maior emissor pela produção agropecuária, com 418 Gt de equivalentes de CO<sub>2</sub> emitidos por esse setor em 2013, o que representa quase um terço das emissões nacionais. Dessa maneira, essa tendência torna-se, ao mesmo tempo um risco ao aquecimento global, mas também uma oportunidade em planejar um crescimento baseado em baixas emissões de carbono e alta eficiência produtiva e energética.

No setor agropecuário e florestal, as emissões decorrem prioritariamente de processos bióticos inerentes à criação de animais (fermentação entérica e depósitos de dejetos em pastagens) e da modificação da cobertura e do manejo do solo (desmatamento, queimadas e desertificação).

Conforme o Inventário Nacional de Emissões de 2010, as atividades agrícolas e pecuárias somadas respondiam, já em 2005, por um quarto das emissões nacionais brutas. A expansão constante da área utilizada com essas atividades exigiu a conversão de florestas nativas, tornando a mudança do uso da terra a principal fonte de emissões de GEE no Brasil. A agropecuária, especificamente, é fonte de emissões de três GEE: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>).

O resultado das análises da Plataforma Sistema de Estimativas de Emissões de GEE - SEEG, cobrindo o período de 1970 a 2013, revela que as emissões de GEE do setor agropecuário aumentaram cerca de 160% em pouco mais de 40 anos, para alcançar 418 Mt CO<sub>2</sub>e em 2013 (Figura 1).

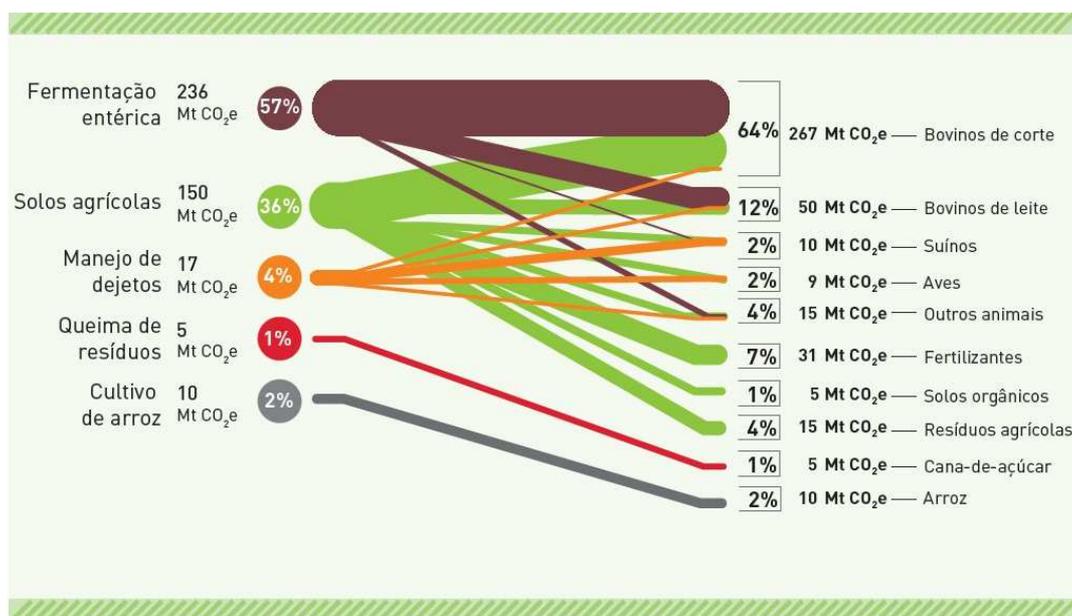
Figura 1. Evolução das emissões brutas de CO<sub>2</sub> e pela agropecuária no Brasil



Fonte: SEEG/Observatório do Clima (2015).

Se as emissões forem divididas por subsetores da agricultura e pecuária, nota-se que 84% das emissões do setor são provenientes da produção animal (76% provenientes da bovinocultura de corte e leite); aproximadamente 7%, da produção vegetal; 7%, da aplicação de fertilizantes nitrogenados; e os 2% restantes, de outras fontes (Figura a seguir). Segundo o World Resources Institute - WRI, 2011, esses números levam o Brasil a ocupar o 2º lugar no ranking das emissões em atividades agropecuárias do mundo.

Figura 2. Emissões da agropecuária brasileira (418 Mt CO<sub>2</sub> e) por subsetores e fontes emissoras em 2013



Fonte: SEEG/Observatório do Clima (2015).

No Semiárido brasileiro, nos últimos 15 anos, cerca de 4,0 milhões de hectares foram devastados na caatinga, e estima-se que o ritmo continue na

proporção de cerca de 600 mil hectares anualmente. Queimadas para o preparo mecanizado do solo para a agricultura, substituição de vegetação nativa por pastagens de gramíneas e extração de lenha podem ser apontadas como as principais agressões e causas das modificações ocorridas, com impacto nos GEE (Araújo Filho, 2013).

### 3 EFEITOS DA MUDANÇA DO CLIMA NA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO

Apesar da discussão sobre mudanças climáticas e seus efeitos no Semiárido brasileiro ainda estar distante de consensos, no longo prazo, os prováveis impactos advindos com as mudanças climáticas poderão comprometer de forma expressiva a atividade agropecuária.

Alguns modelos apontam para cenários negativos nas condições climáticas brasileiras, indicando possíveis reduções na disponibilidade de água e maior variabilidade interanual da precipitação no Semiárido. Além da insegurança hídrica, a agricultura poderá sofrer impacto com o aumento das temperaturas atmosféricas e consequente aumento da evapotranspiração, com substituição da vegetação semiárida pela vegetação de ambientes áridos. Isso poderá afetar o atual mapa agrícola e colocar em risco a segurança alimentar da população do Semiárido, além de gerar resultados negativos na balança comercial dos estados, com a redução de produtos destinados à exportação.

Nesse cenário, desertificação e mudanças climáticas poderão estar cada vez mais interligadas. A desertificação tem sido atribuída a um processo intenso de degradação socioambiental na região, seja por quem tem acesso e concentra os recursos naturais, seja por quem os pressiona no pouco ou nenhum espaço que tem, por estratégia de sobrevivência (MMA/SRH, 2004).

No Semiárido brasileiro, a população praticamente dobrou entre 1970 e 2000, passando de 11 milhões para 19 milhões de habitantes (MMA/SRH, 2004) e as projeções do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE para o Nordeste em 2030 são de crescimento semelhante. Pode-se supor, então, uma crescente pressão sobre os sistemas naturais, manejados e cultivados, em um cenário de maiores temperaturas que as atuais, provavelmente limitando ainda mais cultivos básicos, como milho e feijão.

De acordo com Salcedo (2011), a busca por soluções implicará em influir no comportamento social, econômico e político da sociedade e, desenvolver ações dirigidas para prevenção e controle, sendo necessária uma ação coerente e coordenada que articule o saber, os meios e os conhecimentos práticos de todos os atores envolvidos.

A agricultura familiar sempre enfrentou escassez, riscos e um ambiente sociopolítico desfavorável. Somente na década de 1990 é que a sua importância para a segurança e soberania alimentar foi demonstrada para o Brasil, com impacto sobre políticas públicas que viessem a beneficiá-la. No contexto do convênio Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA/Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA/FAO (2000), a agricultura familiar representava 85,2% do total de estabelecimentos, ocupava 30,5% da área total e recebia 25,3% do financiamento rural. Mesmo assim, foi responsável por 37,9% do valor bruto da

produção agropecuária nacional, revelando que os agricultores familiares são mais eficientes na utilização da terra, já que, com área menor, contribuem proporcionalmente com uma parcela maior da produção que os não familiares (MDA/INCRA/FAO, 2000).

Em relação à área e ao pessoal ocupado na agricultura no Nordeste, a agricultura familiar foi a principal geradora de postos de trabalho no meio rural, pois mesmo dispondo de apenas 31,3% da área, foi responsável por 67,6% do pessoal ocupado (CARMO, 1999). Contudo, a distribuição da produção e da renda é heterogênea entre e dentro das regiões, e entre grupos de agricultores familiares. Segundo Evangelista (2000), a agricultura familiar nordestina estaria gerando somente 25% da renda monetária mensal da sua similar no resto do País.

Um estudo sobre as unidades de produção agropecuária da Região Semiárida do Ceará, após três anos consecutivos de seca, revelou elevada diferenciação entre agricultores familiares e seus agroecossistemas, onde grande parte enfrenta dificuldades para reprodução dos seus meios de vida, havendo elevada dependência de políticas assistenciais e tendência à pluriatividade (BENTO et al., no prelo). Também revelou que existe especialização produtiva de agroecossistemas, com uma ou duas espécies cultivadas, principalmente nos perímetros de produção irrigada e em áreas reservadas aos cultivos anuais destinados ao mercado, com conseqüente elevado consumo intermediário, incluindo agrotóxicos e fertilizantes químicos e baixa autonomia produtiva (BENTO et al., no prelo).

É razoável atribuir essa tendência à simplificação dos sistemas de cultivo e à pressão exercida pela agricultura moderna sobre os modos de produção camponeses. Na dimensão político-econômica, o acesso ao crédito esteve condicionado (está nos perímetros irrigados) à adoção de pacotes tecnológicos, centrados em cultivos comerciais e *commodities*, mecanização e insumos sintéticos. E, na dimensão dos valores, a supervalorização de “modernidade” supõe a inferioridade dos sistemas tradicionais. Tais pressões têm sido reforçadas pelos meios de comunicação e inclusive pela educação e extensão rural (GAMARRA-ROJAS, submetido).

Essa modernização provocou a transformação da paisagem agrária e agrícola, seja para promoção de grandes monoculturas de *commodities*, seja pelo êxodo rural em busca de empregos precários na indústria. No campo, isso provocou a perda da biodiversidade, a perda da autonomia dos sistemas de produção e a perda da segurança alimentar e nutricional.

Associado a essa imagem, a margem cada vez mais estreita para a reprodução do modo de vida da agricultura camponesa e familiar do Semiárido, devido à fragmentação das propriedades pela herança, aos territórios cada vez mais frágeis e marginalizados ocupados por esta, a fragmentação de sua identidade e o seu limitado acesso aos serviços públicos primários, tem aprofundado o quadro de desigualdade e configurado um ciclo vicioso de “pobreza e degradação ambiental” (SOUSA et al., 2015).

Hoje, essas populações rurais, já fragilizadas por esse processo de “modernização”, são as primeiras a sofrerem as conseqüências climáticas deste modelo que ajudaram a construir, em decorrência da sua ainda altíssima

dependência energética em relação aos combustíveis fósseis. Isso, por si só, justifica a necessidade de se buscar alternativas ao modelo hegemônico.

#### **4 EVIDÊNCIAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO NOS AGROECOSSISTEMAS AGROECOLÓGICOS DO SEMIÁRIDO**

O conceito de “convivência com o Semiárido”, desenvolvido pelas organizações da sociedade civil do Nordeste, tem o significado de conviver harmoniosamente com as condições de semiaridez da região, adaptando-se a esse ambiente. Não se trata de uma proposta de passividade diante da pobreza existente na região, mas de uma atitude positiva e proativa (SILVA, 2007). O segredo está em compreender como o clima funciona e adequar-se a ele, superando a noção de combate à seca, interferindo no ambiente, mas respeitando as leis de um ecossistema que, embora frágil, tem riquezas surpreendentes. Num sentido pragmático, a convivência passa pela produção e estocagem dos bens em tempos chuvosos, primeiramente a água, para se viver adequadamente em tempos sem chuva (MALVEZZI, 2007). Silva (2007) traduz a convivência com o Semiárido como uma transição paradigmática entre uma racionalidade econômico utilitarista para uma racionalidade socioambiental de sustentabilidade. Nos agroecossistemas, a convivência com o semiárido se baseia em estratégias que garantam a formação de reservas diversificadas e descentralizadas de água, alimentos e forragem. Fundamenta-se na utilização de elevada agrobiodiversidade e na integração funcional dos diferentes subsistemas do agroecossistema.

Diferentemente da agricultura convencional ou moderna, em agroecossistemas tradicionais ainda existentes no Semiárido, como o sistema agrossilvipastoril do caju, os agricultores integram diversos subsistemas (de criação, de cultivo perene e anual, mata), têm elevado conhecimento da biodiversidade e seu uso múltiplo, persiste a valorização de laços e valores comunitários e ainda existe certa autonomia em relação ao mercado de insumos (GAMARRA-ROJAS et al., 2016). Tais características sugerem que as experiências de conversão para a agricultura orgânica em curso no Semiárido podem ser ampliadas entre os agricultores do caju se vinculadas à melhoria efetiva de sua renda. Também convidam à inovação por meio de abordagens sistêmicas como a agroecologia, em que a biodiversidade funcional e o saber dos agricultores aliado ao conhecimento científico jogam papel crucial no desenho de agroecossistemas sustentáveis.

Em hortas orientadas à produção agroecológica, os agricultores também manejam elevada agrobiodiversidade e apresentam maior autonomia em relação ao mercado de insumos (LIMA; GAMARRA-ROJAS, submetido). Os agricultores são estimulados a experimentar práticas de manejo e comerciais, adaptando-as conforme sua cultura, necessidades e possibilidades, contribuindo para uma produção que proporciona parte substancial do alimento da família, baseada em força de trabalho familiar com baixo uso de insumos externos e consequente relativa autonomia.

O cultivo de algodão agroecológico, iniciado em Tauá, Estado do Ceará, nos anos 1990, com assessoria do Centro de Pesquisa e Assessoria - Esplar, é um exemplo da atuação socioambiental e sistêmica das Organizações Não Governamentais - ONGs na perspectiva da convivência com o semiárido e com base

em agroecologia, o que tem impacto positivo no processo de coevolução, revertendo o quadro acima esboçado. Associa, em seus objetivos, a geração de renda, a melhoria da qualidade do solo, a diversificação da oferta de alimentos saudáveis, o desenvolvimento de uma consciência ecológica e a inserção do algodão no comércio justo e mercado solidário (LIMA, 2008; LIMA et al., 2005).

Os resultados sugerem que, do ponto de vista ambiental, ocorreram avanços nos processos de conversão, tanto da agricultura tradicional como da convencional, para os padrões agroecológicos. Avaliações da qualidade do solo apontaram para uma maior capacidade de promover melhorias do solo, comparadas com as áreas de produção convencional, principalmente pela rotação de cultivos, aplicação de fertilizantes orgânicos e redução dos tratamentos culturais, promovendo o aumento do conteúdo de matéria orgânica do solo. A substituição dos agrotóxicos por produtos do nim e biofertilizantes se traduz em autonomia e em ganhos para a saúde humana, animal e ambiental (LIMA et al., 2005) e, a partir da inserção do algodão no comércio justo e mercado solidário, o número de agricultores familiares participantes e a produção têm crescido de maneira consistente (LIMA, 2008).

O algodão agroecológico do Ceará tornou-se referência para organizações da agricultura familiar, ONGs, centros de pesquisa e empresas do comércio justo do Semiárido, a exemplo de agricultores pernambucanos que visitaram Tauá e iniciaram atividade semelhante em Afogados da Ingazeira e São José do Egito (LIMA et al., 2005). Em reunião sobre agricultura e agrobiodiversidade realizada no final de 2016 por organizações sindicais e ONGs do Ceará, agricultores que participam dessas iniciativas apresentaram resultados significativos de seus sistemas de produção, pois, apesar dos cinco anos de seca, os sistemas diversificados continuaram a produzir, mesmo que com produtividades menores.

Esses elementos, junto com a redução das queimadas, indicam que o caminho da sustentabilidade ambiental está sendo trilhado no Semiárido e que a agricultura de base agroecológica é um meio eficaz de mitigação da emissão de GEE e adaptação às mudanças climáticas, mesmo que originalmente tais preocupações não fossem centrais aos objetivos e estratégias desses grupos sociais.

## 5 OPORTUNIDADES DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

As questões, aproximações e evidências acima apresentadas sugerem que, na perspectiva da promoção do desenvolvimento do Semiárido e do País, é preciso enfrentar um duplo desafio: estimular o crescimento sustentado do setor produtivo agropecuário e reduzir, ao mesmo tempo, as emissões de gases de efeito estufa. E, deve-se acrescentar, de adaptação às “inevitáveis” mudanças climáticas. Tais questões podem ser vistas como uma oportunidade para uma agenda propositiva para a agropecuária brasileira.

### Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC

No setor agropecuário brasileiro, o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono - Plano ABC constitui a principal estratégia formal, vinculada à Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, para o desenvolvimento sustentável na agricultura, que parte das seguintes diretrizes: i) na agricultura, reverter o processo de desertificação e garantir a resiliência dos agroecossistemas implantados no

bioma Caatinga e ii) na pecuária, reduzir o tamanho do rebanho bovino, compensado pelo aumento da produtividade no setor (principalmente leiteira) e pela substituição do rebanho bovino pelos rebanhos ovinos e caprinos.

O objetivo geral do Plano ABC é promover a redução das emissões de GEE na agricultura – conforme preconizado na PNMC – melhorando a eficiência no uso de recursos naturais e aumentando a resiliência dos sistemas produtivos e de comunidades rurais, possibilitando a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas. Durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15), o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de GEE projetadas para 2020, estimando o volume de redução em torno de um bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub> eq). Já em dezembro de 2015, durante a COP-21, esse compromisso foi reavaliado em 43% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) projetadas para 2030, tendo o ano de 2005 como ano de referência.

Tendo por base os compromissos de redução de emissão de GEE estabelecidos, o Plano Operativo do Plano ABC está estruturado em sete programas, os quais comprovadamente contribuirão para a consecução dos compromissos assumidos pelo governo brasileiro: Recuperação de Pastagens Degradadas; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - iLPF e de Sistemas Agroflorestais - SAFs; Sistema Plantio Direto - SPD; Fixação Biológica do Nitrogênio - FBN; Florestas Plantadas; Tratamento de Dejetos Animais; e Adaptação às Mudanças Climáticas.

Com o lançamento do Plano ABC em 2010, houve a possibilidade de dar início à implementação de práticas de mitigação das emissões de GEE pela agropecuária nacional. Incorporado ao Plano Safra, a linha de crédito Programa ABC financia a adoção de práticas de baixo carbono, como a recuperação de pastagens degradadas e integração lavoura-pecuária-floresta. Contudo, menos de 1,6% do orçamento do Plano Safra 2015/2016 é destinado ao Programa ABC, que atualmente possui uma taxa de juros similar a outras linhas de crédito e grande burocracia para obtenção do crédito.

A seguir, apresentam-se programas do Plano ABC acima referido, destacando-se a sua relação com a agroecologia.

#### Integração lavoura-pecuária-florestas

Por meio deste programa, pretende-se:

Fortalecer as cadeias produtivas que promovem a recuperação e a conservação da Caatinga e sua biodiversidade, ao exemplo da Apicultura e dos sistemas agroflorestais e agrossilvipastoris, que reduzem a lixiviação (responsável no Ceará por 30% das emissões de solos agrícolas) e ainda promovem o sequestro de carbono.

Fortalecer a Agricultura Familiar de base agroecológica, no sentido de potencializar a biodiversidade funcional dentro dos agroecossistemas, e assim promover a recuperação e conservação dos solos, da água e da cobertura florestal – sistemas agroflorestais e sistemas agrossilvopastoris. A integração pecuária, lavoura e florestas pode ajudar a recuperar o solo e tem alto potencial de sequestro de carbono.

Fortalecer a transição dos sistemas de produção convencionais por sistemas produtivos em base inicialmente orgânica e posteriormente agroecológica, para reduzir e depois eliminar a dependência em relação aos insumos químicos de síntese (fertilizantes nitrogenados e agrotóxicos, na sua grande maioria produtos derivados do petróleo), reduzindo e eliminando as fontes de contaminação dos recursos naturais.

#### Recuperação de áreas degradadas

Com esta linha, busca-se:

Ampliar a abrangência e fortalecer as práticas conservacionistas de solos e água (a exemplo das ações do Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos – PROGERIRH/Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental - PRODHAM e dos projetos financiados pelo Fundo para o Meio Ambiente Global - GEF) na gestão de microbacias, promovendo, assim, os estoques de solos e água e o reflorestamento.

Recuperar as áreas degradadas com práticas conservacionistas e manejo de pastagens, evitando, desta forma, a abertura de novas áreas, sinônimo de desmatamento e queimadas.

Universalizar o Cadastro Ambiental Rural – CAR, no sentido de reduzir o passivo ambiental das propriedades rurais (reserva legal e/ou Área de Preservação Permanente - APP) com a promoção de ações de recuperação florestal de áreas degradadas.

Implantar um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (produção de água e recuperação de áreas degradadas) para garantir ações conservacionistas no longo prazo. Os agricultores podem se tornar importantes fornecedores de serviços ambientais a partir da adoção de práticas produtivas e conservacionistas. Técnicas sustentáveis de manejo de terras agrícolas, tais como plantio direto, rotações de culturas, pousio de pastagens e adoção de sistemas agroecológicos já demonstraram ter elevado potencial de mitigação de emissões e, quando associadas a práticas de conservação dos recursos naturais, podem resultar em um balanço negativo de emissões das propriedades rurais. Esse serviço ambiental adicional prestado à sociedade gera um valor agregado aos produtos da agricultura sustentável, que permitiria aproximar os agricultores dos mecanismos de aporte de recursos compensatórios decorrentes da manutenção de sistemas de produção mais sustentáveis.

Fortalecimento das ações da Assistência Técnica e Extensão Rural, com preparação dos profissionais para incorporar a temática das mudanças climáticas (ressaltando medidas mitigadoras e de adaptação) e da desertificação (ressaltando medidas de prevenção e de recuperação de áreas degradadas).

Promover a substituição da fertilização nitrogenada sintética (como ureia ou sulfato de amônio) pela Fixação Biológica do Nitrogênio - FBN, por meio do reflorestamento com plantas leguminosas e da incorporação de substrato orgânico de micorrização (simbiose planta/bactéria) nas culturas.

### Eficiência energética

Para este propósito, o plano busca:

Estimular inovações tecnológicas voltadas para a melhoria da eficiência energética por meio da implantação de biodigestores e kits de energia solar (ou eólica) para reduzir a pressão sobre a retirada de madeira (lenha) em todos os domicílios rurais.

Discutir e revisar a matriz energética no tocante ao uso da lenha e carvão, incorporando aspectos ligados ao manejo florestal sustentável (sem o corte raso) como alternativa ao desmatamento autorizado.

### Reestruturação dos rebanhos

No Estado do Ceará, tomado como referência para o Semiárido, o rebanho bovino é responsável por 86% das emissões de fermentação entérica e ainda 53% das emissões de solos agrícolas, em decorrência da deposição de dejetos nas pastagens. Dessa forma, é imprescindível repensar o processo de desenvolvimento da bovinocultura.

Os dados da Agência de Defesa Agropecuária - ADAGRI estimam em três milhões de cabeças o rebanho bovino do Ceará, seguido dos rebanhos ovinos e caprinos, respectivamente com dois milhões e um milhão de cabeças. A proposta consiste em aumentar a eficiência e a intensificação da produção leiteira no Ceará para compensar a necessária redução do rebanho. Enquanto, hoje, a produtividade média mal alcance oito litros/vaca/dia em decorrência de um manejo extensivo com baixa adoção de tecnologia, o manejo reprodutivo e nutricional permitiria alcançar 40 litros/vaca/dia, ou seja, pode-se alcançar a mesma produção total com só 20% do rebanho original sem manejo adequado. Essa reestruturação ainda permitiria reduzir os custos fixos de produção (água, ração, remédios, etc.), melhorando a renda dos produtores.

A redução do rebanho bovino sem perda na produção de leite ainda garantiria a diminuição da pressão fundiária para abertura de novas pastagens, preservando, assim, a cobertura florestal e seu potencial de sequestro de carbono. A intensificação da produção de bovinocultura de leite poderá ser alcançada pela aplicação das práticas supracitadas de integração lavoura – pecuária - floresta, micorrização de pastagens e outras formas de manejo de solos e água.

No caso dos microrrebanhos, nas quais a redução seria pouco significativa, sugere-se a substituição dos bovinos pelos ovinos/caprinos, que mesmo mantendo a equivalência de Unidade Animal - UA de 1 bovino para 4,5 ovinos (ou caprinos), ainda permitiria reduzir em 55 % as emissões de GEE.

Depois da fermentação entérica, a deposição de dejetos nas pastagens representa a segunda maior fonte de emissões de GEE de origem agropecuária. A principal proposta para redução das emissões oriundas da deposição de dejetos seria o reaproveitamento desse material para produção de energia por meio de biodigestores.

Num contexto de dificuldade de acesso das famílias rurais às fontes energéticas convencionais (elétrica e gás), a implantação de biodigestor domiciliar oferece alternativas energéticas às famílias que moram em comunidades rurais isoladas, barateando os custos em relação à energia elétrica e ao gás (cozinha), reduzindo ainda a pressão sobre os recursos florestais (retirada de lenha na

Caatinga). Além de diminuir os custos de acesso às fontes de energia, tal alternativa tem ainda um impacto positivo sobre a saúde dessas famílias ao eliminar as doenças pulmonares decorrentes da inalação de fumaça.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da crítica à agricultura moderna, aos programas *top down* e centralizados de desenvolvimento, à ciência mecanicista e reducionista, bem como da (re)valorização do conhecimento e das práticas sociais e produtivas camponesas surge a agroecologia como ciência pós-normal e sistêmica que articula diversas disciplinas, metodologias, conhecimentos e práticas sociais e políticas para desenhar e construir agroecossistemas e sistemas socioambientais mais abrangentes sustentáveis.

Essas características tornam a agroecologia uma poderosa ciência capaz de ajudar a compreender melhor as causas das mudanças climáticas. Uma melhor compreensão, com base sistêmica e holística, é fundamental para superar de forma dialética o atual debate mundial em torno do tema.

Agroecossistemas agroecológicos e alguns sistemas tradicionais do Semiárido apresentam claras evidências de adaptação às condições de semiaridez e, provavelmente, às mudanças climáticas, contribuindo também para mitigar as emissões de GEE.

O artigo sugere que, para avançar na perspectiva agroecológica, há necessidade de maior conhecimento da realidade e das mudanças em curso não somente em nível da propriedade, mas em níveis mais elevados da hierarquia de agregação socioambiental (comunidade, microbacia, etc), bem como não somente em nível da família, mas em nível das instituições em que está inserida. Novos critérios de análise e de intervenção (variáveis e métodos) também precisam ser explorados, validados e /ou criados.

No âmbito educativo, sendo as mudanças climáticas um tema atual e futuro, faz-se necessário capacitar teórica e instrumentalmente os jovens e outros sujeitos do desenvolvimento rural nas práticas sustentáveis, na aprendizagem e mediação dessa aprendizagem, bem como a respeito das estruturas sociais e das políticas.

Uma atuação em políticas públicas eficazes, que possam transformar problemas em oportunidades para uma agenda propositiva para a agropecuária brasileira, conforme sugerido neste artigo, só pode ser construída por meio da educação nos âmbitos formal e não formal.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.

BENTO, J.A.N.; GAMARRA-ROJAS, G.; LEMOS, J.J.S.; CASIMIRO FILHO, F.; MATTOS, J.L.S. Dinâmica e diferenciação de sistemas de produção no semiárido brasileiro: agriculturas do município de Pentecoste, Ceará. **Desenvolvimento em Questão**. v.15, n.41, out-dez, 2017. (no prelo) ISSN 2237-6453.

CARMO, R.B.A. A questão agrária e o perfil da agricultura familiar brasileira. In: **Anais** do XXXVII Congr. Bras. de Economia e Sociologia Rural, Foz do Iguaçu, PR, 1999.

FARREL, J. Corporate funding and ideological polarization about climate change. **PNAS**, January 5, v.113, n.1. p.92-97, 2016.

FOX, C.; GAMARRA-ROJAS, G.; REGO NETO, J.; SANTOS, J.A. **Agricultura familiar e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: é possível?** Recife, PE: Edições Bagaço, 2007. 58p.

GAMARRA-ROJAS, G.; SILVA, N.C.G.; VIDAL, M.S.C. Contexto, (agri)cultura e interação no agroecossistema familiar do caju no semiárido brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.33, n.2, maio-ago, 2016. (no prelo) ISSN: 0104-1096.

HUESEMANN, M.; HUESEMANN, J. **Techno-Fix: why technology wont save us or the environment**. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers, 2011. 435p.

LIMA, P.J.B.F. Algodão agroecológico no comércio justo: fazendo a diferença. Rio de Janeiro: **Agriculturas**, v.5, n.2, p.37-41, 2008.

LIMA, P.J.B.F.; OLIVEIRA, A.A.; PONTE, A.C.F.; LIMA, A.; OLIVEIRA, M.V. Algodão agroecológico: uma experiência no semiárido cearense. Rio de Janeiro: **Agriculturas**, v.2, n.3, p.19-22, 2005.

LIMA, R.V.; GAMARRA-ROJAS, G. Camponeses e a mandalla no Semiárido brasileiro: reflexões sobre sustentabilidade a partir de um estudo de caso com abordagem agroecossistêmica. (submetido)

MALVEZZI, R. **Semiárido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007. 140 p  
MDA/INCRA/FAO. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto**. Brasília: MDA/INCRA, 2000.

MMA/SRH **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-Brasil**. Brasília: MDA; SRH, 2004. 242p.

SALCEDO, I.H. Apresentação. In: LIMA, R.C.C.L.; CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ-MARIN, A.M. (eds) **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209p.

SEEG/Observatório do Clima. **Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1970-2013): setor agropecuário / Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLOA)**. – São Paulo, 2015. 57 p.

SILVA, R.M.A. Entre o combate à seca e a convivência com o Semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.38, n.3, jul-set, 2007.

SOUSA, G.M.R.; GAMARRA-ROJAS, G.; NUNES, E.M.; REIS, J.N.P.; BENTO, J.A.N. Análise do capital social da agricultura no município de Pentecoste (CE). **Revista Estudos Sociais**, v.17, n.34, p.83-99, 2015.

TOLEDO, V.M. El metabolismo social: una nueva teoria socioecológica. **Relaciones**, n.136, p.47-71, otoño 2013.  
WRI. <http://caitz.wri.org>

**GUILLERMO GAMARRA-ROJAS.** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (1985), mestrado em Ciências Agrárias pela Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (1994) e doutorado em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2002). Atua nas áreas de Agroecologia, Extensão Rural, Desenvolvimento e Políticas Públicas. Tem experiência em elaboração e coordenação de projetos de pesquisa e desenvolvimento, extensão e formação profissional nos níveis local, estadual e nacional e na cooperação internacional. Atualmente é professor adjunto da UFC. Leciona nos Cursos de Graduação das Ciências Agrárias (Agronomia, Economia Ecológica, Engenharia de Pesca e Zootecnia). Atua como orientador e co-orientador em Cursos de Pós-graduação: Mestrado Acadêmico em Economia Rural (MAER), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e Máster Interuniversitario en Agroecología: un Enfoque para la Sustentabilidad Rural”, Universidad Internacional de Andalucía, Baeza. [ggamarra@terra.com.br](mailto:ggamarra@terra.com.br)

**NICOLAS FABRE.** Analista de Desenvolvimento Rural, Recursos Hídricos e Meio Ambiente da Associação dos Municípios do Estado do Ceará – APRECE, Rua Maria Tomásia, 230, Aldeota, Fortaleza, Ceará, Brasil, CEP: 60.150-170. [nicolas@aprece.org.br](mailto:nicolas@aprece.org.br)

Submetido em: 01/03/2017

Aprovado em: 15/03/2017