



Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DAS
RELAÇÕES EXTERIORES





Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**Estratégias de adaptação às mudanças do
clima dos sistemas agropecuários brasileiros**

Missão do Mapa

Promover o desenvolvimento sustentável
da agropecuária e a segurança e
competitividade de seus produtos

Brasília
MAPA
2021

2021. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Todos os direitos reservados. Permitida reprodução desde que citada a fonte.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos, ideologia dos artigos e imagens desta obra são dos autores intelectuais que os produziram. O Mapa incentiva pesquisas no tema, e sua divulgação para esclarecimentos de conceitos, perspectivas e estratégias, com vista a atender as diversas demandas do setor produtivo nacional.

1ª edição. Ano 2021

Tiragem: 1.000

Equipe técnica

Coordenação: Eleneide Doff Sotta, Eluison Nunes Ramos, Fernanda Garcia Sampaio, William Goulart da Silva, Juliana Bragança Campos, Kátia Marzall, Sidney Almeida Filgueira de Medeiros.

Organizadores

Eleneide Doff Sotta, Fernanda Garcia Sampaio, Kátia Marzall e William Goulart da Silva

Foto de capa

José Mário Lobo Ferreira

Revisores científicos

Capítulo 1 – Dra. Patrícia Menezes Santos

Capítulo 2 – Dr. Giampaolo Queiroz Pellegrino

Capítulo 3 – Dr. Braulio Ferreira de Souza Dias

Capítulo 4 – Dra. Lucimar Santiago de Abreu

Catálogo na Fonte
Biblioteca Nacional de Agricultura – BINAGRI

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros / Eleneide Doff Sotta, Fernanda Garcia Sampaio, Kátia Marzall, William Goulart da Silva (organizadores). - Brasília : MAPA/SENAR, 2021.

187 p. : il. color.

ISBN 978-65-86803-39-6

1. Agricultura Sustentável. 2. Mudança Climática. 3. Adaptação Climática. I. Secretaria Regulamentação. 3. Legislação. 4. bem-estar. I. Secretaria Nacional de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação

AGRI P01
A01



APRESENTAÇÃO

As iniciativas setoriais de adaptação à mudança do clima se integram a um arranjo institucional nacional estabelecido. São numerosas instituições públicas e privadas que direcionam esforços para atingir os compromissos assumidos junto à sociedade brasileira e internacional em prol do desenvolvimento sustentável, e um histórico de iniciativas contribui para os esforços de enfrentamento da mudança do clima.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) foi instituída em 2009 pela Lei 12.187 e regulamentada pelo Decreto 7.390/2010, oficializando o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, pelas siglas em Inglês) de redução de emissões de gases de efeito estufa. Segundo a lei, os objetivos alcançados pela PNMC devem se harmonizar com o desenvolvimento sustentável buscando o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais.

Como parte da PNMC, em 2010 foi desenvolvido o Plano Setorial de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono – Plano ABC. O plano tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de responder aos compromissos de redução de emissão de GEE no setor agropecuário assumidos pelo país. Sobretudo, porém, objetiva incentivar, motivar e apoiar o setor agropecuário na implantação de ações de fortalecimento da resiliência dos agroecossistemas, incrementando assim a capacidade de adaptação à mudança do clima.

A agricultura desenvolveu uma forte capacidade de adaptação, devido ao histórico deslocamento da humanidade para novas áreas e novas características climáticas, além da variabilidade climática à qual se expõe. Portanto, numerosos dados vêm sendo coletados por várias instituições e pessoas em temas relativos aos setores agrícolas sobre a adaptação à variabilidade climática no Brasil. Mais especificamente quanto à mudança do clima, o que se observa é que pesquisas, instrumentos, programas, iniciativas têm uma grande diversidade de abordagens e estratégias diferentes.

Este estudo é um passo fundamental na tarefa de compreender essa ampla gama de abordagens em fase de desenvolvimento no Brasil e de orientar as bases e o imprescindível detalhamento do Programa de Adaptação dos sistemas agropecuários brasileiros às mudanças do clima, no âmbito da revisão do Plano ABC e seu próximo ciclo de implementação.

Tereza Cristina

Ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



ÍNDICE

INTRODUÇÃO	14
GOVERNANÇA DOMÉSTICA E INTERNACIONAL: OPORTUNIDADE E DESAFIOS PARA FOMENTAR AÇÕES ESTRUTURAIS DE ADAPTAÇÃO PARA O SETOR AGRÍCOLA BRASILEIRO	20
1. USO DE RECURSOS GENÉTICOS	24
Coleta, conservação, melhoramento e recomendação de uso de recursos genéticos visando às mudanças do clima	26
Forrageiras para o Semiárido: estratégia para garantir a segurança alimentar de rebanhos no Semiárido brasileiro	32
Consortiação de gramíneas e leguminosas para diversificação de pastagens e intensificação sustentável da pecuária na Amazônia	34
Hologenoma ruminante – caracterização da população de microrganismos do trato digestivo de ruminantes e seu impacto sobre o genoma funcional do hospedeiro, desempenho, qualidade do produto e impacto ambiental	36
BRS Paiaguás é mais tolerante à seca que outras braquiárias	38
Sistemas integrados para aumentar a segurança alimentar dos rebanhos na Caatinga	40
Ajustes tecnológicos para sistemas de produção de forragem visando garantir a sustentabilidade dos rebanhos no Semiárido do Brasil	42
Impacto da mudança climática no desempenho fisiológico, produtivo e na qualidade forrageira da gramínea <i>Panicum maximum</i> cv Mombaça	44
Aumento da eficiência produtiva dos cultivos frente às mudanças climáticas	46
Melhoramento genético de eucaliptos para desenvolvimento de cultivares destinadas a múltiplos usos da madeira e de populações com potencial para superar possíveis adversidades ocasionadas por mudanças climáticas	48
O cafeeiro no contexto das mudanças climáticas globais	50
Avanços tecnológicos para enfrentamento do estresse por déficit hídrico na cultura da soja	52
Desenvolvimento de germoplasma de batata com maior adaptação às mudanças climáticas	54
Impacto das mudanças climáticas no estresse hídrico do feijoeiro cultivado no período das águas	56
Implicações no programa de melhoramento de arroz de terras altas devido às mudanças climáticas no Brasil central	58
Impactos das mudanças climáticas globais sobre problemas fitossanitários	60

Centro de Pesquisa em Genômica Aplicada a Mudanças Climáticas	62
2. INFRAESTRUTURA, TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO E EQUIPAMENTOS	64
Estratégia de infraestrutura, tecnologias de produção e equipamentos agrícolas para a adaptação da agropecuária brasileira à mudança do clima	66
Recuperação de voçorocas em áreas rurais	70
Plantio direto para reforma de pastagens degradadas na Amazônia	72
Avaliação do manejo conservacionista sobre a capacidade adaptativa de sistemas de produção agropecuários no estado do Rio de Janeiro	74
Conservação e manejo adaptativo de pastagens nativas	76
Tecnologias sociais aplicadas a sistemas agropecuários para enfrentamento às mudanças climáticas no Semiárido baiano	78
Biochar como condicionador de solo em sistemas agrícolas no Cerrado	80
Plantas de cobertura e adubos verdes para adaptação da agricultura à mudança do clima e redução da emissão de Gases de Efeito Estufa no Cerrado	82
Carbono no solo em sistemas integrados de produção agropecuária na transição Cerrado – Amazônia	84
Cisterna: estratégia para captar água de chuva e reduzir a vulnerabilidade climática no Semiárido brasileiro	86
Barragem subterrânea: contribuindo com a resiliência às mudanças climáticas de agroecossistemas de base familiar do Semiárido do Nordeste brasileiro	88
Alternativas tecnológicas de captação de água de chuva para aumentar a produção de alimentos e renda por meio da inserção de culturas anuais e energéticas em sistemas agroecológicos familiares	90
Sistema de suporte à decisão para a adaptação e convivência da pecuária extensiva à dinâmica das inundações e estiagens do Pantanal frente às mudanças climáticas	92
Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA)	94
Cenários agrícolas futuros para pastagens no Brasil	96
Compilação e recuperação de informações técnico-científicas e indução ao conhecimento de forma ágil na Rede AgroHidro – CRITIC@	98
Zoneamentos Agroecológicos (ZAEs)	100
Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC)	102
Termografia infravermelho para diagnosticar condições bioclimáticas em sistemas pecuários no bioma Amazônia	104
3. USO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE	106
Estratégia de uso e conservação da biodiversidade para adaptação da agropecuária brasileira às mudanças do clima	108
Finalização tecnológica de cultivares de fruteiras nativas e exóticas para sistemas de produção no Cerrado	112

Caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro (<i>Passiflora spp.</i>) auxiliados por marcadores moleculares	114
Biodiversidade para alimentação e nutrição	116
Aumento da tolerância de sementes e mudas nativas visando maior resiliência do bioma Caatinga às mudanças do clima	118
Ecofisiologia de plantas nativas da Caatinga na Embrapa –Semiárido	120
ARAUCAMATE – Estudo da distribuição potencial da araucária e da erva-mate para programa de uso e conservação genética	122
Mudanças climáticas e o desencontro entre polinizadores e culturas agrícolas: o caso do maracujá e as abelhas mamangavas <i>Xylocopa frontalis</i> e <i>Xylocopa grisescens</i>	124
Rede de pesquisa em polinização defrutíferas do Norte e Nordeste	126
Impacto das mudanças climáticas nos polinizadores de culturas agrícolas brasileiras	128
Seleção de bactérias promotoras de crescimento vegetal para culturas alimentares tradicionais no ambiente semiárido	130
A Iniciativa Plantas para o Futuro: espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial	132
Mandioca Agroecológica: uma alternativa viável no Semiárido	134
4. PLANEJAMENTO E MANEJO INTEGRADO DA PAISAGEM	136
As ações humanas face ao risco de mudança do clima: processos de transição na paisagem rural	138
Sistemas agroflorestais: aliando produção e conservação em políticas públicas no estado de São Paulo	144
Construção participativa do conhecimento em sistemas agrícolas biodiversos e resilientes	146
Sistemas diversificados e segurança alimentar no sudoeste da Amazônia: resposta social à crise global	148
Impacto do manejo agroflorestal sobre a dinâmica de nutrientes e a macrofauna invertebrada do solo em área de transição do norte do Piauí	150
Desenhos de agroecossistemas multifuncionais sustentáveis e intensivos	152
Programa Rota do Cordeiro: iniciativa para o fortalecimento da produção pecuária em territórios estratégicos da ovinocultura	154
Rota dos Butiazais: conectando pessoas para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade	156
Redesenho do sistema de produção animal sustentável CBL (Caatinga Buffel Leguminosa)	158
Rede de Ecomercado da Mata Atlântica	160
Adaptações de produtores ribeirinhos de várzea e paleovárzea amazônica no contexto das mudanças climáticas	162
ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROPECUÁRIOS BRASILEIROS ÀS MUDANÇAS DO CLIMA	164
ANEXO – CONTINUAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	168



SIGLAS

ACQ	Áreas de Agricultura de Corte e Queima
APA	Área de Proteção Ambiental
APA	Associação de Produtores Alternativos
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
BAG	Banco Ativo de Germoplasma
BFN	Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição
C	Carbono
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBDR	Responsabilidades Comuns, porém Diferenciadas (sigla em inglês)
CBL	Caatinga Buffel Leguminosa
CMS	Consumo de Matéria Seca
CNA	Confederação Nacional da Agricultura
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO	Monóxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono/Gás Carbônico
CONSEA	Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
COP	Conferência das Partes (sigla em inglês)
COS	Carbono Orgânico Total do Solo
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FACES	Free-Air CO ₂ Enrichment
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (sigla em inglês)

FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
GCCRC	Centro de Pesquisa em Genômica Aplicada às Mudanças Climáticas
GEE	Gases de Efeito Estufa
GST	Processo de avaliação global
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDSM	Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
ILP	Sistema de Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPBES	Plataforma Intergovernamental para Ciência e Políticas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (sigla em inglês)
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (sigla em inglês)
ISA	Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas
ISNA	Índice de Satisfação das Necessidades de Água
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MATOPIBA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MCG	Modelos de Clima Globais
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MDS	Ministério de Desenvolvimento Social
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MOS	Matéria Orgânica do Solo
N	Nitrogênio

N ₂ O	Óxido Nitroso
NDC	Contribuições Nacionalmente Designadas (sigla em inglês)
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OGMs	Organismos Geneticamente Modificados
ONU	Organização das Nações Unidas
PAA	Programa de Aquisição de Alimentos
PAIS	Produção Agroecológica Integrada e Sustentável
PECUS	Projeto Dinâmica de Gases de Efeito Estufa em Sistemas de Produção da Agropecuária Brasileira
PGPMBio	Política de Garantia de Preços Mínimos para Produtos da Sociobiodiversidade
PLANAPO	Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
Plano ABC	Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura
PNA	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNAM	Política Nacional de Alimentação e Nutrição
PNMC	Política Nacional sobre a Mudança do Clima
PROAGRO	Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
PRONA	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSR	Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural
RCP	Cenários de Trajetórias Representativas de Concentração
SABIIA	Sistema Aberto e Integrado de Informação em Agricultura
SFAs	Sistemas Agroflorestais
SI	Sistema Integrado

SisGen	Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
t	Tonelada
T-FACEs	Temperature-Free-Air CO ₂ Enrichment
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (sigla em inglês)
UP	Unidades de Produção
ZAES	Zoneamentos Agroecológicos
ZARC	Zoneamentos Agrícolas de Risco Climático

INTRODUÇÃO

A presente publicação está inserida no âmbito do Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Plano ABC. O Plano ABC tem por finalidade a organização e o planejamento das ações a serem realizadas para a adoção das tecnologias de produção sustentáveis, selecionadas com o objetivo de aumentar a produtividade e rentabilidade econômica, bem como a resiliência e capacidade adaptativa dos sistemas agropecuários nacionais.

Com a adoção das “tecnologias ABC”, espera-se que o Brasil incremente a produção de alimentos, contribuindo para a segurança alimentar, de forma sustentável e sem a necessidade de aumentar a área da atividade agrícola. Ao mesmo tempo, busca-se que os sistemas de produção se tornem mais resilientes à mudança do clima e eficientes no controle de emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas às atividades agropecuárias. No entanto, ainda estão em desenvolvimento métodos e abordagens para avaliar o que define a resiliência dos agroecossistemas, as necessidades e capacidades de adaptação, os cobenefícios destas, assim como a dimensão dos impactos socioeconômicos da mudança do clima no setor agropecuário.

A adaptação à mudança do clima refere-se às modificações em processos, práticas e estruturas para amenizar possíveis danos ocasionados pelas mudanças climáticas, ou para aproveitar as oportunidades associadas a tais mudanças (UN, 2020). A adaptação nos sistemas agropecuários tem se tornado um elemento central nas políticas e pesquisas de clima (BERRANG-FORD *et al.*, 2015), por serem os sistemas de maior abrangência na ocupação do uso da terra no planeta (ANANDHI, 2017). Segundo a FAO (2017), a adaptação no setor agropecuário consiste de modificações em elementos dos sistemas naturais e de produção agrícola, assim como em aspectos socioeconômicos, institucionais ou de instrumentos de políticas públicas, que ocorrem ou são induzidos em resposta e em preparação frente à mudança do clima e à variabilidade climática atual e esperada. Inclui, ainda, seus impactos, com o objetivo de prevenir ou amenizar seus efeitos nocivos e explorar suas oportunidades benéficas.

De acordo com LOBELL *et al.* (2008), a capacidade de adaptação é um fator chave que definirá a severidade futura dos impactos da mudança do clima na produção de alimentos. Por isso, o desenvolvimento de estratégias de adaptação para neutralizar os impactos da mudança do clima está em evidência tanto globalmente (IPCC, 2014) como nacionalmente (WALTHALL *et al.*, 2012). No entanto, as estratégias de adaptação ainda são frequentemente apresentadas como opções em forma de lista de compras para que as pessoas escolham entre uma série de práticas, políticas e/ou tecnologias alternativas sem considerar profundamente um resultado amplo ou sistêmico (THOMSEN *et al.*, 2012). PRESTON (2015) afirma que modelos conceituais, ferramentas e métodos desenvolvidos por pesquisadores ainda não evoluíram suficientemente para compor um guia para direcionar a adaptação à mudança do clima. Embora muitos estudos usem como base uma ou mais abordagens e/ou níveis de adaptação, a maioria desses estudos não gera uma metodologia que desenvolva valores quantitativos para a estratégia de adaptação pré-selecionada, e comumente medida apenas por variáveis biofísicas (ANANDHI, 2017).

Por outro lado, os esforços de adaptação deveriam fundamentalmente contribuir para a construção de caminhos em direção à produção sustentável de alimentos e à segurança alimentar para todos (FAO, 2017). O mesmo relatório da FAO destaca que o Acordo de Paris estabelece a adaptação à mudança do clima como um dos seus objetivos-chave. Defende a necessidade de aprimorar a capacidade adaptativa, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima,

com a visão de contribuir para o desenvolvimento sustentável. Para reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência e capacidade adaptativa à mudança do clima, pesquisadores, agricultores e famílias produtoras estão adotando uma série de estratégias de adaptação, agrícolas e não agrícolas, que variam significativamente entre os vários grupos de agricultores.

Nesse sentido, esta publicação tem por objetivo identificar métodos e abordagens que estão sendo adotados para avaliar a resiliência e a capacidade de adaptação dos sistemas agropecuários brasileiros, incluindo também cobenefícios sociais, econômicos e ambientais resultantes das estratégias adotadas por esses sistemas.

Para tanto, foram identificados os pesquisadores e os grupos de pesquisa, além de eventuais grupos técnicos, que atuam no tema e que receberam um roteiro de consulta, no qual inseriram as informações solicitadas. O resultado final dessa coleta de experiências é esta publicação intitulada "Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros". Nas páginas que seguem, busca-se identificar e evidenciar a multiplicidade de iniciativas, ações, conceitos e abordagens em relação à adaptação à mudança do clima, bem como identificar possíveis lacunas, desafios, oportunidades e necessidades no processo de fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação dos agroecossistemas brasileiros.

Espera-se que o levantamento das informações permita conhecer a diversidade de experiências em curso nas diversas regiões brasileiras, entendendo o estágio das pesquisas e do desenvolvimento tecnológico com vistas à sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária. Sobretudo, este levantamento busca identificar como as diversas estratégias constroem a resiliência dos sistemas de produção agropecuário e permite aumentar sua capacidade adaptativa à mudança do clima. Com base nas informações coletadas, será possível, ainda, identificar sistemas de manejo e diferentes metodologias e técnicas aplicadas para esse fim. O resultado é um mapa que inclui experiências em andamento e seu grau de desenvolvimento e aplicabilidade, de forma a orientar a identificação de elementos e processos centrais para o estabelecimento de políticas e ações efetivas de promoção da resiliência e construção da capacidade de adaptação para os sistemas de produção agropecuária no Brasil.

Como destacado pelo IPCC (2014) e WALTHALL *et al.* (2012), o desenvolvimento de estratégias de adaptação é vital para neutralizar os impactos da mudança do clima. Portanto, a proposta metodológica de organização e análise dos dados coletados por meio dos roteiros teve como enfoque central entender a lógica conceitual que direciona o desenvolvimento das estratégias de adaptação por parte de pesquisadores brasileiros para os sistemas agropecuários em relação à mudança do clima, categorizando-as em quatro eixos estratégicos. O agrupamento das estratégias segue uma abordagem dedutiva (MORETTI *et al.*, 2011), ou seja, as categorias são formuladas previamente com base em resultados da revisão da literatura, das discussões e das definições junto à equipe do MAPA. As categorias são: I) Uso de recursos genéticos; II) Infraestrutura, tecnologias de produção e equipamentos; III) Uso e conservação da biodiversidade; e IV) Planejamento e manejo integrado da paisagem. As categorias foram assim definidas para facilitar a comparação dos resultados apresentados pelos pesquisadores. Organizar as opções de adaptação no setor agropecuário por atores e tipo de ação facilita a avaliação e o planejamento da adaptação, pois identifica os atores e esclarece possíveis interações que podem influenciar a capacidade de adaptação (WALTHALL, *ba*, 2012). Segundo os autores, é possível estabelecer um

espectro de intenção e ação nas opções de adaptação na sequência de estratégias de resistência, resiliência e transformação, descrevendo um gradiente crescente na capacidade de adaptação de um sistema agrícola.

O levantamento das experiências partiu inicialmente de buscas detalhadas de trabalhos e pesquisadores em diversas plataformas e instituições. As palavras-chave que orientaram o levantamento são relacionadas à agricultura, aos cultivos, à mudança do clima e a suas consequências. Em seguida, vários pesquisadores foram convidados a participar da Coletânea de Adaptação por meio do envio do roteiro por e-mail. Para aprofundar a análise e o desenvolvimento de cada eixo, foram convidados revisores técnico-científicos com experiência no tema, que produziram um texto de abertura com uma análise do tema e dos trabalhos enviados pelos pesquisadores.

A publicação é encerrada com uma análise crítica dos trabalhos enviados pelos pesquisadores focada na comparação da diversidade, das diferenças, das similaridades e das tendências das abordagens adotadas em cada um e entre os eixos estratégicos de adaptação dos sistemas agropecuários brasileiros à mudança do clima.

Em geral, percebe-se uma convergência entre os resultados encontrados nas experiências nacionais de outros países e nos trabalhos enviados pelos pesquisadores brasileiros quanto à dificuldade em estabelecer um marco conceitual claro sobre adaptação à mudança do clima. Embora haja mecanismos sendo desenvolvidos em alguns países, especialmente vinculados ao Programa de Adaptação Nacional (NAP, sigla em inglês), estabelecido pela Conferência das Partes (COP) da UNFCCC, um longo caminho ainda precisa ser percorrido. Essa lacuna também é evidente no âmbito brasileiro. Espera-se que esta coletânea possa contribuir nessa discussão, de forma a orientar ações efetivas para promover a resiliência e fortalecer a capacidade de adaptação dos sistemas de produção agropecuária no Brasil, garantindo, assim, a capacidade de produção, renda e sustentabilidade da ruralidade e da economia nacional.

Boa leitura!

Equipe Organizadora

Referências bibliográficas

ANANDHI, A. CISTA-A: Conceptual model using indicators selected by systems thinking for adaptation strategies in a changing climate: Case study in agro-ecosystems. *Ecological Modelling* 345, 41–55, 2017.

BERRANG-FORD, L., PEARCE, T., FORD, J.D. Systematic review approaches for climate change adaptation research. *Reg. Environ. Change* 15, 755–769, 2015.

Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Tracking adaptation in agricultural sectors: Climate change adaptation indicators. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i8145e.pdf>. Acesso em 09 jul. 2020.

IPCC. C.C.I, Adaptation, and Vulnerability. Part A. In: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 p, 2014.

LOBELL, D.B., BURKE, M.B., TEBALDI, C., MASTRANDREA, M.D., FALCON, W.P., NAYLOR, R.L. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319, 607–610, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Plano setorial de mitigação e de adaptação as mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 173 p, 2012.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima. Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 371 p, 2016.

MORETTI, F., van VLIET, L., BENSING, J., DELEDDA, G., MAZZI, M., RIMONDINI, M., ZIMMERMANN, C., FLETCHER, I. (2011). A standardized approach to qualitative content analysis of focus group discussions from different countries. *Patient Education and Counseling*, 82, 420–428, 2011.

PRESTON, B. L., MUSTELIN, J., MALONEY, M. C. Climate adaptation heuristics and the science/policy divide. *Mitigation Adaptation Strategy Global Change* 20, 467–497, 2015.

THOMSEN, D.C., SMITH, T.F., KEYS, N. Adaptation or manipulation? Unpacking climate change response strategies. *Ecol. Soc.* 17, 20, 2012.

UNITED NATION. Climate Change. What do adaptation to climate change and climate resilience mean? 2020. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-bigpicture/what-do-adaptation-to-climate-change-and-climate-resilience-mean>. Acesso em: 21 set. 2020.

WALTHALL, C. L., HATFIELD, J., BACKLUND, P., LENGNICK, L., MARSHALL, E., WALSH, M., ADKINS, S., AILLERY, M., AINSWORTH, E. A., AMMANN, C., ANDERSON, C. J., BARTOMEUS, I., BAUMGARD, L. H., BOOKER, F., BRADLEY, B., BLUMENTHAL, D. M., BUNCE, J., BURKEY, K., DABNEY, S. M., DELGADO, J. A., DUKES, J., FUNK, A., GARRETT, K., GLENN, M., GRANTZ, D. A., GOODRICH, D., HU, S., IZAURRALDE, R. C., JONES, R. A. C., KIM, S-H., LEAKY, A. D. B., LEWERS, K., MADER, T. L., MCCLUNG, A., MORGAN, J., MUTH, D. J., NEARING, M., OOSTERHUIS, D. M., ORT, D., PARMESAN, C., PETTIGREW, W. T., POLLEY, W., RADER, W., RICE, C., RIVINGTON, M., ROSSKOPF, E., SALAS, W. A., SOLLENBERGER, L. E., SRYGLEY, R., STÖCKLE, C., TAKLE, E. S., TIMLIN, D., WHITE, J. W., WINFREE, R., WRIGHT-MORTON, L., ZISKA, L. H. *Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation*. USDA Technical Bulletin 1935. Washington, DC, 186 p, 2012.

Governança doméstica e internacional: oportunidade e desafios para fomentar ações estruturais de adaptação para o setor agrícola brasileiro

Gustavo Barbosa Mozzer¹; Maria José Amstalden Sampaio¹; Giampaolo Queiroz Pellegrino¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

A mudança do clima, assim como outras tantas crises que já afligiram a humanidade ao longo da nossa breve existência neste planeta, apresenta oportunidades para as nações que investiram na construção de tecnologias e de arcabouço científico ajustado à realidade doméstica, que possuem recursos humanos suficientemente qualificados e cujas sociedades sejam capazes de compreender e ajustar seu comportamento de forma suficientemente dinâmica.

Com o objetivo de enfrentar tais desafios, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês), universalmente aceita por todos os países signatários da Organização das Nações Unidas (ONU), estabeleceu como princípios fundamentais que: o sistema climático deve ser protegido em benefício das gerações presentes e futuras; devem ser plenamente consideradas as necessidades específicas e circunstâncias especiais das Partes em desenvolvimento; as Partes devem adotar medidas para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar os seus efeitos negativos; as Partes têm o direito ao desenvolvimento sustentável e devem promovê-lo, considerando o desenvolvimento econômico como essencial para a adoção de medidas para enfrentar os impactos presentes e inevitáveis da mudança do clima, que já são verificados pela presente geração.

Contudo, a realidade e a prática dos processos políticos, que governam tanto a diplomacia internacional quanto os meandros da política doméstica, possuem muitas peculiaridades e vários são os interesses políticos e econômicos que influenciam essa dinâmica. A realidade imposta pela política internacional tende a enfatizar, para nações ainda em desenvolvimento, ações focadas na mitigação de gases de efeito estufa deixando sem o mesmo nível de suporte e prioridade investimentos para fomentar a promoção da resiliência e da capacidade adaptativa. A governança internacional de mudança do clima, e mesmo o Órgão Subsidiário de Implementação (SBI, da sigla em inglês) da UNFCCC, tem demonstrado pouca efetividade na promoção de investimentos que resultem em ganhos sistêmicos da capacidade adaptativa de países em desenvolvimento, situação oposta ao fluxo de recursos disponíveis para projetos e iniciativas que visam promover ações destinadas à redução de emissões de gases de efeito estufa (mitigação).

Para países em desenvolvimento, investimentos efetivos na área de adaptação, além de escassos, também estão raramente conectados ou integrados à governança nacional. Nesses países, mesmo investimentos para sistematização de indicadores são pouco prevalentes, fazendo com que sejam confundidos, ora com ações destinadas à preservação e conservação dos recursos naturais, ora com desenvolvimento sustentável.

Apesar da dimensão global e temporal que o problema da mudança do clima alcança, é necessário salientar que as soluções para essa questão deverão ser pensadas e adotadas localmente, em uma escala temporal compatível com algumas poucas gerações humanas (RAYNER; MALONE, 1998). Particularmente exposto às dinâmicas do clima e suas flutuações, o setor agrícola possui desafios políticos inerentes que envolvem o desenho de políticas específicas capazes de promover ganhos em termos de resiliência, rentabilidade e sustentabilidade no campo, de maneira consistente.

O quinto relatório sobre impactos, adaptação e vulnerabilidade do Grupo de Trabalho II do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, da sigla em inglês) indica que a humanidade se encontra em um caminho de redução na aptidão e no agravamento da capacidade produtiva de vários cultivos-chave tanto para produção de alimentos quanto de bioprodutos (IPCC, 2014). A cinética dos processos associados à mudança do clima é de ordem e escala planetária e resulta em inércia cuja ordem de grandeza pode ser superior a cinquenta anos. Portanto, cientes de que ainda estamos em um caminho ascendente de emissões de gases de efeito estufa, a construção de políticas domésticas deve contemplar e priorizar o desenvolvimento de conhecimento científico e estratégias de produção compatíveis com o nível de entropia planetária que se pode antever.

Segundo o relatório especial de uso da terra do IPCC, o setor de alimentos enfrenta desafios particulares de fragmentação institucional e, não obstante, padece com a falta de comunicação e engajamento entre atores de diferentes escalas e com políticas de objetivos rasos e obtusos (IPCC, 2019). Em um cenário de elevada competitividade internacional e considerando o potencial papel disruptivo que os efeitos negativos da mudança do clima poderão exercer sobre economias pouco adaptadas, o relatório especial sobre usos da terra indica que a coordenação intersetorial entre saúde pública, transporte, meio ambiente, água, energia e infraestrutura é estratégica para assegurar resultados positivos das políticas domésticas com cobenefícios sociais, ambientais e econômicos.

Desse modo, é necessário que ferramentas de planejamento e avaliação de risco passem a incorporar modelos e cenários de forma estrutural, a fim de assegurar que o horizonte de debate e problematização não seja ofuscado pelo imediatismo da realidade presente. Para a agricultura, o desenho de uma governança setorial de mudança do clima envolve, necessariamente: a tradução de um delicado balanço entre a dimensão da governança multilateral, em particular no contexto das Nações Unidas e suas convenções; a dimensão das dinâmicas e relações comerciais entre países exportadores e mercados consumidores; e, por fim, a dimensão doméstica, dependente de políticas setoriais engajadas em produzir resultados tangíveis e mensuráveis que possam, em última análise, agregar valor ao produto agrícola.

Na área internacional, e principalmente desde 2009, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem colaborado com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Ministério das Relações Exteriores (MRE), na negociação estratégica junto à UNFCCC. A partir de 2020 e ao longo da próxima década, o grande desafio político, imposto pela mudança do clima, decorrerá da implementação do Acordo de Paris¹ e, no contexto da UNFCCC, a promoção de um modelo econômico que valorize sistemas de produção cada vez menos intensivos em carbono fóssil. Para o Brasil, o objetivo primordial de uma estratégia de adaptação aos impactos da mudança do clima deve passar pelo aprimoramento da compreensão acerca dos sistemas agrícolas tropicais e de seu potencial e diferencial agrônomo, ambiental e social. É fundamentalmente relevante que uma sólida estratégia de monitoramento e comunicação permita forjar, junto à sociedade, uma percepção positiva acerca dos múltiplos benefícios decorrentes do modelo agrícola tropical e sustentável desenvolvido no Brasil, além do relevante papel desse setor como provedor de bioprodutos, segurança alimentar e energética – principal tripé da bioeconomia agrícola.

Isoladas outras variáveis econômicas, como distância ao mercado consumidor ou barreiras de reserva de mercado, a tendência para os próximos anos é que predicados ambientais e outras qualidades sociais sejam cada vez mais relevantes na métrica pela qual se dará a valoração dos produtos e, conseqüentemente, sua penetração e seu acesso a mercados internacionais. Com a entrada em vigor do Acordo de Paris, em 2020, um novo ciclo buscará incrementar o mecanismo de transparência da Convenção reduzindo as atuais diferenças entre as obrigações de monitoramento

¹ Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

existentes entre Países Anexo I e Não Anexo I. O Acordo de Paris instruirá um único modelo de revisão dos inventários nacionais e uma única base de dados, fomentando assim a comparabilidade. Esse novo instrumento certamente representará um desafio para países em desenvolvimento, mas também uma incrível oportunidade para divulgação de predicados e diferenciais tecnológicos. Toda essa nova estrutura desenvolvida sob o Acordo de Paris tem o objetivo de alimentar o processo de avaliação global (GST) que visa, periodicamente, aprimorar a ambição do Acordo impondo, via revisão das contribuições nacionalmente designadas (NDCs), dinamismo em um processo continuado de incremento de esforços domésticos.

Nesse contexto, a construção da imagem do produto agrícola é certamente algo intrinsecamente relacionado a uma estratégia de longo prazo e aderente ao processo que entrará em vigor do Acordo de Paris. É natural, portanto, que esse ambiente venha a ser utilizado como uma vitrine por aqueles capazes de demonstrar sustentabilidade em suas ações domésticas e que desejam impactar positivamente a imagem de seus sistemas produtivos e de suas tecnologias.

Nesse processo, caberá ao setor agrícola brasileiro a sistematização e caracterização clara de como políticas e tecnologias, assim como as já incorporadas pelo Plano ABC, terão o conjunto de seus benefícios quantificados e apresentados de forma robusta para a sociedade, em particular no que se refere às suas contribuições para adaptação aos potenciais impactos negativos da mudança do clima, para a conservação e melhoria da resiliência dos sistemas produtivos, segurança alimentar, gestão integrada da paisagem e para o controle de emissões de GEE.

Vislumbra-se que, na direção da sustentabilidade e da resiliência com vistas à segurança alimentar e nutricional, tão dependente da ação dos componentes da biodiversidade e dos serviços ambientais, outros tópicos deverão integrar o rol de desafios dos responsáveis pelo desenho e apoio às políticas públicas relacionadas. Dentre eles, deve-se mencionar: a maior promoção da variabilidade genética de espécies e cultivos, tanto nas lavouras quanto nas áreas de recuperação ambiental, evitando-se gargalos genéticos e paisagens muito homogêneas; a priorização e o incentivo do plantio de espécies melíferas e frutíferas nos programas de recuperação de áreas degradadas para benefício dos animais polinizadores e dispersores de sementes; o apoio ao manejo integrado de pragas e a concomitante aplicação de boas práticas no uso dos agrotóxicos; o incentivo à utilização de bioprodutos que melhoram a resiliência do solo e das plantas aos estresses e aumentam o conteúdo de carbono nos solos; e o monitoramento do rebaixamento dos lençóis freáticos, possibilitando o manejo adequado da água utilizada na irrigação.

Maiores informações adquiridas, por exemplo, da modelagem do efeito de tamponamento de diferentes percentuais de florestas, áreas úmidas e demais ecossistemas naturais na redução de impactos climáticos extremos, em paisagens produtivas, auxiliarão sobremaneira as chances do país se manter como grande produtor de alimentos a longo prazo, e com a necessária competitividade, oriunda do esforço nacional de adaptação.

Agregando-se ao esforço das últimas décadas, e principalmente após a decisão de implementar o Plano ABC, tem ganho cinética o desenvolvimento de ações focadas na agregação de qualidade e capacidade produtiva dos solos brasileiros. Sob os auspícios do Programa Nacional de Levantamento e Interpretação dos Solos (Pronasolos), a partir de 2018, uma série de atributos passarão a ser analisados, o que possibilitará o desenvolvimento de todo um novo conjunto de tecnologias de conservação e manejo, melhor adaptadas às constantes variações climáticas. Ao longo dos capítulos desta publicação, outras iniciativas de relevo serão apresentadas em maior detalhe, incluindo exemplos de projetos desenvolvidos com o objetivo de aprimorar a capacidade adaptativa de sistemas produtivos aos potenciais impactos negativos da mudança do clima e com potenciais cobenefícios no controle de emissões, no incremento de remoções ou na mitigação de GEE.

Essas políticas e inovações geradas pelos projetos e programas permitirão melhorar o sistema de produção de alimentos (SCHMIDT-TRAUB et al., 2019) e, ao mesmo tempo, desenvolver indicadores

apropriados que deem visibilidade também aos esforços socioeconômicos e ambientais da sustentabilidade construída durante as últimas décadas pela agropecuária brasileira.

Referências bibliográficas

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K. & Meyer, L. A. (eds.)]. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: SHUKLA, P. R. et al. (eds.). Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 2019. No prelo.

RAYNER, S.; MALONE, E. L. Ten suggestions for policymaker: Guidelines for an international social science assessment of human choice and climate change. [S. l.]: Pacific Northwest National Laboratory, 1998.

SCHMIDT-TRAUB, G.; OBERSTEINER, M.; MOSNIER, A. Fix the broken food system in three steps. *Nature*, v. 569 (7755), p. 181-183, 2019.

Dados pessoais dos autores:

Dr. Gustavo Barbosa Mozzer - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
E-mail: gustavo.mozzer@embrapa.br

Dra. Maria José Amstalden Sampaio - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Email: zeze.sampaio@embrapa.br

Dr. Giampaolo Queiroz Pellegrino - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Email: giampaolo.pellegrino@embrapa.br



1

USO DE RECURSOS GENÉTICOS



Coleta, conservação, melhoramento e recomendação de uso de recursos genéticos visando às mudanças do clima

Patricia Menezes Santos¹; Alessandra Pereira Fávero¹; José Ricardo Macedo Pezzopane¹; Bianca Baccili Zanotto Vigna¹; Juliana Erika de Carvalho Teixeira Yassitepe^{2,3}.

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste, 2 Unidade Mista de Pesquisa em Genômica Aplicada às Mudanças Climáticas (UMiP GenClima), 3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária

Em uma escala global, as mudanças do clima são caracterizadas pelo aumento da concentração de CO₂ atmosférico, pelo aumento da temperatura e maior ocorrência de eventos extremos de chuva, com consequências sobre a disponibilidade de água no solo. Esses fatores e suas interações afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas e, consequentemente, a produtividade das culturas agrícolas e da pecuária.

Atualmente, a alimentação da população mundial se baseia em um reduzido número de espécies cultivadas, como arroz, milho, batata e trigo. Tal dependência de tão poucos cultivos e, dentro de cada um deles, a base genética das cultivares lançadas no mercado ser estreita são características que tornam todo o sistema agroalimentar vulnerável. Caso haja algum estresse biótico ou abiótico, pode ocorrer a queda de produção em proporções significativas. Isso já aconteceu algumas vezes na história, como a grande fome de 1846 a 1849 na Irlanda, onde aproximadamente 25% da população morreu de fome pelo surgimento de uma doença da batata provocada por um fungo chamado *Phytophthora infestans*, que praticamente dizimou as lavouras daquele país. Para fatores de estresses abióticos, como pode ser observado em estudos com mudanças climáticas, não é diferente. As consequências podem ser drásticas, caso não se tenha novos materiais genéticos adaptados a essas condições. A diversificação de cultivos protege todo o sistema produtivo e o consumidor, enriquece a qualidade da dieta humana e reconhece a cultura alimentar associada às tradições dos países e povos.

Para que se tenha êxito no lançamento de novas cultivares no mercado, estudos com foco em avaliação de recursos genéticos para a adaptação de sistemas de produção agropecuária às mudanças climáticas precisam levar em consideração as seguintes linhas de pesquisa: coleta, introdução e conservação de germoplasma; domesticação de espécies; caracterização e avaliação de genótipos, biotecnologia, melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares; e recomendações de uso e de práticas de manejo dos novos cultivos. Além disso, é preciso garantir que os produtores tenham acesso ao novo material e às recomendações técnicas para o cultivo adequado.

A ampliação da base genética para as características de interesse nas coleções de germoplasma é o primeiro passo para garantir o sucesso na seleção de genótipos desejados. Existem diferentes formas para que se amplie essa base genética: coleta de germoplasma em áreas onde as plantas já estão adaptadas às condições de estresse climático, sejam elas espécies silvestres parentes da espécie cultivada alvo do programa de melhoramento genético ou variedades cultivadas por produtores rurais locais, e introdução de material genético vindo de outras coleções, nacionais ou internacionais, já caracterizado ou não. Por isso, a manutenção de genótipos em bancos de germoplasma institucionais é fundamental para garantir que materiais genéticos de valor real ou potencial possam estar devidamente conservados para seu uso imediato ou futuro. A coleta e introdução de materiais adaptados a estresses abióticos e sua eficiente conservação e documentação é fundamental para disponibilizar aos programas de melhoramento, alelos exóticos àqueles já encontrados nas coleções dos melhoristas.

Isso também busca assegurar que esses materiais não sejam extintos por situações como surgimento de novas cidades ou plantios nos locais das populações vegetais nativas.

Plantas adaptadas a locais encharcados como o Pantanal podem ter desenvolvido estruturas como aerênquimas que permitem trocas gasosas mais eficientes. Plantas de ciclo curto encontradas em locais com estação de chuvas muito curta podem ter mecanismos de crescimento e frutificação muito rápidos e eficientes para concluir rapidamente seu ciclo vegetativo. Locais com baixo índice pluviométrico podem abrigar plantas adaptadas com sistema radicular profundo para alcançar grande área de solo e, conseqüentemente, maior chance de captação de água, ou com folhas pequenas e espinhos para redução da transpiração. Tais características são compostas por um conjunto de alelos interessantes que devem fazer parte da coleção do melhorista. Sendo esse material levado para a coleção, este pode ser testado em diferentes condições ambientais, cruzado com materiais mais produtivos e promissores e as melhores progênies podem ser selecionadas como mais adaptadas às condições climáticas nas quais foram testadas.

Já a domesticação de novas espécies pode contribuir para diversificar a dieta das pessoas. Espécies ainda consideradas silvestres muitas vezes têm características interessantes na dieta humana, como alto teor de aminoácidos ou antioxidantes. Porém, o cultivo da forma como a planta é conhecida hoje não garante escala comercial, seja pela produtividade ou mesmo pelo extenso tempo vegetativo até a colheita. Os trabalhos de domesticação de espécies podem contribuir para a ampliação de cultivos e seu uso no consumo humano.

Pesquisas associadas ao melhoramento preventivo, com a avaliação de genótipos contra um determinado estresse antes que ele chegue ao país, são fundamentais para resguardar a produção brasileira de grandes alterações climáticas. Há estudos de melhoramento preventivo com resultados de muito sucesso no Brasil, como os associados às pragas quarentenárias. Um dos principais exemplos de melhoramento preventivo foi o desenvolvimento de cultivares de café resistentes à ferrugem pelo pesquisador Dr. Alcides Carvalho e equipe do Instituto Agrônomo. Quando a ferrugem chegou ao Brasil em 1970, a equipe já tinha material resistente a ela, pois as pesquisas foram iniciadas em 1953. Fazem-se necessários programas de melhoramento preventivo para estresses abióticos como os que serão observados em casos extremos e associados às mudanças climáticas.

A avaliação e identificação de novos genótipos mais adaptados às mudanças do clima dependem de estudos em várias escalas e podem envolver apenas uma variável do clima ou várias delas e suas interações. Os estudos em câmaras fechadas de crescimento (fitotron) permitem o controle mais preciso de temperatura, CO_2 , luminosidade, fotoperíodo e disponibilidade de água, mas as condições são bastante distintas do ambiente natural. Em casas-de-vegetação ou no campo, há possibilidade de controle parcial do ambiente com uso de sistemas de irrigação, câmara de topo aberto, FACEs (Free-Air CO_2 Enrichment) ou T-FACEs (Temperature-Free-Air CO_2 Enrichment), que permitem combinar o efeito da disponibilidade de água, a temperatura e o enriquecimento de CO_2 . Os equipamentos com injeção de CO_2 em ambiente aberto têm custo de manutenção bastante elevado, o que muitas vezes inviabiliza seu uso. Outra opção é a realização de experimentos em locais com clima semelhante ao projetado pelos cenários de mudanças climáticas para a área de interesse.

Uma das dificuldades das pesquisas em ambiente modificado é a definição dos cenários climáticos utilizados na experimentação. Geralmente os tratamentos de mudanças climáticas são baseados em projeções globais e variações para cima ou para baixo em relação ao valor atual. Existe a necessidade de aprimorar os cenários climáticos regionais e definir cenários com relação aos eventos extremos.

Para contornar as dificuldades experimentais referentes aos estudos de cenários de mudanças climáticas, grupos de pesquisa têm estudado, a partir de simulações por meio de modelos matemáticos, o efeito de cenários e de alternativas de adaptação. Nesse sentido, parcerias internacionais têm sido realizadas com universidades e centro de pesquisa que desenvolvem plataformas de simulação, como DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) e APSIM (Agricultural Production Systems Simulator), dentre outras. O uso dessas plataformas necessita de dados primários de crescimento e produção das culturas agrícolas e pastagens para a sua parametrização, o que nem sempre está disponível. A partir da parametrização dos modelos, os cenários são analisados quanto à vulnerabilidade dos materiais genéticos e também dos sistemas produtivos.

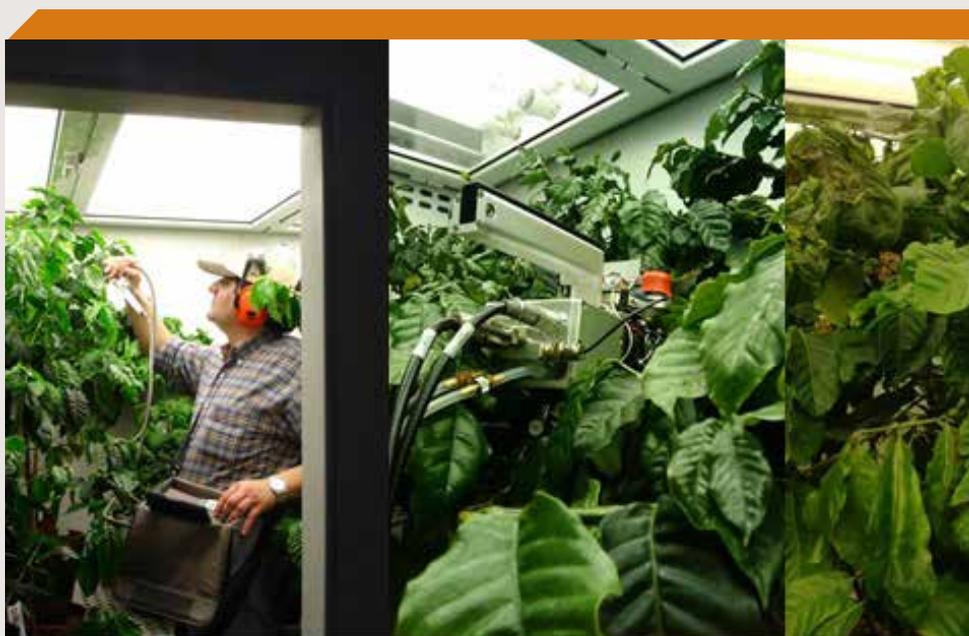
Outro grande gargalo para a identificação de recursos genéticos vegetais adaptados às mudanças climáticas e sua aplicação em programas de melhoramento vegetal é a fenotipagem em larga escala, principalmente em curto espaço de tempo e com baixa demanda de mão de obra. O desenvolvimento desse tipo de metodologia de fenotipagem demanda investimento alto em tecnologias e treinamento de pessoal qualificado para tal. Essas metodologias são baseadas em sensores e câmeras de alta resolução para detecção de diferentes tipos de imagem em diferentes tecidos vegetais e escalas, desenvolvimento de plataformas de coletas de dados e de metodologias de processamento e análise desses dados, incluindo o desenvolvimento de algoritmos, modelos e softwares. As metodologias podem ser aplicadas em diferentes escalas, desde tecido-específicas ou sensoriamento remoto e geotecnologias com o uso de veículos voadores não tripulados (drones) e satélites. Cada tipo de característica morfofisiológica e tecido/morfologia das culturas/espécies de interesse demanda uma metodologia específica, caracterizando grande potencial de desenvolvimento metodológico. Além disso, há ainda uma confusão conceitual na literatura em relação à caracterização do que seria resistência, tolerância, adaptação, resiliência e sobrevivência aos fatores de estresse abióticos, principalmente, o que dificulta o estabelecimento de metodologias adequadas.

Ferramentas biotecnológicas também podem ser aplicadas para a identificação de regiões genômicas relacionadas à tolerância às mudanças climáticas (seca, encharcamento, aumento da concentração de CO₂ atmosférico, dentre outros estresses) e o desenvolvimento de plantas adaptadas a essas condições. Genes e regiões regulatórias do genoma que confirmam maior tolerância têm sido buscadas usando abordagens como análise de transcriptoma e seleção genômica sob condições controladas de estresse, tanto em cultivares de interesse quanto em recursos genéticos selecionados com base na sua adaptação natural à característica desejada. Sistemas de edição gênica como transformação genética e, mais recentemente, CRISPR (da sigla do inglês Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) têm sido utilizados para incorporar genes específicos que atuam em vias metabólicas que conferem maior capacidade de tolerar e/ou resistir a esses estresses em plantas, como a via do ácido abscísico no caso da tolerância à seca. Tais abordagens são aplicadas diretamente em germoplasma elite ou cultivares já desenvolvidas que não apresentam a característica desejada.

Após a obtenção de um material promissor para as condições desejadas, é preciso avaliar a nova cultivar em condições próximas àquelas de uso final para definir as recomendações e práticas de manejo adequadas. O ideal é que esses estudos sejam realizados em áreas grandes, onde as diversas interações bióticas e abióticas que podem influenciar no desempenho do material tenham chances de se estabelecer. Sabe-se que as interações entre plantas, animais e microrganismos são muito importantes e muitas vezes fundamentais para a adaptação de determinados cultivos em algumas regiões. Muitos microrganismos já foram identificados como promotores de crescimento vegetal, como bactérias fixadoras de nitrogênio, solubilizadoras de fosfato, produtoras de ácido indol-acético, muitos já encontrados em escala comercial. Há microrganismos que acidificam o solo e outros que produzem compostos que matam outros microrganismos patogênicos. Pesquisas sobre interação de plantas e microrganismos para avaliação do crescimento vegetal sob condições de estresse abiótico também são de fundamental importância, pois podem reduzir o tempo de obtenção de novas cultivares adaptadas de forma substancial.

No Brasil, há vários grupos de pesquisa trabalhando na adaptação da agropecuária às mudanças do clima (Exemplos: figura 1 e 2). A maior parte dos trabalhos foca na geração de conhecimento, havendo necessidade de ampliar o desenvolvimento de tecnologias e de criar mecanismos para impulsionar a sua adoção nas regiões mais vulneráveis.

Figura 1: Campo de demonstração com forrageiras da Embrapa.



Crédito: Juliana Sussai.

Figura 2: Campo de demonstração com forrageiras da Embrapa.



Crédito: Juliana Sussai.

Esta coletânea representa uma pequena amostra da pesquisa com foco em recursos genéticos voltada para a adaptação dos sistemas agropecuários brasileiros às mudanças do clima. Dos trabalhos enviados, 16 apresentaram relação direta com o tópico “recursos genéticos” (páginas 32 a 63); outros 16 trabalhos apresentaram relação indireta com o tema e foram inseridos nos capítulos 2 (páginas 78, 90 e 100), 3 (páginas 112, 114, 116, 118, 120, 126 e 130) e 4 (páginas 144, 146, 148, 152, 156 e 158).

Os trabalhos reunidos no Capítulo 1 englobam as seguintes classes de culturas: lavouras temporárias (melão, feijão, arroz, feijão-caupi, soja, milho e cana-de-açúcar) e permanentes (uva e café), horticultura (cebola e batata), pecuária (pastagens naturais e plantadas) e produção florestal (eucalipto). Além disso, foi apresentado um trabalho com avaliação de bovinos. Nos demais capítulos, os trabalhos relacionados a recursos genéticos foram voltados principalmente para o estudo de espécies naturais (pastagens naturais dos biomas Caatinga e Pantanal, frutas naturais do Cerrado e da Caatinga, araucária, butiá etc.) e tiveram como principal foco o zoneamento, o desenvolvimento de sistemas de produção biodiversos, a diversificação da dieta das pessoas e a domesticação de espécies naturais.

Dentre os trabalhos diretamente relacionados ao tópico “recursos genéticos”, a maior parte está voltada para as regiões do Brasil Central e do Semiárido e envolve soluções para adaptação da agropecuária nos biomas Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Amazônia. A seca é o principal fator climático abordado, mas também há trabalhos considerando variações na temperatura, na concentração de CO₂, na irradiância, em eventos extremos de cheia e seca, em estresse salino e nas interações entre mais de um desses fatores.

Os trabalhos apresentam diferentes escalas de experimentação, desde o nível de planta ou animal até o nível de ecossistema ou paisagem. Os ensaios em nível de planta ou animal focam principalmente em respostas genéticas, bioquímicas, metabólicas ou fisiológicas das plantas/animais aos fatores do clima e são, em sua maioria, realizados em ambientes controlados (câmaras tipo fitotron ou casas-de-vegetação) ou em parcelas pequenas. Abordagens biotecnológicas têm sido aplicadas para identificação de genes e desenvolvimento de cultivares adaptadas às mudanças climáticas. As interações bióticas entre as plantas/animais e microrganismos também são investigadas. No caso das plantas, foram apresentados trabalhos com foco nas relações com microrganismos patogênicos. Já no caso dos animais, foi apresentado trabalho com foco nas relações com os microrganismos do rúmen, o que afeta a eficiência alimentar e a capacidade de adaptação dos animais ao ambiente.

Os ensaios em nível de comunidade de plantas são voltados para avaliações ecofisiológicas, de produção ou de ocorrência de doenças e são normalmente realizados em parcelas pequenas. Câmaras de topo aberto, FACEs, T-FACEs, sistemas de irrigação e outros mecanismos são utilizados para provocar mudanças no microclima das parcelas. A produção, a eficiência de uso de recursos e a ocorrência de doenças são os principais aspectos avaliados.

Os estudos em escalas maiores contemplam o sistema de produção, a região ou o ecossistema. Normalmente, são realizados em parcelas grandes, em alguns casos permanentes, e focam principalmente na produção, qualidade dos produtos e eficiência de uso de recursos. Os estudos em escalas maiores permitem a validação das tecnologias para posterior transferência ao setor produtivo.

Os principais resultados apresentados na coletânea estão relacionados ao avanço do conhecimento, ao desenvolvimento de ativos tecnológicos e pré-tecnológicos e à recomendação de práticas ou processos agropecuários. Os conhecimentos gerados são relacionados aos mecanismos de resposta de plantas/animais aos fatores do clima e às suas interações com microrganismos. Os ativos pré-tecnológicos correspondem a genes e marcadores moleculares relacionados às respostas ao estresse, que podem auxiliar na seleção e no desenvolvimento de novas cultivares. Os ativos tecnológicos correspondem ao desenvolvimento de novas cultivares, via melhoramento genético, seleção e/ou modificação genética. As práticas ou os processos agropecuários estão relacionados, principalmente, à recomendação de: material genético para condições específicas, combinações de plantas para cultivo consorciado ou em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) e agroflorestais (SAFs), práticas de manejo das plantas, práticas de manejo da irrigação e práticas de controle preventivo ou curativo de doenças.

A amostra de trabalhos reunidos na coletânea indica que não há homogeneidade entre as abordagens metodológicas, o que era esperado tendo em vista a grande variedade de espécies e condições ambientais. Por outro lado, a definição de alguns conceitos e indicadores contribuiria para o avanço mais rápido em termos de adaptação da agropecuária brasileira às mudanças do clima.

No Brasil, há grupos de pesquisa investigando estratégias de adaptação da agropecuária às mudanças do clima por meio de recursos genéticos, porém ainda é preciso avançar mais para aumentar a resiliência dos sistemas de produção e garantir a sustentabilidade da

agropecuária nacional no futuro. Apesar das competências existentes e da capacidade de pesquisa instalada no país, o volume de resultados ainda é pequeno diante da dimensão da agropecuária nacional. As ações de diferentes instituições não são bem orquestradas, o que muitas vezes dificulta o desenvolvimento de solução pronta para adoção pelo setor produtivo. Além disso, a possibilidade de validação de resultados em escala de sistema de produção para cenários de longo prazo é limitada.

As seguintes ações podem contribuir para aumentar a capacidade de adaptação do país às mudanças climáticas:

- Incentivo à inovação: fortalecer as instituições públicas de ciência e tecnologia e estabelecer mecanismos que facilitem a interação entre instituições públicas e privadas;
- Coleta, introdução e conservação de germoplasma: apoiar as ações de instituições públicas responsáveis pela coleta, introdução e conservação de germoplasma do país;
- Domesticação de novas espécies: identificar espécies selvagens com potencial para reduzir a vulnerabilidade do país às mudanças climáticas e apoiar ações de domesticação;
- Melhoramento genético preventivo: identificar, por meio de estudos de cenários, as culturas prioritárias para ações de melhoramento preventivo; incentivar o desenvolvimento de métodos de fenotipagem em larga escala para identificação de acesso promissores do ponto de vista de adaptação às mudanças do clima; incentivar o estabelecimento de redes de pesquisa com foco no desenvolvimento de novos cultivares por meio de técnicas de melhoramento genético tradicional e de genética molecular;
- Recomendação de uso: incentivar o estabelecimento de redes de pesquisa e desenvolvimento associadas às redes de melhoramento genético preventivo que avaliem os materiais em larga escala e determinem suas recomendações de uso para cada região; e
- Transferência de tecnologia: facilitar e incentivar o estabelecimento de parcerias público-privadas para multiplicação e comercialização de sementes de cultivares adaptadas, principalmente nas regiões mais vulneráveis; promover o estabelecimento de redes de assistência técnica e extensão rural que promovam o uso adequado das novas tecnologias por parte dos produtores, principalmente nas regiões mais vulneráveis.

Dados dos autores:

Patricia Menezes Santos
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pecuária Sudeste
Email: patricia.santos@embrapa.br

Alessandra Pereira Fávero
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pecuária Sudeste
Email: alessandra.favero@embrapa.br

José Ricardo Macedo Pezzopane
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pecuária Sudeste
Email: jose.pezzopane@embrapa.br

Bianca Baccili Zanotto Vigna
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pecuária Sudeste
Email: bianca.vigna@embrapa.br

Juliana Erika de Carvalho Teixeira Yassitepe
Unidade Mista de Pesquisa em Genômica Aplicada às Mudanças Climáticas (UMiP GenClima) /
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária
Email: juliana.yassitepe@embrapa.br

FORRAGEIRAS PARA O SEMIÁRIDO: ESTRATÉGIA PARA GARANTIR A SEGURANÇA ALIMENTAR DE REBANHOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Ana Clara Rodrigues Cavalcante¹; Francisco Monteiro²; José Antônio Alves Cutrim Junior³; Joaquim Bezerra Costa⁴; Tadeu Voltolini⁵; Lucas Fonseca Oliveira¹; Rafael Dantas⁵; Fredson Chaves⁶; Amadeu Regitano Neto⁵; Ana Carolina Mera⁷; Carlos Frederico Dias de Alencar Ribeiro⁷

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos, 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio-Norte, 3 IFMA, 4 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cocais, 5 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido, 6 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Milho e Sorgo, 7 Instituto Confederação Nacional da Agricultura – CNA

O Semiárido brasileiro enfrentou de 2011 a 2017 um longo período de seca, que afetou de forma decisiva a produção agrícola de sequeiro e fortaleceu a pecuária. Uma estratégia desenvolvida pela Embrapa chamada MaisForragem disponibilizou tecnologias para eliminar a estacionalidade de produção de forragem. Dois eixos principais orientam a estratégia: oferta de forrageiras adaptadas e produtivas para reduzir custos com alimentação e disponibilização de ferramentas gerenciais para planejamento alimentar das propriedades rurais. Em 2013, em uma parceria inédita com a Confederação Nacional da Agricultura (CNA), a estratégia foi colocada em ação. Treze unidades de referência tecnológicas foram implantadas para a avaliação em rede de mais de 20 opções forrageiras. As opções chamadas de cardápio forrageiro incluem plantas com diferentes estratégias de resiliência à seca: escape (forrageiras anuais para ensilagem), tolerância (gramíneas perenes e espécies lenhosas para uso solteiro e consorciado) e resistência (cactáceas). O ensaio foi conduzido em todos os estados do Nordeste e mais no Norte de Minas Gerais: Maranhão (Fortuna), Piauí (S. R. Nonato), Ceará (Ibaretama), Rio Grande do Norte (Lajes), Paraíba (Tenório), Pernambuco (São João), Alagoas (Batalha), Sergipe (Carira), Bahia (Baixa Grande, Ipirá e Itapetinga) e Minas Gerais (Carlos Chagas e Montes Claros). O objetivo da rede é desenvolver recomendações de cardápios forrageiros mais adequados para as diversas regiões do Semiárido. Considerando a complexidade de administrar o uso de várias fontes de forragem foi desenvolvido o aplicativo “Orçamento forrageiro” (<https://orcamentoforrageiro.cnpc.embrapa.br/>), para auxiliar no processo de tomada de decisão dos produtores. O aplicativo foi lançado em 2017 e mais de 5.000 pessoas tiveram acesso a ele. As forrageiras anuais avaliadas foram cultivares de sorgo (BSS Ponta Negra e BRS 658), milho (BRS Gorutuba, BRS 2022 e Bandeirante) e milheto (IPA Bulk e BRS 1301) desenvolvidas pela Embrapa e por parceiros para condições de menor exigência hídrica. As gramíneas perenes (massai, tamani, piatã, paiguás, estrela africana, tifton, buffel aridus, buffel biloela, corrente e andropogon) maioria inédita no ambiente Semiárido (Figura). As plantas lenhosas (gliricídia, leucena e moringa), ricas em proteínas, integraram a experiência. Por fim, as cactáceas (palma miúda, orelha de elefante africana, orelha de elefante mexicana, IPA-Sertânia e palma gigante), populares nos períodos de longa seca, completaram o cardápio (Figura). Os primeiros resultados

foram divulgados para mais de 1.000 produtores em 12 dias de campo em 2019. Os resultados locais podem ser acessados por meio de boletins técnicos. A iniciativa continua com a fase II, ampliando a base de dados, e a construção de simulador de cardápio forrageiro para produtores. O projeto foi financiado pela CNA.

RESULTADOS

- Aplicativo móvel de planejamento forrageiro para orientação de técnicos e produtores para uso do pasto nativo da Caatinga e sua combinação com fontes de forragem disponíveis;
- Recomendações de plantas forrageiras anuais, perenes e cactáceas para treze diferentes locais do Semiárido brasileiro;
- Capacitações de mais de 5.000 técnicos e produtores no uso do aplicativo “Orçamento forrageiro” em dois anos; e
- Capacitação em práticas de manejo e recomendações de forrageiras para mais de 1.000 técnicos e produtores em um ano.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Desenvolvimento de simulador para recomendar cardápio forrageiro para o Nordeste;
- Ampliação dos testes para novas forrageiras para o Semiárido;
- Recomendar sistemas integrados e intensivos para o Semiárido; e
- Disponibilização do portal “Forrageiras” para o Semiárido na internet.

DADOS PUBLICADOS EM:

CAVALCANTE, A. C. R. Producción y utilización de forrajeras convencionales cultivadas en el Semiárido Brasileño. In: IÑIGUEZ ROJAS, L. (org.). La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica. Brasília: Embrapa, 2013, p. 313-339. v. 1.

CAVALCANTE, A. C. R.; BARBOSA, C. M. P.; OLIVEIRA, L. F. M.; BUENO, L. G.; GUEDES, F. L.; ANTONIO, R. P. Oficina temática para produção e disponibilização de sementes e mudas de plantas forrageiras para o ambiente Semiárido. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. (Comunicado Técnico 184).

COORDENADORES DO PROJETO

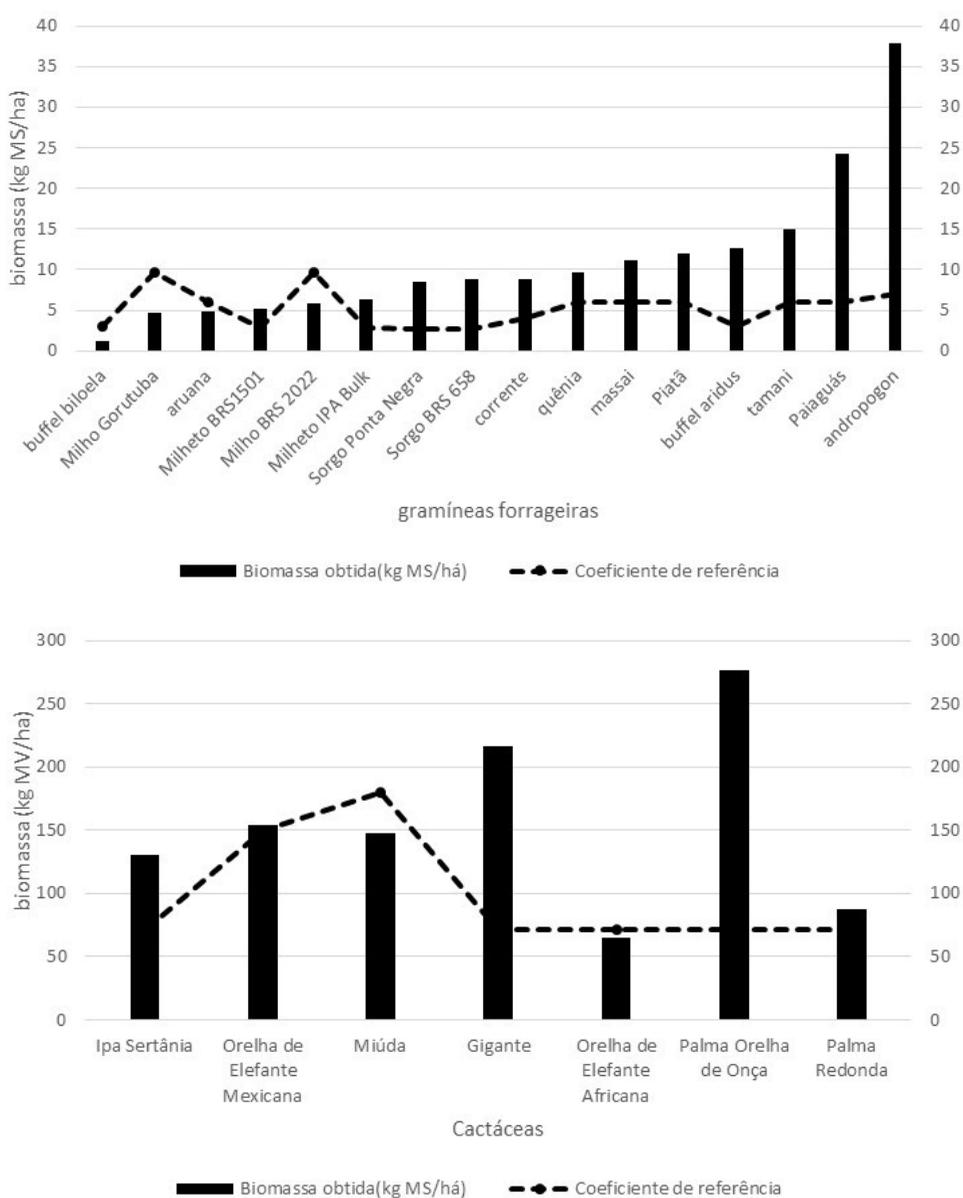
Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos.
e-mail: ana.clara@embrapa.br.

Dr. Carlos Frederico

Instituto Confederação Nacional de Agricultura.
e-mail: carlos@institutocna.org.br.

Figura 1: Resultados parciais de produção das gramíneas (kg de massa seca) e das cactáceas (kg de massa verde) por hectare.



CONSORCIAÇÃO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS PARA DIVERSIFICAÇÃO DE PASTAGENS E INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL DA PECUÁRIA NA AMAZÔNIA

Judson Ferreira Valentim¹; Carlos Mauricio Soares de Andrade¹; Maykel Franklin Lima Sales¹; Giselle Mariano Lessa de Assis¹; Claudenor Pinho de Sá¹; Falberni de Souza Costa¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Acre

O Brasil possui 112 milhões de hectares de pastagens cultivadas (IBGE, 2017), com estimativa de que 52% estejam degradadas e 25%, em degradação (DIAS-FILHO, 2014). A intensificação da pecuária é a principal estratégia para conciliar aumento de produtividade com redução de impactos ambientais (STRASSBURG et al., 2014).

A intensificação da pecuária está associada à reforma ou recuperação de pastagens, o que inclui o aporte de nutrientes, principalmente nitrogênio (N), por meio de fertilizantes. Porém, o elevado custo limita a adoção da adubação de pastagens pelos produtores brasileiros e, em particular, da Amazônia (ANDRADE, 2010; 2012). Nesse cenário, o uso de pastos de gramíneas consorciadas com leguminosas com capacidade de fixação biológica de N (FBN) torna-se de grande interesse.

Essa iniciativa da Embrapa, com suporte financeiro do Banco da Amazônia e da Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras (Unipasto), tem o objetivo de promover a intensificação sustentável dos sistemas de produção de pecuária a pasto no bioma Amazônia.

A partir de 1998, a degradação de pastagens e as restrições ao desmatamento levaram os produtores a buscar alternativas para recuperar pastos degradados e intensificar os sistemas de produção na Amazônia. Desde 1980, o uso da leguminosa *Pueraria phaseoloides* vinha sendo promovido para pastagens consorciadas com gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, tendo sido adotado em 480.000 ha no Acre. Porém, a pecuária mostrou pouca compatibilidade com algumas gramíneas que começaram a ser utilizadas pelos produtores, como a grama-estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis*). Também não persistiu em pastagens manejadas sob lotação rotacionada, com taxas de lotação acima de 1,5 unidade animal/ha (VALENTIM; ANDRADE, 2005a).

Em 2000, produtores do Acre demandaram leguminosas adaptadas para uso em sistemas de produção intensivos. Na ocasião, o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belomonte) estava em fase de validação em 20 propriedades, em associação com a grama-estrela roxa, no processo de recuperação de pastagens degradadas em solos de baixa permeabilidade, onde o capim Marandu havia morrido. O

sucesso desses inovadores promoveu rápida disseminação da tecnologia entre outros produtores com problemas semelhantes (Tabela 1). Em 2001, a cultivar Belomonte foi recomendada para diversificação de pastagens no Acre. O amendoim forrageiro também é consorciado com cultivares de *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola* e *P. maximum* (VALENTIM; ANDRADE, 2005b)(Figura 1).

RESULTADOS

- Principais vantagens de pastagens de gramíneas consorciadas com amendoim forrageiro:
 - » Maior ganho de peso animal;
 - » Maior capacidade de suporte do pasto;
 - » Boa tolerância a solos encharcados;
 - » Alta resistência ao pastejo; e
 - » Redução de custos com adubação e suplementação proteica dos animais;
- A cultivar Belomonte é adotada em 79.555 ha no Acre, com benefício anual de R\$ 82,3 milhões (EMBRAPA, 2019); e
- Pastagens de gramíneas consorciadas com amendoim forrageiro proporcionam produtividade anual de 13@ de peso vivo (PV)/ha no ciclo de cria, recria e engorda e de 16@ de PV/ha no ciclo de recria e engorda. A produtividade potencial nessas pastagens é de até 35@de PV/ha/ano.

Figura 1: Pastagem de *Brachiaria brizantha* consorciada com amendoim forrageiro cv. BRS Mandobi, em Rio Branco-AC



Crédito: Judson Ferreira Valentim.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- O desafio é viabilizar a adoção da consorciação de gramíneas com amendoim forrageiro nos 48 milhões de hectares de pastagens cultivadas no bioma Amazônia (INPE; EMBRAPA, 2016). Isso tem sido restringido pela baixa oferta e pelo custo elevado de sementes importadas;
- Para superar esse desafio, a Embrapa lançou, em 2019, a cultivar BRS Mandobi, que é propagada por sementes para uso em pastagens consorciadas com gramíneas nos biomas Amazônia e Mata Atlântica;
- Esta cultivar tem potencial para uso em outros biomas. Porém, há necessidade de validação da tecnologia nessas regiões;
- A limitação para ampliar a adoção da BRS Mandobi é o desenvolvimento de uma colheitadeira de sementes. A Embrapa – Instrumentação e a Embrapa – Acre estão desenvolvendo um equipamento que viabilize a colheita mecanizada, mantenha a qualidade e reduza o custo das sementes (PORTIOLI et al., 2019); e
- A próxima etapa demanda recursos e parcerias com o setor privado para validação do protótipo em condições de campo de produção de sementes de amendoim forrageiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRADE, C. M. S. de. Importância das leguminosas forrageiras para a sustentabilidade dos sistemas de produção de ruminantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO CERRADO, 1., 2012, Uberlândia. Anais [...]. Uberlândia: UFU, 2012. p. 47-96.

ANDRADE, C. M. S. de. Produção de ruminantes em pastos consorciados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 3., 2010, Viçosa-MG. Anais [...]. Viçosa: UFV, 2010. p. 171-214.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. (Documentos 402).

Continuação no Anexo

DADOS PUBLICADOS EM:

EMBRAPA. Balanço Social 2018. Brasília: Embrapa – Secretaria de Desenvolvimento Institucional (SDI); Secretaria Geral da Embrapa (SGE), 2019. Disponível em: <https://bs.sede.embrapa.br/2018/index.html>. Acesso em: 8 jan. 2020.

ERMGASSEN, E. K. H. J. zu; ALCÁNTARA, M. P. de; BALMFORD, A.; BARIONI, L. G.; BEDUSCHI NETO, F.; BETTARELLO, M. M. F.; BRITO, G. de; CARRERO, G. C.; FLORENCE, E. da A. S.; GARCIA, E.; GONÇALVES, E. T.; LUZ, C. T. da; MALLMAN, G. M.; STRASSBURG, B. B. N.; VALENTIM, J. F.; LATAWIEC, A. Results from on-the-ground efforts to promote sustainable cattle ranching in the Brazilian Amazon. Sustainability. Switzerland, v. 10, n. 4, p. 65-90, Apr. 2018.

SHELTON, H. M.; FRANZEL, S.; PETERS, M. Adoption of tropical legume technology around the world: analysis of success. In: MCGILLOWAY, D. A. (ed.). Grassland: a global resource. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 149-[169?].

Continuação no Anexo

Tabela 1: Fatores-chave para o sucesso na adoção de pastos consorciados com o amendoim forrageiro no Acre

Grau de importância	Fatores-chave na adoção da tecnologia
1º	Tecnologia apropriada às condições socioeconômicas e ambientais dos produtores.
2º	Situação socioeconômica dos produtores favorável à adoção da tecnologia.
3º	Compromisso de longo prazo de pesquisadores da Embrapa – Acre na promoção da adoção da tecnologia.
4º	Processo de pesquisa e extensão participativa, acesso ao mercado e fortes benefícios financeiros e ambientais da tecnologia para os produtores.
5º	Parceria estratégica entre pesquisadores e produtores e capacidade das instituições locais para apoiar o programa.
6º	Uso de produtores inovadores como instrutores e suas fazendas como Propriedades de Referência Tecnológica.

Fonte: VALENTIM; ANDRADE, 2005b.

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Judson Ferreira Valentim

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Acre

e-mail: judson.valentim@embrapa.br

HOLOGENOMA RUMINANTE – CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE MICRORGANISMOS DO TRATO DIGESTIVO DE RUMINANTES E SEU IMPACTO SOBRE O GENOMA FUNCIONAL DO HOSPEDEIRO, DESEMPENHO, QUALIDADE DO PRODUTO E IMPACTO AMBIENTAL

Luciana Correia de Almeida Regitano¹; Priscila Neubern de Oliveira²; Bruno Gabriel de Andrade²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste, ² Bolsista de Pós-Doutorado FAPESP

O hologenoma é um conceito evolutivo de que tanto o hospedeiro quanto seus microrganismos associados (microbiota) formam uma entidade biológica única conhecida como holobionte, cuja interação afeta o desenvolvimento e a aptidão geral do chamado hologenoma, de tal forma que vem sendo considerado um nível independente de seleção. Nos ruminantes, a fermentação microbiana no rúmen produz metano como subproduto, um gás de efeito estufa com elevado impacto ambiental. Sendo a eficiência alimentar um dos maiores custos da produção de bovinos de corte e inversamente proporcional à produção de metano, a melhoria dessa característica tem potencial não apenas de reduzir o custo da produção, mas também de reduzir a expansão territorial das áreas de produção e a emissão de metano. Assim como a redução do custo de produção, a melhoria da qualidade do produto e do impacto ambiental são fatores fundamentais para a conquista de novos mercados para a carne bovina brasileira.

Em projeto anterior financiado pela FAPESP, produzimos dados genômicos estruturais e funcionais em uma população de referência da raça Nelore, revelando, com isso, os principais atores da regulação da expressão gênica e como essa expressão se relaciona com processos biológicos relevantes para características de qualidade da carne e eficiência alimentar em animais terminados em confinamento.

Atualmente estamos nos dedicando à análise de dados para integrar ainda mais os diferentes níveis de informação genômica e fenotípica, buscando variações genéticas que expliquem as diferenças observadas na expressão gênica.

Além do genoma funcional do hospedeiro, investigaremos o perfil de microrganismos e de metabólitos do rúmen de uma nova amostra de bovinos da raça Nelore, criados a pasto e terminados em confinamento, contrastando animais alimentados com dieta tradicional e dieta de subprodutos, essa última visando alternativas para a redução de impactos ambientais.

A adição da informação sobre a microbiota aos dados de genômica funcional do hospedeiro permitirá responder a questões cruciais sobre as relações entre a diversidade funcional da microbiota e o ambiente do hospedeiro,

contribuindo ainda para o delineamento de estratégias de seleção e manejo visando à produção eficiente de carne de melhor qualidade. Essas informações poderão auxiliar na estimativa do valor genético de um reprodutor para essas características, contribuindo para melhorar a confiabilidade das avaliações genéticas em programas de melhoramento.

Fontes de financiamento: Embrapa, FAPESP, CNPq e CAPES.

RESULTADOS

Até o momento, identificamos genes e elementos regulatórios (moléculas de miRNA, regiões do DNA) que contribuem para as variações de eficiência alimentar e para a qualidade da carcaça e da carne do Nelore, inclusive para características que não são normalmente avaliadas nos programas de melhoramento, como a maciez, a composição da gordura e a quantidade de minerais da carne (Tabela 1). Também relacionamos o nível de expressão de milhares de genes às diversas características de desempenho e qualidade do produto.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Para que toda essa informação sobre o funcionamento dos genes possa ser utilizada para discriminar os melhores animais na rotina do melhoramento, ainda precisamos encontrar as variações de DNA que fazem com que um gene se expresse mais ou menos, razão pela qual estamos conduzindo novas análises de dados, integrando as informações de DNA, RNA, miRNA e proteínas com as medidas de produção de cada animal. Além disso, estamos investigando a relação entre o perfil individual de microbiota e de metabólitos com as mesmas medidas (eficiência alimentar, qualidade da carcaça e da carne), a fim de desenvolver métodos para identificar animais que produzem melhor e de forma mais eficiente. Outra finalidade é fornecer as bases de conhecimento para o desenvolvimento de métodos que visem controlar a composição da microbiota, como forma de melhorar o desempenho dos animais.

DADOS PUBLICADOS EM:

CARVALHO, M. E.; GASPARIN, G.; POLETI, M. D.; ROSA, A. F.; BALIEIRO, J. C. C.; LABATE, C. A.; NASSU, R. T.; TULLIO, R. R.; REGITANO, L. C. A.; MOURÃO, G. B.; COUTINHO, L. L. Heat shock and structural proteins associated with meat tenderness in Nelore beef cattle, a *Bos indicus* breed. *Meat Science*, v. 96, n. 3, p. 1318-1324, Mar. 2014.

MUDADU, M. de A.; PORTO NETO, L. R.; MOKRY, F. B.; TIZIOTO, P. C.; OLIVEIRA, P. S. N. de; TULLIO, R. R.; NASSU, R. T.; NICIURA, S. C. M.; THOLON, P.; ALENCAR, M. M. de; HIGA, R. H.; ROSA, A. do N.; FEIJO, G. L. D.; FERRAZ, A. L. J.; SILVA, L. O. C. da; MEDEIROS, S. R. de; LANNA, D. P. D.; NASCIMENTO, M. L. do; CHAVES, A. S.; SOUZA, A. R. D. L.; PACKER, I. U.; TORRES JUNIOR, R. A. de A.; SIQUEIRA, F.; MOURAO, G. B.; COUTINHO, L. L.; REVERTER, A.; REGITANO, L. C. de A. Genomic structure and marker-derived gene networks for growth and meat quality traits of Brazilian Nelore beef cattle. *BMC Genomics*, v. 17, p. 1-16, Mar. 2016.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CESAR, A. S. M.; REGITANO, L. C. A.; KOLTES, J. E.; FRITZ-WATERS, E.; LANNA, D. P. D.; GASPARIN, G.; MOURÃO, G. B.; OLIVEIRA, P. S. N.; REECY, J. M.; COUTINHO, L. L. Putative regulatory factors associated with intramuscular fat content. *PLoS ONE*, v. 10, n. 6, p. 1-21, June 2015.

CESAR, A. S. M.; REGITANO, L. C. A.; POLETI, M. D.; ANDRADE, S. C. S.; TIZIOTO, P. C.; OLIVEIRA, P. S. N.; FELÍCIO, A. M.; NASCIMENTO, M. L.; CHAVES, A. S.; LANNA, D. P. D.; TULLIO, R. R.; NASSU, R. T.; KOLTES, J. E.; FRITZ-WATERS, E.; REECY, J. M.; COUTINHO, L. L. Differences in the skeletal muscle transcriptome profile associated with extreme values of fatty acids content. *BMC Genomics*, v. 17, p. 1-16, Nov. 2016.

Continuação no Anexo

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Luciana Correia de Almeida Regitano

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste.

e-mail: luciana.regitano@embrapa.br.

Tabela 1: Regiões do genoma em que as variações de bases do DNA (Single Nucleotide Polymorphism – SNP) foram associadas com características de eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore. Na coluna genes candidatos estão descritos os genes que se encontram na região associada a características de eficiência alimentar

Característica	Janela de SNP	Número de SNPs na janela	% de variância explicada	Cr.	Genes candidatos
CAR	rs132846819-rs136767848	217	1.50	8	
	rs109535395-rs134508640	50	1.42	18	DEPPI, TUBB3
	rs109365529-rs132654030	186	1.12	11	PTGS1
	rs136295413-rs41980878	260	1.12	21	-
CMS	rs133031353-rs42739324	237	3.76	24	HRH4, ZNF521
	rs134105133-rs133615999	161	2.00	13	-
	rs133460769-rs109902312	255	1.29	9	-
CA	rs110424374-rs133308150	73	6.06	12	-
	rs41942246-rs134122046	191	5.99	20	GDNF
	rs42594525-rs109404921	182	1.52	15	LIN7C
	rs109105703-rs136356118	189	1.40	18	-
EA	rs133645581-rs137479730	231	2.58	9	-
	rs134914044-rs42277860	203	2.30	1	-
	rs136028559-rs110570158	250	1.04	14	-
	rs109171156-rs42987702	255	1.03	2	-

Legenda: Consumo Alimentar Residual (CAR), Conversão Alimentar (CA), Consumo de Matéria Seca (CMS), Ganho Médio Diário (GMD) e Eficiência Alimentar (EA).

Fonte: Autoria própria.

BRS PAIAGUÁS É MAIS TOLERANTE À SECA QUE OUTRAS BRAQUIÁRIAS

Tatiane Beloni¹; Patrícia Menezes Santos²; Jennifer Balachowski³; Gregori Alberto Rouadoscki¹; Florence Volaire⁴

1 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste, 3 United States Department of Agriculture, 4 Institut National de la Recherche Agronomique/Centre National de la Recherche Scientifique/Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive

Espécies de *Brachiaria* (*syn. Urochloa*) ocupam cerca de 70 milhões de hectares nos biomas Cerrado e Amazônia, mas mudanças no clima podem inviabilizar o uso desse capim em algumas regiões em função de períodos de seca severa. O objetivo do projeto foi estudar os mecanismos de resposta de tipos de *Brachiaria* ao estresse hídrico e identificar materiais capazes de sobreviver a secas mais severas, reduzindo a vulnerabilidade da pecuária às mudanças climáticas.

As plantas apresentam diferentes estratégias de resposta à seca. Algumas são capazes de atrasar a desidratação, o que depende de mecanismos que proporcionem maior absorção de água do solo ou menor perda por transpiração. Isso permite que as plantas mantenham seu crescimento e apresentem boa produtividade durante períodos curtos de seca leve, porém nem sempre garantem a sobrevivência em condições de seca severa.

No caso de pastagens perenes cultivadas em locais sujeitos a secas severas, muitas vezes é mais importante garantir a sobrevivência do capim do que proporcionar altas produtividades em curto prazo. Quando o pasto não sobrevive às condições de estresse do ambiente, ele não se mantém nos sistemas de produção. Por isso, é importante que as plantas utilizadas em regiões sujeitas a secas mais severas sejam capazes de suportar a desidratação, sobreviver e rebrotar quando a disponibilidade de água no solo voltar a ser adequada. Essa estratégia de resposta à seca está relacionada a mecanismos que a planta usa para proteger seus pontos de crescimento da desidratação.

Para identificar cultivares de *Brachiaria* capazes de sobreviver a secas mais severas foram conduzidos dois experimentos em casa-de-vegetação no INRA/CNRS/CEFE (Figuras 1 e 2). No primeiro, as plantas foram cultivadas em vasos pequenos para avaliação das estratégias de tolerância à desidratação em tecidos específicos, sem o efeito das diferenças em profundidade de raiz sobre a condição de hidratação da planta. No segundo experimento, foram utilizados rhizotrons (tubos longos transparentes protegidos da radiação solar por filme opaco) para avaliação da taxa de alongamento radicular e da profundidade das raízes.

A pesquisa foi realizada com suporte financeiro do convênio Capes/Embrapa e do CNRS/CEFE Experimental Infrastructure, envolvendo a Embrapa – Pecuária Sudeste e o Departamento de Zootecnia da Esalq/USP. Os resultados não foram validados no campo.

Os potenciais beneficiários do projeto são pecuaristas em áreas sujeitas a secas prolongadas.

RESULTADOS

A BRS Paiaguás é capaz de rebrotar após período de seca mais severa que outras braquiárias. Os resultados obtidos até o momento indicam que a BRS Paiaguás poderá ser uma boa alternativa para locais com problemas de déficit hídrico, principalmente em áreas marginais, sujeitas a secas mais severas.

Em condições de seca leve e curta, o aprofundamento das raízes, aliado a outros mecanismos de atraso à desidratação, permite que o capim-marandu e o capim-decumbens continuem crescendo e mantenham boa produtividade. Por outro lado, a BRS Paiaguás, além de aprofundar as raízes, ativa mecanismos de economia de água que promovem um esgotamento mais lento da água no solo. Assim, a absorção e a manutenção da hidratação de partes da planta importantes para a sobrevivência é garantida por um período mais longo de seca.

A BRS Paiaguás também foi capaz de rebrotar depois de períodos de seca mais severos que as outras duas braquiárias (Figura 2). Em um dos ensaios, os pesquisadores interromperam a irrigação por períodos crescentes e depois voltaram a irrigar para avaliar a rebrota das plantas. Com aproximadamente 8% de umidade, mais da metade das plantas da BRS Paiaguás foi capaz de rebrotar, enquanto as de capim-marandu e capim-decumbens apresentaram porcentagem muito menor de rebrotação. Esse resultado indica que a BRS Paiaguás, em condições de seca severa, ativa mecanismos para proteção de seus pontos de crescimento.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A caracterização dos mecanismos de resposta das plantas à seca foi realizada e a BRS Paiaguás foi identificada como material com potencial para reduzir a vulnerabilidade da pecuária em áreas sujeitas a secas mais severas. Na próxima etapa, será importante confirmar os resultados em condições de campo e realizar a análise econômica dos sistemas de produção.

DADOS PUBLICADOS EM:

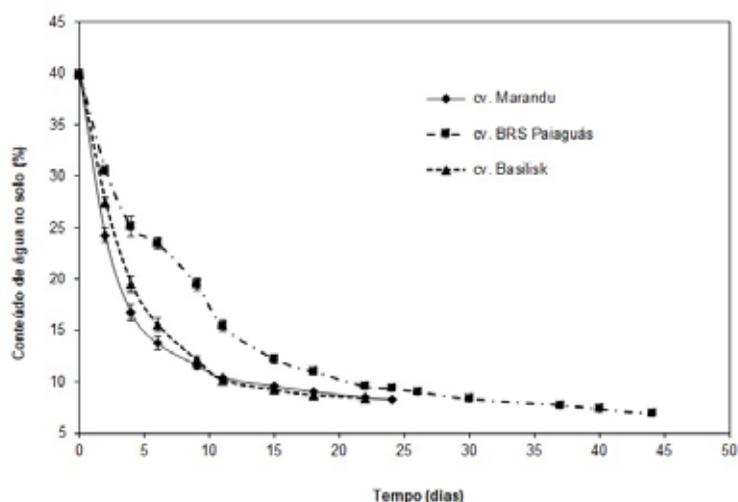
BELONI, T.; SANTOS, P. M.; ROVADOSCKI, G. A.; BALACHOWSKI, J.; VOLAIRE, F. Large variability in drought survival among *Urochloa* spp. cultivars. *Grass and Forage Science*, v. 73, n. 4, p. 947-957, July 2018.

COORDENADOR DO PROJETO

Dra. Patrícia Menezes Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste
e-mail: patricia.santos@embrapa.br.

Figura 1: Conteúdo de água no solo em vasos cultivados com capim-marandu, capim-decumbens cv. Basilisk e BRS Paiaguás



Nota: O conteúdo de água no solo caiu mais rapidamente no capim-marandu e no capim-decumbens, indicando que a BRS Paiaguás ativa mecanismos para economia de água em períodos de estresse.

Fonte: Beloni et al. (2018).

Figura 2: Porcentagem de rebrota em plantas de capim-marandu, capim-decumbens e BRS Paiaguás após a reidratação



Nota: Com cerca de 8% de umidade no solo, mais da metade das plantas de BRS Paiaguás foi capaz de rebrotar após a reidratação, enquanto as plantas de capim-marandu e capim-decumbens praticamente não rebrotaram.

Crédito: Tatiane Beloni.

SISTEMAS INTEGRADOS PARA AUMENTAR A SEGURANÇA ALIMENTAR DOS REBANHOS NA CAATINGA

Rafael Gonçalves Tonucci¹; Ana Clara Rodrigues Cavalcante¹; Marco Aurélio Delmondes Bomfim¹; Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu¹; José Wilson Tavares Bezerra¹; Magno José Duarte Cândido²; Jefte Arnon Conrado²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos, ² Universidade Federal do Ceará

Os sistemas de produção comumente praticados na região da Caatinga caracterizam-se pelo corte e pela queima da vegetação, mas modelos de uso sustentável da Caatinga são fundamentais para sua manutenção. Em 1998 foi desenvolvido o sistema agrossilvipastoril para uso da Caatinga, cujos princípios eram: não uso do fogo, raleamento da Caatinga em savana, enriquecimento do sub-bosque com espécies perenes e preservação de matas ciliares. Do ponto de vista ecológico, o modelo trouxe inúmeros benefícios, especialmente manutenção da biodiversidade e maior resiliência da atividade agrícola e pecuária. No entanto, este mostrou-se muito dependente de mão de obra, o que limitou sua adoção.

Sendo assim, desenvolveu-se uma nova proposta com os mesmos princípios, porém substituindo o raleamento em savana pelo modelo em faixas, a fim de permitir a mecanização sem alterar a biodiversidade (Figura 1). Os arranjos pensados para a abertura da área foram faixas de vegetação conservada intercalada com áreas de faixas desmatadas, com espaçamento entre renques de vegetação nativa variando de 10 e 20 metros, e faixas conservadas de 20 e 10 metros. A abertura da área se deu de forma a maximizar o aproveitamento da lenha para fins energéticos, permanecendo apenas aquelas protegidas por lei. Nas faixas raleadas plantou-se as culturas do milheto (*Pennisetum americanum*) e do sorgo em consórcio com capim-massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai). Aproximadamente entre 80 e 100 dias após o plantio foram colhidas as faixas dos consórcios. Toda a forragem colhida foi ensilada para ser utilizada em momento de escassez de alimento. O pastejo se deu durante o período seco, após a colheita das espécies anuais. Benefícios relacionados a melhoria da qualidade do solo e a produtividade de biomassa forrageira na área já são perceptíveis. Espera-se que o sistema seja uma opção viável para intensificar a produção agropecuária em propriedades rurais do Semiárido brasileiro com o mínimo impacto sobre a Caatinga.

RESULTADOS

- A produção de todas as culturas foi beneficiada pelo maior espaçamento entre as faixas de mata nativa conservada, com destaque para o milheto,

que produziu quase o dobro de massa de forragem seca (Tabela 1);

- Contribuição significativa do pasto nativo em ambas as faixas, com produções similares à da gramínea exótica introduzida. A contribuição desse componente forrageiro denota ainda mais a sustentabilidade dos Sistemas Integrados (SI) implantados e ressalta a importância do pasto nativo para o equilíbrio da oferta de forragem nesse bioma; e
- Todo o material colhido foi armazenado na forma de silagem mista (cultura anual, capim-massai e pasto nativo) num total de 45 toneladas, capazes de alimentar um rebanho de 71 animais (caprino / ovino) por um período de 180 dias, com ganho de peso moderado.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Os resultados ainda são preliminares e indicam os SI como alternativa viável e promissora para a manutenção da atividade pecuária na Caatinga. Ainda estão em curso ensaios de desempenho animal e da persistência desses SI ao longo do tempo. Estudos do balanço de carbono e nitrogênio estão sendo conduzidos para validar esses SI como mitigadores das mudanças climáticas; e
- Máquinas estão sendo adaptadas e testadas para reduzir a dependência de mão de obra.

DADOS PUBLICADOS EM:

CONRADO, J. A. de A.; CAVALCANTE, A. C. R.; TONUCCI R. G.; CARNEIRO, M. S. de S.; CÂNDIDO, M. J. D. Forage production and preservation of species by enriching Caatinga with grasses and thinning areas into strips. Revista Caatinga, Mossoró, v. 32, n. 3, p. 814-825, July/Sept. 2019.

Figura 1: Sistema Integrado ILPF Caatinga, durante a estação chuvosa (A) e no período seco (B), em Sobral-CE

(A)



(B)

Crédito: Ana Clara Cavalcante.

Tabela 1: Produção de volumoso por culturas e de massa de forragem total (kg MS ha⁻¹) em faixas de 10 e 20 metros de sistemas integrados na Caatinga

Largura das faixas (metros)	Produção de matéria seca (kg MS ha ⁻¹)				
	Sorgo	Milheto	Massai	Pasto nativo	MFT
10	6.329	3.115	3.799	3.098	16.341
20	7.925	5.892	4.584	3.804	22.205

Fonte: Dados não publicados; própria autoria.

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Rafael Gonçalves Tonucci

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Caprinos e Ovinos

e-mail: rafael.tonucci@embrapa.br

AJUSTES TECNOLÓGICOS PARA SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM VISANDO GARANTIR A SUSTENTABILIDADE DOS REBANHOS NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu¹; Ana Clara Rodrigues Cavalcante¹; Fernando Lisboa Guedes¹; Henrique Antunes de Souza²; Marcos Cláudio Pinheiro Rogério¹; Rafael Gonçalves Tonucci¹; Magno José Duarte Cândido³

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio-Norte, ³ Universidade Federal do Ceará

No Nordeste brasileiro, as práticas agropecuárias tradicionais seguem o modelo migratório, que inclui o desmatamento total, a queimada da madeira, a agricultura extrativista, o superpastejo, o regime de criação predominantemente extensivo e o baixo ou nenhum uso de insumos, culminando no processo de degradação dos solos. Com isso, observa-se a necessidade da utilização de práticas de manejo que promovam maior eficiência de uso da terra, levando à melhoria da produtividade vegetal e animal e, conseqüentemente, das condições de renda do produtor.

Com esse enfoque e a união de esforços entre as instituições de pesquisa Embrapa – Caprinos e Ovinos, Embrapa – Meio-Norte e universidades, estratégias foram avaliadas para gerar alternativas tecnológicas, visando atenuar a deficiência de forragem na região. Com recursos da Embrapa, Chamada 06/2013 – Macroprograma 2, a equipe trabalhou no desenvolvimento de um projeto intitulado “Estratégias alimentares para superação da estacionalidade de produção de forragem do bioma Caatinga na época seca”. Nesse projeto, dentre as várias soluções avaliadas, a “Avaliação do Sistema Santa Fé adaptado para culturas anuais em consórcio com gramíneas forrageiras para produção de volumoso em condições de sequeiro”, a “Avaliação do diferimento de gramíneas forrageiras tropicais visando à produção de volumoso no período crítico do Semiárido brasileiro”, a “Avaliação de desempenho de variedades e híbridos de sorgo, milheto, milho e girassol para verificação de adaptabilidade e estabilidade de produção de volumoso” e a “Avaliação nutricional de silagens contendo culturas anuais e gramíneas forrageiras sob diferentes estádios de crescimento, produzidas em Sistema Santa Fé adaptado a condições de sequeiro do Semiárido brasileiro”, apresentaram resultados bastante promissores para uso na região (Tabela 1).

Dentre as culturas anuais avaliadas, o cultivo do milho (cultivar AL Bandeirante) consorciado com capim-massai (Figura 1) simultaneamente para produção de silagem e utilização no período seco do ano mostrou que é possível incrementar a produção de forragem em até 30% em relação ao cultivo da cultura anual solteira, melhorando a eficiência de uso da terra e diminuindo os custos de produção do sistema (cerca de 68,6%) em relação à compra de alimentos volumosos adquiridos no comércio no período seco do ano

(oito meses), visando à criação de 53 ovinos. Outro resultado, que também seria benefício para sistemas agropecuários, seria a formação de um pasto que poderia ser diferido para uso no período de transição ou no período seco do ano. O diferimento de gramíneas do gênero *Megathyrsus* possibilita a utilização da forragem sem maiores prejuízos até os 120 dias de vedação. Em seguida, a área estará apta ao plantio direto da cultura anual no ano subsequente, diminuindo, inclusive, processos erosivos e proporcionando sustentabilidade ao agroecossistema.

RESULTADOS

- Recomendação do melhor consórcio de culturas anuais para produção de grãos com gramíneas forrageiras tropicais, que apresenta maior produção e conservação do solo em condições de sequeiro;
- Recomendação da melhor época de diferimento e de utilização de gramíneas forrageiras no Semiárido;
- Recomendação da cultura anual com maior adaptabilidade e estabilidade para produção de volumoso em condições de sequeiro no Semiárido; e
- Recomendação da melhor associação de cultura anual com gramíneas para produção de silagem.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Ajustes tecnológicos para uso do consórcio do capim-massai com outras culturas anuais produtivas e adaptadas ao Semiárido;
- Consórcio de leguminosas forrageiras adaptadas ao Semiárido com culturas anuais; e
- Zoneamento de risco climático em sistemas de cultivo sob sequeiro visando minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos.

DADOS PUBLICADOS EM:

POMPEU, R. C. F. F.; FONTINELE, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; SANTOS, F. G. R.; SOUZA, H. A.; GUEDES, F. L.; CAVALCANTE, A. C. R.; ROGÉRIO, M. C. P.; TONUCCI, R. G.; MARANHÃO, S. R.; SANTOS NETO, C. F. Estrutura e composição químico-bromatológica do cultivar BRS Massai sob épocas de vedação e idades de utilização. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. (Comunicado Técnico 172).

POMPEU, R. C. F. F.; MARANHÃO, S. R.; SOUZA, H. A.; CÂNDIDO, M. J. D.; CAVALCANTE, A. C. R.; GUEDES, F. L.; ROGÉRIO, M. C. P.; ARAÚJO, R. A.; FONTINELE, R. G.; MAGALHÃES, J. A. Desempenho agrônômico de *Megathyrus maximus* cultivares Massai e Tamani sob diferentes regimes hídricos em duas estações (seca e chuvosa). Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 04).

POMPEU, R. C. F. F.; SOUZA, H. A.; MARTINS, E. C.; GUEDES, F. L.; ROGÉRIO, M. C. P.; BUENO, L. G.; TONUCCI, R. G.; ARAÚJO NETO, R. B.; PONTE FILHO, F. A. M.; MARANGUAPE, J. S. Viabilidade e produtividade de milho consorciado com capim-massai para produção de silagem e alimentação de ovinos no Semiárido. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017. (Comunicado Técnico 165).

ROGÉRIO, M. C. P.; POMPEU, R. C. F. F.; GUEDES, F. L.; TONUCCI, R. G.; SOUZA, H. A.; MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. do S. S.; GUEDES, L. F.; OLIVEIRA, D. S.; SILVA, S. F. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária em condições de sequeiro: garantia de reserva de forragem de qualidade, em forma de silagem, para o Semiárido. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. 22 p. (Comunicado Técnico 180).

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos

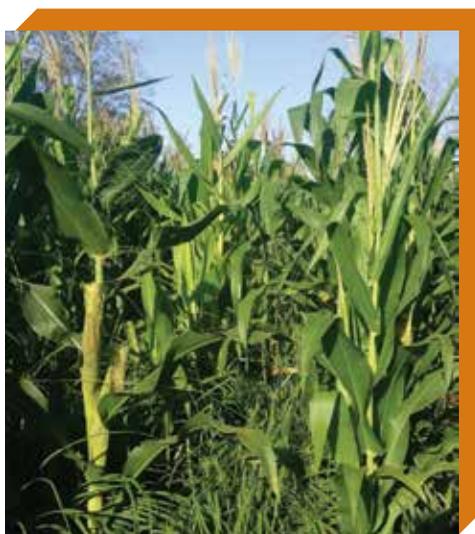
e-mail: roberto.pompeu@embrapa.br

Tabela 1: Indicadores econômicos da silagem de três diferentes plantas forrageiras cultivadas em sistema de sequeiro no Semiárido brasileiro

Indicadores econômicos (Custo/ano)	Milho (1,0 ha)	Consórcio milho+capim-massai (1,0ha)
Custo Operacional Efetivo da atividade das culturas (R\$)	3.273,78	3.433,78
Participação do custo com colheita e ensilagem no COE das culturas (%)	56,35	53,72
Custo Operacional Efetivo por kg de forragem das culturas (R\$/kg MN)	0,08	0,06
Custo Operacional Efetivo por kg de silagem das culturas (R\$/kg MN)	0,22	0,15

Fonte: Pompeu et al. (2018).

Figura 1: Capim-massai em consórcio com milho



Crédito: Pompeu et al. (2017)

IMPACTO DA MUDANÇA CLIMÁTICA NO DESEMPENHO FISIOLÓGICO, PRODUTIVO E NA QUALIDADE FORRAGEIRA DA GRAMÍNEA PANICUM MAXIMUM CV MOMBAÇA

Carlos Alberto Martinez¹; Eduardo Habermann¹; Kátia Aparecida de Pinho Costa²; Ricardo Borjas-Ventura³; Priscila Lupino Gratão⁴; Jessica Wedow⁵; Elizabeth Anna Ainsworth⁵; Dilier Olivera Vicedo⁴; Renato de Mello Prado⁴; Carlos Henrique Britto de Assis Prado⁶; Lívia Haik Guedes⁶; Marcia Regina Braga⁷

1 Universidade de São Paulo, 2 Instituto Federal Goiano, 3 Universidad Nacional Agraria La Molina, 4 Universidade Estadual Paulista, 5 University of Illinois, 6 Universidade Federal de São Carlos, 7 Instituto de Botânica

Em decorrência das mudanças climáticas, são esperados eventos climáticos extremos como secas, enchentes e ondas de calor mais intensos e mais frequentes. Recentemente, o IPCC (2018), baseado em evidências científicas consistentes, concluiu que o aquecimento global e as mudanças climáticas já estão ocorrendo e que o incremento da temperatura média global poderia alcançar valores maiores que 2 °C antes do previsto. O Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina no mundo e, por seu baixo custo, mais de 90% dessa produção são realizados em pastagens. No entanto, não existem suficientes informações e dados que permitam estimar o impacto das pastagens nas mudanças climáticas (mitigação) e o impacto das mudanças climáticas nas pastagens (adaptação). Estudos detalhados sobre a resposta de forrageiras tropicais às mudanças climáticas são necessários para dar suporte a modelos de previsão, fundamentais para o manejo das pastagens sob futuros cenários de mudanças climáticas globais e regionais.

A pesquisa realizada teve como objetivo principal determinar respostas moleculares, fisiológicas, bioquímicas, rendimento e qualidade forrageira da biomassa foliar em plantas de *Panicum maximum* cv. Mombaça num cenário futuro da mudança climática RCP6.0 do IPCC, que prevê incremento da concentração atmosférica de dióxido de carbono [CO₂] até uma concentração em torno de 600 ppm, além de aumento da temperatura ambiental em torno de 2 °C (Figura 1). Nos experimentos também foram pesquisados os efeitos da deficiência hídrica. Estes foram realizados no Campus da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, que apresenta uma estação chuvosa no verão e seca no inverno, com vegetação nativa de Mata Atlântica.

Para os experimentos foi utilizada uma inovadora tecnologia denominada Trop-T-FACE, que combina os sistemas FACE (Free air carbon dioxide enrichment) e T-FACE (Temperature free air controlled enhancement), nas quais os níveis de dióxido de carbono e da temperatura ambiental são incrementados automaticamente utilizando sistemas computadorizados de fumigação de CO₂ e um sistema de aquecedores de cerâmica, respectivamente (Figura 2).

RESULTADOS

- Plantas de forrageiras como a gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça respondem positivamente ao aumento da elevada concentração de CO₂ e da temperatura em 2 °C somente em condições de adequada disponibilidade de água e nutrientes;
- Em situações de deficiência hídrica, as respostas das plantas ao incremento da temperatura são desfavoráveis e afetam seu desempenho fisiológico, seu crescimento, a produção de biomassa e a qualidade nutricional das forrageiras;
- A elevação da temperatura ambiental em 2 °C provoca também aumento da temperatura do solo, o que altera o metabolismo da microbiota do solo provocando um aumento de 2 a 3 vezes na emissão de óxido nítrico por decomposição do fertilizante nitrogenado;
- Existem efeitos contrastantes na eficiência de uso de nutrientes pelas plantas de forrageiras em decorrência do aumento da temperatura ambiental e da deficiência hídrica;
- A transcriptômica e a metabolômica revelaram que a temperatura elevada e o elevado CO₂ resultam em alterações nos perfis de transcrição e metabolitos associados à resposta ambiental, ao metabolismo secundário e à função estomática; e
- Sob condições de elevada concentração de CO₂, a relação folha/colmo diminui significativamente.

Esses resultados têm grande impacto científico, social e econômico porque permitem elucidar a capacidade de adaptação de gramíneas C4 ao clima esperado para os próximos anos, além de proporcionarem informações práticas de interesse para o público-alvo, que são os agricultores e pecuaristas. O projeto teve duas fontes de financiamento: FAPESP (Processo 2008/58075-8) e CNPq (Processo Grant 446357/2015-4).

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Nas próximas etapas serão estudados os efeitos do aquecimento (+2 °C) e da deficiência hídrica em espécies de gramíneas forrageiras que apresentam diferentes padrões de crescimento do sistema radicular para selecionar materiais mais resistentes à seca e à elevada temperatura.

DADOS PUBLICADOS EM:

HABERMANN, E.; OLIVEIRA, E. A. D. de; CONTIN, D.; DELVECCHIO, G.; VICIEDO, D.; MORAES, M. de; PRADO, R. de M.; PINHO, K. de; BRAGA, M.; MARTINEZ, C. A. Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. *Physiologia Plantarum*, v. 165, n. 2, p. 383-402, 2019.

HABERMANN, E.; SAN MARTIN, A.; CONTIN, D.; BOSSAN, V.; BARBOZA, A.; BRAGA, M.; GROppo, M.; MARTINEZ, C. A. Increasing atmospheric CO2 and

canopy temperature induces anatomical and physiological changes in leaves of the C4 forage species *Panicum maximum*. *PLoS One*, v. 14, n. 2, e0212506, 2019.

WEDOW, J. M.; YENDREK, C.; MELLO, T.; CRESTE, S.; MARTINEZ, C. A.; AINSWORTH, E. Metabolite and transcript profiling of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) response to elevated [CO2] and temperature. *Metabolomics*, v. 15, n. 51, p. 1-13, 2019.

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Special Report. Global Warming of 1.5 °C. [S. l.]: IPCC, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/sr15/>. Acesso em: 5 jul. 2020.

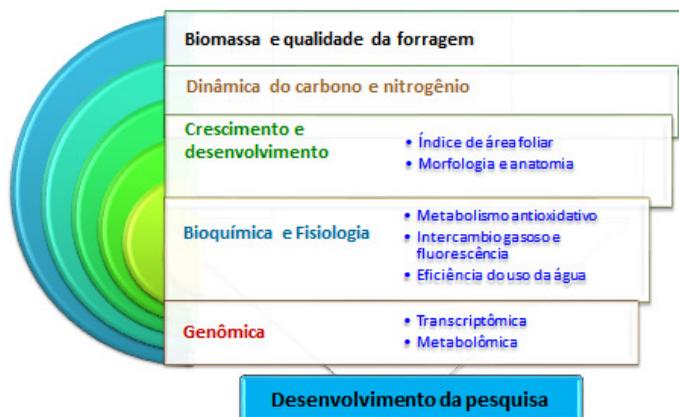
COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Carlos Alberto Martinez y Huaman

Universidade de São Paulo, Campus de Ribeirão Preto

e-mail: carlosamh@ffclrp.usp.br

Figura 1: Níveis de organização estudados durante o desenvolvimento da pesquisa para determinar o desempenho de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob condições de simulação climática futura de elevada concentração de CO2, elevada temperatura e deficiência hídrica em condições de campo.



Fonte: própria autoria.

Figura 2: Detalhe de uma parcela do Sistema T-FACE (Temperature free-air controlled enhancement) para simulação de aquecimento global em condições de campo.



Crédito: Carlos Alberto Martinez.

AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DOS CULTIVOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Francislene Angelotti¹; Nivaldo Duarte Costa¹; Tadeu Vinhas Voltolini¹; Welson Simões¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

Os sistemas de cultivo são influenciados diretamente pelos elementos climáticos. Dessa maneira, as mudanças climáticas (o aumento da concentração do CO₂ atmosférico, aumentos na temperatura e alterações na precipitação) poderão causar impactos significativos na produção agrícola. Com esse prognóstico, há forte demanda de pesquisa relativa à avaliação desses efeitos. Tais avaliações estão subsidiando pesquisas sobre a mitigação dos efeitos e a adaptação das atividades agrícolas às futuras alterações no clima. Nessas ações, a Embrapa tem papel fundamental, pois vem desenvolvendo pesquisas em parceria com diversas instituições do Brasil e do exterior, visando desenvolver tecnologias para a agricultura sustentável frente aos cenários climáticos.

Os estudos realizados abordam os principais elementos climáticos que estão sofrendo alterações e seus possíveis impactos, para então propor medidas de adaptação que aumentem a resiliência dos cultivos. No Semiárido, até o momento já foram realizadas simulações dos cenários de aumento de temperatura, CO₂ e déficit hídrico, por meio de experimentação em condições controladas para cebola, feijão-caupi e capim-buffel (Figura 1). As plantas são avaliadas desde a germinação das sementes até a produção final. Nessa etapa inicial dos trabalhos, busca-se selecionar materiais tolerantes às altas temperaturas e ao déficit hídrico, sendo estes de extrema importância para aumentar ou manter o potencial produtivo da atividade agrícola, agregando resiliência frente às alterações do clima. Além disso, o estudo prevê a adoção de medidas de adaptação por meio do uso de tecnologias como manejo eficiente no uso da água e do solo, uso da diversidade genética, policultivos, sistemas agroflorestais, entre outros. A busca por cultivos que apresentem maior sustentabilidade e que sejam adaptáveis às mudanças climáticas será imperativa para garantir a segurança alimentar. Os principais beneficiários serão os agricultores e também os formadores de políticas públicas.

Os estudos realizados foram financiados pela Embrapa e contaram com a complementação da FACEPE e CNPq, com o pagamento de bolsas de iniciação científica e a fixação de técnico.

RESULTADOS

Para o cultivo da cebola, o aumento de temperatura prejudicará a formação dos bulbos reduzindo a produtividade. O efeito fertilizador do CO₂ foi neutralizado em ambientes com altas temperaturas. Quanto à irrigação, foi verificada, em condições controladas, uma redução de 20% da lâmina de água, sem prejuízos para a produção. Dessa maneira, concluímos que serão necessários ajustes no sistema produtivo da cebola, visando diminuir a vulnerabilidade dos produtores e buscando ampliar a resiliência do sistema, além de promover o uso sustentável dos recursos hídricos. Isso só será possível por meio do investimento em pesquisas que fomentem o desenvolvimento tecnológico para a adaptação da cebolicultura frente às mudanças climáticas. Para o capim-buffel, o aumento da temperatura do ar altera o seu desenvolvimento vegetativo sem aumentar a massa de forragem. Para o feijão-caupi, o aumento da temperatura causa o abortamento das flores, com impacto direto na produção de grãos. Além disso, está sendo avaliada a quantidade mínima de água a ser aplicada em cada fenológica, a fim de otimizar o uso eficiente da água para a produção. Dessa maneira, o screening de cultivares tolerantes ao aumento da temperatura e ao déficit hídrico aumenta a capacidade adaptativa e a resiliência dos cultivos, garantindo o desenvolvimento sustentável e a segurança alimentar.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Estudos visando aumentar a eficiência produtiva dos cultivos por meio de indicação de materiais tolerantes à alta temperatura e ao déficit hídrico serão fundamentais para adaptação às mudanças climáticas. Além disso, a determinação da quantidade mínima de água necessária para a produção contribuirá para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas produtivos. Os materiais selecionados serão indicados para compor agroecossistemas multifuncionais.

DADOS PUBLICADOS EM:

BARROS, J. R. A.; RÊGO, M. T. C.; COSTA, N. D.; YURI, J. E.; ANGELOTTI, F. Produção de cebola em diferentes regimes de temperatura no Submédio do Vale do Francisco. In: JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 3., 2018, Petrolina. Anais [...]. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. p. 75-78. (Documento 284).

SANTOS, R. M.; VOLTOLINI, T. V.; ANGELOTTI, F.; AIDAR, S. T.; CHAVES, A. R. M. Productive and morphogenetic responses of buffel grass at different air temperatures and CO₂ concentrations. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa-MG, v. 43, n. 8, p. 404-409, Apr. 2014.

COORDENADOR DO PROJETO

Dra. Francislene Angelotti

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Semiárido
e-mail: francislene.angelotti@embrapa.br

Figura 1: Experimentos em condições controladas para avaliar o impacto do aumento da temperatura, do CO₂ e do déficit hídrico na produção.



Crédito: Francislene Angelotti.

MELHORAMENTO GENÉTICO DE EUCALIPTOS PARA DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DESTINADAS A MÚLTIPLOS USOS DA MADEIRA E DE POPULAÇÕES COM POTENCIAL PARA SUPERAR POSSÍVEIS ADVERSIDADES OCASIONADAS POR MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Paulo Eduardo Telles dos Santos¹; Estefano Paludzyszyn Filho¹; Guilherme Schnell e Schuhli¹; Isabel Rodrigues Gerhardt²; Visêdo Ribeiro de Oliveira³

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas, 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária, 3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

A tendência mundial de substituição gradativa de fontes de energias fósseis por combustíveis a partir de biomassa beneficia enormemente o Brasil, ampliando a necessidade de aumento da área de plantios florestais e promovendo o fortalecimento de parcerias com segmentos específicos do setor privado para desenvolvimento de produtos apropriados à silvicultura clonal. Na atualidade, há falta de material genético adaptado para fazer frente às limitações edafoclimáticas naturais em determinadas regiões sob o conceito de formação de plantações florestais que atendam a múltiplos usos, cenário que se agrava com as mudanças do clima.

O objetivo do projeto foi ampliar as oportunidades de experimentação a campo, de melhoramento em multiambientes e de validação de produtos, contribuindo para que a expansão territorial das plantações de eucalipto, mesmo sob possíveis efeitos das mudanças climáticas globais, aconteça no futuro de forma menos sujeita a riscos de comprometimento das produções.

O projeto reuniu ações do Programa de Melhoramento Genético de Eucaliptos (PMGE) para lançamento de produtos voltados a plantios em propriedades rurais do país, sendo a matéria-prima produzida aplicada para múltiplos usos, com destaque para energia e sólidos madeiráveis (Figura 1). Foi dada ênfase na obtenção de madeira para produtos serrados e energia, considerando não somente sistemas de produção tradicionais, mas também silvipastoris e agroflorestais. O uso de processos práticos de produção de sementes experimentais híbridas por polinização aberta, o aprimoramento de técnicas para seleção precoce de características tecnológicas da madeira, a aplicação da polinização controlada em pomar de cruzamento em vaso e os estudos de prospecção e transformação genética formam um conjunto de ações inovadoras apresentadas no conteúdo técnico do projeto.

O projeto visou atender a demandas de formação de plantações florestais e de produção de matéria-prima de origem florestal, principalmente por pequenas e médias propriedades rurais, estabelecidas na diversidade das regiões brasileiras.

- Buscando entender os estresses térmicos, hídricos e de ordem biótica que afetam a produtividade de madeira de genótipos, notadamente clonais, o objetivo específico do projeto foi identificar genótipos tolerantes aos estresses mencionados;
- Foram utilizados predominantemente sistemas de produção florestal convencionais, por meio de experimentos/unidades de referência tecnológica estabelecidos na forma seminal e clonal, tendo-se desenvolvido ações nos biomas Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga e Amazônia;
- Como metodologia, foi feito o acompanhamento sistemático dos módulos experimentais no campo por meio de avaliação de sobrevivência, de produção de madeira e dos efeitos diretos e indiretos nas árvores ocasionados pelos diferentes estresses, em sua natureza e intensidade;
- O projeto busca contribuir com a adaptação às mudanças do clima por meio da identificação e do aproveitamento de genótipos com respostas adaptativas condizentes com os desempenhos silviculturais almejados, identificados com maior capacidade de sobrevivência nas condições observadas, refletidas pela produtividade de madeira;
- O público-alvo, de maneira geral, foi representado por viveiristas florestais, produtores rurais e consumidores de madeira; e
- O orçamento destinado à PD&I foi da própria Embrapa e de recursos diretos e indiretos aportados por meio de parcerias com produtores de mudas, empresas de base florestal, cooperativas e mineradoras.

Siglas das espécies:

PEL: *Eucalyptus pellita*; URO: *Eucalyptus urophylla*; CLO: *Eucalyptus cloeziana*; GRA: *Eucalyptus grandis*; BAD: *Eucalyptus badjensis*; VIM: *Eucalyptus viminalis*; BEN:

Eucalyptus benthamii; CRE: Eucalyptus crebra; TOR: Corymbia torelliana; e MAC: Corymbia maculata.

RESULTADOS

- Cultivares pré-comerciais de eucalipto, clonais e por sementes, adaptadas às condições edafoclimáticas atuais e aos cenários de mudança de clima;
- Desenvolvimento das cultivares BRS 362, BRS 363, BRS 364 Porteira, BRS QUARENTA e BRSCI 9601 Expoente;
- Clones de PEL para uso per se e como parentais em cruzamentos potenciais para o Brasil Central;
- Implementação de estratégias de longo prazo para explorar a variabilidade em PEL, URO, CLO, GRA, TOR, MAC e CRE visando obter novos clones;
- Manejo de experimentos de BAD, VIM e BEN para produção de sementes e definição de matrizes para continuidade do programa de melhoramento;
- Protocolo de transformação genética via Agrobacterium tumefaciens para clones de eucalipto e inserção de gene que confere tolerância a estresse hídrico; e
- Estruturação de banco de dados.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Disponibilização de material propagativo das cultivares geradas ao setor produtivo; e
- Potencialização da participação da Embrapa no agronegócio florestal, contribuindo para a geração de emprego e renda por esse setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

PALUDZYSZYN FILHO, E.; FARDIN, A. E.; SANTOS, A. M.; REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T. dos; MACHADO, A. M.; RAFAEL, G. C. Base genética de melhoramento de eucaliptos e corímbias no norte do Estado de Goiás: resultados da cooperação técnica entre a Embrapa Florestas e a Anglo American Niquel Brasil – Codemin. Colombo: Embrapa Florestas, 2013. 50 p. (Documento, 248).

PALUDZYSZYN FILHO, E.; OLIVEIRA, U. S. de; SANTOS, P. E. T. dos; REIS, C. A. F.; SANTOS, A. M.; LIMA, E. A. de. Base de melhoramento genético de Eucalyptus e Corymbia em Rio Verde-GO: resultados parciais da cooperação técnica entre Embrapa Florestas e Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano – COMIGO. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 55 p. (Documento 271).

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos. Programa de melhoramento genético de eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 64 p. (Documento 214).

Continuação no Anexo

DADOS PUBLICADOS EM:

BETTENCOURT, G. M. de F. Indirect organogenesis and genetic transformation protocol development for an elite clone of *E. urophylla*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MÜLLER, B. S. F.; NEVES, L. G.; ALMEIDA FILHO, J. E. de; RESENDE JUNIOR, M. F. R.; MUÑOZ, P. R.; SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; KIRST, M.; GRATTAPAGLIA, D. Genomic prediction in contrast to a genome-wide association study in explaining heritable variation of complex growth traits in breeding populations of *Eucalyptus*. BMC Genomics, v. 18, p. 1-17, 2017.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Paulo Eduardo Telles dos Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas
e-mail: paulo.telles@embrapa.br

Dr. Estefano Paludzyszyn Filho

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas
e-mail: estefano.filho@embrapa.br

Dr. Guilherme Schnell E Schuhl

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas
e-mail: guilherme.schuhli@embrapa.br

Dra. Isabel Rodrigues Gerhardt

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária
e-mail: isabel.gerhardt@embrapa.br



Figura 1: Experimento de avaliação de desempenho de material selvagem de *Eucalyptus crebra* importado da Austrália, instalado na Embrapa – Semiárido (Petrolina-PE), demonstrando a alta tolerância do germoplasma aos acentuados estresses hídricos e térmicos da região semiárida do nordeste brasileiro e também o elevado potencial de melhoramento da espécie para a produção de madeira. Idade: 5 anos. Altura média: em torno de 10 metros.

Crédito: Visêdo Ribeiro de Oliveira.

O CAFEIRO NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Weverton Pereira Rodrigues¹; Eliemar Campostrini¹; Wallace de Paula Bernado¹; Danilo Força Baroni¹; José Altino Machado-Filho²; Fábio Luiz Partelli³; José Cochicho Ramalho^{4,5}; Ana Isabel Ribeiro^{4,5}; Antônio Eduardo Leitão^{4,5}; Fernando José Cebola Lidon⁵; Paula Scotti-Campos^{5,6}; Miroslava Rakocevic⁷; Fábio Murilo DaMatta⁸

1 Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2 Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 3 Universidade Federal do Espírito Santo, 4 Universidade de Lisboa, 5 Universidade NOVA de Lisboa, 6 Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, 7 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária, 8 Universidade Federal de Viçosa

Desde o período pré-industrial até 2019, a ação antropogênica promoveu o aumento da concentração de CO₂ ([CO₂]) atmosférica de cerca de 280 ppm para 415 ppm, podendo ultrapassar 700 ppm durante a segunda metade do atual século, acompanhado de aumento de temperatura média acima de 2 °C (IPCC, 2014; 2018), alterações nos padrões pluviométricos etc. Se isso se confirmar, tais alterações serão responsáveis por significativas modificações metabólicas em diversas culturas, com significativos impactos na produtividade e qualidade dos produtos agrícolas para alimentação humana e animal. Portanto, uma equipe internacional (Brasil-Portugal), com caráter interinstitucional (UENF, UFES, UFV, ISA/UL, FCT/UNL, INIAV) e interdisciplinar (da anatomia até a área molecular), tem realizado diversos estudos com o objetivo de avaliar o impacto das alterações climáticas no cafeeiro, considerando, sobretudo, o aumento da [CO₂], aumento da temperatura do ar e o estresse hídrico, ao nível do metabolismo da planta e da qualidade do grão. Os experimentos associados às interações entre os aumentos da [CO₂] (380 vs. 700 ppm) e da temperatura (de 25/20 °C até 42/34 °C, dia/noite) realizados em Portugal (Figura 1) (ISA/UL) foram levados a cabo em condições ambientais controladas, tendo sido utilizados genótipos brasileiros de *Coffea arabica* (café Arábica) e a *C. canephora* (café Robusta). Esses trabalhos pretendem avaliar os impactos individuais e simultâneos dos aumentos da temperatura e da [CO₂] nos aspectos anatômicos, fisiológicos, bioquímicos e moleculares. Na Embrapa – Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, em 2011 foi instalado um experimento em condições de campo com a *C. Arabica*. O dispositivo free-air-CO₂-enrichment (FACE) ofereceu 200 ppm acima da concentração atual (~590 ppm). A última fase do experimento permitiu estimar a mitigação de impactos das condições de seca pela elevada [CO₂]. Outro experimento foi realizado em Campos dos Goytacazes, norte do estado do Rio de Janeiro, na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e em casa de vegetação, com o objetivo de estudar os efeitos do aumento da temperatura (baseado em uma variação sazonal) nos aspectos fisiológicos, tanto em escala de folha como em escala de planta inteira. Experimentos também estão sendo realizados na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), São Mateus, norte do estado Espírito Santo. Em condições de campo, está sendo avaliado o desempenho do cafeeiro conilon cultivado sob copa de espécies arbóreas tais como a

seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) e o cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem). Tal estratégia de cultivo pode atuar como uma forma de mitigar o efeito do estresse térmico. Esses trabalhos, que tiveram uma forte componente de formação avançada de recursos humanos, têm sido financiados pela Fundação para Ciência e Tecnologia de Portugal (projectos PTDC/AGR-PRO/3386/2012; PTDC/ASP-AGR/31257/2017; unidades LEAF: UID/AGR/04129/2013; GeoBioTec: UID/GEO/04035/2013), CAPES, CNPq, FAPERJ, FAPES, Embrapa e pelo Consórcio Pesquisa Cafés.

RESULTADOS

- O cafeeiro mostra uma relevante tolerância à temperatura elevada (até 37/30 °C);
- Fortes impactos negativos foram observados a 42/34 °C, no entanto, a elevada [CO₂] (700 ppm) reforçou o metabolismo da planta a todas as temperaturas e mitigou significativamente o impacto das temperaturas elevadas;
- Exposição às altas temperaturas nos últimos estágios de maturação do fruto causou depreciação na qualidade dos grãos, mas a elevada [CO₂] contribuiu para a preservação dessa qualidade;
- Sob flutuações naturais, as temperaturas supra-ótimas resultaram em aumentos no déficit de pressão de vapor do ar, o que comprometeu as trocas gasosas das folhas individuais e da planta inteira;
- No FACE, cafeeiros Arábica adultos apresentaram elevada condutância estomática foliar sob elevada [CO₂], o que permitia elevada fotossíntese na época seca, tanto em escala de folhas como da planta inteira, o que permitiu melhor investimentos de carbono em turnover de raízes finas em solo de menor déficit hídrico. Sob elevada [CO₂] a qualidade de bebida não foi alterada, embora tenha ocorrido certo atraso em comparação com as plantas crescidas em 400 ppm de CO₂. A produtividade em condições de campo foi maior nos três

primeiros anos sob elevada $[CO_2]$, mas no quarto a produtividade foi similar entre as concentrações de CO_2 ; e

- A consorciação com espécies arbóreas promoveu um microclima sob a copa mais favorável ao cafeeiro, principalmente associado com a redução da irradiância e da temperatura, bem como o aumento da umidade relativa do ar.

PRÓXIMAS ETAPAS

- Estudos das estratégias de mitigação e atenuação das implicações negativas do clima no cultivo;
- Identificar as respostas de aclimatação do cafeeiro de maneira a usar esta informação em programas de melhoramento;
- Estudar as interações entre o aumento da temperatura e/ou da concentração de CO_2 com o estresse hídrico em escala de planta de inteira, bem como na biologia floral do cafeeiro;
- Estudos do efeito do sombreamento associado ao estresse hídrico do solo.

DADOS PUBLICADOS EM:

BATISTA-SANTOS, P.; LIDON, F. C.; FORTUNATO, A.; LEITÃO, A. E.; LOPES, E.; PARTELLI, F.; RIBEIRO, A. I.; RAMALHO, J. C. The impact of cold on photosynthesis in genotypes of *Coffea* spp. – Photosystem sensitivity, photoprotective mechanisms and gene expression. *Journal of Plant Physiology*, v. 168, n. 8, p. 792-806, 2011.

DAMATTA, F. M.; AVILA, R. T.; CARDOSO, A. A.; MARTINS, S. C. V.; RAMALHO, J. C. Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context of climate change and global warming: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 66, n. 21, p. 5264-5274, 2018.

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: FIELD, C. B. et al. (eds.). *Impacts, adaptation and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York, United Kingdom: Cambridge University Press, 2014. p. 1-32.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V. et al. (eds.). *Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Switzerland: World Meteorological Organization, 2018. p. 1-24.

Continuação no Anexo

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Eliemar Campostrini

Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro

e-mail: campostenator@gmail.com

Dr. Fábio Luiz Partelli

Universidade Federal do Espírito Santo

e-mail: partelli@yahoo.com.br

Dr. Fábio Murilo DaMatta

Universidade Federal de Viçosa

e-mail: fdamatta@ufv.br

Dr. José Cochicho Ramalho

Universidade de Lisboa; Universidade NOVA de Lisboa

e-mail: cochichor@mail.telepac.pt



Figura 1 : Estudos em condições ambientais controladas (temperatura, umidade relativa, irradiância, fotoperíodo e $[CO_2]$) em câmaras de crescimento EHHF 10000, ARALAB, Portugal) em genótipos de *C. arabica* (cu. Icatu e IPRI08) e *C. canephora* cu. Conilon Clone 153.

Crédito: José Cochicho Ramalho.

AVANÇOS TECNOLÓGICOS PARA ENFRENTAMENTO DO ESTRESSE POR DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DA SOJA

Alexandre Lima Nepomuceno¹; José Renato Bouças Farias¹; Larissa Alexandra Cardoso Moraes¹; Liliane Marcia Mertz-Henning¹; Norman Neumaier¹; José Salvador Simoneti Foloni¹; Sérgio Luiz Gonçalves¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Soja

Perdas relacionadas à seca são um desafio para a produção de grãos. Eventos de seca nas últimas décadas têm sido mais frequentes, provavelmente associados às mudanças climáticas decorrentes do aquecimento do planeta. Várias regiões produtoras de soja no Brasil têm sofrido significativamente com eventos de seca, mas também com chuvas excessivas e altas temperaturas decorrentes das mudanças climáticas. Previsões indicam que extremos climáticos tenderão a aumentar promovendo estes eventos com mais frequência e duração. A Embrapa – Soja, em parceria com instituições (nacionais e internacionais), conduz trabalhos visando identificar estratégias associadas a zoneamento climático, melhoramento genético e biotecnologia e manejo do solo e da cultura para reduzir perdas causadas pelas secas e outros estresses causados por extremos climáticos.

Neste projeto e em outros projetos, estão sendo produzidas avaliações fisiológicas, agrônomicas e moleculares de genótipos de soja, visando ao desenvolvimento de estratégias de melhoramento genético que permitam a obtenção de linhagens mais tolerantes à seca, que poderão ser usadas na criação de variedades comerciais adaptadas a todas as regiões produtoras do Brasil. O projeto vem gerando resultados importantes, como a caracterização de novas variedades de soja e de outros genótipos com potencial para tolerância à seca e a definição de materiais melhor adaptados às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil. Também foram caracterizadas, em condições de campo, as linhagens de soja Geneticamente Modificadas (GM) tolerantes à seca que estão sendo desenvolvidas na parceria entre a Embrapa e instituições de pesquisa do Japão (JIRCAS/RIKEN/Universidade de Tóquio). Essas linhagens, superexpressando diferentes genes (AtAREB1A, GmDREB2, AtNCED e AtGolS) estão sendo utilizadas em cruzamentos com genótipos elite para futuramente serem submetidas à análise de biossegurança visando à liberação comercial (Figura 1). A caracterização dos genótipos forneceu dados para a atualização do zoneamento agrícola da soja e para os estudos dos impactos de mudanças climáticas. Além disso, o projeto contribuiu para o avanço do conhecimento acerca da compreensão de como genótipos mais tolerantes ao déficit hídrico respondem quando submetidos a diferentes condições de manejo da cultura, como por exemplo, a rotação com culturas de sistema radicular mais agressivo, que promovem uma melhor estruturação físico/

química do solo. Em relação às plantas GMs, os resultados obtidos em ambiente controlado de casa-de-vegetação e também no campo mostraram estratégias promissoras, onde os genótipos GMs apresentaram maior estabilidade de rendimento frente ao déficit hídrico. O projeto encontra-se em andamento, tem abrangência nacional e faz parte da programação de pesquisa da Embrapa. Essas linhagens estão sendo introduzidas em programa de melhoramento para eventualmente se tornarem cultivares comerciais.

RESULTADOS

Neste projeto já foram desenvolvidas linhagens geneticamente modificadas com os genes que conferem tolerância à seca (AtAREB1A, GmDREB2, AtNCED e AtGolS), os quais já foram testados em ambiente controlado e a campo, e mostraram resultados promissores em conferir o aumento da tolerância à seca e ao calor em soja. O que se espera é conseguir desenvolver cultivares que tenham processos bioquímico-fisiológicos mais eficientes na economia e uso da água e que sejam mais tolerantes à seca e às altas temperaturas..

PRÓXIMAS ETAPAS

Em continuação as fases de obtenção e testes iniciais de laboratório e de casa de vegetação, o projeto encontra-se na etapa de realização de cruzamentos das linhagens GMs com genótipos elite do programa de melhoramento da Embrapa Soja, e ampliação da rede de ensaios para o Centro-Oeste. O principal desafio é a regulamentação desses OGMs, tendo em vista que o custo e o tempo requeridos são altos considerando as exigências envolvidas na liberação de transgênicos. Por esta razão, a Embrapa tem buscado parceiros no setor privado que estão participando dos estudos, ampliando as áreas de teste destas plantas GM no Brasil. Caso os resultados positivos continuem se confirmando, existe uma grande possibilidade de esses parceiros auxiliarem a Embrapa a desregular os eventos transgênicos no Brasil e no resto dos países importadores de soja do Brasil. Também é importante

mencionar que todos os resultados obtidos até aqui estão servindo de base para os novos trabalhos da Embrapa em Edição de Genomas com a técnica CRISPRs. A regulamentação do uso dessas técnicas em muitos países tem considerado, numa avaliação caso a caso, os produtos obtidos como não OGM/Transgênicos. É o caso do Brasil com a Resolução Normativa nº 16, da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Com isso, o custo para a liberação comercial é reduzido drasticamente, permitindo que empresas públicas ou privadas brasileiras tenham muito mais chances de colocar produtos de base biotecnológica no agronegócio brasileiro.

DADOS PUBLICADOS EM:

FERREIRA-NETO, J. R. C.; SILVA, M. D. da; BENKO-ISEPPON, A. M.; PANDOLFI, V.; BINNECK, E.; NEPOMUCENO, A. L.; ABDELNOOR, R. V.; KIDO, E. A. Inositol phosphates and raffinose family oligosaccharides pathways: structural genomics and transcriptomics in soybean under root dehydration. *Plant Gene*, v. 1, p. 100202, 2019.

FUGANTI-PAGLIARINI, R.; FERREIRA, L. C.; RODRIGUES, F. A.; MOLINARI, H. B. C.; MARIN, S. R. R.; MOLINARI, M. D. C.; MARCOLINO-GOMES, J.; MERTZ-HENNING, L. M.; FARIAS, J. R. B.; OLIVEIRA, M. C. N. de; NEUMAIER, N.; KANAMORI, N.; FUJITA, Y.; MIZOI, J.; NAKASHIMA, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; NEPOMUCENO, A. L. Characterization of soybean genetically modified for drought tolerance in field conditions. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1, 2017.

GIORDANI, W.; GONÇALVES, L. S. A.; MORAES, L. A. C.; FERREIRA, L. C.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; OLIVEIRA, M. C. N.; MERTZ-HENNING, L. M. Identification of agronomical and morphological traits contributing to drought stress tolerance in soybean. *Australian Journal of Crop Science*, v. 13, p. 35-44, 2019.

Continuação no Anexo

Figura 1: Linhagem geneticamente modificada (GM) superexpressando o fator de transcrição AtAREB1 submetida ao déficit hídrico em casa-de-vegetação



Legenda: BR 16 (Cultivar convencional utilizada na transformação); 1Ea2939 e 1Ea15 (Linhagens GM superexpressando o gene AtAREB1).

Crédito: Embrapa Soja.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Alexandre Lima Nepomuceno

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja

e-mail: alexandre.nepomuceno@embrapa.br

DESENVOLVIMENTO DE GERMOPLASMA DE BATATA COM MAIOR ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Caroline Marques Castro¹; Arione da Silva Pereira¹; Carlos Reisser Júnior¹; Giovani Greigh de Brito²; Janni André Haerter¹; Angela Rohr³; Raquel Bartz Kneib³; Natércia Lobato Pinheiro Lima¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Clima Temperado, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Algodão, ³ Universidade Federal de Pelotas

A batata (*Solanum tuberosum*) é o quarto principal cultivo no mundo. No Brasil, é a segunda hortaliça de maior importância econômica. O agronegócio da batata envolve cerca de cinco mil produtores nos estados de MG, SP, PR, RS, GO, BA e SC, com uma área de produção anual entre 130 e 140 mil ha. Frente ao cenário mundial de mudanças climáticas, os prognósticos são de uma redução entre 18 e 32% na produção mundial de batata até 2050. Para o Brasil, a estimativa é de uma queda de produção de até 23% (HIJMANS, 2003). O desenvolvimento de cultivares com adaptação a esse novo cenário é tido como um dos principais meios de mitigar o efeito negativo do aquecimento global na produção de batata. No entanto, há uma carência na oferta de germoplasma de batata com maior tolerância e adaptação ao déficit hídrico e à exposição a altas temperaturas.

O programa de melhoramento genético de batata da Embrapa passou, desde 2008, a desenvolver pesquisas que auxiliam na identificação e seleção de germoplasma com maior adaptação ao cenário das mudanças climáticas (Figuras 1 e 2). As atividades foram realizadas no bioma Pampa, na Região Sul do Brasil, com financiamento da Embrapa, da CAPES e do CNPq. Inicialmente foram testadas metodologias para o screening do germoplasma. Em relação à avaliação de tolerância à seca, foi adotado o sistema hidropônico com o uso de polietilenoglicol 6000. Para o calor, as avaliações foram realizadas em câmaras de crescimento e expostas a dois gradientes de temperatura, controle, com amplitude térmica de 14 a 27 °C, e calor (supraótima), com amplitude de 24 a 34 °C. Análises da fluorescência da clorofila foram realizadas. Com base nos resultados, a eficiência quântica máxima do fotossistema II pode ser usada na seleção para tolerância ao calor em batata. Paralelamente à fenotipagem, foi criado um painel de diversidade do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa, composto por 151 genótipos, visando identificar regiões do genoma que expliquem a maior tolerância aos estresses de seca e calor. Esse painel foi genotipado com 8.303 SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms). Até o momento, 70% do painel (108 genótipos) foram avaliados quanto à resposta ao déficit hídrico. Sete clones apresentaram melhor desempenho frente ao estresse. Variáveis morfoagronômicas e fisiológicas, associadas a maior ou menor tolerância ao déficit hídrico, foram identificadas e apresentaram

valores de herdabilidade variando de 0,16 a 0,69. Também foram selecionados genes de expressão estável para uso como genes de referência em estudos de expressão gênica por RT-qPCR sob a condição de déficit hídrico. Com relação à fenotipagem para o calor, 18 genótipos foram minuciosamente avaliados, dos quais dois se destacaram. Os resultados obtidos até o momento trouxeram grandes contribuições para o desenvolvimento de germoplasma de batata com maior adaptação ao cenário das mudanças climáticas. Cruzamentos entre genitores que agreguem caracteres de adaptação aos estresses de calor e de déficit hídrico estão sendo realizados e, assim, populações estão sendo desenvolvidas visando ao desenvolvimento de cultivares de batata com melhor desempenho em condição de estresse.

RESULTADOS

- Estabelecimento de metodologia para avaliação de germoplasma de batata quanto à resposta ao déficit hídrico;
- Estabelecimento de metodologia para avaliação de germoplasma de batata quanto à resposta à exposição ao calor;
- Identificação de caracteres morfoagronômicos e fisiológicos associados à tolerância ao déficit hídrico e ao calor em batata; e
- Identificação de genótipos de batata com maior tolerância aos estresses de déficit hídrico e exposição a temperaturas supraótimas.

Figura 1: Germoplasma com características desejáveis para cultivo comercial



Crédito: Embrapa.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Desenvolvimento de populações segregantes oriundas de cruzamentos entre genitores que agreguem caracteres de adaptação aos estresses de calor e de déficit hídrico visando à oferta de cultivares de batata que atendam à demanda da sociedade.

DADOS PUBLICADOS EM:

CASTRO, C. M.; REISSER JUNIOR, C.; PEREIRA, A. da S.; ROHR, A. Potato germoplasm enhancement for drought tolerance at Embrapa Brazil. In: ANNUAL MEETING OF THE POTATO ASSOCIATION OF AMERICA, 97., 2013, Québec. Program & Abstracts [...]. Québec: PAA, 2013. p. 72.

KNEIB, R. B. Variabilidade genética, respostas fisiológicas e morfoagronômicas para tolerância ao calor em batata. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

PEREIRA, A. da S.; CASTRO, C.; LENZ, E.; KNEIB, R.; TERRES, L.; AZEVEDO, F.; ROCHA, D.; SILVA, G. da. Resposta esperada de seleção para caracteres de rendimento e desordens fisiológicas para três populações híbridas de batata sob condições de calor. In: CONGRESO DE LA ASOCIACION LATINOAMERICANA DE LA PAPA – ALAP, 26., 2014, Colombia. Tema: Papa, alimento ayer, hoy y siempre. Memorias [...]. Mar del Plata: Alap, 2014. p. 182.

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

HIJMANS, R. J. The effect of climate change on global potato production. American Journal of Potato Research. v. 80, p. 271-280, 2003.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Caroline Marques Castro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado
e-mail: caroline.castro@embrapa.br

Dra. Arione da Silva Pereira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado
e-mail: arione.pereira@embrapa.br

Dr. Carlos Reisser Júnior

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado
e-mail: carlos.reisser@embrapa.br

Dra. Giovani Greigh de Brito

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Algodão
e-mail: giovani.brito@embrapa.br

Figura 2: Metodologias empregadas na avaliação de germoplasma de batata quanto a tolerância ao déficit hídrico e a temperaturas supra-ótimas.

Estresse	Metodologia	Referência
Déficit hídrico	Avaliação em sistema hidropônico com adição de polietilenoglicol 6000 (PEG), simulando déficit de -0,024 megapascal (Mpa)	Reisser Júnior et al., 2015 Rohr, 2016
Temperatura supraótima	Avaliação em câmara de crescimento com amplitude térmica de 24 a 34 °C	Kneib, 2019
	Análises da fluorescência da clorofila	

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ESTRESSE HÍDRICO DO FEIJOEIRO CULTIVADO NO PERÍODO DAS ÁGUAS

Alexandre Bryan Heinemann¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Arroz e Feijão

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais cultivada e consumida no Brasil e desempenha um papel especialmente significativo na dieta brasileira. Reduções na produtividade agrícola associadas às mudanças climáticas na ausência de adaptação são esperadas, com consequências para a segurança alimentar do Brasil. Para o feijão comum, na América do Sul, foi projetada uma redução na produtividade devido, principalmente, ao aumento de temperaturas e à deficiência hídrica. Assim, o programa de melhoramento do feijão irá desempenhar um papel importante na adaptação do feijão comum às mudanças climáticas. Aqui, avaliamos as probabilidades históricas e futuras (2030) de ocorrência, intensidade e impacto das variações sazonais da deficiência hídrica, que são os fatores limitantes mais importante para o feijão comum no estado do Goiás, onde predomina o bioma Cerrado (Figura 1). Considerou-se 26 estações climáticas localizadas no estado de Goiás, com dados diários de precipitação pluviual, temperatura máxima e mínima e radiação solar global para o período de 1980 a 2013, denominadas baseline, e três classes de solo –, Latossolo, Argissolo e Cambissolo, que representam 64, 19 e 6% da área agrícola do estado de Goiás. Como dados de clima futuro, utilizou-se 12 modelos de clima globais (MCG) que apresentam dados diários para as variáveis temperatura máxima, mínima, precipitação e radiação solar global para quatro RCPs (cenários de trajetórias representativas de concentração: 2,6; 4,5; 6,0 e 8,5). Dois métodos de correção de viés dos dados provenientes do MCG foram aplicados nesse estudo, o método delta que aplica a correção na média e o método CF que aplica a correção na variância e na média. O desenvolvimento, crescimento e produtividade da cultura do feijoeiro foram simulados pelo modelo CSM-CROPGRO para duas cultivares, Pérola e BRS Radiante. As simulações foram realizadas considerando sete datas de semeaduras para a época das águas (1º de novembro a 30 de dezembro), dois cultivares (Pérola e BRS Radiante), três classes de solos e dados climáticos baseline (1980 a 2013) e dados climáticos futuros (2020 a 2045 – 96 cenários e quatro RCPs).

Público-alvo: pesquisadores e professores.

Fontes de financiamento: CGIAR – Programa de Pesquisa em Mudanças Climáticas, Agriculture and Food Security (CCAFS), subprojeto “A methodological development of an online tool for the identification of Target Population Environments: improving the predictions of agricultural production using crop models” e Projeto SEG 02.12.12.002.00.00 – “Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos

de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas (AgMIP-BR)”.

RESULTADOS

O feijoeiro no estado de Goiás é cultivado em três épocas do ano: águas, seca e inverno. Este estudo concentrou-se na época das águas, com semeadura entre novembro e dezembro. Na época das águas, dois grupos ambientais – ambiente altamente favorável (HFE) e ambiente favorável (FE) – que abrangem 62% da área cultivada de feijão no estado de Goiás foram observados. Para cada grupo foram obtidos dois perfis de deficiência hídrica (sem deficiência de seca, deficiência no reprodutivo) considerando todas as datas de semeadura e cultivares. Os resultados sugerem que, com relação ao período histórico (1980–2005), as mudanças climáticas tornarão a deficiência hídrica mais frequente, mas menos severa, em toda a região devido à interação positiva entre o feijoeiro e o aumento de CO₂ na atmosfera. A probabilidade de ocorrência de situações de deficiência hídrica aumentou de 16% (baseline) para 43% (2030, RCP 8,5). Os resultados são consistentes nos RCPs, embora os benefícios da mitigação rigorosa (RCP 2.6) sejam evidentes. Além disso, destacamos a importância da semeadura no início de novembro e a utilização de cultivares de ciclo curto, devido à possibilidade de escape, podem minimizar os impactos da deficiência hídrica, e tiveram produtividades mais altas (cv. Radiante – floração precoce e maturidade precoce para a maioria das situações de deficiência hídrica) nos dois ambientes. Nesse estudo, a cultivar de ciclo curto (cv. Radiante) geralmente superou a outra cultivar em relação a estabilidade e produtividade. A característica de ciclo mais curto da cv. Radiante minimizou os impactos da deficiência hídrica, ilustrando como essa característica pode ser uma poderosa ferramenta em condições de mudanças climáticas. Concluímos que a adaptação à deficiência hídrica sob mudança climática é necessária para o programa de melhoramento da Embrapa.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A próxima etapa deste estudo visa pôr em prática as estratégias sugeridas no programa de melhoramento de feijão da Embrapa Arroz e Feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

HEINEMANN, A. B.; RAMIREZ-VILLEGAS, J.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D. Climate change determined drought stress profiles in rainfed common bean. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 246, p. 64-77, Nov. 2017.

COORDENADORES DO PROJETO**Dr. Alexandre Bryan Heinemann**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Arroz e Feijão

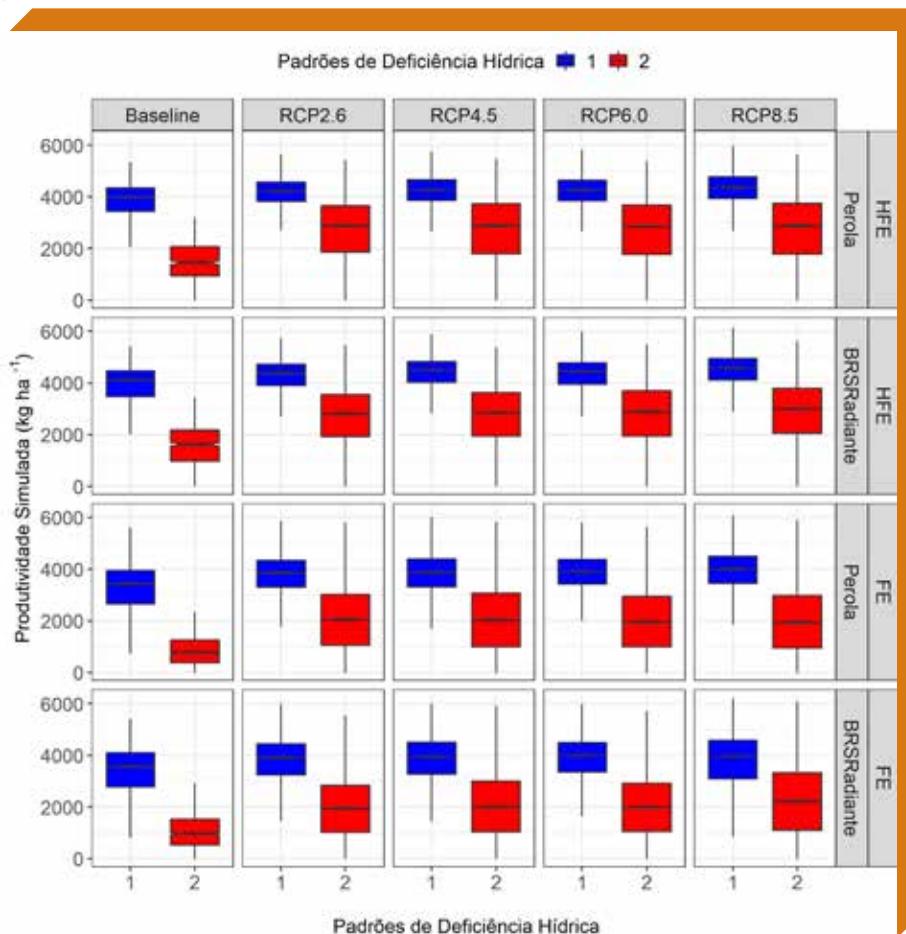
e-mail: alexandre.heinemann@embrapa.br

Dr. Julian Ramirez-Villegas

Centro Internacional de Agricultura Tropical

e-mail: j.r.uillegas@cgiar.org

Figura 1: Variação da produtividade simulada atual (baseline) e futura (RCPs 2.6, 4.5, 6.0 e 8.5) de feijão para a época das águas, para as cultivares Pérola e Radiante



Legenda: HFE e FE são agrupamentos ambientais, sendo HFE altamente favorável e FE favorável, respectivamente. O perfil de deficiência hídrica 1 é sem deficiência e 2, deficiência hídrica na fase reprodutiva. A linha horizontal espessa representa a mediana.

Fonte: própria autoria.

IMPLICAÇÕES NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS DEVIDO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL CENTRAL

Alexandre Bryan Heinemann¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Arroz e feijão

O arroz é considerado um dos principais alimentos no Brasil. Assim, para acompanhar o crescente aumento da demanda e os efeitos deletérios das mudanças climáticas, é necessário um aumento substancial de produtividade. De acordo com o último relatório do IPCC, na ausência de adaptação, a produtividade do arroz tropical provavelmente diminuirá a uma taxa entre 1,3% e 3,5% por grau de aquecimento. Existe, portanto, uma necessidade crescente de melhores cultivares adaptadas que combinem maior potencial de produção e tolerância à deficiência hídrica. Para obter esse incremento na produtividade, devido aos efeitos das mudanças climáticas, o programa de melhoramento vegetal exercerá papel principal para atingir esse objetivo. Sob mudanças climáticas, as metas dos programas de melhoramento de vegetais podem variar de acordo com os estresses abióticos que agem durante o ciclo da cultura, como resultado do acréscimo da temperatura e da variabilidade inter e intra anual da precipitação. Esse estudo aborda principalmente o bioma Cerrado. A hipótese é que as mudanças climáticas alterem as regiões atuais de produção de arroz de terras altas devido às mudanças nos padrões de deficiência hídrica até 2050, exigindo mudanças nas estratégias do programa de melhoramento de arroz de terras altas no Brasil central no século XXI. Foram utilizadas 51 estações climáticas localizadas no Brasil central (Goiás, Tocantins, Rondônia e Mato Grosso) com dados diários históricos de 1981–2005. Como dados de clima futuro, utilizamos 12 modelos de clima globais (MCG) que apresentam dados diários para as variáveis temperatura máxima, mínima, precipitação e radiação solar global para quatro RCPs (cenários de trajetórias representativas de concentração: 2,6; 4,5; 6,0; e 8,5). Dois métodos de correção de viés dos dados provenientes do MCG foram aplicados nesse estudo: o método delta, que aplica a correção na média, e o método CF, que aplica a correção na variância e na média, totalizando 96 cenários de clima (12 [MCG] x 4 [RCPs] x viés [2]). Sete tipos de solo e oito datas de semeadura que são representativas da região de produção do arroz de terras altas foram utilizadas. Dados de produtividade do arroz de terras altas foram obtidos utilizando o modelo de simulação de produtividade do arroz ORYZA v3, que foi parametrizado para permitir duas situações: alta resposta e baixa resposta da cultura do arroz ao aumento do CO₂ na atmosfera.

Fontes de Financiamento: CGIAR – Programa de Pesquisa em Mudanças Climáticas, Agricultura e Segurança Alimentar (CCAFS), subprojeto “A methodological development of an online tool for the identification of Target Population Environments: improving the predictions of agricultural production using crop models” e Projeto SEG 02.12.12.002.00.00: “Intercomparação, aprimoramento e adaptação de modelos de simulação de culturas agrícolas para aplicação em mudanças climáticas (AgMIP-BR)”, sendo o público-alvo pesquisadores e professores.

RESULTADOS

Como resultado, observou-se mudanças na frequência e intensidade da deficiência hídrica, havendo reduções na produtividade na faixa de 200–600 kg ha⁻¹ e reduções na estabilidade da produtividade em praticamente toda a área cultivada com arroz de terras altas. Diante dessas mudanças, nossa análise por meio de modelos de simulação da produtividade do arroz de terras altas sugere que a estratégia atual do programa de melhoramento, ou seja, realizar a seleção em condições sem estresse (projetada para ocorrer em menos de 13% da área de cultivo) deve ser ajustada. Recomendamos uma estratégia de seleção ponderada para os três grupos ambientais que caracterizam a região de produção. Para o ambiente mais favorável (36–41% da área de cultivo, dependendo da RCP), a seleção deve ser feita sob condições de deficiência hídrica terminal e sem deficiência hídrica. Já para o ambiente favorável (27–40% da área de cultivo, dependendo da RCP), a seleção deve ser feita sob deficiência hídrica na fase reprodutiva e terminal. Finalmente, para o ambiente menos favorável (HFE, 23–27% da área de cultivo, dependendo da RCP), a seleção deve ser realizada para resposta à deficiência hídrica na fase reprodutiva e para a ocorrência conjunta das deficiências nas fases reprodutiva e terminal. Melhorar a eficiência do programa de melhoramento, direcionando características adaptativas para tolerância à seca, aumentará a resiliência do sistema de cultivo de arroz de terras altas sob mudanças climáticas.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A próxima etapa desse estudo visa pôr em prática as estratégias sugeridas neste estudo no programa de melhoramento de arroz de terras altas da Embrapa Arroz e Feijão e implementar um sistema de seleção de cultivares tolerantes à deficiência hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANDRADE, C. M. S. de. Importância das leguminosas forrageiras para a sustentabilidade dos sistemas de produção de ruminantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES NO CERRADO, 1., 2012, Uberlândia. Anais [...]. Uberlândia: UFU, 2012. p. 47-96.

ANDRADE, C. M. S. de. Produção de ruminantes em pastos consorciados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 5.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 3., 2010, Viçosa-MG. Anais [...]. Viçosa: UFV, 2010. p. 171-214.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. (Documentos 402).

Continuação no Anexo

DADOS PUBLICADOS EM:

RAMIREZ-VILLEGAS, J.; HEINEMANN, A. B.; CASTRO, A. P. de; BRESEGHELLO, F.; NAVARRO-RACINES, C.; TAO, L.; REBOLLEDO, M. C.; CHALLINOR, A. J. Breeding implications of drought stress under future climate for upland rice in Brazil. *Global Change Biology*, v. 1, n. 5, p. 2035-2050, May 2018.

COORDENADORES DO PROJETO

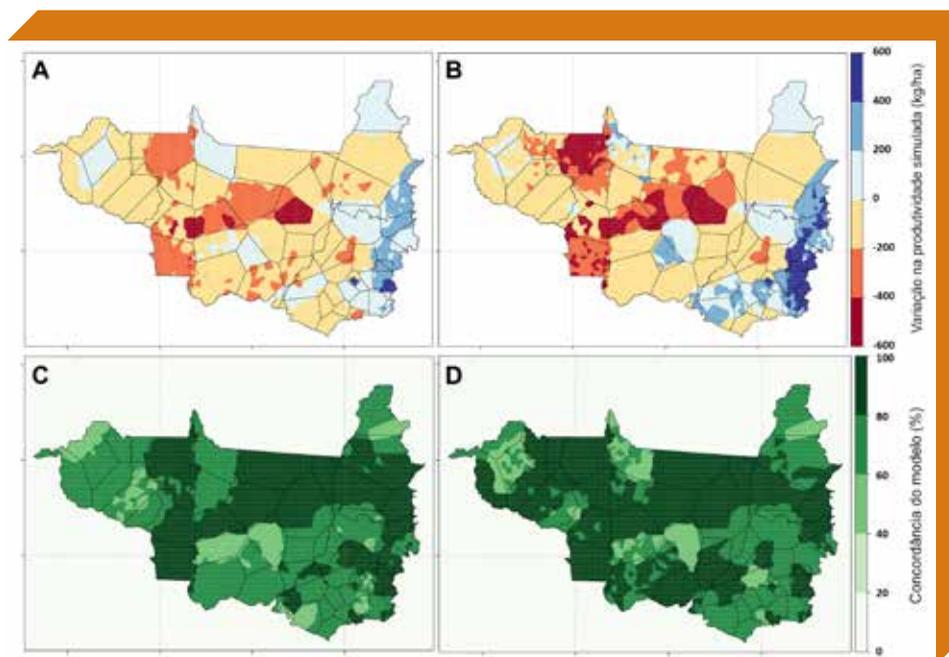
Dr. Alexandre Bryan Heinemann

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Arroz e Feijão
e-mail: alexandre.heinemann@embrapa.br

Dr. Julian Ramirez-Villegas

Centro Internacional de Agricultura Tropical
e-mail: j.r.villegas@cgiar.org.

Figura 1: A mudança projetada na produtividade média até 2050s (A, B) e a concordância entre os modelos globais de clima (C, D) para o RCP 2,6 (A, C) e RCP 8,5 (B, D) são expressos como diferença (em kg/ha³) em relação à produtividade média histórica. A concordância do modelo (C, D) é calculada como a porcentagem de simulações em função das 384 simulações de cenários futuros (8 datas de semeadura x 12 GCMs x 2 métodos BC x 2 parametrizações de CO₂) que concordam com a mudança projetada (A e C).



Fonte: própria autoria.

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS SOBRE PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS

Francislene Angelotti¹; Emília Hamada²; *Raquel Ghini²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Meio Ambiente

*In memoriam: foi a precursora do tema no Brasil e coordenou as atividades do projeto CLIMAPEST em rede Nacional

Os patógenos de plantas causam danos significativos no rendimento dos cultivos, sendo que cerca de um terço da produção pode ser perdida em decorrência das doenças. O clima tem relação direta com a ocorrência desses problemas fitossanitários e, com as mudanças climáticas, estão previstas alterações na intensidade e na distribuição geográfica e temporal dos patógenos, interferindo na sustentabilidade dos sistemas de produção. No novo cenário climático, locais isentos de determinados patógenos poderão apresentar potencial risco de ocorrência. Assim, a prospecção desses efeitos para os diferentes patossistemas é uma linha de pesquisa estratégica para a segurança alimentar. A partir desse tipo de estudo, será possível a recomendação de estratégias para o manejo das doenças, tanto preventivo quanto curativo, aumentando a resiliência dos sistemas agrícolas. Os principais beneficiários serão os agricultores e também os formadores de políticas públicas.

Nesse sentido, o Climapest foi um projeto em rede nacional e avaliou o impacto das mudanças climáticas em doenças, pragas e plantas daninhas de 16 culturas agrícolas importantes em todo o Brasil (Figura 1). Os problemas fitossanitários estão entre os principais desafios da produção agrícola e podem colocar em risco a sustentabilidade dos agroecossistemas. Por meio do avanço do conhecimento, com a avaliação dos impactos das alterações no clima em mais de 85 problemas fitossanitários, confirmou-se a complexa interação planta-doença/praga/daninha e a necessidade de novos estudos para a defesa fitossanitária.

No Semiárido brasileiro foram realizados estudos sobre o impacto das mudanças climáticas para doenças da videira, do feijão-caupi e do meloeiro. Nessa região, os estudos foram realizados por meio de experimentação em condições controladas (câmaras de crescimento) e no campo (estufa de topo aberto modificada) e também com a elaboração de mapas de distribuição geográfica e temporal das doenças. Os trabalhos realizados foram financiados pela Embrapa e contaram com a complementação da FACEPE, do CNPq e da CAPES, com o pagamento de bolsas de iniciação científica, a fixação de técnicos e de mestrado acadêmico.

RESULTADOS

As alterações no clima poderão causar impactos negativos, positivos e neutros para os diferentes patossistemas estudados. Tais respostas variaram em função da especificidade de cada gênero/espécie de microrganismo e até mesmo pela variabilidade genética das diferentes cultivares testadas (Tabela 1). As informações geradas antecipam a resposta e permitem a indicação de estratégias de manejo que continuarão tendo ação efetiva para o controle dessas doenças.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A partir da avaliação dos impactos, a pesquisa científica continuará tendo um papel decisivo para adaptar e readequar as estratégias e ferramentas para a proteção dos cultivos. As incertezas quanto aos impactos das mudanças climáticas sobre doenças de plantas só serão minimizadas por meio da geração de conhecimento. O estudo das relações patógeno-hospedeiro constitui a base para a aplicação de medidas de controle. A pesquisa terá como desafio a adaptabilidade das populações de patógenos e também das plantas hospedeiras. Desde já, vislumbra-se que sistemas de produção agrícola diversificados, flexíveis e resilientes serão necessários.

DADOS PUBLICADOS EM:

ANGELOTTI, F.; HAMADA, E.; MAGALHÃES, E. E.; GHINI, R.; GARRIDO, L. da R.; PEDRO JUNIOR, M. Climate change and the occurrence of downy mildew in Brazilian grapevines. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, n. 6, p. 424-432, June 2017.

ARAUJO, A. L. S.; ANGELOTTI, F.; RIBEIRO JUNIOR, P. M. Severity of melon powdery mildew as a function of increasing temperature and carbon dioxide concentration. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 14, n. 4, e6916, 2019.

BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. (ed.). *Aquecimento global e problemas fitossanitários*. Brasília: Embrapa, 2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; GARRIDO, L. da R.; GHINI, R. Cenários futuros de epidemia do oídio da videira com as mudanças climáticas para o Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 8, p. 454-470, 2015.

HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; GARRIDO, L. da R.; GHINI, R.; NOGUEIRA, S. M. C.; PEDRO JUNIOR, M. J. Efeito das mudanças climáticas sobre a distribuição espacial da podridão amarga (*Greeneria uvicola*) da videira no Brasil. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 35, 2012, Jaguariúna. *Summa Phytopathologica*, v.38, 2012. Suplemento.

HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; GARRIDO, L. da R.; GHINI, R.; CARVALHO, M. C.; PALLADINO, R. P. Efeito das mudanças climáticas sobre a favorabilidade às podridões da uva madura e cinzenta da videira no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 4, p. 1100-1115, 2011.

SANTANA, C. V. da S. Interação entre fatores do ambiente e *Oidium* sp. em feijão-caupi. 2013. 69 f. il. Tese (Doutorado em Agricultura tropical) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Francislene Angelotti

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: francislene.angelotti@embrapa.br

Tabela 1: – Favorabilidade climática para a ocorrência de doenças de plantas no cenário climático futuro

Cultura	Patógeno	Doença	Favorabilidade	Referência
Feijão-caupi	<i>Oidium</i> sp.	Oídio	Redução	Santana (2013)
Melão	<i>Phodosphaera xanthii</i>	Oídio	Redução	Araújo (2019)
Uva	<i>Uncinula necator</i>	Oídio	Aumento	Hamada <i>et al.</i> (2015)
Uva	<i>Plasmopara viticola</i>	Mildio	Redução	Angelotti <i>et al.</i> (2017)
Uva	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Greeneria uvicola</i> <i>Glomerella cingulata</i>	Podridão	Redução	Hamada <i>et al.</i> (2011) Hamada <i>et al.</i> (2012)
Uva	<i>Xanthomonas campestris</i> <i>pv. viticola</i>	Cancro bacteriano	Não haverá alteração	Bettiol <i>et al.</i> (2017)

Fonte: própria autoria.

Figura 1: Experimentos em condições controladas para avaliar o impacto do aumento da temperatura (A) e da concentração de dióxido de carbono (B) em doenças da videira



Crédito: Francislene Angelotti.

CENTRO DE PESQUISA EM GENÔMICA APLICADA A MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Juliana Erika de Carvalho Teixeira Yassitepe¹; Ricardo Augusto Dante¹; Isabel Rodrigues Gerhardt¹; Fernanda Rausch Fernandes¹; Rafael Soares Correa de Souza²; Viviane Cristina Heinzen da Silva²; Ana P. Ribeiro²; Márcio José da Silva²; Paulo Arruda²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária, ² Universidade de Campinas-SP

Estresses exacerbados por mudanças climáticas globais vêm afetando negativamente a produção agrícola. Nesta década, secas severas e ondas de calor no Centro-Oeste, no Nordeste e na região da MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), a mais nova fronteira agrícola do país, causaram perdas de centenas de milhões de toneladas de produtos agrícolas brasileiros (GUTIERREZ *et al.*, 2014). A aplicação de melhores práticas agrícolas e o desenvolvimento de variedades mais adaptadas e tolerantes a essa nova realidade no clima são estratégias necessárias para atender à crescente demanda por produtos agrícolas.

Apesar da importância incontestável do papel da pesquisa e desenvolvimento na evolução da produção agrícola mundial e na segurança alimentar, um declínio no financiamento público em P&D tem sido observado em todo o mundo (ALSTON *et al.*, 2009). Esse declínio vem acompanhado de um aumento em investimentos privados, principalmente por empresas do setor de sementes, que, após uma série de aquisições e fusões, resultaram em maior concentração de participação no mercado mundial e de domínio tecnológico (ETC GROUP, 2015; BRENNAN, 2016). Com altos investimentos e capacidade de inovação, essas grandes empresas conseguem desenvolver continuamente, através de pipelines de P&D que integram melhoramento genético e biotecnologia, novas cultivares com características como resistência a herbicidas e pragas e, mais recentemente, tolerância à seca (PRADO *et al.*, 2014; McELROY, 2004). Por desenvolverem quase que exclusivamente as novas tecnologias no país de origem, onde estão localizados seus centros de pesquisa e desenvolvimento, o máximo desempenho dessas tecnologias não é conseguido nos mercados consumidores globais, onde as novas descobertas são incorporadas ou adaptadas nos programas locais de P&D.

É estratégico para o setor agrícola brasileiro, responsável por um quarto do Produto Interno Bruto, que instituições públicas e privadas nacionais fortaleçam sua produção científica e tecnológica para contribuir com o desenvolvimento nacional de tecnologias e variedades apropriadas às nossas demandas. Enfrentar os desafios da adaptação genética de culturas a estresses intensificados pelas mudanças climáticas requer financiamento de longo prazo, abordagens interdisciplinares e parcerias, muitas vezes entre empresas públicas e privadas, que estão mais próximas dos produtores agrícolas. No fim de 2017, uma parceria entre a Embrapa, a Unicamp e a Fapesp criou o Centro de Pesquisa

em Genômica Aplicada às Mudanças Climáticas (GCCRC), unindo competências das duas instituições em biotecnologia agrícola. O centro tem como missão desenvolver, nos próximos 10 anos, ativos biotecnológicos que aumentem a tolerância de plantas à seca e ao calor e transferir as tecnologias desenvolvidas ao setor produtivo.

A Figura 1 ilustra as etapas do pipeline de pesquisa empregado pelo GCCRC: 1. Descoberta: novos genes e micro-organismos são identificados e indicados para introdução no pipeline; 2. Prova de conceito: construções gênicas e inóculos microbianos são elaborados, plantas transgênicas e editadas são geradas e os primeiros testes, em condições de ambiente controlado, como câmaras de crescimento e casas-de-vegetação e em campo em pequena escala, são realizados para observação inicial de eficácia das estratégias; 3. Melhoramento e testes em larga escala: genes e inóculos descobertos e selecionados na etapa anterior são testados em experimentos de campo de maior escala, em vários locais e anos. Genes e eventos transgênicos promissores são introgrididos em linhagens elites de milho; 4. Pré-lançamento: cultivares comerciais contendo as tecnologias do GCCRC são desenvolvidas; e 5. Lançamento: as tecnologias desenvolvidas pelo centro são lançadas no mercado agrícola.

RESULTADOS

O GCCRC construiu uma infraestrutura moderna para atender às demandas do pipeline, com novas casas-de-vegetação e laboratórios de transformação de plantas, bioinformática e fenotipagem. Os primeiros resultados científicos e tecnológicos do centro já estão sendo alcançados. Genes inexplorados e desconhecidos associados à resposta a estresses abióticos foram descobertos e os primeiros estão em fase de prova de conceito em milho e em testes de campo em cana-de-açúcar. A equipe já domina a tecnologia de edição gênica em milho e plantas editadas estão sendo geradas de forma contínua. Comunidades microbianas sintéticas compostas por microrganismos benéficos que aumentam o rendimento de milho em condições estressantes foram descobertas e testadas em condições controladas e no campo.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

O GCCRC tem como alvo de pesquisa a cultura do milho, mas as tecnologias desenvolvidas poderão potencialmente ser transferidas para as demais culturas agrícolas.

Recentes esforços no sequenciamento e na montagem do genoma e microbioma de plantas dos campos rupestres abrem um caminho novo a ser explorado em busca de novos genes e microrganismos adaptados a ambientes hídrica e nutricionalmente limitantes. Seguindo o racional de pipeline, novos genes e microrganismos estão continuamente sendo descobertos e testados pelo centro.

DADOS PUBLICADOS EM:

ARMANHI, J. S. L.; SOUZA, R. S. C. de; DAMASCENO, N. B.; ARAÚJO, L. M. de.; IMPERIAL, J.; ARRUDA, P. A. Community-based culture collection for targeting novel plant growth-promoting bacteria from the sugarcane microbiome. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1-17, Jan. 2018.

BARRETO, P.; YASSITEPE, J. E. C. T.; WILSON, Z. A.; ARRUDA, P. Mitochondrial uncoupling protein 1 overexpression increases yield in *Nicotiana tabacum* under drought stress by improving source and sink metabolism. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1-20, Nov. 2017.

CAMARGO, A. P.; SOUZA, R. S. C. de; COSTA, P. de B.; GERHARDT, I. R.; DANTE, R. A.; TEODORO, G. S.; ABRAHÃO, A.; LAMBERS, H.; CARAZZOLLE, M. F.; HUNTEMANN, M.; CLUM, A.; FOSTER, B.; FOSTER, B.; ROUX, S.; PALANIAPPAN, K.; VARGHESE, N.; MUKHERJEE, S.; REDDY, T. B. K.; DAUM, C.; COPELAND, A.; CHENM U, M. A.; IVANOVA, N. N.; KYRPIDES, N. C.; PENNACCHIO, C.; ELOE-FADROSH, E. A.; ARRUDA, P.; OLIVEIRA, R. S. Microbiomes of Velloziaceae from phosphorus-impoverished soils of the campos rupestres, a biodiversity hotspot. *Scientific Data*, v. 6, n. 1, p. 1-11, July 2019.

SOUZA, R. S. C.; ARMANHI, J. S. L.; DAMASCENO, N. B.; IMPERIAL, J.; ARRUDA, P. Genome sequences of a plant beneficial synthetic bacterial community reveal genetic features for successful plant colonization. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, p. 1-18, Aug. 2019.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALSTON, J. M.; BEDDOW, J. M.; PARDEY, P. G. Agricultural research, productivity, and food prices in the long run. *Science*, v. 325, n. 5945, p. 1209-1210, Sep. 2009.

BRENNAN, B. Bayer-Monsanto could create three crop-chemicals giants: chart. *Bloomberg*, 19 May 2016. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-05-19/bayer-monsanto-could-create-three-crop-chemicals-giants-chart>. Acesso em: 16 jan. 2020.

ETC GROUP. Mega-mergers in the global agricultural inputs sector: threats to food security & climate resilience. ETC Group, 10 Oct. 2015. Disponível em: <https://www.etcgroup.org/content/mega-mergers-global-agricultural-inputs-sector>. Acesso em: 16 jan. 2020.

Continuação no Anexo

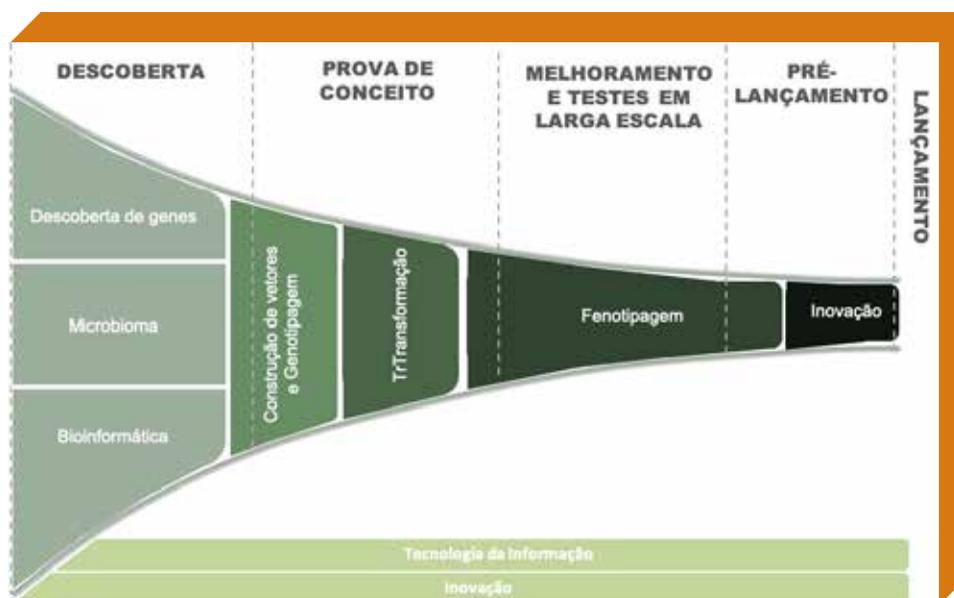
COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Paulo Arruda

Universidade Estadual de Campinas

e-mail: parruda@unicamp.br

Figura 1: Pipeline de P&D do GCCRC



Fonte: própria autoria.

2

INFRAESTRUTURA, TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO E EQUIPAMENTOS



Estratégia de infraestrutura, tecnologias de produção e equipamentos agrícolas para a adaptação da agropecuária brasileira à mudança do clima

Giampaolo Queiroz Pellegrino¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária

Numa abordagem com foco operacional, certamente neste Capítulo 2 da coletânea, devem ser enquadrados os diversos projetos que propõem implantar ações de adaptação localmente, diretamente no campo, onde se concretizam como ações de adaptação, as diversas propostas de estruturas físicas a serem construídas, as técnicas de manejo e produção e os diversos tipos de equipamento empregados no campo, ainda que não tenham sido inicialmente propostos como soluções ou alternativas frente aos impactos da mudança do clima na agricultura. Porém, procurando ir além das medidas de adaptação mais intuitivas, ou seja, o melhoramento genético e a irrigação, por exemplo, neste capítulo é relevante discutir um leque mais amplo de ações que pode abranger desde ações específicas de manejo local, a serem adotadas pelos agricultores “dentro da porteira” com o enfoque de adaptação, até ações estruturantes que fazem ou podem fazer parte de políticas e programas nacionais. Também, analisando os três componentes deste capítulo, pode parecer mais intuitivo associar a adoção de tecnologias de manejo e produção e a de equipamentos a essas ações mais tangíveis “dentro da porteira”, e, por outro lado, associar as ações estratégicas e de infraestrutura como mais eficazes e eficientes se abordadas de forma mais integrada e integradora e incorporadas a programas e políticas regionais e nacionais, mas não é o que se pretende aqui.

Ao contrário, este capítulo pretende ressaltar a complementaridade dessas abordagens, reconhecendo como ações que promovem a adaptação não apenas as evidentes e mais tangíveis ações implantadas no campo, mas também os esforços de organização da informação, pesquisa, desenvolvimento e inovação, aumento da capacidade adaptativa e da resiliência e, conseqüentemente, sustentabilidade sócio-econômico-ambiental e até institucional. Isso se dá mesmo que, à primeira vista, elas não se caracterizem ou não sejam explicitadas como tal.

Com esse enfoque, os componentes deste capítulo devem colaborar para o desenvolvimento de uma estratégia de adaptação que se fundamente no melhor conjunto de informações e conhecimento disponível e sua eficácia dependerá do desenvolvimento de meios de implementação e infraestrutura que assegurem sua continuidade ao longo do tempo, constante processo de revisão e aprimoramento, com investimento em ciência e tecnologia de maneira planejada. Ainda há muito a se evoluir nesse sentido no Brasil e nos países em desenvolvimento e, se pensarmos em eventos extremos, provavelmente, no mundo desenvolvido também.

De forma mais objetiva, nessa abordagem mais abrangente sobre infraestrutura, tecnologias e equipamentos adaptadores, incorporam-se algumas vertentes principais a serem consideradas na busca dessa evolução:

- “Sistemas de informações ambientais básicas, sobre tecnologias utilizadas correntemente e sobre novas opções tecnológicas que possam promover a resiliência e a adaptação aos impactos negativos da mudança climática;

- Avanço do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico para o aprimoramento de sistemas de produção de conhecimento, utilizando um sentido amplo de gestão da informação e universalização do acesso ao conhecimento, desenvolvido ou adaptado, consideradas como um produto inovador per se;
- Projeções de cenários futuros integrando as diversas vertentes da sustentabilidade (social, econômica, ambiental e institucional) dos sistemas de produção agrícola como subsídio à tomada de decisão sobre que cenários almejar e quais as formas de concretizar seu atingimento, à luz da organização e gestão da informação, do avanço do conhecimento e da modelagem desses sistemas;
- Modelos ou novos elementos de desenvolvimento rural que incluam inovação e transferência de novas opções tecnológicas que promovam resiliência, adaptação e sustentabilidade aos efeitos deletérios da mudança do clima; e
- Políticas públicas, o que já o são o próprio Plano para Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), o Plano Nacional de Adaptação (PNA) e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

Na medida do possível, nas análises dos trabalhos apresentados nesta coletânea, bem como numa análise conclusiva e propositiva sobre o tema, serão referenciadas essas vertentes.

Dada a ampla diversidade de opções de ações diante das necessidades e especificidades da escala local até a abrangência regional e nacional de políticas públicas associáveis a este capítulo, que podem ser relacionadas às vertentes listadas, não é possível identificar uma abordagem metodológica bem definida. Porém, é possível fazer algumas agregações de trabalhos que colaboram para a evolução do país nessas vertentes.

Dessa forma, há um conjunto de trabalhos focados na busca de soluções para a região nacional mais vulnerável e provavelmente com menor capacidade adaptativa, o Semiárido. Esses trabalhos são soluções tecnológicas replicáveis com alguma adaptação a toda a abrangência do bioma e mesmo a regiões mais secas do Cerrado. De maneira geral, focam na convivência com a seca propondo um melhor armazenamento e o uso da pouca água disponível, principalmente por meio de cisternas, poços e barragens subterrâneas. Um dos trabalhos foca no uso de biotratamentos em aquicultura, a exemplo da tecnologia de manejo da produção como forma de adaptação ao aumento da eutrofização provocado pelo aumento da temperatura da água. Esse trabalho aborda também aspectos econômicos, quantificando os benefícios econômicos promovidos pela tecnologia e aspectos sociais relacionados ao saneamento básico, envolvendo as várias vertentes da sustentabilidade e sua relação com a mudança do clima. Também são propostas tecnologias sociais, que procuram ser simples, replicáveis e desenvolvidas em integração com a comunidade local na busca por soluções para seus problemas. Além disso, são propostas ações de caráter social procurando integrar técnicas agroecológicas no ambiente da agricultura familiar como forma de aumento de sua resiliência e de redução de sua vulnerabilidade, com técnicas mais adequadas de manejo do solo, incorporação de matéria orgânica, biochar e inoculante, bem como o monitoramento de diversos fatores de produção, melhorando a tomada de decisão, a produção e a renda do agricultor.

Em outra vertente tecnológica, apresentam-se trabalhos dispersos pelo país com foco na recuperação do solo e no seu manejo conservacionista, abrangendo técnicas como a recuperação de voçorocas, o uso de biochar e outras técnicas de acúmulo de carbono no solo, como plantio direto, rotação de culturas e integração lavoura-pecuária-floresta. Embora algumas dessas técnicas sejam consideradas mitigadoras, o manejo adequado do solo e o acúmulo de carbono trazem melhorias à fertilidade do solo e à sua capacidade de armazenamento de água, permitindo uma maior adaptação ou redução da vulnerabilidade desses sistemas aos impactos das mudanças climáticas. Alguns desses trabalhos abordam também a intensificação sustentável possibilitada por essas técnicas e analisam a melhoria econômica e social promovida.

Essa vertente do manejo conservacionista e adaptativo permeia também outro conjunto de trabalhos que foca a sustentabilidade das atividades pecuárias. No Pantanal, o manejo é associado à questão da degradação e do pragejamento das pastagens nativas, do uso de espécies exóticas e da dinâmica de inundações. Na Amazônia, foca na reforma de pastagens degradadas com técnicas de plantio direto. No estado do Rio de Janeiro, lança mão de um conjunto diverso de técnicas no manejo integrado de microbacias, incorporando também a capacitação dos pequenos pecuaristas e agricultores, a pesquisa participativa e o estímulo à coesão social, focando na redução da vulnerabilidade e no aumento da resiliência frente a eventos extremos.

Um último agrupamento de trabalhos tem como abordagem integradora a gestão da informação e do conhecimento, este em grande parte dos trabalhos incorporados a sistemas informatizados de apoio à tomada de decisão, que transpassa todas as escalas espaciais, indo desde a fazenda até as políticas públicas estaduais e nacionais. Vários dos trabalhos já comentados nos outros agrupamentos ou vertentes também incorporam ferramentas de gestão da informação e tomada de decisão. Um dos trabalhos exemplifica uma ferramenta que, bem adequada ao domínio analisado, permite a mineração de dados textuais e a seleção de artigos que apresentam melhor relação com a região, a cultura, o bioma etc. e que pode agilizar a busca de soluções tecnológicas para a adaptação aos impactos da mudança do clima ou ao direcionamento mais eficiente de pesquisas nesse sentido.

Trabalhos focados em Zoneamentos Agrícolas de Risco Climático (ZARC) e Zoneamentos Agroecológicos (ZAEs), integrados a políticas estaduais ou nacionais, apresentam-nos como poderosas ferramentas de gestão pública do tema, identificando regiões mais vulneráveis, indicando sistemas mais adaptados às condições climáticas regionais e atuando como indutores tecnológicos e de boas práticas, quando integrados a um sistema de crédito e/ou seguro agrícola. Como resultado, apresentam o aumento da eficiência técnica e econômica dos sistemas por meio da colaboração para o aumento de produtividade, da renda e da condição social do agricultor, ou seja, da adaptação e sustentabilidade do ambiente de produção. Nos trabalhos focados na simulação de cenários agrícolas futuros, a abordagem é baseada na alimentação dos modelos aplicados nos zoneamentos, com cenários climáticos futuros gerados por modelos globais e regionais de circulação da atmosfera, permitindo a análise tendencial do impacto das mudanças climáticas projetadas sobre o desenvolvimento de pragas, doenças e plantas daninhas e sobre a vulnerabilidade das culturas. Permitem, portanto, a antecipação de ações de aumento da resiliência e da capacidade adaptativa dos sistemas agrícolas.

O conjunto de trabalhos que contribuíram como subsídio para a discussão do tema relacionado à adaptação à mudança do clima é uma pequena amostra de um universo muito maior de esforços nesse sentido e, obviamente, pode – e provavelmente deve – ser frequentemente atualizado, até como forma de analisar a evolução no tema e poder direcionar ações de forma mais planejada e efetiva.

Baseando-se nessa amostra de trabalhos, complementada por algum conhecimento de um universo um pouco maior, porém longe de ser exaustivo, pode-se depreender da análise dos trabalhos apresentados que boa parte deles foca na solução de problemas locais ou na aplicação de técnicas e tecnologias adaptáveis localmente, o que é um ponto bastante positivo. Há também uma quantidade razoável de trabalhos focados na gestão da informação para a tomada de decisão em várias escalas espaciais, o que também é bastante positivo. A própria diversidade de abordagens para as diversas regiões do país, respeitando suas especificidades, também o é.

Essa diversidade de regiões e situações específicas, por outro lado, também é um grande desafio, seja para produtores, seja para instituições que atuam no tema, sobretudo quando se associa à diversidade de opções tecnológicas já estabelecidas ou na fronteira da ciência. Nesse sentido, percebeu-se, na análise dos trabalhos, que a criação de infraestruturas e mesmo o uso de equipamentos agrícolas como instrumento de adaptação, com exceção das ferramentas de gestão da informação e softwares, foram pouco ou nada presentes nessa amostra de trabalhos. Técnicas de mecanização, agricultura de precisão e outra forma de manejo, uso de drones e vants, internet das coisas no campo, análise massiva de dados e metadados ainda são pouco exploradas com esse enfoque.

Esse amplo leque de técnicas, regiões e situações amplia o desafio de adaptação por meio de infraestrutura, tecnologias e equipamentos nesse país continental como o Brasil, demandando uma ramificação e capilaridade na difusão dessas tecnologias. Conduzir esse processo de forma positiva e planejada, transformando essas aparentes dificuldades em vantagens competitivas, certamente depende de um grande aprimoramento das políticas públicas de adaptação, nas diversas esferas, para muito além do que temos hoje no Plano ABC que, embora a contemple parcialmente, não costuma ser associado e não visa prioritariamente à adaptação, ou no Plano Nacional de Adaptação. A Política Nacional sobre Mudança do Clima no setor agrícola e nos demais setores ainda hoje é quase que exclusivamente voltada à mitigação de emissões, e isso precisa mudar. Sobretudo no setor agrícola, ela precisa focar na adaptação de maneira mais séria e estruturada, sob o risco de, ao focar demais na redução de emissões, ameaçarmos a sustentabilidade do setor e a segurança alimentar nacional.

Dados do autor:

Dr. Giampaolo Queiroz Pellegrino

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária

E-mail: giampaolo.pellegrino@embrapa.br

RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS EM ÁREAS RURAIS

Alexander Silva de Resende¹, Eduardo Francia Carneiro Campello¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agrobiologia

A degradação das terras ainda é um problema pouco discutido no país. A grande área disponível para a agricultura e a baixa adoção de práticas conservacionistas do solo durante o processo de produção agrícola e pecuária são importantes pontos de partida para se compreender essa questão. A redução da cobertura vegetal do solo, a existência de solos sensíveis aos processos erosivos, relevo favorável e práticas agrícolas não adequadas podem causar processos erosivos intensos, como as voçorocas. As voçorocas são grandes “rasgos” na terra que inviabilizam a produção agrícola e contribuem para o assoreamento de lagos e rios.

Num cenário de mudanças climáticas, eventos extremos tendem a ser mais frequentes. Seca prolongada ou chuvas torrenciais tenderão a ocorrer mais vezes e assim aumentarão a exposição dos solos aos processos erosivos. A consequência direta pode vir a ser o aumento do número e do impacto de voçorocas em nossos recursos hídricos.

Para dar uma dimensão do problema, um mapeamento feito na bacia do rio Barra Mansa, localizado no sul do estado do Rio de Janeiro, mapeou 154 voçorocas (Tabela 1 e figura 1). Algumas com mais de 7.000 m² de área e 45 m de profundidade. Em média, as voçorocas apresentaram cerca de 1.500 m² e 10 m de profundidade. Esse Rio é um afluente do rio Paraíba do Sul, responsável pelo abastecimento de água de quase 10 milhões de pessoas, somente no estado do Rio de Janeiro. Essas 154 voçorocas totalizaram o equivalente a 230 mil caminhões de solo perdidos e que agora assoreiam lagos, rios e as represas que abastecem o estado. Dessa forma, para nos adaptarmos às mudanças do clima, precisamos urgentemente iniciar um programa de prevenção de voçorocas, pois esse problema tende a se agravar caso nada seja feito.

Desde 2000, a Embrapa, através de uma parceria entre suas Unidades Agrobiologia e Solos e o Instituto Federal do Rio de Janeiro – Campus Pinheiral, iniciou as atividades para reverter esse processo de degradação extrema. A técnica se baseia no ordenamento da água acima do ponto de inserção da voçoroca, na construção de paliçadas dentro da linha de drenagem da voçoroca e na revegetação com plantas adaptadas a essa situação de extrema degradação. Para tanto, utilizam-se espécies da família das leguminosas, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e bactérias

capazes de fixar o nitrogênio do ar e disponibilizá-lo para as plantas. Isso possibilita uma planta mais eficiente para obter água e nutrientes do solo.

Já no primeiro ano, a produção de sedimentos é reduzida em mais de 90%, a partir da estabilização da voçoroca. Com o desenvolvimento das plantas, são criados núcleos de vegetação nativa, a partir do crescimento das mudas plantadas. Em média, são gastos R\$ 10,00/m² de voçoroca para sua estabilização, incluindo cercamento e revegetação dentro e no entorno da voçoroca.

Essa técnica é recomendada para áreas rurais, onde não há residências próximas, tendo em vista que em situações em que houver riscos à vida humana, recomendam-se práticas de engenharia mais sofisticadas e que possibilitem maior controle dos processos.

Ao longo do projeto, a Embrapa e o CNPq foram os órgãos apoiadores. No entanto, acredita-se que comitês de bacias hidrográficas e empresas de abastecimento de água e energia sejam os principais interessados em implantar programas de prevenção de voçorocas. A técnica existe e funciona, o que precisa ser feito é sua aplicação em escala.

RESULTADOS

- Estabilização de voçorocas, com redução de cerca de 90% do sedimento produzido já no primeiro ano;
- Três anos após a implantação da técnica, o efeito paisagístico da vegetação já pode ser notado;
- Seis anos após a implantação a área já se encontra colonizada por outras espécies vegetais e alguns animais, funcionando como núcleo de propágulos de vegetação e refúgio de fauna.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A tecnologia está apta a ser aplicada em larga escala e deveria fazer parte de programas oficiais de governo e empresas de água e energia, com vistas a reduzir o impacto da mudança do clima na aceleração dos processos erosivos.

DADOS PUBLICADOS EM:

MACHADO, R. L.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C.; MENEZES, C. E. G.; SOUZA, C. M.; FRANCO, A. A. Recuperação de voçorocas em áreas rurais. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 63 p. (Sistemas de Produção 4).

RESENDE, A. S. de; MACHADO, R. L.; CAMPELLO, E. F. C.; OLIVEIRA J.A.; FRANCO, A. A.. Soil and nutrient losses in erosion gullies at different degrees of restoration. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 945-954, 2010.

SILVA, G.T.A. Voçorocas no médio Paraíba: Padrões de ocorrência e potenciais impactos. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

COORDENADORES DO PROJETO**Dr. Alexander Silva de Resende**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Agrobiologia
e-mail: alexander.resende@embrapa.br

Dr. Eduardo Francia Carneiro Campello

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Agrobiologia
e-mail: eduardo.campello@embrapa.br

Tabela 1: Voçorocas na bacia do rio Barra Mansa, sul do estado do Rio de Janeiro, por classe de área

Classe de área (m ²)	N°. de voçorocas	Área média (m ²) e desvio padrão
< 100	1	52 ± 0
100-500	38	285 ± 126
500-1000	44	715 ± 148
1.000-1.500	21	1.213 ± 150
1.500-2.000	14	1.777 ± 152
2.000-3.000	15	2.421 ± 272
3.000-4.000	5	3.831 ± 81
4.000-5.000	7	4.390 ± 168
5.000-10.000	9	6.896 ± 1476
Total	154	1565

Fonte: Adaptado de Silva (2013).

Figura 1: Imagem de satélite dois anos após a intervenção (2002) e 19 anos após a intervenção (2019)



Observação: Nota-se que, em 2019, praticamente não é mais possível perceber a existência da voçoroca (área circulada). Pinheiral, RJ.

Fonte: Google Earth.

PLANTIO DIRETO PARA REFORMA DE PASTAGENS DEGRADADAS NA AMAZÔNIA

Carlos Mauricio Soares de Andrade¹; Andressa de Queiroz Abreu²; Divaney Mamédio dos Santos³; Aliedson Sampaio Ferreira⁴; Judson Ferreira Valentim¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Acre, ² Universidade Federal do Acre, ³ Universidade Estadual de Maringá, ⁴ Profissional autônomo

Pastagens produtivas e bem manejadas, além de garantirem a rentabilidade da atividade pecuária, protegem o solo contra erosão e compactação, mantêm sua atividade biológica e aumentam os teores de matéria orgânica e de carbono do solo.

A degradação de pastagens é um problema persistente da pecuária brasileira e só será solucionado quando a taxa de recuperação e reforma superar a taxa de degradação. Tradicionalmente, a reforma de pastagens é feita com o plantio de forrageiras em solo preparado com arados e grades. Entretanto, esse processo aumenta a vulnerabilidade do solo à erosão, especialmente em áreas com solos frágeis ou em terrenos declivosos. Na Amazônia, devido ao clima chuvoso, esse risco é ainda maior, prejudicando a produtividade futura da pastagem.

O plantio direto na palha pode ser uma solução para esse problema. Porém, no Brasil, o desenvolvimento dessa tecnologia teve grande evolução na agricultura a partir da década de 1990 (DENARDIN et al., 2008), mas tem sido pouco pesquisado e utilizado na reforma de pastagens.

Em 2011, a Embrapa Acre, com apoio financeiro do CNPq e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Acre (FAPAC), iniciou o desenvolvimento de técnicas de plantio direto para reforma de pastagens degradadas na Amazônia (Tabela 1). Em parceria com produtores rurais, foram desenvolvidas três modalidades de plantio direto de pasto: semeadura a lanço, semeadura em linha e plantio direto de mudas. Sua divulgação iniciou em 2014 por meio de publicações técnicas, palestras, dias de campo e cursos realizados no Acre, no Amazonas, em Rondônia e em Mato Grosso. A adoção tem sido crescente, conforme os relatos dos técnicos e pecuaristas treinados.

RESULTADOS

- No plantio direto por sementes, o excesso de palhada dificulta a semeadura e prejudica o estabelecimento das forrageiras, que possuem sementes pequenas e plântulas mais frágeis que as culturas agrícolas (MASTERS et al., 2004). Isso foi solucionado com manejo prévio da vegetação e ajuste na técnica de dessecação para reduzir o volume de palhada, e aumento na taxa de semeadura, para compensar a menor eficiência de emergência de plântulas;
- A dessecação sequencial, com duas aplicações do herbicida glifosato (30-40 dias e 5-7 dias antes da semeadura), tem se mostrado muito eficiente em reduzir o volume de palhada e aumentar a eficiência de controle de plantas daninhas;
- A semeadura a lanço é indicada quando não se dispõe de semeadoras em linha ou quando sua operação é impossível, como em áreas declivosas ou com solos pedregosos. Demanda maior taxa de semeadura para compensar a menor eficiência de emergência de plântulas. Tem sido adotada por pecuaristas de pequeno e grande porte. Pequenos produtores dessecam a vegetação com pulverizador costal e kit de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e distribuem manualmente as sementes e os adubos sobre a palhada. Grandes fazendas semeiam o capim com avião agrícola;
- O plantio direto de mudas tem como principais atrativos a economia de tempo e dinheiro com as operações de preparo de solo, menor demanda de mudas e melhor trafegabilidade da área em dias chuvosos. A redução de operações tratorizadas chega a 36% em comparação com o método tradicional, no qual as mudas são esparramadas sobre o solo previamente gradeado e posteriormente enterradas com grade-niveladora e rolo-compactador; e
- No plantio direto por sementes, a redução de operações mecanizadas é ainda maior: 58% no plantio direto em linha e 74% no plantio direto a lanço.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- O desafio agora é dar maior visibilidade a essas técnicas e reduzir a percepção de risco por parte dos pecuaristas;
- No Brasil, há um número limitado de modelos de semeadoras-adubadoras em linha configuradas para plantio direto de pasto. Além disso, o desempenho de alguns modelos ainda deixa a desejar. Em função disso, ainda temos que trabalhar com maiores taxas de semeadura das forrageiras; e
- O plantio direto de mudas representa um avanço em relação aos métodos tradicionais, mas ainda há muito espaço para aprimoramento. A indústria brasileira de implementos agrícolas precisa aproveitar melhor o imenso potencial de um setor que ocupa 160 milhões de hectares no país e que tem sido obrigado a improvisar com o uso de implementos para a formação de pastagens por mudas.

DADOS PUBLICADOS EM:

ANDRADE, C. M. S. de; ABREU, A. de Q.; ZANINETTI, R. A.; FARINATTI, L. H. E.; FERREIRA, A. S.; VALENTIM, J. F. Plantio direto a lanço dos capins Xaraés e Piatã no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 13 p. (Comunicado técnico 188).

ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S.; ABREU, A. de Q.; SANTOS, D. M. dos. Técnicas de plantio direto. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INTEGRADA, 2., 2016, Sinop. Anais [...]. Cuiabá: Fundação Uniselva, 2016. p. 54-92.

ANDRADE, C. M. S. de; SANTOS, D. M. dos; FERREIRA, A. S.; VALENTIM, J. F. Técnicas de plantio mecanizado de forrageiras estoloníferas por mudas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2016. 22 p. (Circular técnica 72).

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; BACALTCHUK, B.; SATTTLER, A.; DENARDIN, N. D.; FAGANELLO, A.; WIETHÖLTER, S. Sistema Plantio Direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (ed.). Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1. p. 1251-1273.

MASTERS, R. A.; MISLEVY, P.; MOSER, L. E.; RIVAS-PANTOJA, F. Stand establishment. In: MOSER, L. E.; BURSON, B. L.; SOLLENBERGER, L. E. (ed.) Warm-Season (C4) Grasses. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 2004. p. 145-177 (Agronomy Monograph n. 42).

Tabela 1: Principais aspectos positivos e negativos do plantio convencional e do plantio direto de pasto

Aspectos	Plantio direto	Plantio convencional
Economiza tempo, trabalho e combustível com operações mecanizadas	+	-
Requer menor investimento em herbicidas, inseticidas e adubos nitrogenados	-	+
Permite maior flexibilidade quanto à época de plantio	+	-
Mantém o solo estruturado e firme, protegido pela palhada, diminuindo a formação de lama durante o pastejo de formação	+	-
Aumenta a uniformidade do terreno para colheita mecanizada de forragens	-	+
Permite utilizar o pasto a ser reformado durante toda a estação seca antes da reforma	+	-
Apresenta menor complexidade nas diferentes etapas da reforma	-	+
Reduz problemas com insetos, moluscos e fungos	-	+
Enterra as sementes de plantas daninhas que se encontram na superfície do solo	-	+
Permite maior controle de erosão	+	-
Mantém a matéria orgânica do solo	+	-
Melhora a disponibilidade de água no solo para germinação e emergência de plântulas	+	-
É adequado para áreas declivosas ou pedregosas	+	-
É adequado para áreas encapoeiradas	-	+
Reduz emissões de CO ₂ para a atmosfera	+	-

Fonte: Hampton et al. (1999); Leep et al. (2003); Ferreira et al. (2006); Hall e Vough (2007); Baker e Ritchie (2007); Andrade et al. (2015a); Andrade e Ferreira (2019).

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Carlos Mauricio Soares de Andrade

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

e-mail: mauricio.andrade@embrapa.br

AVALIAÇÃO DO MANEJO CONSERVACIONISTA SOBRE A CAPACIDADE ADAPTATIVA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Joyce Maria Guimarães Monteiro¹; Helga Restum Hissa¹; Aline de Oliveira¹; Guilherme Kangussu Donagemma¹; Rachel Bardy Prado¹; Azeneth Eufrausino Schuler¹; Maurício Rizzato Coelho¹; Marcelo Monteiro da Costa²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos, Secretaria de Agricultura, ² Pecuária, Abastecimento e Pesca do Estado do Rio de Janeiro

As estratégias de adaptação e mitigação às mudanças climáticas podem ser complementares e gerar benefícios econômicos e sociais para a população rural mais vulnerável. Há uma série de práticas conservacionistas do solo e da água que contribuem para o aumento da resiliência dos sistemas agropecuários frente aos eventos climáticos extremos e, ao mesmo tempo, para o aumento do estoque de carbono do solo e da produtividade agrícola. Mudanças nas práticas de manejo em sistemas produtivos agrícolas e florestais, tais como cultivo mínimo, rotação de culturas, adubação verde, redução da pressão de pastejo e supressão do desmatamento, podem aumentar a produtividade agrícola e seu retorno econômico, podendo contribuir para a segurança alimentar e para a redução da vulnerabilidade da população rural. No estado do Rio de Janeiro onde a maioria dos estabelecimentos rurais possuem área inferior a 100 ha e em situação de acentuada degradação e susceptibilidade à erosão, o programa Rio Rural atuou de 2006 a 2018 aportando incentivos financeiros, capacitação, pesquisa participativa, estímulo à coesão social e apoio à adoção de práticas de conservação do solo e água visando aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade de agricultores familiares aos eventos climáticos extremos (chuvas extremas em 2011 e seca de 2014). A Embrapa Solos realizou a avaliação da qualidade física e química e do estoque de carbono do solo em propriedades rurais apoiadas pelo Rio Rural. Foram avaliadas áreas com plantio de café e banana e caqui que receberam adubação orgânica e/ou adubação verde com leguminosas; áreas de consórcio de banana com espécies arbóreas nativas (SAF); e de pasto degradado, recuperado com pastejo rotacionado. Todas as áreas foram comparadas com áreas de referência (antes e depois das intervenções e/ou áreas de Mata Atlântica) (Figura 1). O efeito benéfico das práticas conservacionistas sobre a qualidade dos solos elevou a produtividade das culturas e a resiliência dos sistemas agropecuários frente aos eventos climáticos extremos. Relatos de agricultores durante a estiagem ocorrida em 2014 sugerem que a adoção de tais práticas assegurou a autonomia hídrica por um período mais longo que o habitual. Este fato levou à replicação das práticas em 20% por meio da adoção espontânea e com recursos próprios entre os agricultores não apoiados pelo Rio Rural. Estudos de avaliação de impacto econômico, social e ambiental realizados pelo Rio Rural corroboram que as melhorias ambientais estiveram associadas a ganhos de renda e elevação do capital social, fatores que serão

integrados no futuro à análise da capacidade adaptativa das comunidades rurais.

RESULTADOS

- A adubação orgânica e a adubação verde foram associadas a melhoria das propriedades físicas e da fertilidade do solo. Houve melhoria da agregação, da estrutura do solo, menor resistência a penetração, reduzindo a compactação do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes e a conservação de solo, tornando os solos menos susceptíveis a degradação, sobretudo a erosão;
- O pastoreio rotacionado favoreceu a melhoria da qualidade do solo e o aumento do estoque de carbono até 30 cm de profundidade e contribuiu para o aumento e manutenção da produtividade da pastagem. O aumento do estoque de carbono no solo teve relação direta com a melhoria da retenção de água, a coesão das partículas dos solos e a minimização de processos erosivos. O estoque de carbono em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico em uma área com pasto (*Brachiaria brizantha*) sem manejo por 20 anos foi inferior ao encontrado na mesma área após implantados piquetes para o estabelecimento do pastejo rotacionado em Varre-Sai, RJ; e
- Para um mesmo tipo de solo sob mesmas condições fisiográficas, dados do monitoramento do programa Rio Rural indicaram uma redução de 6 – 16 MgC ha⁻¹ no estoque de carbono do solo até 30 cm sob uso agropecuário em relação aos solos sob remanescente da Mata Atlântica.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Há uma demanda crescente pelo estabelecimento de metodologias simplificadas e de baixo custo para avaliação dos impactos da adoção de práticas de manejo sustentável e para a valorização dos sistemas agropecuários sustentáveis. Pesquisadores da Embrapa Solos no Rio de Janeiro estão desenvolvendo uma ferramenta para avaliação simplificada de

serviços ecossistêmicos múltiplos promovidos por sistemas agropecuários sustentáveis. A ferramenta agrega um conjunto de protocolos metodológicos para a avaliação simplificada dos serviços ecossistêmicos de controle à erosão, provisão e regulação hídrica, ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono e manutenção da biodiversidade de abelhas em agroecossistemas.

COORDENADOR DO PROJETO

Dra. Joyce Maria Guimarães Monteiro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos

e-mail: joyce.monteiro@embrapa.br

DADOS PUBLICADOS EM:

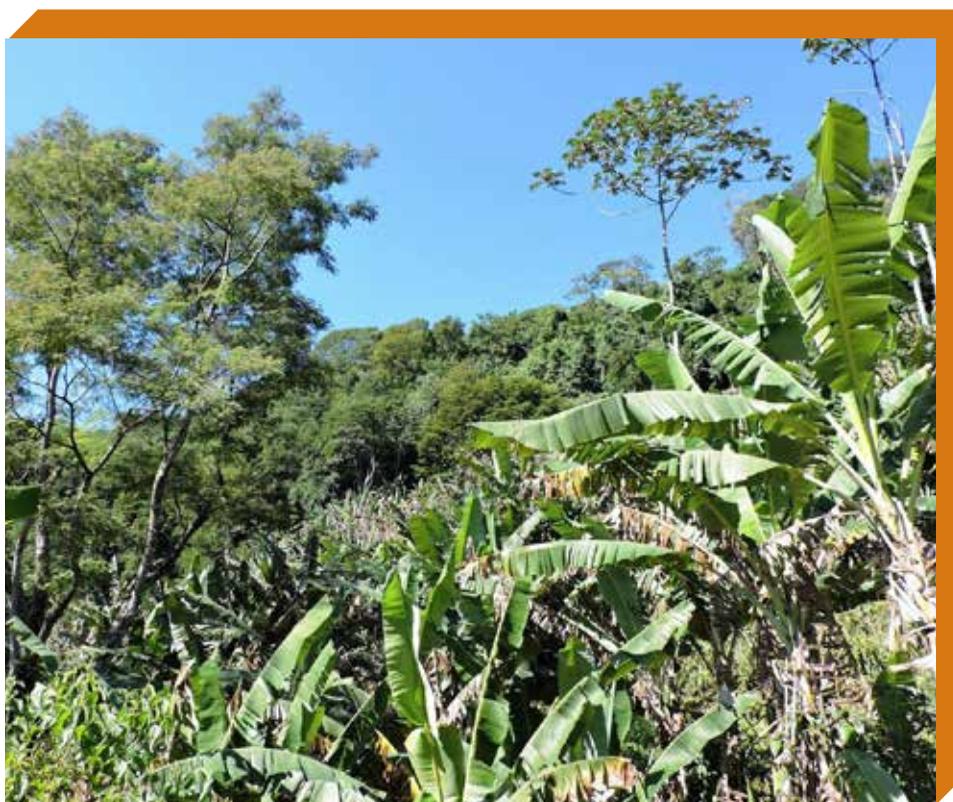
AGUILAR, A. F.; MONTEIRO, J. M. G.; NEHREN, U.; ROBLEDO, M. A.; ALFONSO, S. P. Avaliação da viabilidade de implantação do mecanismo REDD+ no município de Cachoeiras de Macacu-RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 45 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 231).

CAVALIN, M. O.; MONTEIRO, J. M. G. Boas práticas agrícolas no cultivo da banana na comunidade do Faraó, município de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 38 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 210).

CLEMENTE, E. de P.; OLIVEIRA, A. P. de; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; SCHULER, A. E.; FIDALGO, E. C. C.; MONTEIRO, J. M. G. Erodibilidade dos solos da Região Serrana do Rio de Janeiro obtida por diferentes equações de predição indireta. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 52 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 262).

Continuação no Anexo

Figura 1: Cultivo de banana com arbóreas, na comunidade do Faraó, em Cachoeiras de Macacu-RJ



Crédito: Joyce Monteiro.

CONSERVAÇÃO E MANEJO ADAPTATIVO DE PASTAGENS NATIVAS

Sandra Aparecida Santos¹; Evaldo Luís Cardoso¹; Fábio Takahashi²; Helano Póvoa de Lima³; Cláudio Flores¹; Ana Helena Fernandes¹; Fernando Fernandes¹; Balbina Araújo Soriano¹; Walfrido Tomás¹; Suzana Maria Salis¹; Cátia Urbanetz¹; José Aníbal Comastri Filho¹; Luísa Meville Paiva⁴

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pantanal, ² Universidade Federal de Viçosa, ³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática, ⁴ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

As pastagens nativas ocorrem no mundo todo e são extremamente diversas, exibindo variabilidade espacial e temporal. Em algumas regiões do Brasil como o Pantanal, as pastagens nativas consistem no mais valioso recurso natural renovável, que tornou essas regiões com grande vocação para a criação de gado de corte em pastagem, principal sistema de produção da Região. Na Região, o principal determinante da produtividade dos recursos forrageiros é a precipitação e a hidrologia que é regida pelo pulso de inundação. Há longos ciclos de seca e cheia que moldam as paisagens e alteram a composição botânica e a disponibilidade de forrageiras, especialmente nas áreas mais úmidas que, por sua vez, influenciam a capacidade de suporte das pastagens.

Objetivo: Entender a complexidade e dinâmica das pastagens nativas frente às variações climáticas e desenvolver estratégias de manejo que assegurem a sustentabilidade dos sistemas de produção.

Os projetos foram delineados numa visão holística em nível de fazenda que criam gado de corte em sistemas extensivos na região do Pantanal e Planalto (integradas à planície Pantaneira). Associado a esses estudos, também se busca a manutenção de bancos de germoplasma de forrageiras nativas, assim como de raças localmente adaptadas aos recursos forrageiros e estresse térmico para utilização on farm e futuros programas de melhoramento.

Para entender os ecossistemas de pastagens nativas, várias metodologias têm sido utilizadas considerando as escalas espaço-temporal e objetivos (Figura 1).

A avaliação das respostas forrageiras aos diferentes distúrbios e condições climáticas têm utilizado a metodologia estabelecida pelo PPBio de parcelas permanentes que vem sendo avaliada na fazenda Nhumirim desde 2006, com a utilização de grades permanentes. Na Figura 2 constam fotos de uma mesma área em anos de cheia extrema, seca extrema e ano normal. Os dados obtidos estão sendo avaliados por modelos de estado e transição, métodos multivariados, desenvolvimento de sistemas de tomadas de decisão (softwares) e tecnologias de precisão. Outra metodologia que vem sendo usada refere-se à avaliação sistêmica das fazendas que utilizam a ferramenta FPS (Fazenda Pantaneira Sustentável),

baseada em indicadores de sustentabilidade utilizando a lógica fuzzy (SANTOS et al., 2017).

RESULTADOS

- Guia para identificação de paisagens, pastagens e espécies forrageiras do Pantanal;
- Ferramenta para avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção da planície pantaneira e das fazendas do planalto, incluindo o aspecto pastagem (FPS);
- Software para quantificar serviços ecossistêmicos das pastagens nativas;
- Software para avaliar a qualidade das pastagens nativas;
- Boas práticas de manejo para pastagens nativas;
- Estimativa da capacidade de suporte flexível e uso integrado no Pantanal;
- Tecnologias de precisão para manejo das pastagens nativas;
- Modelos que otimizem a utilização dos recursos forrageiros nativos e exóticos visando à melhoria na eficiência dos sistemas produtivos; e
- Caracterização de espécies forrageiras nativas com potencial para manejo on farm e melhoramento futuro.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Com a implantação do programa FPS no Pantanal, será possível avaliar o grau de sustentabilidade das pastagens no contexto holístico da fazenda e validar tecnologias e práticas de manejo adaptativo das pastagens nativas. O Pantanal requer uma diversidade de forrageiras que contribuam para a resiliência adaptativa, por meio da diversidade de espécies e/ou também diversidade funcional dentro de espécies, ou seja, em algumas situações pode-se trabalhar com mistura de espécies/cultivares que atendam a dinâmica ambiental para enfrentar variações climáticas atuais e futuras. Portanto, estratégias de conservação e manejo on farm contribuirão com a manutenção da variabilidade das forrageiras nativas, tornando possível a evolução por seleção natural (plasticidade) no seu ambiente natural. A manutenção de um banco de germoplasma de forrageiras nativas chaves in

situ e ex situ (sementes) também contribuirão para estudos de características funcionais (caracteres fenotípicos e agrônômicos em resposta às mudanças ambientais) e desenvolvimento de futuros programas de melhoramento para a produção de forrageiras adaptadas à ambientes dinâmicos e complexos como o Pantanal.

DADOS PUBLICADOS EM:

SANTOS, S. A.; DESBIEZ, A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; ABREU, U. G. P.; RODELA, L. G. Natural and cultivated pastures and their use by cattle. In: JUNK, W. J.; DA SILVA, C. J.; NUNES DA CUNHA, C.; WANTZEN, K. M. (ed.). The Pantanal: ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland. Moscow: Pensoft Publisher, 2011. p. 327-353.

SANTOS, S. A.; DESBIEZ, A. L.; PEROTTO BALDIVIEZZO, H.; MAGALHÃES, J. A. Evaluating rangeland's grazing capacity for livestock and wild herbivores using Delta Diet tool and GIS technology. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 22., 2013, Sidney, Australia. Proceedings [...]. Sidney: [S. n.], 2013.

SANTOS, S. A.; POTT, A.; CARDOSO, E. L.; SALIS, S. M. de; VALLS, J. F. M.; GARCIA, J. B. Guia para identificação das pastagens nativas do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2019, 218 p.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

SANTOS, S. A.; LIMA, H. P. de; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; ABREU, U. G. P. de; TOMAS, W. M.; SALIS, S. M. de; CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, M. D. de; SOARES, M. T. S.; SANTOS JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, L. O. F. de; CALHEIROS, D. F.; CRISPIM, S. M. A.; SORIANO, B. M. A.; AMANCIO, C. O. da G.; NUNES, A. P.; PELLEGRIN, L. A. A fuzzy logic-based tool to assess beef cattle ranching sustainability in complex environmental systems. Journal of Environmental Management, u. 198, p. 95-106, Aug. 2017.

COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Sandra Aparecida Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

e-mail: sandra.santos@embrapa.br

Figura 1: Dinâmica temporal de paisagens e ecossistemas de pastagens no Pantanal



Crédito: Sandra Santos e Embrapa Pantanal

TECNOLOGIAS SOCIAIS APLICADAS A SISTEMAS AGROPECUÁRIOS PARA ENFRENTAMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SEMIÁRIDO BAIANO

Andréa Cardoso Ventura¹; Luz Fernández Garcia²; José Célio Silveira Andrade¹

¹ Universidade Federal da Bahia, ² Universidad Politécnica de Madrid

A pesquisa buscou compreender quais técnicas, estratégias e ações já adotadas para a convivência com o Semiárido no estado da Bahia estão contribuindo para o enfrentamento das mudanças climáticas. Para tanto, o conceito de Tecnologias Sociais (TS), compreendidas como tecnologias simples, reaplicáveis e desenvolvidas em interação com as comunidades locais com a finalidade de solucionar problemas socioambientais de uma determinada localidade (RTS, 2010), tornou-se central.

Foi realizado o mapeamento das diferentes TS já implementadas no Semiárido baiano. Chegou-se a 68 diferentes tipos de tecnologia. Estas foram analisadas documentalmente para verificar quais delas utilizavam estratégias passíveis de serem enquadradas como detentoras de potenciais contribuições à minimização das mudanças climáticas. Identificou-se 27 TS com estas características, sendo a maioria delas relacionada à produção agropecuária. Entre os exemplos de indicadores buscados na agricultura estiveram:

- Uso de técnicas de estocagem de água;
- Ajustes no período e variedade dos plantios;
- Rotação de culturas;
- Melhorias no gerenciamento e conservação dos solos;
- Promoção de eficiência energética em sistemas de irrigação agrícola;
- Processamento de alimentos para segurança alimentar;
- Recuperação de solos e terras degradadas;
- Utilização de compostos/fertilizantes orgânicos;
- Dedicção a culturas com potencial energético para substituir a utilização de combustíveis fósseis;
- Redução da prática de queimadas (VENTURA, 2013).

Posteriormente, foram realizados dez estudos de caso em profundidade, visando identificar quais delas eram capazes de, além de promover o enfrentamento às mudanças climáticas, permitiam ao mesmo tempo o desenvolvimento sustentável e humano.

O estudo foi realizado graças à bolsa de estudos de doutorado financiada pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

RESULTADOS

Como exemplos das TS com duplo potencial de contribuição identificou-se:

- Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) (Figura 1): produção de alimentos em um sistema agroecológico integrado, utilizando sistema de irrigação por gotejamento. Melhorias no gerenciamento e na conservação dos solos. Redução de fertilizantes e intensidade energética;
- Adapta Sertão: aprendizado através da ação, para o desenvolvimento de novas técnicas de irrigação, permitindo o uso de águas salinas. Entre as técnicas utilizadas: bombas de água solares, sistema especial de irrigação por gotejamento, ajustes no período e variedade dos cultivos, redução de fertilizantes. Adicionalmente, realiza-se o processamento e a venda dos alimentos produzidos.
- Entre os indicadores analisados, há três que, em maior ou menor grau de intensidade, estão presentes em todas as TS analisadas: (I) "promoção de governança entre atores sociais"; (II) "utilização eficiente dos recursos naturais"; e (III) "promoção de sustentabilidade econômica". Grande expressividade foi identificada nos indicadores "geração de emprego e renda" e "desenvolvimento econômico local". Ainda mereceram destaque positivo a "realização de desenvolvimento endógeno e transferência de tecnologia" e "promoção de segurança alimentar e nutricional". Entretanto, um destaque negativo verificado foi a presença restrita de "construção de capacidades".

Considerando-se a necessidade de que a produção agropecuária seja capaz de contribuir para a resiliência das comunidades, por meio de estratégias de mitigação, adaptação e de desenvolvimento sustentável e humano, foram analisados seus principais pontos fortes:

- Diversificação produtiva compatível com os recursos naturais e hídricos locais;
- Utilização de técnicas de agroecologia;
- Articulação entre organizações de, ao menos, dois

dos três setores produtivos (primeiro, segundo e terceiro setor);

- Resgate/valorização do conhecimento local.
- Também foram analisados seus principais pontos fracos:
- Ausência de ênfase específica no fortalecimento das capacidades da comunidade para a participação em processos de decisão ligados a aspectos de desertificação e riscos climáticos;
- Insuficiência de capacidade endógena para a manutenção da tecnologia.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

O estudo já se encontra finalizado. Tendo como base os resultados identificados, é possível afirmar o grande potencial que apresentam as TS no Semiárido baiano para incidir na luta contra a mudança climática. Recomenda-se, desta forma:

- Sua inclusão no rol de estratégias a serem adotadas pela Política Nacional sobre Mudança do Clima brasileira, por meio da criação e/ou revisão de planos setoriais de mitigação, assim como no Plano Nacional de Adaptação;
- Busca de financiamento internacional para a identificação, sistematização, fortalecimento e disseminação de TS agropecuárias de enfrentamento climático;
- Inclusão das TS como uma nova opção tecnológica a ser incorporada nos mercados de carbono;
- Revisão das políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação visando a maior integração entre os conhecimentos científico e popular; e
- Ampliação das capacidades políticas e tecnológicas em nível local.

Figura 1: Visão geral da estrutura da Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS)



Crédito: Fundação Banco do Brasil (2016).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

RTS – Rede de Tecnologia Social (Org.). Tecnologia social e desenvolvimento sustentável: contribuições da RTS para a formulação de uma política de Estado de ciência, tecnologia e Inovação. Brasília: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS), 2010.

VENTURA, A. C. Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido baiano: estratégia para a governança global do clima. 2013. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Andréa Cardoso Ventura

Universidade Federal da Bahia

e-mail: andreaventura@ufba.br

Dr. José Célio Silveira Andrade

Universidade Federal da Bahia

e-mail: celiosa@ufba.br

DADOS PUBLICADOS EM:

FERNÁNDEZ, L.; VENTURA, A. C.; ANDRADE, J. C. S.; LUMBRERAS, J. Synergies and trade-offs between climate change mitigation and adaptation strategies: lessons from social technologies in the semiarid region of Bahia, Brazil, Latin America. Latin American Journal of Management for Sustainable Development, v. 3, p. 1-18, 2016.

VENTURA, A. C.; FERNÁNDEZ, L.; ANDRADE, J. C. S. O potencial das tecnologias sociais de convivência com o semiárido para a geração de sinergia entre mitigação e adaptação às mudanças climáticas: um caso ilustrativo. Revista Econômica do Nordeste, v. 50, p. 65-83, 2019.

VENTURA, A. C.; FERNÁNDEZ, L.; ANDRADE, J. C. S. Tecnologias sociais para enfrentamento às mudanças climáticas no semiárido: caracterização e contribuições. Revista Econômica do Nordeste, v. 44, p. 213, 2013.

Continuação no Anexo

BIOCHAR COMO CONDICIONADOR DE SOLO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS NO CERRADO

Márcia Thaís de Melo Carvalho¹; Beata Eموke Madari¹; Janne Louize Souza Santos²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Arroz e Feijão, ² Faculdades Unidas do Vale do Araguaia

Este trabalho de pesquisa foi realizado na Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão em Santo Antônio de Goiás, GO e na Fazenda Estrela do Sul no município de Nova Xavantina, MT. Testamos os efeitos da incorporação de biochar no solo de sistemas de produção de arroz de terras altas e soja no Cerrado. Aqui nos referimos a biochar como todo tipo de material produzido a partir de resíduo vegetal carbonizado no processo de pirólise. O processo de pirólise é visto como uma abordagem promissora para abaixar os níveis de CO₂ na atmosfera, pois é uma forma rápida e controlada da transformação da biomassa que volta a ser depositada em solos agrícolas com uma taxa de decomposição mais lenta que da matéria orgânica do solo (LEHMANN, 2007). Características do biochar como recalcitrância, aromaticidade e alta superfície específica tornam este material desejável como condicionador de solo, podendo contribuir para a melhoria duradoura das características químicas, físico-hídricas e biológicas do solo. Essa contribuição pode resultar ao longo do tempo em otimização do uso de fertilizantes e atenuação ou reversão de processos de degradação do solo. Nesse sentido, o estudo do efeito de longo prazo do biochar em sistemas de produção é necessário. O biochar utilizado nestes estudos foi obtido a partir de resíduo de carvão vegetal de floresta plantada de eucaliptos produzido por pirólise lenta, sob temperatura entre 450-550 °C, na ausência de oxigênio. Resíduos de carvão vegetal são pedaços menores do que 8 mm. O biochar foi moído para passar em peneira de 2 mm e incorporado apenas uma vez na camada 0-20 cm de Latossolo vermelho argiloso (57% argila, 33% areia) em 2009, de Plintossolo arenoso (17% argila, 76% areia) em 2008, e de Latossolo vermelho amarelo franco argilo arenoso (31% argila, 67% areia) em 2006. Em geral o teor de C total do biochar variou entre 50 e 77%, N total entre 0,3 e 0,7%, pH (H₂O) entre 7,6 e 7,9, K disponível entre 780 e 3300 mg/kg, P disponível entre 72 e 1000 mg/kg. O biochar é poroso, rico em microporos ≤ 10 µm (Figura). O efeito sobre propriedades do solo e produtividade de grãos foi avaliado ao longo das safras, em até 5 anos após a aplicação do biochar. No Latossolo e no Plintossolo testamos as doses de 8, 16 e 32 ton/ha de biochar. No Latossolo argilo arenoso testamos as doses de 2, 4, 8 e 16 ton/ha. Para todos os experimentos incluímos uma referência, solo sem biochar. A pesquisa foi financiada pela Embrapa com apoio do CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, Universidade Federal de Goiás, Universidade do Estado de Mato Grosso e Universidade de Wageningen.

RESULTADOS

O C orgânico no Latossolo aumentou a uma taxa de 0,25% para cada tonelada de biochar aplicada a partir de 1,5 anos após aplicação de biochar. No Plintossolo a taxa foi de 0,07% imediatamente e 1 ano após aplicação do biochar. Já no Latossolo argilo arenoso a taxa foi de 0,52% a partir de 4 anos após aplicação de biochar. A rotação de culturas, presente em sistemas integrados cultivados com soja e brachiaria no Latossolo argilo arenoso e com arroz de terras altas seguido por feijão irrigado e milho no Latossolo, propiciou o aumento do C orgânico no solo com o tempo. O C no solo pode ter sido protegido fisicamente nos microporos do biochar e sido imobilizado por microrganismos. Além disso, a intemperização do biochar com o tempo induz a ativação e formação de grupos fenólicos e carboxílicos adsorvidos nas partículas de argila. Pelo contrário, no solo arenoso em monocultivo com arroz de terras altas, o efeito do biochar sobre aumento de C orgânico foi efêmero. Porém, o aumento da porosidade total com aplicação do biochar aumentou a água disponível para as plantas em até 4 mm na camada 5-10 cm no solo arenoso. No solo arenoso, as produtividades de arroz de terras altas aumentaram com a dose de biochar, especialmente em safras mais secas. Uma visão geral sobre os resultados dos estudos conduzidos segue na tabela.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

O Biochar pode ser utilizado como estratégia para aumentar água disponível para plantas em solos arenosos, contribuir para o aumento do C orgânico em solos argilosos em longo prazo e aumentar o pH de solos ácidos. A melhoria da qualidade do solo afeta positivamente a produtividade das culturas. Biochar não aumenta significativamente a emissão de N₂O do fertilizante nitrogenado aplicado no solo

DADOS PUBLICADOS EM:

CARVALHO, M. T. de M.; MADARI, B. E.; BASTIAANS, L.; OORT, P. A. J. van; HEINEMANN, A. B.; SILVA, M. A. S. da; MAIA, A. de H. N.; MEINKE, H. Biochar improves fertility of a clay soil in the Brazilian savannah: short term effects and impact on rice yield. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, v. 114, n. 2, p. 101-107, Dec. 2013.

CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E.; BASTIAANS, L.; OORT, P. A. J. van; LEAL, W. G. O.; HEINEMANN, A. B.; SILVA, M. A. S. da; MAIA, A. de H. N.; PARSONS, D.; MEINKE, H. Properties of a clay soil from 1.5 to 3.5 years after biochar application and the impact on rice yield. *Geoderma*, v. 276, p. 7-18, Aug. 2016.

CARVALHO, M. T. de M.; MAIA, A. de H. N.; MADARI, B. E.; BASTIAANS, L.; OORT, P. A. J. van; HEINEMANN, A. B.; SILVA, M. A. S. da; PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B. H.; MEINKE, H. Biochar increases plant-available water in a sandy loam soil under an aerobic rice crop system. *Solid Earth*, v. 5, p. 939-952, Sep. 2014.

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

LEHMANN, J. Bioenergy in the black. *Frontiers Ecology and the Environment*, v. 5, n. 7, p. 381-387, Sep. 2007.

Carvalho, M. T. de M.; Madari, B. E.; Bastiaans, L.; Oort, P. A. J. van; Leal, W. G. de O.; Souza, D. M. de; Santos, R. C. dos; Matsushige, I.; Maia, A. de H. N.; Heinemann, A. B.; Meinke, H. Nitrogen availability, water-filled pore space, and N₂O-N fluxes after biochar application and nitrogen fertilization. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1203-1212, Set. 2016.

Petter, F. A.; de Lima, L. B.; Marimon Júnior, B. H.; Moraes, L. A. de; Marimon, B. S. Impact of biochar on nitrous oxide emissions from upland rice. *Journal of Environmental Management*, v. 169, p. 27-33, 2016.

COORDENADORES DO PROJETO**Dra. Beata Eموke Madari**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Arroz e Feijão
e-mail: beata.madari@embrapa.br

Dra. Márcia Thais de Melo Carvalho

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Arroz e Feijão
e-mail: marcia.carvalho@embrapa.br

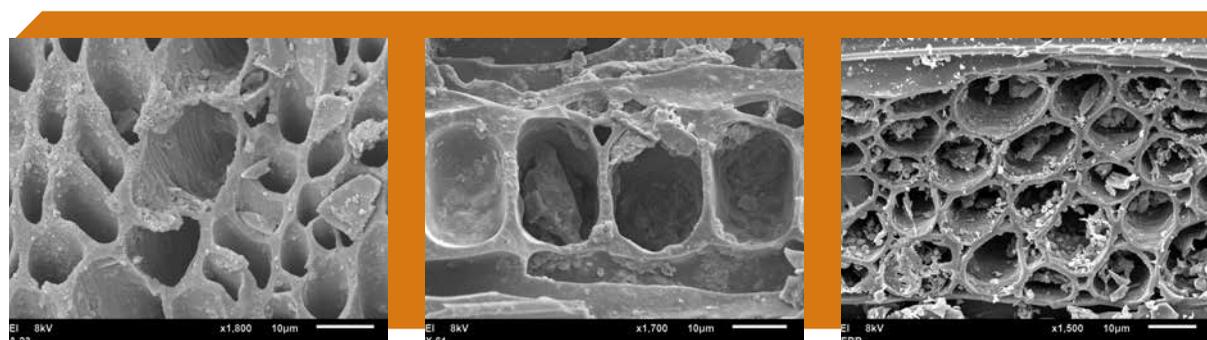
Tabela 1: Efeitos do uso de biochar como condicionador de solo sobre propriedades do solo e produtividade de grãos durante safras agrícolas em um solo arenoso e argiloso no Cerrado

	-----Plintoso-----		-----Latossolo-----	
	Primeiras safras	Últimas safras	Primeiras safras	Últimas safras
Capacidade de retenção de água no solo	?	↑	?	↓
Matéria orgânica do solo	↑	x	x	↑
Acidez do solo	↓	↓	↓	↓
Produtividade de grãos	↑	x	x	↓
Emissão de N ₂ O	↑	x	x	x

↑ = AUMENTOU; ↓ = REDUZIU; x = SEM EFEITO; ? = NÃO INVESTIGADO.

Fonte: própria autoria.

Figura 1: Imagem em microscopia eletrônica com detalhes de microporos de três tipos de biochar de carvão vegetal aplicados nos solos argiloso, arenoso e argiloarenoso



Fonte: Própria autoria.

PLANTAS DE COBERTURA E ADUBOS VERDES PARA ADAPTAÇÃO DA AGRICULTURA À MUDANÇA DO CLIMA E REDUÇÃO DA EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO CERRADO

Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado¹; Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira¹; Beata Eموke Madari¹; Ana Luiza Dias Coelho Borin¹; Mellissa Ananias Soler Silva¹; Márcia Thais de Melo Carvalho¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Arroz e Feijão

A pesquisa científica teve por objetivo identificar as melhores plantas de cobertura para a formação de palha (mulch), sequestro de carbono no solo, controle de pragas ou ciclagem de nutrientes e os melhores adubos verdes para o fornecimento de nitrogênio para a planta cultivada (algodão, soja) no bioma Cerrado. Produtores, consultores, assistência técnica e acadêmicos são beneficiários dessa informação. Plantas de cobertura são normalmente gramíneas (ex. *Braquiária ruziziensis*) utilizadas em rotação nos cultivos objetivando formação de palha, essencial para a manutenção do Sistema Plantio Direto ou Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), cumprindo seu papel na adaptação dos cultivos aos impactos adversos do clima, especialmente altas temperaturas que vêm se agravando nos últimos anos. A palhada gera proteção da superfície do solo contra chuvas erosivas, proporciona maior infiltração de água e maior preservação de umidade no solo, propiciando sobrevivência e melhor performance dos cultivos em veranicos. Além disso, as plantas de cobertura capturam carbono atmosférico e nitrogênio que são adicionados ao solo em larga escala e de forma bastante eficiente. Os adubos verdes, normalmente leguminosas (ex. crotalária), são plantas que além de produzirem grande massa de matéria verde e sistema radicular profundo, têm a capacidade de fixar nitrogênio através da simbiose com bactérias. Essa característica gera menor utilização de adubos minerais nitrogenados para a cultura subsequente (ex. milho, algodão, feijão) beneficiando a rentabilidade da produção e contribuindo tanto para a adaptação à mudança do clima como para a redução de emissão de gases de efeito estufa, com preservação da biodiversidade dos solos. O projeto foi financiado pela Embrapa, Fundo de Incentivo à Cadeia do Algodão em Goiás (FIALGO), Fundo para o Desenvolvimento do Agronegócio do Algodão (FUNDEAGRO-Bahia), AGRISUS, CNPq e CAPES.

RESULTADOS

A fitomassa de braquiária pode superar 10 t/ha de massa seca. Dependendo da cultura comercial e do seu ciclo, valores de massa seca superiores a 6 t/ha são suficientes para proporcionar proteção contra altas amplitudes de variação térmica dos solos (SIDIRAS; PAVAN, 1986) e também contra erosão hídrica (ROTH *et al.*, 1986; PORTELA *et al.*, 2010), além de contribuir para a menor infestação de plantas daninhas (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2014). Algumas plantas de cobertura, como o milheto e o guandu, mesmo produzindo 5 e 7 t/ha de matéria seca, respectivamente, não foram suficientes para controlar as plantas daninhas

previamente à semeadura direta do algodoeiro (FERREIRA *et al.*, 2018).

As quantidades de massa seca podem superar 11 t/ha para *Brachiaria brizantha* e capim colônio ou *Panicum maximum* (FERREIRA *et al.*, 2018). Devido à capacidade de enraizamento a grandes profundidades, as plantas de cobertura podem propiciar mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo, disponibilizando-os na superfície e favorecendo maior nutrição das culturas em sucessão (MUZILLI, 1986; PACHECO *et al.*, 2011), além da racionalização no uso de adubos minerais nitrogenados e potássicos, que possuem pegada de energia e de carbono já na aquisição pelo produtor (CARMO *et al.*, 2016). As quantidades de nutrientes que as plantas de cobertura podem mobilizar dependem da época de dessecação após semeadura. As braquiárias consorciadas ou não com feijão de porco mobilizaram cerca de 150 kg/ha de N e 120 kg/ha de K₂O na época de semeadura da cultura de verão. Além da braquiária, há outras culturas que podem ser utilizadas como plantas de cobertura ou adubos verdes, como demonstrado na Figura 1. Importantíssimo adquirir sementes de alta qualidade para a produção de boa quantidade de matéria seca, além de evitar a infestação da área com plantas daninhas e fitopatógenos. A seleção da planta de cobertura a ser usada também deve considerar a existência de compactação do solo, a presença de qual tipo de nematóide ou da infestação de mofo-branco. Na tabela 1, encontra-se a recomendação das quantidades de sementes por hectare a utilizar para o cultivo solteiro no Cerrado.

Figura 1: Opções de espécies de plantas de cobertura na safrinha ou entressafra de soja e algodão entre fevereiro e dezembro no Cerrado (da esq. para dir.: girassol, sorgo, milho, braquiária, guandu, crotalária, milheto e nabo forrageiro)



Fonte: Ferreira *et al.* (2012).

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Essa tecnologia está pronta e deve ser promovida e divulgada em conjunto com o Sistema Plantio Direto e o ILPF nas suas distintas variações. O impacto positivo para a adaptação da agricultura à mudança do clima associado à mitigação é bastante evidente e pode ser escalonado para toda a agropecuária brasileira nas suas diferentes dimensões.

DADOS PUBLICADOS EM:

CARMO, H. F. do; MADARI, B. E.; WANDER, A. E.; MOREIRA, F. R. B.; GONZAGA, A. C. de O.; SILVEIRA, P. M. da; SILVA, A. G.; SILVA, J. G. da; MACHADO, P. L. O. de A. Balanço energético e pegada de carbono nos sistemas de produção integrada e convencional de feijão comum irrigado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1069-1077, set. 2016.

FERREIRA, A. C. B.; BOGIANI, J. C.; SOFIATTI, V.; LAMAS, F. M. Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para semeadura direta do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. (Comunicado Técnico 377). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1066067>. Acesso em: 05 jan. 2020.

FERREIRA, A. C. B.; BORIN, A. L. D. C.; LAMAS, F. M.; ASMUS, G. L.; MIRANDA, J. E.; BOGIANI, J. C.; SUASSUNA, N. D. Plantas que minimizam problemas do sistema de produção do algodoeiro no Cerrado. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. 4 p. (Comunicado Técnico 371). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/943518>. Acesso em: 03 jan. 2020.

Continuação no Anexo

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Pedro Luiz Oliveira de Almeida Machado

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Arroz e Feijão

e-mail: pedro.machado@embrapa.br

Dr. Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Arroz e Feijão

e-mail: alexandre-cunha.ferreira@embrapa.br

Tabela 1: Quantidade de sementes por hectare para cultivo solteiro de plantas de cobertura na safrinha ou entressafra, entre fevereiro e dezembro

Espécie/cultivar	kg ha ⁻¹ de sementes com VC de 100% (*)	kg ha ⁻¹ de sementes com VC de 60%	kg ha ⁻¹ de sementes com VC de 40%
<i>Panicum maximum</i> Mombaça e Tanzânia	2 - 3	3,3 - 5	5 - 7,5
<i>P. maximum</i> Aruana	2 - 4	3,3 - 6,7	5 - 10
<i>P. maximum</i> x <i>P. infestum</i> (híbrido Massai)	2 - 2,5	3,3 - 4,2	5 - 6,3
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	2 - 4	3,3 - 6,7	5 - 10
<i>Brachiaria brizantha</i> Piatã, MG-5 (Xaraés) e MG-4 (Libertad)	3,5 - 5	5,8 - 8,3	8,8 - 12,5
Sorgo granífero	10 - 15	16,7 - 25	25 - 37,5
Milheto	10 - 12	16,7 - 20	25 - 30
<i>Crotalaria spectabilis</i>	8 - 12	13,3 - 20	20 - 30
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	4 - 8	6,7 - 13,3	10 - 20
<i>Crotalaria juncea</i>	20 - 30	33,3 - 50	50 - 75
Guandu	20 - 30	33,3 - 50	50 - 75

Legenda: (*) Quantidade de semente comercial a ser usada por hectare = [(quantidade de semente com 100% de germinação e 100% de pureza) x 100]/VC da semente comercial (**)

(**) Se o VC da semente comercial não for fornecido, calculá-lo conforme a seguinte fórmula: VC = (% de germinação x % de pureza)/100

Fonte: Ferreira et al. (2016)

CARBONO NO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA TRANSIÇÃO CERRADO – AMAZÔNIA

Janaína de Moura Oliveira¹; Beata Eموke Madari²; Paula Camylla Ramos Assis¹; André Luiz Rodrigues Silveira¹; Flávio Jesus Wruck²

¹ Universidade Federal de Goiás, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Arroz e Feijão

Objetivou-se, com o presente trabalho científico, identificar a origem e quantificar a acumulação de C no solo após 3,5 anos de implantação de sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) na região de transição dos biomas Cerrado e Amazônia. Recentemente, vários estudos vêm sendo conduzidos sobre a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na agropecuária. Assim, sistemas como a ILPF vêm sendo avaliados por serem considerados promissores tanto para a maior eficiência da produção como na mitigação das emissões de GEE e simultâneo acúmulo de carbono seja no solo, seja na biomassa vegetal. Foram selecionadas duas áreas sob ILPF (ILPF1 e ILPF3), sistemas com uma linha e três linhas de *Eucalyptus urograndis* por renque, respectivamente, uma área sob pastagem e uma floresta no município de Nova Canaã do Norte, Mato Grosso (Figura 1). O solo foi um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, argiloso. A área, cultivada desde 1998, foi convertida para sistema ILPF em 2009. Foram tomadas amostras de solo em oito profundidades até 1 metro. Nas áreas sob ILPF, as amostragens foram feitas na área de influência das árvores, na pastagem e na zona de transição; considerando-se pontos nas linhas de árvores e pontos afastados dessas tendo-as como referência de distância. Nas áreas de referência (pastagem e floresta), amostras foram coletadas numa seção transversal, em pontos aproximadamente 50 m distantes uns dos outros. A análise dos estoques de C no solo foi realizada para as camadas de 0,0-0,3 e 0,0-1,0 m.

Uma importante constatação neste estudo foi a presença das árvores no sistema que, em apenas 3,5 anos, favoreceram acúmulos superiores a 20 t/ha de carbono orgânico total do solo (COS) na camada de solo de até 1 m, especialmente nas áreas com renques de eucalipto com 3 linhas de árvores (Tabela 1). É muito comum constatar acúmulo significativo somente após 5 anos sob determinado tipo de manejo.

Comparada à área sob pastagem com 110,66 t/ha de COS na camada de 1 m de profundidade, apesar da área sob ILPF1 não ter apresentado diferença significativa, a área sob ILPF3 apresentou balanço positivo de COS com 128,34 t/ha. O adicional de 17,68 Mg C ha⁻¹ na ILPF3 significou uma taxa de acúmulo anual de 5,05 Mg C ha⁻¹ entre a Pastagem e o sistema ILPF. Uma possível causa do fraco impacto da ILPF1 no acúmulo de carbono no solo poderia ser devido ao baixo teor total de N da área.

Considerando uma camada de solo de 1 m de profundidade, a camada superficial (0,3 m) continha 49% de COS. Na camada superficial do solo, não foram observadas diferenças significativas entre os ILPFs e a Pastagem. Encontramos uma forte indicação de que as árvores desempenharam um papel importante no acúmulo ou preservação do subsolo.

RESULTADOS

Nossos resultados indicaram que, nas condições edafoclimáticas do local de estudo, os sistemas agrícolas que incluem componentes florestais podem representar soluções viáveis para o acúmulo de COS, mesmo no curto prazo, se as restrições de fertilidade do solo não estiverem presentes.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Pelos resultados obtidos, a ILPF deve ser promovida como uma prática que contribui para a mitigação da mudança do clima e promove a adaptação do sistema de produção ao cenário de mudanças ambientais. Recomenda-se o acompanhamento da evolução desses sistemas quanto à acumulação de carbono no solo por período mais longo que permita avaliar a evolução e a estabilização dos benefícios ao solo trazidos pela implantação do sistema no campo.

DADOS PUBLICADOS EM:

OLIVEIRA, J. M. O.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. T. M. How soil carbon and nutrient availability in an integrated crop-livestock-forest system are related? In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 21, 2018, Rio de Janeiro. Resumos [...]. Rio de Janeiro: IUSS/SLCS/BSSS, 2018. p. 1.

OLIVEIRA, J. M. O.; MADARI, B. E.; CARVALHO, M. T. M.; ASSIS, P. C. R.; SILVEIRA, A. L. R.; LIMA, M. L.; WRUCK, F. J.; MEDEIROS, J. C.; MACHADO, P. L. O. A. Integrated farming systems for improving soil carbon balance in the southern Amazon of Brazil. Regional Environmental Change, v. 18, n. 1, p. 105-116, 2017.

COORDENADORES DO PROJETO**Dra. Janaina de Moura Oliveira**

Faculdade Metropolitana de Anápolis

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Arroz e Feijão

e-mail: janainamouraol@gmail.com

Dra. Beata Emohe Madari

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Arroz e Feijão

e-mail: beata.madari@embrapa.br

Dra. Paula Camylla Ramos Assis

TecnoSolo/Soluções Agrícolas e Ambientais

e-mail: pcrasouzatecnosolo@gmail.com

Dr. André Luiz Rodrigues da Silva

Faculdade Araguaia

e-mail: andresilveira.agro@gmail.com

MSc. Flávio Jesus Wruck

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Arroz e Feijão

e-mail: flavio.wruck@embrapa.br

Tabela 1: Estoque de Carbono, com base na densidade equivalente do solo, para as camadas 0,0-0,3 e 0,0-1,0 m, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, cultivado em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta e pastagem contínua em Nova Canaã do Norte, Mato Grosso, Brasil.

Área	0,0-0,3		0,0-1,0	
Pastagem	55,76		110,63	
ILPF ¹	57,49	NS	123,58	**
ILPF ²	61,53	**	128,34	*

¹ Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com uma linha de eucalipto por renque (ILPF1); ² Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com três linhas de eucalipto por renque. Os valores são médias ponderadas. As médias da ILPF foram comparadas às da Pastagem usando teste de T. * $p = 0.05$, ** $p = 0.01$, *** $p = 0.0001$; NS = diferença não significativa.

Figura 1: Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com uma linha de eucaliptos por renque (a) com três linhas de eucalipto por renque (b), em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em Nova Canaã do Norte, Mato Grosso, Brasil

Crédito: Janaina Oliveira/Beata Madari.

CISTERNA: ESTRATÉGIA PARA CAPTAR ÁGUA DE CHUVA E REDUZIR A VULNERABILIDADE CLIMÁTICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Luiza Teixeira de Lima Brito¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido

Pesquisas iniciadas no final da década de 1970 pela Embrapa objetivaram captar a água de chuva em cisterna para atender as necessidades de consumo humano, de animais de baixo porte e suprir parte das deficiências hídricas de culturas em áreas de produtores familiares do Bioma Caatinga.

As pesquisas realizadas com a cisterna – uma tecnologia milenar, consideraram como premissa os custos de construção do modelo predominante (alvenaria) e a área das residências rurais para captar o volume de água necessário à família (Figura 1). Assim, foram avaliados materiais na construção do tanque e uso do solo revestido como solução para aumentar a área de captação da água. Este modelo se popularizou como “cisterna calçadão”.

Nesses estudos foram definidos parâmetros de dimensionamento do volume de água e das áreas de captação, considerando-se o número de pessoas por família, o consumo médio por pessoa por dia, a precipitação pluviométrica da região e o período sem chuvas.

RESULTADOS

Os resultados obtidos foram favoráveis e a tecnologia foi incorporada em políticas públicas do Ministério de Desenvolvimento Social (MDS), atual Secretaria Especial do Desenvolvimento Social, ligada ao Ministério da Cidadania, ofertando às famílias 16 milhões de litros de água por meio das cisternas.

Em 2005/2006 foram realizados estudos para avaliar a viabilidade técnica e social da cisterna de consumo humano. Os resultados revelaram sua viabilidade e apontaram sugestões, como a necessidade de interação entre ministérios (Educação, Saúde e Infraestrutura), no sentido de adequar o Programa às características das famílias e capacitá-las quanto à manutenção da qualidade da água, principalmente, quanto ao uso de barreiras físicas (BRITO *et al.*, 2007).

Observou-se que, em geral, a água de chuva atende aos parâmetros físico-químicos. No entanto, as análises biológicas apontaram que 55,3% das amostras analisadas apresentaram potabilidade, de acordo com os indicadores do Conama (BRITO *et al.* 2007). Isto

demonstra que as águas das cisternas poderão ser manejadas de forma a torná-las aptas ao consumo das famílias.

O êxito do programa ‘cisternas’ possibilitou o uso da água de chuva para a produção de alimentos (animal e vegetal), sendo também implantada a cisterna calçadão. No contexto da produção animal, para as condições climáticas de Petrolina-PE, e, partindo-se de um volume disponível de 52 mil litros de água armazenada, um consumo médio diário de 4,0 L/animal, por um período de 250 dias, a cisterna é capaz de atender a um rebanho, em torno, de 50 cabeças de caprinos ou ovinos, uma vez que, tem-se em média 1.000 litros de água por semana. Isto é possível desde que o manejo da água seja feito de forma adequada, sem desperdícios. Com este consumo regularizado, é possível promover melhores desempenhos nos animais.

Quanto ao componente da produção vegetal, as experiências da Embrapa Semiárido apontam que uma cisterna com capacidade de armazenar 52 mil litros de água é capaz de manter em produção um pomar com 20 fruteiras de diferentes espécies, colocando-se até 5, 8 e 12 litros de água, três vezes por semana, nos períodos chuvoso, intermediário e mais seco, respectivamente. Além disso, a produção de hortaliças em até dois canteiros com área total de 8 m², aplicando-se lâminas de 8 mm por dia (BRITO, 2016; BRITO *et al.*, 2018).

Efetuando-se o manejo da água recomendado, as experiências têm demonstrado que em 900 m² foram obtidos até 929,3 Kg de frutas por ano (limoeiro, pinheira, aceroleira, mangueira rosa e espada), em anos de precipitações pluviométricas em torno da média histórica (500 mm). Apenas com a aceroleira apresentou a produção de 357,8 kg, de modo que cada família poderia consumir até 1,0 kg de acerola por dia, além das outras espécies cultivadas.

Alerta-se que, como a água aplicada às fruteiras não atende às suas demandas evapotranspirométricas, conseqüentemente, não se pode denominar de “irrigação plena”, mas sim “irrigação com déficit”, como também não se pode esperar a obtenção do máximo potencial de produção das culturas. O enfoque

do uso da água da cisterna na produção vegetal é permitir a inserção de frutas e hortaliças na dieta das famílias, uma vez que sua alimentação é constituída basicamente por aminoácidos (mandioca, cuscuz, feijão, milho, batata etc).

Finalmente, na implementação dessas tecnologias deverão ser enfocados aspectos que integrem a pluralidade dos conhecimentos gerados e locais com a diversidade dos sistemas agrícolas praticados. Além disto, recomenda-se considerar as limitações naturais.

O maior desafio do sistema de captação e armazenamento de água de chuva é o elevado índice de consumo, de modo a atender às necessidades da família. Quanto ao componente animal, observou-se que o número de animais por família é sempre bem maior do que a oferta de alimentos e água disponíveis para atender às suas necessidades.

Os resultados desses projetos contaram com recursos do Tesouro Nacional, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Banco do Nordeste do Brasil (BNB).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRITO, L. T. de L. Manejo da água da cisterna do p1+2: dez anos de resultados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 10., 2016, Belém. Tema: Desbloquear o potencial de aproveitamento da água de chuva para o Brasil. Anais [...]. Belém: UFPA/ABCMAC, 2016.

BRITO, L. T. de L.; MEDEIROS, J. C. de A. (In memoriam); SILVEIRA, S. M. B.; ARAÚJO, J. O.; CAVALCANTI, N. de B. Captação e uso de água de chuva em cisternas: uma estratégia para convivência com o Semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. de L. (ed.). Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2018. p. 185-218.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; D'ALVA, O. A. Avaliação técnica do programa de cisternas no Semiárido brasileiro. In: VAITSMAN, J.; PAES-SOUSA, R. (org.). Avaliação de políticas e programas do MDS: resultados. Brasília: MDS/SAGI, 2007. v. 1, cap. 5, p. 197-234.

COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Luiza Teixeira de Lima Brito

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: luiza.brito@embrapa.br.

Figura 1: Cisterna de produção em área experimental da Embrapa – Semiárido



Crédito: Fernanda Birolo.

BARRAGEM SUBTERRÂNEA: CONTRIBUINDO COM A RESILIÊNCIA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE AGROECOSSISTEMAS DE BASE FAMILIAR DO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

Maria Sonia Lopes da Silva¹; Flávia Adriano Marques¹; Cláudio Almeida Ribeiro²; Gizelia Barbosa Ferreira³; Roseli Freire de Melo⁴; Antônio Gomes Barbosa²; Alexandre de Oliveira Lima⁵; Manoel Batista de Oliveira Neto¹; Wilton José Silva da Rocha⁶; Roberto da Boa Viagem Parahyba¹; Daniel Chaves Webber¹

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos – Unidade de Execução de Pesquisa Recife, 2 Articulação Semiárido Brasileiro, 3 Instituto Federal de Pernambuco, 4 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido, 5 Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, 6 Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas

A região semiárida brasileira, inserida no contexto do Bioma Caatinga, é considerada uma das mais vulneráveis às variações climáticas devido a irregularidade das chuvas, deficiência hídrica, baixa capacidade de adaptação e pobreza da população. Atualmente, existe um conjunto de tecnologias sociais hídricas de captação e armazenamento de água de chuva visando ao seu maior aproveitamento e que vem sendo utilizado em todo Semiárido brasileiro por programas de políticas públicas. A barragem subterrânea é uma dessas tecnologias e que, pela sua importância para as famílias, constitui tema de diversas pesquisas desenvolvidas pela Embrapa e parceiros, tendo como objetivo contribuir com a resiliência das famílias agricultoras de base familiar às intempéries climáticas do Semiárido do Nordeste brasileiro. Essas pesquisas desenvolvidas, desde a década 1980, têm contribuído para que as experiências de agricultores, de agentes de desenvolvimento e pesquisadores sejam compartilhadas, por meio de intercâmbio de conhecimentos entre o saber popular e o técnico-científico. A barragem subterrânea é uma estrutura hidráulica que objetiva interceptar a água da chuva, a partir da construção de uma parede dentro do solo no sentido transversal à descida das águas. Com a barragem subterrânea, as famílias estão superando as limitações sociais e ambientais da região semiárida brasileira, tendo nesta tecnologia fonte para aperfeiçoar e equilibrar o processo produtivo (Figura 1 e 2), no entanto, alguns desafios têm sido enfrentados no que diz respeito à seleção do local adequado para sua implantação nas comunidades rurais. Com o objetivo de superar este desafio, está sendo desenvolvido pela Embrapa e parceiros o projeto Zoneamento edafoclimático de áreas potenciais para construção de barragens subterrâneas no Semiárido de Alagoas – ZonBarragem. Por meio do projeto, foi possível identificar e espacializar geoambientes com potencial para implantação de barragens subterrâneas. A partir do mapa gerado como resultado do projeto, o Governo do Estado de Alagoas lançou o Programa Estadual de Barragens Subterrâneas. Os projetos de pesquisas e ações estruturantes, ao longo de três décadas, são desenvolvidas com parceiros como universidades estaduais e federais, institutos federais (IFs), instituições e programas dos governos federal, estaduais e municipais, Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS), Sistema Faeal/Senar-AL e Sebrae-AL. Os projetos têm contado com

o apoio financeiro do Banco do Nordeste, do CNPq, do Banco do Brasil, da Sudene, da Petrobrás, do Banco Mundial e do BNDES. Cooperações técnicas internacionais também têm sido estabelecidas com instituições da Suíça, de Honduras, de Moçambique e de Cabo Verde.

RESULTADOS

- Contribuição na soberania e na segurança alimentar e nutricional das famílias;
- Aumento ao acesso e usos múltiplos da água;
- Diversificação e integração, proporcionando maior resiliência e sustentabilidade dos agroecossistemas de base familiar;
- Fortalecimento da inclusão social e organização produtiva das mulheres e de jovens;
- Proporciona comercialização de excedentes em feiras livres locais;
- Constitui espaço solidário com autogestão e protagonismo dos agricultores; e
- Alinhamento com cinco dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU: 1, 2, 5, 6 e 13.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Zoneamento edafoclimático de áreas potenciais para construção de barragens subterrâneas nos estados do Semiárido do Nordeste brasileiro;
- Diagnóstico e avaliação da resiliência, estabilidade e sustentabilidade de agroecossistemas com barragem subterrânea;
- Estudo de viabilidade técnica-econômica de cultivos apropriados em áreas de barragem subterrânea; e
- Capacitação de agricultores e técnicos na seleção, construção, tipos, modelos e manejo da barragem subterrânea.

DADOS PUBLICADOS EM:

SILVA, M. S. L. da; LIMA, A. de O.; MOREIRA, M. M.; FERREIRA, G. B.; BARBOSA, A. G.; MELO, R. F. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Barragem subterrânea. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L. da; BRITO, L. T. de L. (Ed). Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. cap. 2, p. 223-281.

SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F.; LIMA, A. O.; OLIVEIRA NETO, M. B.; FERREIRA, G. B.; MELO, R. F.; ANJOS, J. B.; PARAHYBA, R. B. Barragem subterrânea: acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro. Brasília, DF: Embrapa, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade; Agência Espanhola de Cooperação Internacional/ Programa Cisternas; Recife, PE: ASA Brasil, 2021. 41 p. (Cartilha)

COORDENADORES DO PROJETO**Dra. Maria Sonia Lopes da Silva**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos UEP Recife
e-mail: sonia.lopes@embrapa.br

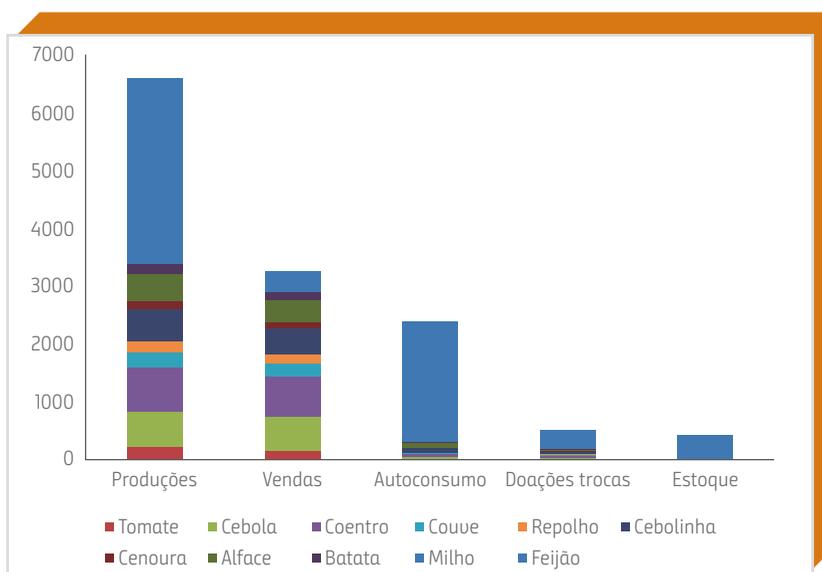
Dr. Flávio Adriano Marques

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos UEP Recife
e-mail: flavio.marques@embrapa.br

Dra. Roseli Freire de Melo

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido
e-mail: roseli.melo@embrapa.br

Figura 1: Barragem subterrânea gerando autonomia e dignidade às famílias por meio da produção de alimentos.



Fonte: Maria Sonia Lopes da Silva.

Figura 2: Barragem subterrânea em construção e produção



Crédito: Maria Sonia Lopes da Silva.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA AUMENTAR A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E RENDA POR MEIO DA INSERÇÃO DE CULTURAS ANUAIS E ENERGÉTICAS EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS FAMILIARES

Roseli Freire de Melo; Anderson Ramos de Oliveira; Diana Signor Deon; José Barbosa dos Anjos; Paola Cortez Bianchini; Paulo Iuan Fernandes Junior; Tony Jarbas Ferreira Cunha; Maria Sonia Lopes da Silva²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos – Unidade de Execução de Pesquisa Recife

A barragem subterrânea se destaca dentre as tecnologias de armazenamento de água de chuva na região Semiárida brasileira, sendo difundida nas comunidades rurais pelo Programa P1+2. Nessa Região, as irregularidades pluviométricas comprometem a sustentabilidade agrícola, sendo este cenário agravado com as mudanças climáticas. Pesquisas nessas condições podem resultar em recomendações de manejo sustentáveis para as diferentes disponibilidades hídricas. Além disso, o uso de práticas agroecológicas integradas à tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva contribuem para aumentar a resiliência dos sistemas frente às mudanças climáticas (Figura 1). Este Projeto teve como objetivo reduzir os riscos de sistemas agrícolas familiares do Semiárido por meio do uso de tecnologia hídrica integrada em três condições de precipitações pluviométricas. Para isso foram selecionadas nove barragens subterrâneas em áreas de produtores, em três condições de precipitação nas faixas de 250 a 350 mm; 351 a 500 mm e 501 a 750 mm, nos estados da Paraíba, Pernambuco e Bahia, respectivamente. Foram realizadas as ações: implementação de sistemas de preparo de solo envolvendo matéria orgânica, carvão vegetal e microrganismos, eficiência no uso da água; monitoramento das características da água e do solo; avaliação do potencial de espécies energética; avaliação econômica; uso de irrigação suplementar. A fonte dos recursos: Embrapa.

RESULTADOS

- O Projeto proporcionou resultados relacionados ao entendimento do sistema produtivo e capacitação de agentes multiplicadores. Dentre os resultados citam-se:
- As características do solo são influenciadas pelo manejo, sendo que a qualidade da matéria orgânica é variável de acordo com os diferentes ambientes;
- A qualidade da água de barragens subterrâneas depende do manejo, pois com o uso de adubos químicos nos cultivos tende a aumentar a concentração de sais na água;
- Sistemas produtivos em consórcio de feijão-caupi, girassol e sorgo em barragem subterrânea são economicamente viáveis apresentando maiores produtividades em comparação com os sistemas solteiros;
- O manejo fitossanitário em sistemas agroecológicos

em barragens subterrâneas são controlados com aplicação de produtos alternativos como extrato de plantas;

- A análise econômico-ecológica de agroecossistema familiar com presença de barragem subterrânea com integração hídrica com cisterna calçadão e barragem pública contribuiu para autonomia, segurança alimentar e nutricional da família e retornos monetários;
- A irrigação suplementar em pomares cultivados em barragens subterrâneas é necessária para produção de frutíferas, necessitando no período de veranicos de cinco litros de água três vezes por semana;
- O cultivo de sorgo forrageiro submetido à adubação orgânica contribui para a colonização de bactérias fixadoras de N que reduziu os estresses causados pela restrição hídrica;
- A adição de três litros de esterco como adubação em culturas anuais em sistemas agroecológicos contribui para aumentar a produtividade das culturas mesmo na menor faixa de precipitação pluviométrica;
- Capacitação de mais de 500 agentes da agricultura familiar (agricultores e técnicos) sobre seleção, implantação e manejo de barragem subterrânea.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A execução do Projeto permitiu identificar linhas de pesquisa que precisam ser contempladas em novas propostas para que os sistemas agrícolas apresentem maior resiliência frente às mudanças climáticas. Destacam-se:

- Integração de tecnologias de captação e armazenamento de águas de chuva: a integração das tecnologias (cisternas, barragens, barragens subterrâneas, poços, açudes, captação in situ, etc.) é uma alternativa que permite ao agricultor utilizar-se de diversos recursos hídricos para otimizar a produção de alimentos durante o ano; e
- Reuso de águas cinzas: as águas cinzas domiciliares podem ser outra fonte hídrica que pode favorecer a produção contínua de alimentos ao longo do ano, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional da família.

DADOS PUBLICADOS EM:

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos. Barragem subterrânea: alternativa de captação e armazenamento de água de chuva. Cadernos do Semiárido: Riquezas e Oportunidades, v. 11, n. 11, p. 27-31, mai./jun. 2017.

MELO, R. F. de; OLIVEIRA, A. R. de; SIMÕES, W. L.; SANTOS, M. L. de S. Desenvolvimento e produtividade do milho BRS Gorutuba sob diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica. Revista Científica Intelletto, v. 3, n. 1, p. 1-14, 2018.

OLIVEIRA, A. R.; MELO, R. F.; SANTOS, J. M. R. Sunflower consortium with cowpea productive performance in underground dam with irrigation supplementary. Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, v. 3, n. 10, p. 169-173, 2017.

SILVA, J. F. da; SILVA, T. R. da; ESCOBAR, I. E. C.; FRAIZ, A. C. R.; SANTOS, J. W. M. dos; NASCIMENTO, T. R. do; SANTOS, J. M. R. dos; PETERS, S. J. W.; MELO, R. F. de; SIGNOR, D.; FERNANDES JUNIOR, P. I. Screening of plant growth promotion ability among bacteria isolated from field-grown sorghum under different managements in Brazilian drylands. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 34, n. 12, nov. 2018.

COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Roseli Freire de Melo

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: roseli.melo@embrapa.br

Figura 1: Cultivos diversificados em barragem subterrânea



Crédito: Roseli Freire de Melo.

SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO PARA A ADAPTAÇÃO E CONVIVÊNCIA DA PECUÁRIA EXTENSIVA À DINÂMICA DAS INUNDAÇÕES E ESTIAGENS DO PANTANAL FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Carlos Roberto Padouani¹; Alex Fernando de Araújo²; Renato Porfírio Ishii³; Edson Takashi Matsubara³; Júlio César Dalla Mora Esquerdo⁴; Rogério Alves dos Santos Antoniassi²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pantanal, ² Instituto Federal de Educação de Mato Grosso do Sul, ³ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, ⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, os eventos extremos que vem sendo observados nas últimas décadas e aqueles previstos para o futuro, são uma consequência das mudanças climáticas em função das atividades humanas. Independente da causa, mudanças climáticas ou variabilidade climática natural, eventos extremos ocorrem eventualmente e causam preocupação na sociedade, devido ao risco de perdas de vidas humanas, de propriedades e econômicas. Medidas de adaptação às mudanças climáticas são fundamentais para minimizar os riscos.

O Pantanal é uma extensa planície sedimentar, sazonalmente inundável onde a pecuária extensiva é a principal atividade econômica. A sazonalidade das inundações é um processo natural das áreas úmidas, este fertiliza naturalmente as pastagens nativas que ocorrem em grandes áreas no Pantanal, sendo a base da alimentação do gado. Nas regiões que inundam pelo transbordamento dos rios ou naquelas que inundam diretamente pelas chuvas, grandes áreas de pastagens nativas ficam de tempos em tempos submersas com profundidades e duração críticas, podendo ocorrer, em eventos extremos, a redução drástica da oferta de alimento e até a mortandade do gado por inanição ou afogamento. Ao longo dos mais de 200 anos de convivência com as inundações, estratégias de manejo como a retirada do gado das áreas baixas, inundáveis, para áreas mais altas no Pantanal ou no planalto adjacente, permitiram a adaptação da pecuária às inundações, caracterizando-se como uma medida não estrutural muito eficaz. Nesse contexto, a pergunta que é feita todo ano é: qual será a magnitude da enchente e das áreas inundadas para que seja necessária a retirada do gado?

Devido ao Pantanal ter sido considerado uma área de uso restrito pelo artigo 10 do Novo Código Florestal, medidas estruturais de contenção das inundações como diques e canais, não são recomendadas ou são consideradas ilegais, com base na legislação vigente. Os diques, ao alterar a dinâmica hidrológica, podem converter ambientes sazonalmente inundados em ambientes permanentemente inundados ou com déficit de água, impactando negativamente a pecuária e os demais componentes do sistema. Os canais drenam as áreas sazonalmente inundadas, aumentando a magnitude de eventos de seca, podendo gerar déficit hídrico no solo, rebaixando o lençol freático, podendo reduzir a produção de pastagens, o que pode levar a prejuízos nas

estiagens severas e prolongadas. Portanto, a convivência com as inundações, baseada em medidas não estruturais tem se mostrado mais eficaz e sustentável para a pecuária pantaneira e para a conservação dos processos hidrológicos, a biodiversidade e distribuição e abundância da vegetação nativa e fauna silvestre.

Todos esses fatores intrínsecos e extrínsecos apontam para a necessidade de um sistema de tomada de decisão para a adaptação da pecuária extensiva frente às inundações e estiagens do Pantanal (Figura 1). O sistema será composto de três componentes principais: 1 - Mapeamento e modelagem da dinâmica das inundações do Pantanal por sensores remotos, 2 - Modelagem do risco de cheias para divulgação de alertas e 3 - Comunicação dos alertas de cheia e das áreas inundadas a partir de ferramentas de comunicação pela Internet, além das mídias como entrevistas na televisão e rádio.

RESULTADOS

- Sistema de alerta de cheias dos rios do Pantanal. Desde 2013, temos disponibilizado alertas de previsões sobre o nível dos rios para o público interessado. Estamos usando atualmente modelos estatísticos de regressão linear e não linear com dados de nível dos rios em estações de montante e jusante, com boa margem de acerto;
- Disponibilização de informações hidrometeorológicas para todos os públicos a partir do Portal de informações hidrológicas da bacia do alto Paraguai-Pantanal no Facebook, desde 2013;
- Entrevistas em televisão, rádio e em mídias pela internet, sobre os aspectos gerais de cada evento de cheias e inundações; e
- Elaboração de laudos técnicos para a Defesa Civil e Sindicatos Rurais no caso de eventos acima da média.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Estamos desenvolvendo e esperamos alcançar as seguintes metas nos próximos dois anos:

- Aperfeiçoar os métodos atuais de processamentos

de imagens de satélite para a detecção e o monitoramento das inundações;

- Aprimorar a automação atual de processamentos de grandes volumes de dados de imagens de satélite em cluster de computadores para acelerar a produção de resultados em tempo real;
- Avaliar novos métodos estatísticos para tratamento de séries temporais de dados de vazão e nível dos rios;
- Buscar novos dados de precipitação e outras variáveis ambientais, por satélite, em plataformas de dados globais e nacionais; e
- Avaliar a Plataforma de Monitoramento, Análise e Alerta a Extremos Ambientais – TerraMA para integrar os dados ambientais, desenvolver um modelo baseado em inteligência artificial para previsão de inundações e estiagens no Pantanal e disponibilizar tais informações aos interessados pela internet e outros meios de comunicação.

DADOS PUBLICADOS EM:

GEOHIDRO-PANTANAL (Brasil). Portal de informações hidrológicas da bacia do Alto Paraguai-Pantanal. Corumbá, MS, 01 jan. 2000. Facebook: geohidropantanal. Disponível em: <https://www.facebook.com/geohidropantanal>. Acesso em: 3 fev. 2020.

PADOVANI, C. R. Dinâmica espaço-temporal das inundações do Pantanal. 2010. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PADOVANI, C. R.; ESQUERDO, J. C. D. M.; ARAUJO, A. F.; ISHII, R. P.; MATSUBARA, E. T.; MINGOTI, R. Sistema de suporte à decisão frente às inundações do Pantanal. In: SEMINÁRIO DA REDE AGROHIDRO, 2016, Brasília-DF. Anais [...]. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2016, p. 228-234.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Carlos Roberto Padovani

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pantanal

e-mail: carlos.padovani@embrapa.br

Dr. Renato Porfírio Ishii

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

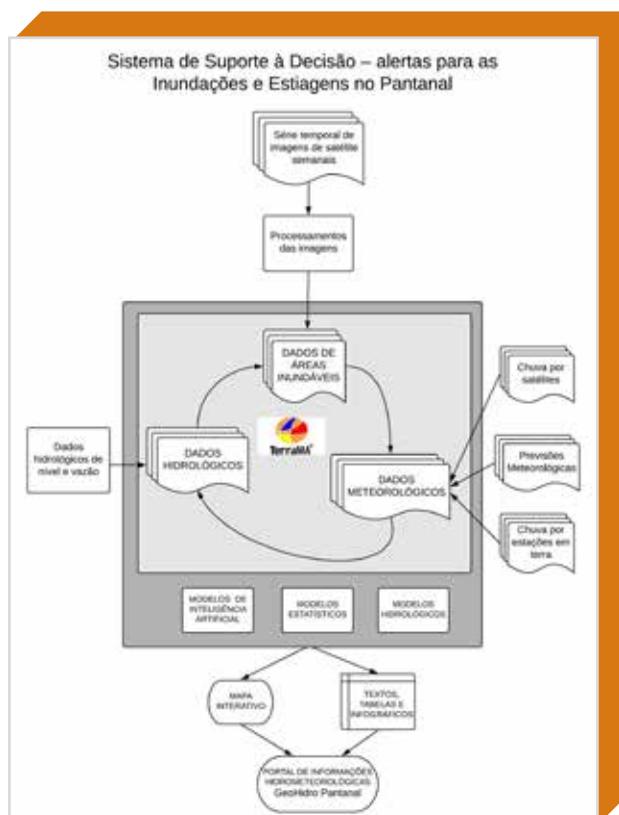
e-mail: renato@facom.ufms.br

Dr. Alex Araújo

Instituto Federal de Educação

e-mail: alex.araujo@ifms.edu.br

Figura 1: Diagrama dos compartimentos e processos do Sistema de Suporte à Decisão e alertas para as inundações e estiagens do Pantanal



Crédito: Carlos Padovani, Alex Araújo e Renato Ishii.

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS (ISA)

José Mário Lobo Ferreira¹; João Herbert Moreira Viana²; Adriana Monteiro da Costa³

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Milho e Sorgo, ³ Universidade Federal de Minas Gerais

Nas regiões tropicais, caracterizadas por calor intenso e fortes chuvas, sistemas com produtividade e resiliência adequadas exigem solos permeáveis, com cobertura vegetal permanente e diversificada e uma intensa atividade biológica. Diferentes práticas de manejo do solo têm sido adotadas no Brasil, porém, existem algumas lacunas para a aferição do manejo dos sistemas de produção e da qualidade do solo, assim como, a integração das análises do meio físico com os aspectos socioeconômicos, sobretudo na escala de um estabelecimento rural, onde se encontra um dos principais atores para uma almejada gestão territorial e desenvolvimento com vistas à adaptação às mudanças do clima.

Sistemas mais integrados e diversificados demandam um grau de complexidade maior de gestão. Para tanto, o produtor terá de planejar, reduzindo incertezas, antecipar oportunidades e desafios, e avaliar o seu desempenho ambiental e socioeconômico, permitindo uma tomada de decisão mais eficaz nesse contexto dinâmico. Indicadores podem gerar um diagnóstico, como também, podem monitorar as possíveis transformações em curso, além de auxiliar na promoção de melhorias em situações de alta complexidade.

O sistema de Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) foi elaborado com este propósito (Figura 1 e 2). É constituído por um questionário e diversos parâmetros que compõem um conjunto de 21 indicadores, e tem como objetivo detectar pontos críticos, propor medidas de correção do manejo produtivo que podem promover impactos negativos sobre o meio ambiente, e identificar oportunidades de geração de renda e de práticas visando à adaptação às mudanças do clima, como por exemplo, ações conjuntas para a conservação do solo e água, incluindo a revitalização de mananciais, proteção e manejo adequados das áreas de recarga de aquíferos, e, em especial, propiciar melhor aproveitamento das águas pluviais, a partir da maximização da infiltração e, por consequência, redução do escoamento superficial, garantindo o aumento do período de sua permanência no território. É neste contexto que se propõe instrumentalizar o produtor rural, o técnico, a pesquisa e o gestor público, proporcionando uma nova visão, mais holística e uma nova agenda.

Uma longa jornada de trabalho em rede foi realizada, a partir de 2008, para a elaboração e aprimoramento do sistema ISA. A partir de sua institucionalização no estado de Minas Gerais, em 2012, o sistema foi incorporado no trabalho

de assistência técnica e, posteriormente, expandido para outros estados.

RESULTADOS

- Capacitação de 750 técnicos da Emater/MG e aplicação do ISA em aproximadamente 1.800 estabelecimentos rurais;
- Aplicação do ISA em aproximadamente 700 estabelecimentos rurais pelo SENAR/ES;
- Previsão de aplicação do ISA em aproximadamente 400 estabelecimentos rurais na bacia do Rio Doce pela Fundação Renova (2020); e
- Previsão de aplicação do ISA em 4.000 estabelecimentos rurais pelo SENAR no projeto FIP-Paisagem no Bioma Cerrado envolvendo os estados de MG, BA, MT, MS, RO, MA, GO e 10 sub-bacias hidrográficas (2020 a 2022).

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- O sistema ISA é uma plataforma colaborativa, de domínio público, em processo de ampliação de parcerias, visando o aprimoramento contínuo do sistema;
- Indicadores relacionados à biologia do solo poderão ser integrados ao sistema, tendo como referência o trabalho de pesquisa da Embrapa, capitaneado pela pesquisadora Ieda de Carvalho Mendes, com as enzimas do solo Arilsulfatase e β -Glicosidase;
- Um dos fatores para prover maior resiliência aos sistemas de produção é uma adequada cobertura do solo durante o ano inteiro. O sensoriamento remoto com base em imagens de satélite pode também ser integrado ao ISA, permitindo monitorar a temperatura na superfície do solo, facilitando a avaliação e planejamento das estratégias para manter o solo coberto o ano inteiro; e
- Sistematização das informações das planilhas do ISA e elaboração de um menu de soluções técnicas disponíveis aos produtores rurais.

DADOS PUBLICADOS EM:

COSTA, A. M.; FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, A. R. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. Anais [...]. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013, p. 1-4.

FERREIRA, J. M. L.; LOBO, L. M.; TEIXEIRA, H. M.; NOGUEIRA, R. S.; VELOSO, G. V.; VIANA, J. H. M. Avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas agroecológicos e convencionais no município de Araponga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza. Resumos[...]. Fortaleza: Cadernos de Agroecologia, 2011. v. 6, n. 2, dez. 2011.

FERREIRA, J. M. L.; MARTINS, M. R.; CABRAL, L. L. F. B.; TERRA, J. O. L. Gestão ambiental: o papel protagonista do produtor rural. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, ed. especial, v. 35, p. 26-38, 2014.

Continuação no Anexo

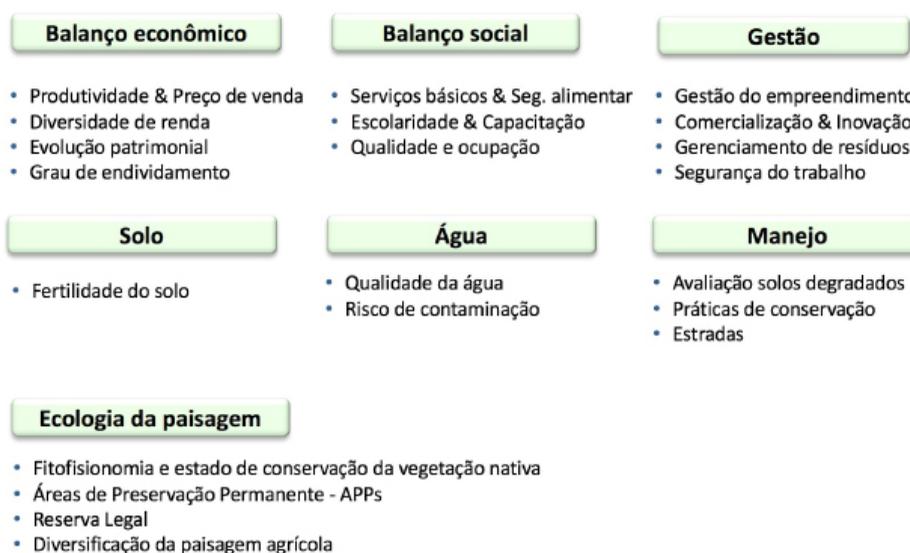
COORDENADOR DO PROJETO

Dr. José Mário Lobo Ferreira

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

e-mail: jm@agroecossistemas.com.br

Figura 1: Conjunto de indicadores do sistema ISA.



Fonte: própria autoria.

Figura 2: Manejo conservacionista visando ao aumento da resiliência dos sistemas de produção



Crédito: José Mário Lobo Ferreira.

CENÁRIOS AGRÍCOLAS FUTUROS PARA PASTAGENS NO BRASIL

Patrícia Menezes Santos¹; José Ricardo Macedo Pezzopane¹; Cristiam Bosi²; Luis Gustavo Barioni³; Mariely Lopes dos Santos²; Tibério Sousa Feitosa²; Lucas Fillietaz Balcão²; Silvio Roberto Medeiros Evangelista³; Moacyr Bernardino Dias-Filho⁴; Carlos Augusto Miranda Gomide⁵; Ana Clara Rodrigues Cavalcante⁶; Tadeu Vinhas Voltolini⁷; Magna Soelma Beserra de Moura⁷; Andréa Milttelmann⁵; Giampaolo Queiroz Pellegrino³

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Pecuária Sudeste, 2 Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, 3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Informática Agropecuária, 4 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental, 5 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Gado de Leite, 6 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Caprinos, 7 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Semiárido

A pecuária tem importante papel ambiental, econômico e social nas regiões brasileiras. As mudanças climáticas globais, as pressões ambientalistas, a expansão da agricultura e a necessidade de produção de energia a partir de fontes alternativas indicam que continuará havendo redução das áreas de pastagens em algumas regiões, forçando seu deslocamento para áreas marginais, onde poderão ocorrer limitações de solo e clima à produção.

A construção e a análise de cenários futuros são estratégicas para o Brasil, por auxiliar nas decisões de investidores e formuladores de políticas públicas e constituir-se importante subsídio ao planejamento da exploração pecuária, tanto a nível nacional quanto regional e local. O objetivo do projeto foi gerar e analisar cenários futuros para a pecuária em todo o território nacional, com base em cenários de mudanças climáticas globais e em algumas das principais espécies utilizadas como pastagens cultivadas.

Cenários de cultivo para pastagens de *Urochloa* (*syn. Brachiaria*) *brizantha* cv. Marandu (capim-braquiário, capim-marandu) e cv. *BRS Piatã* (capim-BRS-Piatã), *Megathyrsus maximus* (*syn. Panicum maximum*) cv. Tanzânia (capim-tanzânia), *Cenchrus ciliaris* (capim-buffel), *Opuntia sp.* (palma forrageira) e *Lolium multiflorum* (azevém anual), utilizados como pastos cultivados no Brasil, foram gerados com o auxílio de modelos de simulação e de sistemas de informações geográficas (Figura 1).

O projeto foi financiado pela Embrapa e contou com bolsas de pós-graduação da FAPESP, do CNPq e da Capes.

RESULTADOS

Os cenários obtidos sugerem que mudanças climáticas previstas pelos modelos climáticos regionais ETA-CPTC e PRECIS para os diferentes cenários de emissões terão impactos positivos sobre a produção total anual de forragem por pastagens constituídas por *Megathyrsus maximus* e *Urochloa brizantha* nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste. A área onde tais capins poderão ser cultivados deverá aumentar. Entretanto, aumentarão também a estacionalidade de produção

e a variabilidade da produção anual, aumentando os riscos climáticos.

Os sistemas de produção deverão ser adaptados e novas tecnologias deverão ser geradas para garantir a competitividade da atividade em um ambiente de maior risco climático. O desenvolvimento de novas cultivares e o uso de cultivares adaptadas, a alimentação suplementar, a conservação de forragem, a adequação do manejo do pasto e do solo, a adoção de sistemas de produção integrados e o uso da irrigação são algumas alternativas para adaptação dos sistemas de produção nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste a serem implementadas.

Na região Nordeste, especialmente na área Semiárida, a produção das pastagens deverá ficar mais vulnerável, e poderá haver redução da área apta ao cultivo do capim-buffel. Para a palma forrageira, os modelos utilizados indicam aumento nas áreas aptas ao seu cultivo para os cenários de 2025 e 2055, surgindo municípios aptos em regiões além do Nordeste do Brasil. Por outro lado, áreas que atualmente são aptas poderão se tornar inaptas, com possibilidade de fortes impactos econômicos, sociais e ambientais negativos para a exploração da pecuária na região.

Novos genótipos de plantas forrageiras mais tolerantes à intensificação das condições de aridez, associados a recomendações de práticas de manejo para reduzir os efeitos da estacionalidade de produção, poderão contribuir para atenuar os problemas previstos pelos resultados deste trabalho. A criação em maior escala de animais de pequeno porte também é uma alternativa para a adaptação dos sistemas de produção na região. Em locais onde é possível realizar irrigação, o cultivo de capins tropicais de alto potencial produtivo pode ser recomendado como alternativa de adaptação dos sistemas de produção.

As áreas de cultivo de forrageiras de clima temperado devem diminuir na Região Sul devido à previsão de aumento de temperatura. Por outro lado, a

área favorável ao cultivo de forrageiras tropicais deve aumentar, reduzindo a vulnerabilidade dos sistemas de produção animal da região às mudanças climáticas globais. Os sistemas de produção poderão ser adaptados tanto por meio de substituição de recursos genéticos por forrageiras tropicais quanto pelo desenvolvimento de cultivares de forrageiras de clima temperado melhor adaptadas aos cenários climáticos futuros. Poderá haver grande impacto sobre as pastagens nativas que atualmente prevalecem na região dos Pampas. A substituição das áreas de pastagens nativas de clima temperado por pastagens tropicais poderá aumentar. Entretanto, há solos rasos na Região, que poderão resultar em problemas de drenagem, aos quais muitas espécies de gramíneas tropicais se mostram pouco tolerantes.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Os cenários futuros para pastagens têm sido frequentemente atualizados. Na etapa em andamento, além do aprimoramento dos modelos de produção das plantas forrageiras, estão sendo incorporadas ferramentas para estimar a capacidade de suporte das pastagens e o yield gap, além de avaliar alternativas de adaptação.

DADOS PUBLICADOS EM:

ANDRADE, A. S.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; ARAUJO, L. C.; PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; MARIN, F. R.; LARA, M. A. S. Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: an overview of model development and application. *Grass and Forage Science*, v. 71, n. 1, p. 54-65, June 2015.

ANDRADE, A. S.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; BETTIOL, G. M.; EVANGELISTA, S. R. M. Climate change and future scenarios for palisade grass production in the state of São Paulo, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 49, n. 10, p. 745-753, Oct. 2014.

ARAUJO, L. C.; SANTOS, P. M.; RODRIGUEZ, D.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; CRUZ, P. G. Simulating guinea grass production: empirical and mechanistic approaches. *Agronomy Journal*, v. 105, n. 1, p. 61-69, Jan. 2013.

Continuação no Anexo

COORDENADORES DO PROJETO

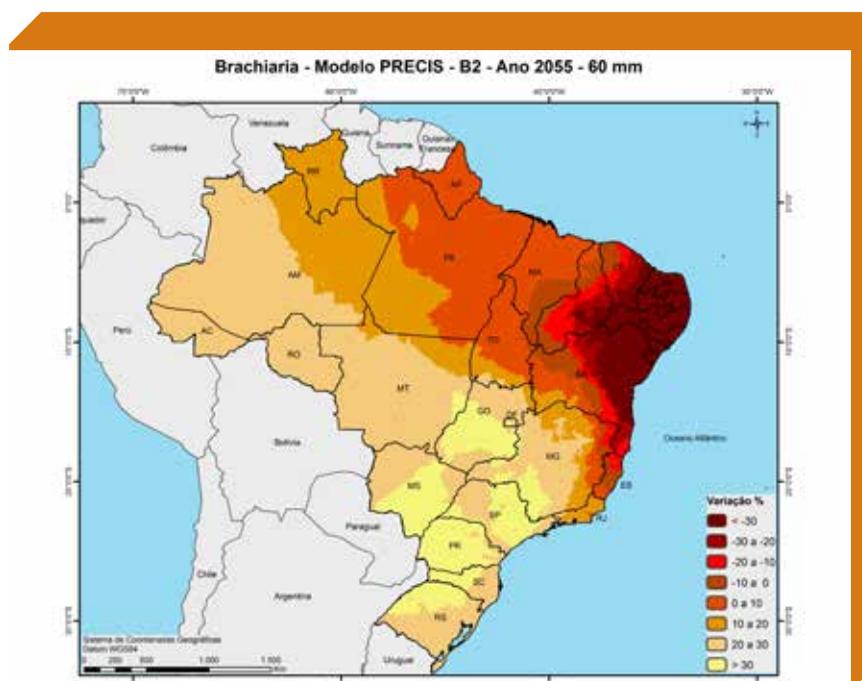
Dr. José Ricardo Pezzopane

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste
e-mail: jose.pezzopane@embrapa.br

Dra. Patrícia Menezes Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste
e-mail: patricia.santos@embrapa.br

Figura 1: Variação da produção anual de *B. brizantha* cv. Marandu em cenários de mudança climática B2 do modelo PRECIS em comparação ao cenário atual para os anos de 2055 para solos de textura média



Fonte: Giovana Maranhão Bettiol.

COMPILAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS E INDUÇÃO AO CONHECIMENTO DE FORMA ÁGIL NA REDE AGROHIDRO – CRITIC@

Maria Fernanda Moura¹; Silvio Roberto Medeiros Evangelista¹; Ivo Pierozzi Junior¹; Luis Eduardo Gonzales¹; Glauber Jose Vaz¹; Celina Maki Takemura⁴; Lineu Neiva Rodrigues²; Giampaolo Queiroz Pellegrino¹; Stanley Robson de Medeiros Oliveira¹; Luis Henrique Basso³

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados, ³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Instrumentação Agropecuária, ⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Territorial

A proposta do CRITIC@, como projeto componente do projeto “Impactos do uso agrícola e das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos em diferentes ecorregiões brasileiras: diagnose e estratégias mitigadoras” – AgroHidro, subsidiado pela Embrapa, foi concentrar as ações de análise e organização sistematizada da informação utilizada e produzida pela Rede AgroHidro – formada por pesquisadores brasileiros. Procurou-se melhorar a gestão do conhecimento técnico-científico em recursos hídricos e sua aplicação na adaptação à mudança do clima, fornecendo um ferramental de análise da informação, que facilitasse, não apenas, a identificação de bibliografia e outras fontes de material de divulgação, mas que permitisse o cruzamento de informações de diversas fontes, a fim de avaliar o caminho percorrido pela rede em PD&I e as metodologias com maior potencial de adaptação aos impactos da mudança do clima (Figura 1). A proposta objetivou: 1) obter análises, considerando passado e presente, em tendências tecnológicas, de pesquisa e desenvolvimento, em recursos hídricos no Brasil e localizando as estimativas obtidas no tempo e espaço; 2) contribuir com processos de busca e levantamento tecnológico, com uma organização e recuperação da informação própria, que demandam análises cruzadas de dados; 3) especificar e validar a organização do conhecimento de recursos hídricos em uma estrutura ontológica por meio de estreita parceria entre os pesquisadores da área de recursos hídricos e de informação; 4) prover um ambiente de busca inteligente de informação técnico-científica utilizada e produzida pela Rede AgroHidro; 5) gerar metodologia semi-automatizada de organização e disponibilização de informação técnico-científica para projetos em rede similares e para a proposição de ações de adaptação.

RESULTADOS

- Com base no ferramental do CRITIC@ foi possível apresentar uma metodologia semi-automática para construir portfólios tecnológicos, a partir de um grande número de publicações técnico-científicas, ilustrada na Figura. Para delimitar o conjunto de dados foi utilizado um sistema de busca confiável sobre uma base validada de publicações, selecionadas do Sistema Aberto e Integrado de

Informação em Agricultura (SABIA), que cobre todo o domínio de interesse. Para a construção do portfólio foram adotados: alguns recursos linguísticos – como dicionários construídos pelos especialistas no domínio; técnicas de extração de informações nos textos por similaridade; técnicas de análise estatística descritiva (percentis, gráficos); e, técnicas de reconhecimento de padrões associativos (análise de regras de associação). O experimento conduzido mostrou a aplicabilidade da metodologia, tendo resultado em um portfólio de tecnologias adaptadoras do uso da água na agricultura. Com base nesse portfólio foram geradas regras de associação para identificar a relação entre tecnologias, localidade e culturas, nas regiões do Brasil, com a finalidade de subsidiar especialistas do domínio na verificação de quais tecnologias podem ser adaptadas para os biomas brasileiros e adaptá-los aos impactos da mudança do clima; e

- Com base nesse portfólio e as regras de associação para identificar a relação entre tecnologias, localidade e culturas, nas regiões do Brasil, os especialistas do domínio devem verificar quais tecnologias podem ser adaptadas para os biomas brasileiros, ou se, as informações apresentadas não forem suficientes para essa tomada de decisão, realimentar o processo (aumentando vocabulário de domínio, etc) até que os resultados apresentados sejam úteis para essa tarefa.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Não há um plano de manutenção ou evolução do Projeto. Como os resultados foram muito bons, vários dos seus componentes para extração de informação, identificação e desambiguação de topônimos, identificação de tópicos em coleções de textos e extração de item sets (formato para uso em regras de associação) têm sido utilizados e evoluídos em outros projetos da Embrapa Informática Agropecuária e da Embrapa Territorial.

DADOS PUBLICADOS EM:

MOURA, M. F.; TAKEMURA, C. M.; SILVA, I. L. C.; TÁPIAS, L. M.; OLIVEIRA, C. T. de; BASSOI, L. H.; OLIVEIRA, S. R. de M. Metodologia para a construção de portfólios tecnológicos agrícolas a partir de publicações técnico-científicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 11., 2017, Campinas. Anais [...]. Campinas: Editora da Unicamp; Embrapa Informática Agropecuária, 2017. p. 537-546.

COORDENADORES DO PROJETO

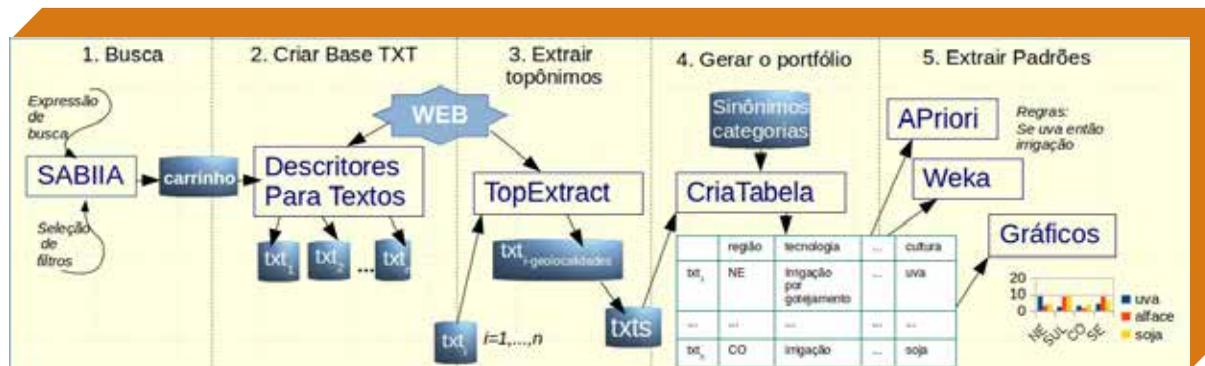
Dra. Maria Fernanda Moura

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária
e-mail: maria-fernanda.moura@embrapa.br

Dr. Silvio Roberto Medeiros Evangelista

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária
e-mail: silvio.evangelista@embrapa.br

Figura 1: Metodologia semiautomática para a construção de portfólios tecnológicos



Fonte: Moura et. al. (2017).

ZONEAMENTOS AGROECOLÓGICOS (ZAES)

José Coelho de Araújo Filho¹; José Carlos Pereira dos Santos¹; Alexandre Hugo Cezar Barros¹; André Júlio do Amaral¹; Flávio Adriano Marques¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos

Os Zoneamentos Agroecológicos (ZAES) são instrumentos de planejamento multitemáticos cujo objetivo principal é o planejamento de uso das terras com critérios de sustentabilidade. Incluem informações de solos, uso e cobertura das terras, clima, potencial pedológico por cultura, aptidão climática por cultura, potencial pedoclimático por cultura, potencial de terras para irrigação, potencial agroecológico das terras, recursos hídricos, entre outros. O tema que merece destaque é levantamento de solos, pois constitui a “coluna dorsal” dos ZAES. Trata da cartografia pedológica individualizando unidades de mapeamento e suas peculiaridades ambientais. Daí porque, é o tema que dá suporte a todas as interpretações pedológicas que integram os ZAES. Integrados em um SIG, o conjunto de temas permite consultas rápidas facilitando tomadas de decisão por parte dos usuários. Os ZAES viabilizam, de um lado, a reduzir os riscos inerentes à produção agrícola, e de outro, a incrementar o ganho de produtividade das lavouras. Estudos recentes indicam que para cada R\$ 1,00 investido nos ZAES, pode-se recuperar R\$ 12,60 em benefícios para a sociedade.

RESULTADOS

Os principais resultados dos ZAES, abrangendo os biomas Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado, são mapas e textos explicativos especialmente sobre os potenciais pedoclimáticos e de terras para irrigação. Tais resultados podem viabilizar intervenções estratégicas visando o desenvolvimento do meio rural em bases sustentáveis. Uma noção integrada da região do Nordeste do Brasil, inclusive do norte de Minas Gerais, foi obtida por meio do Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE) (SILVA *et al.*, 1993). Já no âmbito estadual, os principais ZAES realizados na escala 1:100.000 foram o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE) (SILVA *et al.*, 2001) e o Zoneamento Agroecológico de Alagoas (ZAAL) (SANTOS *et al.*, 2013). Em escala municipal (1:50.000) está em andamento o Zoneamento do Potencial Pedoclimático da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba (ZON-PB) (Tabela). No ZAPE foram zoneadas, em dois níveis tecnológicos (média e alta tecnologias) e em três cenários climáticos (anos secos, regulares e chuvosos), as culturas do algodão

herbáceo, café arábica, cana-de-açúcar, feijão comum, feijão vigna, mamona, mandioca, milho e sorgo. O ZAAL foi semelhante ao ZAPE, exceto o café. Um exemplo do potencial pedoclimático para a cana-de-açúcar pode ser visto na Figura. No ZON-PB, as culturas a serem zoneadas serão o milho, o sorgo, a cana-de-açúcar e o abacaxi. Estudos recentes realizados pela Embrapa Solos indicam que os ZAES, se bem utilizados, trazem retorno em mais de 10 vezes aos investimentos para sua realização. No caso específico do ZAAL foi estimado que para cada R\$ 1,00 investido, pode-se recuperar R\$ 12,60 em benefícios para a sociedade. Os ZAES também facilitam a implantação de tecnologias agropecuárias disponíveis conforme os ambientes zoneados, a exemplo das barragens subterrâneas, iLPF, entre outras. Por considerar distintos cenários climáticos, os ZAES também viabilizam uso das terras levando em conta às mudanças climáticas. O público alvo dos ZAES abrange usuários sobretudo do setor agropecuário e ambiental.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Atualização dos ZAES e publicação em WebGis para facilitar o acesso público; e
- Concluir o projeto ZON-PB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- SANTOS, J. C. P.; ARAÚJO FILHO, J. C.; BARROS, A. H. C.; ACCIOLY, L. J. O.; TAVARES, S. C. C. H.; SILVA, A. B. Zoneamento agroecológico do estado de Alagoas. Recife: Embrapa Solos UEP Recife; Secretaria de Estado de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário de Alagoas, 2013. u. 9, 11 p.
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: Embrapa/CPATSA; Recife: Embrapa/CNPS, 1993. u. 2. (Documento 80).
- SILVA, F. B. R.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUSA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. Q. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco. Recife: Embrapa Solos-UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco – Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001. (Documentos 35).

COORDENADORES DO PROJETO**Dr. André Júlio do Amaral**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos (ZON-PB)

e-mail: andre.amaral@embrapa.br

Dr. José Carlos Pereira dos Santos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos (ZAAL)

e-mail: josecarlos.santos@embrapa.br

Dr. Fernando Barreto Rodrigues e Silva

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Solos (ZANE e ZAPE)

e-mail: fernandobrsilva@globo.com

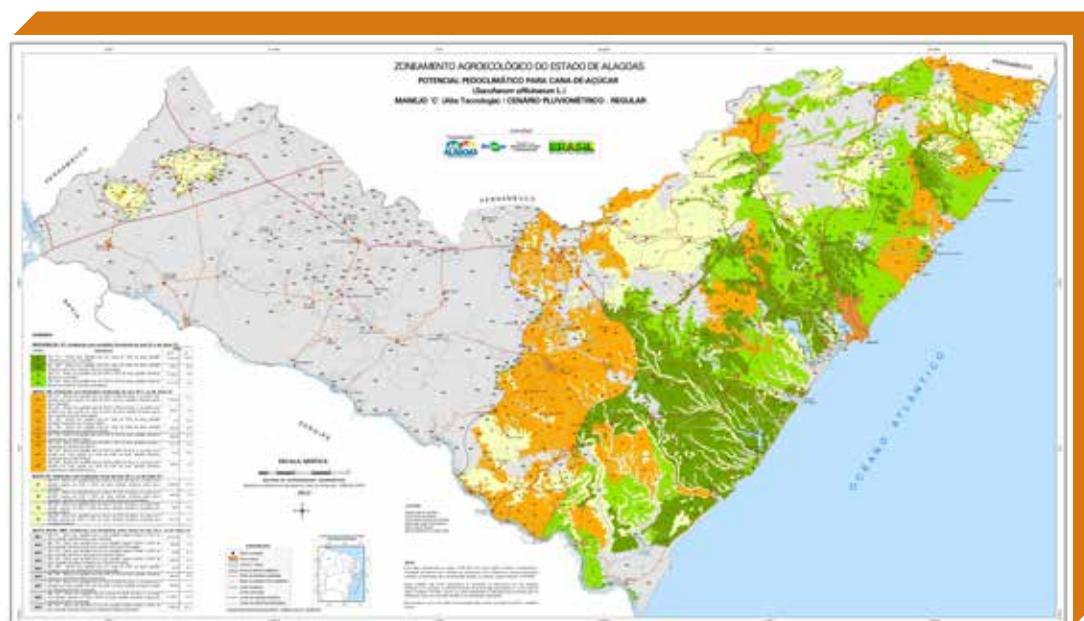
Tabela 1: Zoneamentos Agroecológicos (ZAEs) no Nordeste do Brasil

Projeto (ZAE)1	Escala	Divulgação	Financiamento	Publicação
ZANE	1:2.000.000	Livros e CD-ROM	Embrapa/ Sudene	1993
ZAPE	1:100.000	CD-ROM	Governo (PE)	2001
ZAAL	1:100.000	DVD	Governo (AL)	2013
ZON-PB	1:50.000	WebGis	Governo (PB)	Em andamento

Legenda: 1ZANE: Zoneamento Agroecológico do Nordeste; ZAPE: Zoneamento Agroecológico de Pernambuco; ZAAL: Zoneamento Agroecológico de Alagoas; ZON-PB: Zoneamento do Potencial Pedoclimático da Área de Influência do Canal das Vertentes Litorâneas da Paraíba.

Fonte: própria autoria.

Figura 1: Potencial pedoclimático da cultura da cana-de-açúcar no estado de Alagoas no manejo de solos com alta tecnologia e cenário climático para anos regulares



Crédito: Santos et al. (2013).

ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO (ZARC)

José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro¹; Falberni de Souza Costa¹; Marlos Alves Bezerra¹; Éder Comunello¹; Cornélio Alberto Zolin¹; José Rodrigues Pereira¹; Nagib Jorge Melém Júnior¹; Isaac Cohen Antônio¹; Alailson Vesceslau Santiago¹; Silvano Carlos da Silva¹; Fernando Antônio Macena da Silva¹; Silvio Steinmetz¹; Dirceu Kepler¹; Maurício Antônio Coelho Filho¹; Osvaldo Machado Rodrigues Cabral¹; Aderson Soares Andrade Junior¹; Daniel Pereira Guimaraes¹; Balbina Maria Araujo Soriano¹; José Ricardo Macedo Pezzopane¹; Balbino Antônio Evangelista¹; Admar Bezerra Alves¹; Magna Soelma Beserra de Moura¹; José Renato Boucas Farias¹; Alexandre Hugo Cezar Barros¹; Wenceslau Geraldes Teixeira¹; Ana A. Gama da Silva¹; Gilberto Rocca da Cunha¹; Marco Antônio Fonseca Conceição¹; Rosana Higa¹; Giampaolo Queiroz Pellegrino¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) foi implementado a partir de 1996 com o objetivo de delimitar municípios e épocas de plantio com base no risco agroclimático. Tem em sua base, uma rede de pesquisadores e técnicos da Embrapa e várias outras instituições estaduais e uma elaborada construção de sistemas de análise de dados agrometeorológicos e simulação matemática, que quantificam o risco de produção nas condições climáticas normais de cada região, a fim de permitir a adequada avaliação da variabilidade de cada local, época e suas consequências para as culturas agrícolas (Figura 1).

A metodologia do ZARC está baseada na determinação do índice de satisfação das necessidades de água (ISNA) e, a partir dele, na frequência de ocorrência de eventos adversos que afetam gravemente ou impedem o desenvolvimento, crescimento ou a produtividade satisfatória das culturas agrícolas.

O ZARC proporcionou resultados relevantes para a redução das ocorrências de perdas de safra, redução dos saldos deficitários e frequência de fraudes no Proagro. Estima-se uma economia para o País de aproximadamente de R\$1 bilhão ao ano.

Atualmente, os resultados do ZARC são utilizados no Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), no Proagro mais, voltado aos pequenos produtores vinculados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e no Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR) e também como condicionantes para aprovação de crédito agrícola para linhas de financiamento independentes dos programas mencionados acima.

Numa outra vertente de uso do desenvolvimento tecnológico promovido pelo ZARC, seus modelos matemáticos e bases de dados são usados na simulação de cenários agrícolas futuros. Essas simulações são a base para análises de vulnerabilidade e de alternativas para o aumento da capacidade adaptativa e resiliência dos sistemas agrícolas.

O ZARC também contribui para a adaptação dos sistemas agrícolas ao impor condicionantes para a aprovação do crédito, induzindo boas práticas e tecnologias adaptadoras adotadas diretamente pelo agricultor durante a safra.

RESULTADOS

O próprio ZARC, com suas orientações e uso no âmbito da política agrícola nacional, bem como no setor financeiro na concessão de crédito, é o principal resultado do projeto. O ZARC, coordenado pela Embrapa em conjunto com o MAPA, realizou, de 2016 a 2018, cerca de quinze zoneamentos nacionais, 70 reuniões de validação, nos diversos estados brasileiros, com mais de 1.400 participantes. Desenvolvimentos mais recentes e resultados específicos:

- Sistema "CONPREES - Plataforma computacional de controle de qualidade, preenchimento de falhas e especialização de dados meteorológicos;
- Maior detalhamento espacial dos resultados;
- Estimativas mais precisas da demanda hídrica atmosférica, consumo hídrico das culturas e períodos de déficit e excedente hídrico;
- Modelos de cultura mais detalhados e com mais recursos de simulação, inclusive de cenários futuros de vulnerabilidade;
- Melhor consistência temporal e maior universo amostral, permitindo avaliar um maior número de eventos;
- Melhor avaliação do nível de incerteza associada; e
- Menor incerteza nos resultados gerados, fator essencial na tomada de decisão sobre ações de adaptação.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Como próximas etapas e/ou desafios, considera-se necessário:

- Aumentar a escala de execução atual, de 4 a 5 culturas por ano, para 15 a 20 culturas por ano;
- Ampliar os estudos de zoneamento para culturas e sistemas ainda não contempladas;
- Desenvolver e adaptar metodologias de modelagem para a quantificação sistemática de risco por faixa de produtividade;
- Desenvolver e aplicar metodologias para a avaliação de sistemas de produção resilientes, menos suscetíveis aos eventos meteorológicos adversos;
- Desenvolver um sistema de monitoramento de sinistros climáticos;
- Dotação orçamentária específica e previsível para a manutenção de estudos de ZARC, ou sistemas de avaliação e monitoramento de riscos; e
- Modelo mais adequado de gerenciamento de recursos.

DADOS PUBLICADOS EM:

CUNHA, G. R.; ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 377-385, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Indicadores de Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Portarias ministeriais no Diário Oficial da União. 2020. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>.

SANTOS, W. G.; MARTINS, J. I. F. O Zoneamento Agrícola de Risco Climático e sua contribuição à agricultura brasileira. Política Agrícola, Ano XXV, n. 3, 2016.

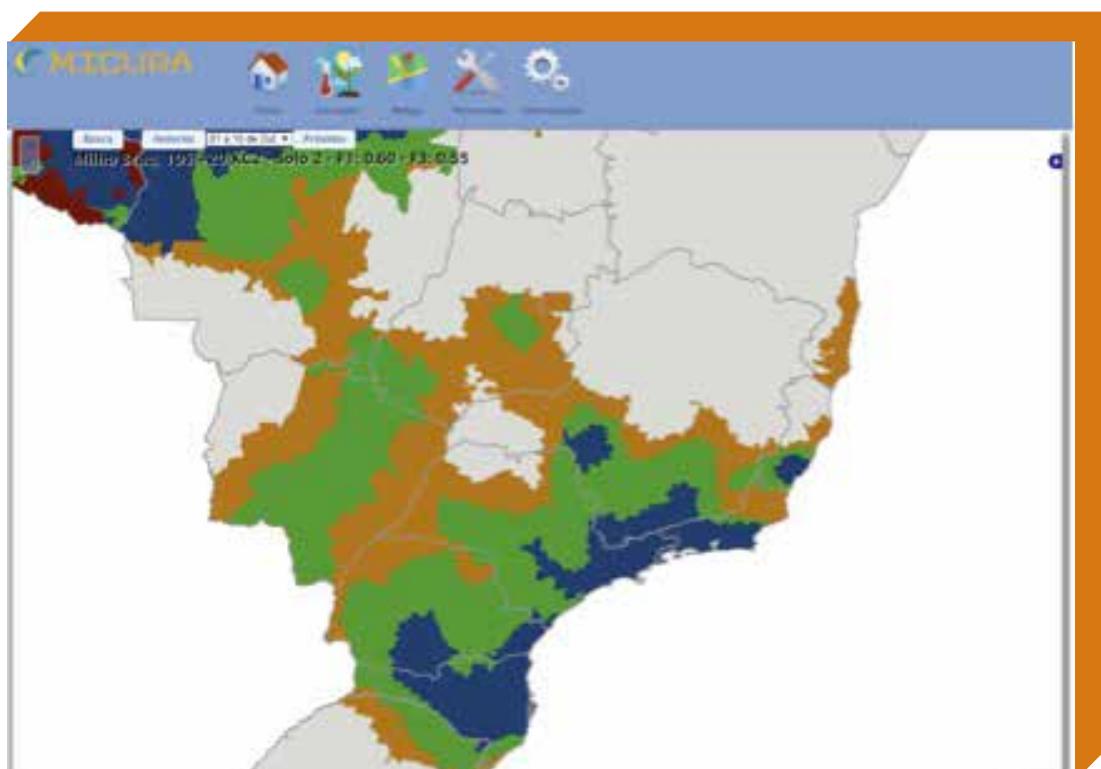
STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. Início dos estudos sobre Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 27 p. (Documento 312).

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Informática Agropecuária
e-mail: eduardo.monteiro@embrapa.br.

Figura 1: Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) para o milho cultivado no sistema milho-braquiária, cultivares de ciclo precoce e solos de média capacidade de armazenamento hídrico, com semeadura no primeiro decêndio de outubro



Fonte:

TERMOGRAFIA INFRAVERMELHO PARA DIAGNOSTICAR CONDIÇÕES BIOCLIMÁTICAS EM SISTEMAS PECUÁRIOS NO BIOMA AMAZÔNIA

Lucieta Guerreiro Martorano¹; Alexandre Rossetto Garcia¹; Lílian Kátia Ximenes Silva²; João Maria do Amaral Júnior³; Daniel Vale Barros⁴; João Paulo Ferreiro Rufino⁵; Samária Letícia Carvalho Silva Rocha⁶; Paulo Campos Christo Fernandes¹; Patrícia Perondi Anhão Oliveira¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, ² Universidade da Amazônia, ³ Instituto Federal do Amapá, ⁴ Ministério da Marinha, ⁵ Universidade Federal do Amazonas, ⁶ Universidade Federal do Oeste do Pará

Na agropecuária brasileira, ampliam-se a adoção de tecnologias capazes de ampliar as avaliações de variáveis-respostas, considerando-se processos no sistema solo-planta-animal-atmosfera. Com a termografia infravermelho é possível diagnosticar em tempo real diferentes padrões térmicos em alvos de interesse técnico-científico. Em sistema de produção pecuário (McMANUS *et al.*, 2016), os termogramas têm subsidiado avaliações capazes de apontar indicadores de conforto térmico animal, sanidade de rebanhos, padrões de qualidade em pastagens (PILATO *et al.*, 2018b), comportamento animal e termorregulação associados às condições bioclimáticas (PERISSINOTTO *et al.*, 2006; MALAMA *et al.*, 2013; KOTRBA *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2008; MEDEIROS *et al.*, 2001; AGGARWAL; SINGH, 2008; MARAI; HAEEB, 2010; SILVA *et al.*, 2010, MENEGASSI *et al.*, 2015). O método não é invasivo (ROBERTO; SOUZA, 2014) e apresenta alto potencial de uso em diagnósticos rápidos na tomada de decisão, principalmente em estratégias de melhoria das condições térmicas, em ambientes abertos e controlados. Possibilita a aferição das temperaturas de construções (PLEŠU *et al.*, 2012), inclusive de instalações zootécnicas.

RESULTADOS NO BIOMA AMAZÔNIA

Apoio financeiro em Projetos como na Rede PECUS, captação de bolsa de mestrado, doutorado e pós-doutorado (edital CAPES/Embrapa) e, aquisição de equipamentos como uma câmera termográfica (CTINFRA/CNPq) permitiram a obtenção de resultados de pesquisas inovadores. A viabilização de bolsas para apoiar na formação de novos profissionais na região (graduação, mestrado, doutorado e pós-doutorado) e, a ampliação de oportunidades de novas investigações científicas pelas equipes envolvidas nesses projetos foram determinantes na obtenção de resultados como:

- Variáveis climáticas na estação seca na Ilha de Marajó apontaram que os búfalos são propensos a apresentar estresse térmico, principalmente entre 10 h e 14 h (JOSET *et al.*, 2018);
- Os índices de conforto térmico para búfalos apontaram alto nível de eficiência na avaliação do status de conforto térmico sob condições ambientais na área da pesquisa (PANTOJA *et al.*, 2018);
- Padrões térmicos foram mais elevados em áreas com pastagens em vias de degradação com solo exposto do que em áreas de vegetação secundária e alvos em fêmeas bovinas adultas (PILATO *et al.*, 2018b);
- Em sistema silvipastoril em Belém-PA, verificou-se que búfalas Murrah com acesso à sombra de árvores, cujo microclima apresenta menores valores de temperatura do ar, índice de temperatura do globo e umidade relativa do ar, estavam em melhores condições de conforto térmico (SILVA *et al.*, 2011);
- A capacidade de termorregulação, padrões térmicos escrotais e a qualidade do sêmen de touros búfalos foram eficientes na dissipação de calor em dias com altas temperaturas e elevados níveis de umidade do ar (SILVA *et al.*, 2018);
- Em períodos do dia com temperaturas elevadas em sistema pecuário extensivo, sem árvores nas pastagens, os animais passaram longo período em ócio (AMARAL JÚNIOR *et al.*, 2016), reforçando a importância do conforto térmico aos animais nos sistemas de produção;
- As pastagens degradadas com extensas áreas com solo exposto apontaram elevadas temperaturas ao comparar com as áreas com vegetação secundária e alvos em animais nos horários de maior intensidade de radiação no oeste do Pará (PILATO *et al.*, 2018b); e
- Padrões térmicos em sistemas de produção apontaram respostas exitosas que reforçam a ampla aplicação da termografia em infravermelho próximo, nas análises no sistema solo-planta-
- Diferentes regiões anatômicas apontaram correlações térmicas com índices bioclimatológicos de conforto térmico em búfalos na Amazônia Oriental (BARROS *et al.*, 2015);
- A temperatura máxima da órbita ocular foi a variável resposta mais correlacionada à temperatura retal. Oscilações na temperatura de órbita ocular, flanco direito, flanco esquerdo e escroto foram aferidas em bubalinos, a partir dos dados termográficos (BARROS *et al.*, 2016);

animal-atmosfera (BARROS *et al.*, 2016; BARROS *et al.*, 2015; BRCKO *et al.*, 2020; PANTOJA *et al.*, 2018; PIRES *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2016a; SILVA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2018a; SILVA *et al.*, 2018b; PIRES *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2018; BARROS *et al.*, 2015; MONTEIRO *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2016b; SOUSA *et al.*, 2016). Resultados também foram apresentados em palestra no AMAZONVET e no Congresso Nacional de Animais Selvagens (MARTORANO, 2019), a convite da comissão organizadora. Na Figura 1 é possível identificar imagens de padrões térmicos, a partir de diagnósticos termográficos, no bioma Amazônia.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Os projetos foram todos concluídos. Todavia, como as redes de pesquisa foram se consolidando ao longo do período e vigência desses projetos, ressalta-se que novas investigações científicas vêm sendo realizadas pelo alto potencial de diagnosticar padrões térmicos em diferentes alvos com a termografia infravermelho na Amazônia.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Patrícia Perondi Anchoa Oliveira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Pecuária Sudeste
e-mail: patricia.anchao-oliveira@embrapa.br

Dra. Lucieta Guerreiro Martorano

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental
e-mail: lucieta.martorano@embrapa.br

DADOS PUBLICADOS EM:

AMARAL JUNIOR, J. M.; MORAIS, E.; CARMO, E. S. N.; SOUSA, M. A. P.; SILVA, B. A.; MARTORANO, L. G.; BERNDT, A.; SILVA, A. G. M. Enteric methane emission of female buffaloes supplemented with palm kernel cake in the Amazon biome. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGROPECUÁRIA – SIGEE, 2., [S. l.], 2016. p. 53-57.

BARROS, D. V.; SILVA, L. K. X.; KAHWAGE, P. R.; SILVA, A. O. A.; SILVA, A. G. M.; FRANCO, I. M.; MARTORANO, L. G.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; ROMANELLO, N. Assessment of scrotal thermography and semen quality in buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) raised under humid tropical environment. In: ANNUAL MEETING OF THE BRAZILIAN ERNBRYO TECHNOLOGY SOCIETY (SBTE), 29., 2015, Gramado.

BARROS, D. V.; SILVA, L. K. X.; KAHWAGE, P. R.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. G. M.; FRANCO, I. M.; MARTORANO, L. G.; GARCIA, A. R. Assessment of surface temperatures of buffalo bulls (*Bubalus bubalis*) raised under tropical conditions using infrared thermography. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 68, p. 422-430, 2016.

Continuação no Anexo

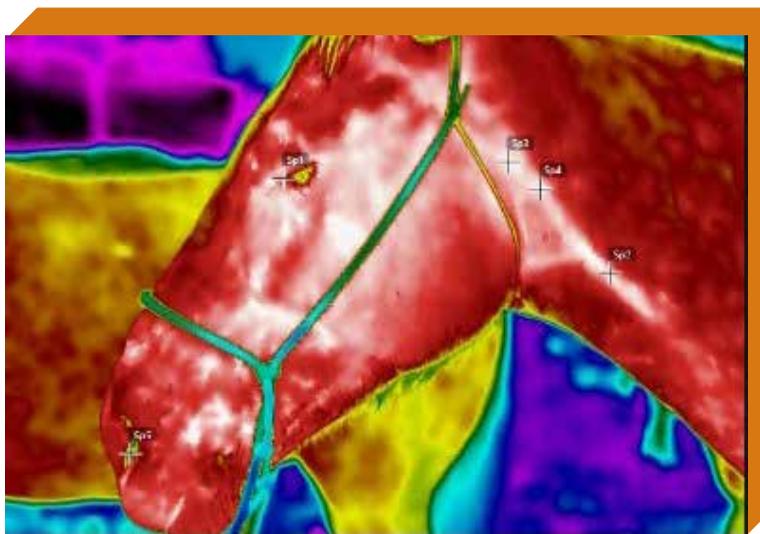
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGGARWAL, A.; SINGH, M. Changes in skin and rectal temperature in lactating buffaloes provided with showers and wallowing during hot-dry season. Tropical Animal Health Production, v. 40, p. 223-228, 2008.

JOSET, W. C. L.; SILVA, J. A. R. da; GODINHO, L. A.; BARBOSA, A. V. C.; MARTORANO, L. G. LOURENÇO JUNIOR, J. de B. Thermoregulatory responses of female buffaloes reared under direct sunlight and shaded areas in the dry season on Marajó Island, Brazil. Acta Sci., Anim. Sci., [Online], v. 40, e37641, 2018.

Continuação no Anexo

Figura 1: Imagem termográfica em sistema de produção pecuária em data de monitoramento a campo de 16/09/2017, na Amazônia



Crédito: Lucieta Martorano.

3

USO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE



Estratégia de uso e conservação da biodiversidade para adaptação da agropecuária brasileira às mudanças do clima

Bráulio Ferreira de Souza Dias¹

¹ Universidade de Brasília

Biodiversidade ou diversidade biológica refere-se ao conjunto de variedade de formas de vida da flora, da fauna, dos fungos e dos microrganismos (tanto nativas quanto domesticadas) em nosso planeta, incluindo toda a variabilidade genética dentro e entre as populações de uma mesma espécie, toda a diversidade de espécies e toda a diversidade de comunidades e ecossistemas existentes nos diferentes biomas em áreas continentais e marinhas. Associado ao conceito de biodiversidade temos o conceito de serviços ecossistêmicos que referem-se aos benefícios resultantes do funcionamento dos ecossistemas, ou seja, do conjunto dos processos fisiológicos e ecológicos das diferentes espécies que compõem os ecossistemas. Os “Serviços ecossistêmicos”, “Serviços Ambientais” ou as “Contribuições da Natureza para a Humanidade” foram bem desenvolvidos e explicados cientificamente na “Avaliação Ecossistêmica do Milênio” lançado pela ONU em 2005, resultado da contribuição de 1360 cientistas entre 2001 e 2005, e mais recentemente na “Global Biodiversity Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services” lançado em março de 2019 pela Plataforma Intergovernamental para Ciência e Políticas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES). Atualmente são reconhecidas três grandes classes de serviços ecossistêmicos: 1) de Regulação (criação e manutenção de habitats, polinização e dispersão de sementes, da qualidade do ar, do clima, da acidificação dos oceanos, da quantidade de água doce, da qualidade da água doce e das águas costeiras, formação e proteção dos solos, dos eventos extremos, etc.), 2) de Provisão Material (energia, alimentos e fibras, materiais de construção, medicamentos e bioquímicos, recursos genéticos, etc.), 3) de Provisão Não Material ou Cultural (experiências físicas e psicológicas, aprendizado e inspiração, apoio às identidades, etc.).

Por que temos tanta biodiversidade no Planeta Terra? A explicação científica mais aceita é que nosso planeta é dinâmico ao longo do tempo e heterogêneo espacialmente que resultou num processo de seleção natural que favoreceu o desenvolvimento e a predominância de reprodução sexuada sobre reprodução assexuada. Reprodução sexuada resulta em proles que são geneticamente diferentes dos pais e diferentes entre si – esta variabilidade genética aumenta as chances dos indivíduos possuírem características que favoreçam sua adaptação e sobrevivência às alterações e distúrbios ambientais aos quais estão submetidos continuamente. Portanto, biodiversidade é a resposta da natureza à imprevisibilidade das condições ambientais em nosso planeta ao longo do tempo e do espaço (WILLIAMS, 1975). Até certo ponto as espécies e ecossistemas estão aptos a se adaptar às mudanças climáticas promovidas pelo grande aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) resultantes do consumo de combustíveis fósseis, desmatamento e conversão dos ecossistemas.

Assim, visando promover a capacidade dos agroecossistemas se adaptarem às mudanças climáticas, a primeira recomendação é aumentar a diversidade biológica em todos os níveis de organização da vida e em todas as escalas geográficas, incluindo: 1) ampliar a variabilidade genética das espécies domesticadas manejadas (ampliando a diversidade de cultivares vegetais e raças animais utilizados, fazendo uso de variedades crioulas e parentes silvestres nos programas de melhoramento); 2) ampliar a diversidade de espécies manejadas (dentro de cada propriedade rural, cada microbacia e cada bioma); 3) diversificar os sistemas de produção e promover agroecossistemas diversificados; 4) promover a conservação, o uso sustentável e

a restauração de ecossistemas nativos no meio das paisagens produtivas; 5) reduzir o gargalo genético e de espécies domesticadas utilizadas na agropecuária e na alimentação em todas as escalas, da local à global. Obviamente, a redução ou perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos causa impactos e restringe nossas opções futuras (DIAS, 2017; 2019).

Os organismos e ecossistemas se adaptam às variações e aos distúrbios ambientais de várias maneiras, incluindo o desenvolvimento de estratégias de: 1) resistência ou tolerância (capacidade de um indivíduo, espécie ou ecossistema de aturar e sobreviver a um evento ou a uma sucessão de eventos de distúrbio sem um dano significativo às suas estruturas e seu funcionamento, a exemplo de árvores do Cerrado protegidas com espessa casca corticosa, que resistem aos impactos do fogo); 2) resiliência (capacidade e velocidade de um indivíduo, uma espécie ou um ecossistema de se recuperar a um evento ou a uma sucessão de eventos de distúrbio recompondo suas estruturas e funções, a exemplo das plantas herbáceas do Cerrado, que possuem estruturas subterrâneas bem desenvolvidas com tubérculos e gemas que permitem reconstruir rapidamente as estruturas epigeas, acima do solo, destruídas pelo fogo); 3) resposta fenológica ou por deslocamento; e 4) substituição de espécies ou de comunidades e ecossistemas.

Mudanças climáticas, além de alterarem a temperatura e a precipitação pluviométrica, alteram também a duração e o início das estações do ano, provocando grandes impactos, como o desencontro entre as épocas de emergência e o voo das abelhas na primavera e a época das floradas das plantas com conseqüente redução da polinização e aumento do déficit de polinização. A adaptação, nesse caso, requer que mudanças fenológicas sejam selecionadas ao longo de gerações ou então a ocorrência de deslocamentos das populações ao longo de gradientes latitudinais ou altitudinais em busca de condições ambientais adequadas, com maior sincronização fenológica, de temperatura e umidade, tanto na forma de deslocamentos geográficos definitivos como deslocamentos sazonais, resultando em novos padrões de migração e dispersão das espécies e dos ecossistemas.

Nos estudos referentes a impactos ambientais sobre os organismos e ecossistemas, é útil diferenciar os conceitos de distúrbio e perturbação: distúrbio é qualquer alteração no meio ambiente e perturbação refere-se a qualquer distúrbio que se estende para além dos limites de normalidade de um sistema durante um dado período ou que represente uma novidade para o sistema, um tipo novo de distúrbio. Entretanto, nem todos os ecólogos usam consistentemente as mesmas definições para distúrbio, perturbação e estresse (BARRETT; ROSENBERG, 1981) e uma opção é usar as definições adotadas pelo IPCC e pelo IPBES.

Nos casos mais severos de alteração e distúrbios, que podem ser caracterizados como perturbações, ocorre um processo natural de substituição de espécies nos ecossistemas, com espécies mais vulneráveis migrando ou se extinguindo e sendo substituídas por espécies mais resistentes ou por espécies provenientes de outros ecossistemas mais adaptados aos novos estresses ambientais. Ao final desse processo, podemos detectar a redução em área de alguns tipos de habitats e ecossistemas e a ampliação em área de outros. No caso de agroecossistemas, esse processo pode resultar na substituição completa de sistemas de produção e espécies cultivadas.

Cabe destacar, também, que os impactos e as soluções de adaptação às mudanças climáticas ocorrem em diferentes escalas: na lavoura, no pasto ou na agrofloresta, na propriedade rural, na microbacia, no bioma, no continente e no mundo. Isso se aplica tanto à biodiversidade como aos serviços ecossistêmicos. Por exemplo, na escala global e entre biomas, alterações climáticas no Saara africano podem afetar a quantidade de nutrientes transportados nas tempestades de areia para a Floresta Amazônica; a redução na extensão da Floresta Amazônica pode afetar a quantidade de chuvas nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, transportadas pelos chamados "rios voadores"; a redução na cobertura vegetal e o aumento na retirada de água para irrigação na agropecuária e consumo urbano nos biomas Cerrado e Mata Atlântica podem provocar o rebaixamento no lençol freático e o secamento de nascentes, transformando riachos e rios perenes em intermitentes; e o desmatamento de florestas e a drenagem de áreas úmidas reduzem a capacidade dos ecossistemas de tamponar os impactos da escassez e do excesso de águas provocados pela maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos de secas e chuvas.

Os artigos apresentados nesta coletânea podem ser distribuídos em função dos problemas abordados, conforme proposto a seguir.

1. Conservação e manejo de sistemas biodiversos e incorporação de novas espécies para aumentar a biodiversidade dos agroecossistemas

O manejo de sistemas biodiversos e a incorporação de novas espécies se dividem em quatro grupos: manejo de ecossistemas nativos; estabelecimento de sistemas agroflorestais e sistemas agrícolas biodiversos; enriquecimento de pastagens e pomares; e plantas nativas subutilizadas.

O primeiro grupo trata do manejo de ecossistemas nativos biodiversos, especialmente do manejo de pastagens nativas nos biomas da Caatinga e do Pantanal e da conservação e do manejo de campos nativos com butiá, os butiazais, nos Campos Sulinos. As florestas e os campos/savanas nativas são muito abundantes no Brasil, muito utilizados no extrativismo e presentes nas Reservas Legais exigidas pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (antigo Código Florestal), que são espaços de conservação (diferente de preservação) para manejo de recursos naturais. Portanto, a ausência nesta coletânea de pesquisas, que existem no Brasil, sobre manejo de outros tipos de pastagens e de florestas nativas representa uma grande lacuna.

O segundo grupo trata do estabelecimento e manejo de sistemas agroflorestais e de sistemas agrícolas biodiversos em regiões outrora cobertas por florestas com projetos agroflorestais em São Paulo (Mata Atlântica), Rondônia (Floresta Amazônica) e Piauí (Caatinga) e por sistemas agrícolas biodiversos em São Paulo (Mata Atlântica) e no submédio São Francisco (Caatinga). Existe uma grande diversidade de sistemas agroflorestais no país, bem como sistemas tradicionais de consorciação de culturas que merecem mais atenção no contexto de se promover sistemas agrícolas mais biodiversos como adaptação às mudanças climáticas. Uma linha de pesquisa ainda inexistente no país, mas já praticada na América do Norte e na Europa, é a restauração de faixas de vegetação nativa biodiversa no meio de extensas áreas de monoculturas para melhorar a sustentabilidade e a adaptação às mudanças climáticas (LIEBMAN; SCHULTE, 2015)(Figura 1).

Figura 1: Faixa de pradaria reconstruída e integrada em lavoura de milho em Iowa, EUA, em experimento para testar melhora de desempenho e resiliência



Fonte: Liebman; Schulte, 2015.

No Brasil, as faixas de vegetação nativa ribeirinhas e nas encostas protegidas como Áreas de Proteção Permanente (APPs), até certo ponto, desempenham esse papel de quebrar a continuidade de extensas áreas de monoculturas aumentando, portanto, sua sustentabilidade e adaptação às mudanças climáticas, tema que merece mais atenção nas pesquisas e que está ausente neste conjunto de artigos.

A área total no Brasil das Reservas Legais exigidas pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa é estimada em cerca de 1,33 milhões km² (15,6% do território continental brasileiro), estando

um percentual desconhecido necessitando de restauração, e a área total ocupada por APPs é estimada em 1,97 milhões km² (23,2% do território continental brasileiro), sendo que cerca de 152 mil km² necessitam de restauração com base em estudos da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) utilizando imagens de satélite de alta resolução nos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

O terceiro grupo trata do enriquecimento de pastagens e pomares na Caatinga e pastagens na Amazônia, especialmente com plantas nativas. Já o quarto grupo trata da identificação de plantas nativas de todos os biomas brasileiros subutilizadas, mas com alto valor nutricional, espécies e variedades. Trata-se de linha de pesquisa com grande potencial no Brasil devido à riqueza de nossa biodiversidade, das variedades crioulas e dos conhecimentos tradicionais existentes. Destaca-se o grande número de espécies vegetais que foram domesticadas por grupos indígenas nos diferentes biomas. Apenas na Floresta Amazônica estão documentadas entre 80 e 140 espécies domesticadas, em diferentes níveis de domesticação (CLEMENT et al., 2010; CLEMENT et al., 2015; FAUSTO; NEVES, 2018).

2. Avaliação e seleção de tolerância e resistência em plantas cultivadas

A avaliação e seleção de tolerância, resistência e resiliência em plantas cultivadas se dividem em dois grupos: resistência ou tolerância de plantas cultivadas e distribuição potencial de arbóreas nativas.

O primeiro grupo aborda o tema de resistência ou tolerância de cultivares nativos e exóticos cultivados no bioma Caatinga e no Sudeste. Os fatores estressantes avaliados foram: seca/estresse hídricos (presente em todos os artigos), estresse térmico (presente em quatro artigos) e aumento do CO₂ (presente em dois artigos). O segundo grupo contém um artigo sobre a distribuição potencial de arbóreas nativas.

3. Avaliação de mutualismos e parasitismo/predação

A avaliação de mutualismos e parasitismo/predação pode ser mais bem interpretada ao dividirmos os trabalhos em duas grandes abordagens: I) resposta fenológica ou deslocamento (presente em três artigos, tratando de sistemas de polinização de plantas cultivadas); e II) impactos sobre micro-organismos benéficos e maléficos, incluindo aqueles simbioses que auxiliam no crescimento das plantas (um artigo tratando de bactérias), e aqueles que são fitopatogênicos (um artigo tratando de fungos e bactérias), ambos na Caatinga.

Distribuição por bioma, temas e escalas dos artigos de pesquisa reportadas neste capítulo:

Os artigos apresentaram pesquisas realizadas em todos os biomas (11 na Caatinga, 4 na Mata Atlântica, 3 na Amazônia, 2 no Cerrado, 1 no Pantanal, 1 no Pampa e 4 que abrangem todos os biomas). O bioma com maior concentração de artigos foi a Caatinga, o que faz muito sentido, já que já é atualmente o bioma que sofre com os maiores estresses e imprevisibilidade climática e é o bioma onde se prevê os maiores impactos das mudanças climáticas nas próximas décadas.

Alguns temas abordados no Capítulo 3 não estão contemplados nos artigos recebidos, tais como resiliência de plantas cultivadas, outros mutualismos (herbivoria, micorrizas, flora intestinal de ruminantes etc.), outros serviços ecossistêmicos, além da polinização e da reciclagem de nutrientes no solo, como controle biológico de pragas, efeito tamponador de florestas e áreas úmidas etc. Da mesma forma, os artigos deste Capítulo não trataram das escalas espaciais de propriedade rural, microbacia, bioma, continente e mundo.

Referências bibliográficas

BARRETT, G. W. ;R ROSENBERG, R. (eds.). Stress effects on natural ecosystems. New York: John Wiley & Sons, 1981.

CLEMENT, C. R.; CRISTO-ARAÚJO, M. de; D'EECKENBRUGGE, G. C.; PEREIRA, A. A.; PICANÇO-RODRIGUES, D. Origin and domestication of native Amazonian crops. Diversity, v. 2, n. 1, p. 72-106. Mar. 2010.

CLEMENT, C. R.; DENEVAN, W. M.; HECKENBERGER, M. J.; JUNQUEIRA, A. B.; NEVES, E. G.; TEIXEIRA, W. G.; WOODS, W. I. The domestication of Amazonia before European conquest. Proceedings of the Royal Society Biological Sciences, v. 282, n. 1812, p. 1-9, Aug. 2015.

Continuação no Anexo

FINALIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE CULTIVARES DE FRUTEIRAS NATIVAS E EXÓTICAS PARA SISTEMAS DE PRODUÇÃO NO CERRADO

Fábio Gelape Faleiro¹; Nilton Tadeu Vilela Junqueira¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

Existem mais de 5 milhões de produtores que demandam soluções tecnológicas para geração de renda na propriedade rural. A fruticultura é uma importante alternativa e tem grande importância econômica e social, gerando emprego e renda, podendo ser praticada por diferentes tipos de produtores (micro, pequenos, médios e grandes) com diferentes capacidades de investimento. Independentemente do tipo de produtor e da capacidade de investimento, a visão empresarial e o uso de tecnologia no sistema de produção são fundamentais para o sucesso desse agronegócio. O uso da tecnologia envolve a adoção de cultivares geneticamente melhoradas e práticas culturais adequadas ao sistema de produção. A Embrapa Cerrados tem desenvolvido desde a década de 1990, ações de pesquisa e desenvolvimento com diferentes frutas nativas e exóticas, desenvolvendo cultivares e ajustando os sistemas de produção no Cerrado (Figura 1). Nessa linha de pesquisa, resultados importantes foram obtidos com manga, graviola, citrus, pitaya, pequi e araçá, incluindo a seleção e validação de genótipos elite em sistemas de produção. Para disponibilizar esses genótipos elite para a sociedade, algumas ações de pós-melhoramento precisam ser realizadas tendo em vista a finalização tecnológica. Neste Projeto estão sendo propostas ações de validação das cultivares e genótipos elite em condições de fazenda e ações de pós-melhoramento para que as cultivares cheguem até o produtor e beneficie toda a cadeia produtiva. Os testes dos genótipos em diferentes sistemas de produção, os estudos de tendência de mercado e a difusão e transferência de conhecimentos e tecnologias, também fazem parte das ações de PD&I do Projeto. Quanto à relação do trabalho com a adaptação dessas espécies às mudanças climáticas, ainda não há dados científicos que comprovem alterações na fisiologia, na produtividade, na incidência de doenças e pragas nestas espécies devido a esse evento. Por meio de experimentos e unidades de observação implantadas no início da década de 1990, em vários locais do País, não se verificou alterações anormais até o momento. Em geral, frutíferas tropicais tem amplo espectro de adaptação às variações de temperaturas. Estas espécies podem ser cultivadas com sucesso, em todas as regiões do Brasil, onde as temperaturas podem variar de 10°C a 35°C e a umidade relativa do ar de 35% a 90%.

Público alvo e beneficiários: Fruticultores, indústrias de sucos, sorvetes e doces; Sociedade consumidora de frutas e derivados; Uso para recomposição de reservas legais e recuperação de áreas degradadas.

Fontes de Financiamento: Embrapa, CNPq, FAP-DF, CAPES, MAPA.

RESULTADOS

- Finalização tecnologia de cultivar de manga, graviola, pitaya, pequi e araçá;
- Transferência e difusão dos conhecimentos e das tecnologias geradas visando a capacitação de técnicos, extensionistas e fruticultores.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Para que os projetos técnico-científicos gerem produtos tecnológicos que possam ser adotados e se tornem inovação, a continuidade é fundamental. Dessa forma, garantir recursos para a continuidade do projeto é o nosso principal desafio.

AMEAÇAS, PONTOS FORTES E PONTOS FRACOS

- Como ameaças, a falta de recursos para contratação de mão de obra é o mais importante, pois coloca em risco a continuidade dos trabalhos de pesquisa;
- Como pontos fortes, podemos considerar a domesticação e desenvolvimento e liberação de cultivares de espécies nativas como pequi, araçá, maracujás silvestres e pitaya nativa, espécies da biodiversidade brasileira com alto potencial econômico; gerar maiores conhecimentos sobre a diversidade dessas espécies brasileiras; e os riscos de ameaças de extinção e erosão genética devido o extrativismo predatório;
- Finalização tecnológica e liberação de novas cultivares de manga adaptadas à baixa umidade relativa do ar durante a época do florescimento.

DADOS PUBLICADOS EM:

AGOSTINI-COSTA, T. S.; GOMES, I. S.; PESSOA, G. K. A.; SILVA, J. P. D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V. Avaliação do potencial nutricional de araçás procedentes da seleção CPAC-AR 1 da Embrapa Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém. Anais [...]. Belém: CBRG, 2012.

JUNQUEIRA, J. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANTOS, E. C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, p. 840-846, 2010.

JUNQUEIRA, N. T. V.; REZENDE, D. V.; URBEN, A. F.; NASCIMENTO, A. C.; PEREIRA, A. V.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, K. P. Doenças potencialmente importante para o cultivo do pequi no Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 33., 2000, Belém-PA. Anais [...]. Belém: [S. n.], 2000. v. 1.

Continuação no Anexo

COORDENADORES DO PROJETO**Dr. Fábio Gelape Faleiro**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

e-mail: fabio.faleiro@embrapa.br

Dr. Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

e-mail: nilton.junqueira@embrapa.br

Figura 1: Principais frutíferas trabalhadas na Embrapa – Cerrados nos seus 40 anos de história: abacate, acerola, banana, limão tahiti e outros citros, coco, graviola e outras anonáceas, goiaba, manga, pitaya, maracujá azedo e outras passifloras, pequi, mangaba, araticum, baru, araçá, entre outras frutíferas nativas do Cerrado



Crédito: Divulgação Embrapa.

CARACTERIZAÇÃO E USO DE GERMOPLASMA E MELHORAMENTO GENÉTICO DO MARACUJAZEIRO (PASSIFLORA SPP.) AUXILIADOS POR MARCADORES MOLECULARES

Fábio Gelape Faleiro¹; Nilton Tadeu Vilela Junqueira¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

Desde o início da década de 1990, a Embrapa e parceiros vêm desenvolvendo ações de pesquisa e desenvolvimento com o maracujazeiro no sentido de aprimorar o sistema de produção e desenvolver novas cultivares por meio do melhoramento genético de espécies comerciais e silvestres para os biomas Cerrado, Amazônia, Caatinga e Mata Atlântica (Figura 1). O Cerrado é um dos principais centros de diversidade do gênero *Passiflora*, de onde recursos genéticos de grande importância têm sido obtidos, caracterizados e utilizados no programa de melhoramento genético do maracujazeiro-azedo, doce, ornamental e silvestre. Dentro desse Programa, o projeto intitulado “Caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) com o auxílio de marcadores moleculares” teve sua primeira fase de 2005 a 2008 e a segunda de 2008 a 2012 e a terceira de 2012 a 2016. Em 2017, foi iniciada uma nova fase (fase IV) do projeto a qual está sendo financiada pela Embrapa. O gênero *Passiflora* apresenta ampla variabilidade genética a ser caracterizada e utilizada de forma prática no desenvolvimento de novas variedades e híbridos de maracujazeiro azedo, doce e silvestre visando à diversificação dos sistemas produtivos a partir de uma biodiversidade essencialmente brasileira. O cultivo do maracujazeiro em escala comercial teve início na década de 1970, com o maracujazeiro-azedo, sendo que a produtividade média brasileira é em torno de 13,4 t/ha/ano e o potencial da cultura é maior que 50 t/ha/ano. Para isso, é fundamental a utilização de híbridos e variedades melhoradas geneticamente e adaptadas aos diferentes sistemas de produção e regiões do Brasil. Com relação ao maracujá doce, ornamental e silvestre, apesar do grande potencial, o cultivo no Brasil é muito pequeno, o que, em grande parte, é devido à inexistência de variedades e híbridos melhorados geneticamente. Diante dessa demanda, a Embrapa e parceiros têm realizado programas de caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético de espécies comerciais e silvestres de maracujá. O projeto atual contempla uma nova fase do Programa com o objetivo geral de desenvolver variedades e híbridos de maracujazeiro-azedo, doce e silvestre adaptados a todas as regiões do País visando à diversificação dos sistemas produtivos.

RESULTADOS OBTIDOS ATÉ O MOMENTO

- Desenvolvimento das cultivares de maracujazeiro-azedo BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado, BRS Rubi do Cerrado;

- Desenvolvimento da cultivar de maracujazeiro doce BRS Mel do Cerrado;
- Desenvolvimento das cultivares de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado e BRS Sertão Forte;
- Desenvolvimento das cultivares de maracujazeiro ornamental BRS Estrela do Cerrado, BRS Rubiflora, BRS Roseflora, BRS Rósea Púrpura e BRS Céu do Cerrado;
- As cultivares desenvolvidas são mais produtivas, com melhor qualidade físico-química de frutos, mais resistentes a doenças e adaptadas a diferentes regiões e sistemas de produção no Brasil. A ampliação da base genética dos cultivos comerciais com novas variedades e híbridos têm diminuído a vulnerabilidade das plantações aos fitopatógenos, e poderá aumentar a tolerância destas às mudanças climáticas.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Para que os projetos técnico-científicos gerem produtos tecnológicos que possam ser adotados e se tornem inovação, a continuidade é fundamental. Dessa forma, garantir recursos para a continuidade do Projeto é o nosso principal desafio;
- Finalização tecnológica de cultivares de porta-enxerto para controle da fusariose e para melhorar a tolerância a estresses hídricos;
- Finalização tecnológica de novas cultivares de maracujazeiro azedo, doce e silvestre mais adaptadas às diferentes regiões e biomas brasileiros;
- Finalizar as avaliações e caracterização agrônoma de 100 espécies de maracujazeiro visando identificar materiais com potenciais como resistência a pragas e doenças, mais tolerantes à seca, maiores produtividades, potencial ornamental, medicinal, melhores adaptações a diferentes climas, domesticação de novas espécies e potencial de mercado.

AMEAÇAS, PONTOS FORTES E PONTOS FRACOS

- Como ameaças, podemos considerar a falta de recursos para contratação de mão de obra, o mais importante.
- Como pontos fortes, o desenvolvimento e liberação de novas cultivares, a domesticação de novas espécies da biodiversidade brasileira e maiores conhecimentos sobre a diversidade de passifloras brasileiras, bem como os riscos de ameaças de extinção.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Fábio Gelape Faleiro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

e-mail: fabio.faleiro@embrapa.br.

Dr. Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Cerrados

e-mail: nilton.junqueira@embrapa.br

DADOS PUBLICADOS EM:

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; PEIXOTO, J. R. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares: resultados de pesquisa 2005-2008. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 207).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; MACHADO, C. F.; FERREIRA, M. E.; JUNQUEIRA, K. P.; SCARANARI, C.; WRUCK, D. S. M.; HADDAD, F.; GUIMARÃES, T. G.; BRAGA, M. F. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares – fase III: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2017. (Documento 341).

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, E. J.; MACHADO, C. F.; PEIXOTO, J. R.; COSTA, A. M.; GUIMARÃES, T. G.; JUNQUEIRA, K. P. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares – fase II: resultados de pesquisa 2008-2012. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2014. (Documento 324).

EMBRAPA. Maracujá – Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Cerrados, 8 abr. 2009. Disponível em: <http://maracuja.cpac.embrapa.br/>. Acesso em: 08 fev. 2020.

Figura 1: Cultivares de maracujazeiro azedo, silvestre, ornamental e doce lançadas pela Embrapa e parceiros



Crédito: Divulgação Embrapa.

BIODIVERSIDADE PARA ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

Daniela Moura de Oliveira Beltrame¹; Camila Neves Soares Oliveira²; Lidio Coradin¹

¹ Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição (BFN), ² Ministério do Meio Ambiente

Nas últimas décadas, a agricultura e os sistemas alimentares mudaram dramaticamente e há uma tendência mundial de simplificação, com prevalência de monoculturas e expansão da pecuária, reforçando práticas que contribuem para a destruição de habitats naturais, perda da biodiversidade e erosão genética de alimentos locais e tradicionais. Isso tem impacto negativo não só na segurança alimentar, nutrição e saúde da população, mas também na resiliência de sistemas agrícolas.

A diversificação da alimentação é crucial para o fornecimento dos nutrientes necessários para uma vida saudável, pois o consumo de pouca variedade pode levar a carências nutricionais, alto consumo de calorias "vazias" e consequências como sobrepeso, obesidade e doenças crônicas. Além disso, a diversificação da agricultura aumenta sua resistência frente a mudanças climáticas e condições adversas como enchentes, secas, empobrecimento do solo, pragas e doenças.

Buscando demonstrar a forte ligação existente entre biodiversidade, alimentação e nutrição, em 2012 foi lançado o Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição – BFN, executado no Brasil pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA. O Projeto promoveu a valorização das espécies nativas, focando em beneficiários de políticas públicas relacionadas à segurança alimentar e nutricional.

As ações foram pautadas em 3 componentes:

Base de conhecimentos - Demonstrar o valor nutricional da biodiversidade e o papel que desempenha na promoção de sistemas alimentares saudáveis.

Estrutura política - Influenciar políticas, programas e mercados para apoiarem a conservação e uso sustentável da biodiversidade.

Conscientização e capacitação - Disponibilizar ferramentas, conhecimento e boas práticas para promover o uso da biodiversidade para alimentação e nutrição.

O BFN priorizou 78 espécies alimentícias, selecionadas pela Iniciativa Plantas para o Futuro, que busca identificar espécies nativas da flora brasileira com uso atual ou potencial. Como forma de ampliar o alcance e fomentar pesquisas regionais sobre as espécies nativas foram firmadas parcerias com instituições nas cinco regiões do

País, envolvendo mais de cem professores e alunos. Os pesquisadores geraram dados de composição nutricional e desenvolveram receitas culinárias, atuando também como multiplicadores, ao inserirem e darem ênfase a alimentos nativos no ensino, pesquisa e extensão em suas instituições.

As atividades tiveram alcance nacional, por meio de parcerias com iniciativas federais, tais como o Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE; Programa de Aquisição de Alimentos - PAA; Política Nacional de Alimentação e Nutrição - PNAN; Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PLANAPO; e Política de Garantia de Preços Mínimos para Produtos da Sociobiodiversidade - PGPMBio, além de interações com o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - CONSEA.

RESULTADOS

- Desenvolvimento da ferramenta "Biodiversidade e Nutrição: composição nutricional e receitas" (SiBBR, 2018). Os alimentos nativos são tão ou mais nutritivos que outros comumente consumidos (Figura 1) e podem contribuir para diversificar e enriquecer a alimentação.
- Lançamento do livro Biodiversidade Brasileira: sabores e aromas com 335 receitas com ingredientes nativos do Brasil.
- Publicação da lista das espécies da sociobiodiversidade brasileira de valor alimentício (Portaria MMA/MDS nº 163/2016, atualizada pela Portaria nº 284/2018), que representa o reconhecimento da relevância das espécies nativas e contribui para expandir as possibilidades de cultivo e comércio. Um exemplo de medidas que visam beneficiar produtores é o Selo da Sociobiodiversidade (Portaria nº 161/2019), que utiliza a lista como base.
- Disponibilização do curso online Biodiversidade para Alimentação e Nutrição com fundamentos teóricos e exemplos práticos sobre a integração do uso sustentável da biodiversidade em áreas como educação, saúde e agricultura.

- Publicação da série Cadernos de Boas Práticas de Extrativismo Sustentável Orgânico para 21 espécies nativas. Direcionada a comunidades extrativistas e técnicos rurais, objetiva orientar a coleta sustentável de produtos da sociobiodiversidade, visando organizar a produção e facilitar o acesso a mercados.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Os resultados do BFN estão contribuindo para mostrar que o uso alimentar da sociobiodiversidade pode ser parte da solução para reduzir a perda de biodiversidade, contribuir para a resiliência de sistemas produtivos, melhorar a renda e qualidade de vida de produtores rurais e contribuir para dietas mais nutritivas e diversificadas.

Para que tais benefícios sejam significativos, é preciso estimular o desenvolvimento de cadeias de valor de espécies nativas, com incentivos e capacitação de produtores rurais, melhoria da infraestrutura, além de maiores incentivos em programas de compras institucionais como PAA e PNAE. Também é necessário dar continuidade ao trabalho de pesquisa e conscientização iniciados pelo BFN.

Com tais ações, a sociobiodiversidade ganha importância e torna-se mais conhecida nos diferentes setores da sociedade.

DADOS PUBLICADOS EM:

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plantas para o Futuro. Brasília. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/plantas-para-o-futuro.html>. Acesso em: 6 fev. 2020.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA (SiBBR). Ferramenta Biodiversidade e nutrição: composição nutricional e receitas. 2018. Disponível em: <https://ferramentas.sibbr.gov.br/ficha/bin/view/FN>. Acesso em: 6 fev. 2020.

SANTIAGO, R. de A. C.; CORADIN, L. (ed.). Biodiversidade brasileira: sabores e aromas. Brasília: MMA, 2018. (Série Biodiversidade/MMA, 52). Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/54-agrobiodiversidade.html>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Continuação no Anexo

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Daniela Moura de Oliveira Beltrame

Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição

e-mail: dani.moura.oliveira@gmail.com

Dra. Camila Neves Soares Oliveira

Ministério do Meio Ambiente

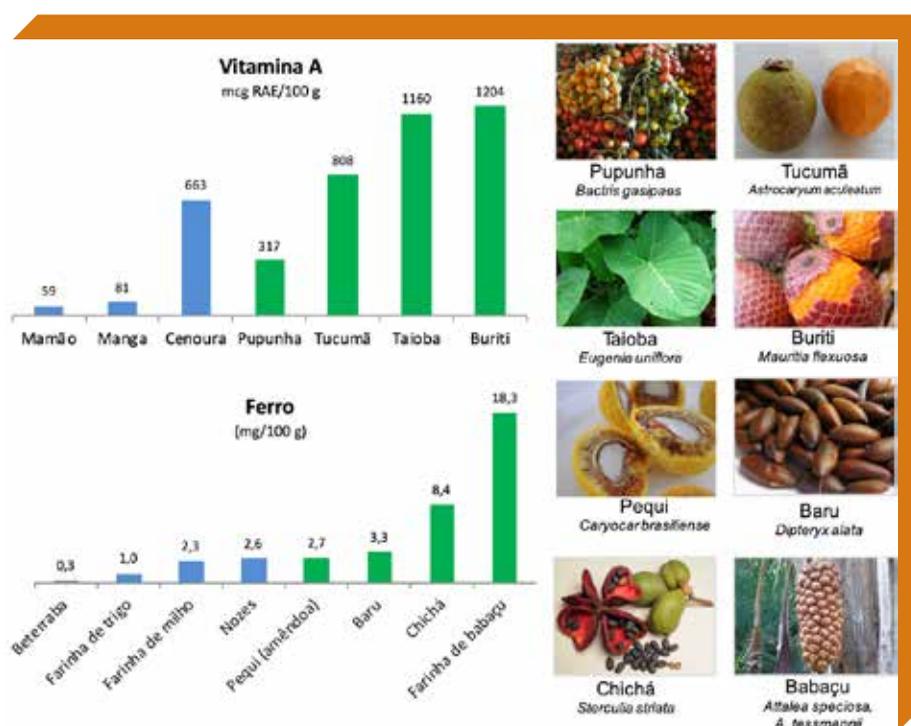
e-mail: camila.oliveira@mma.gov.br

Dr. Lidio Coradin

Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição

e-mail: lidio.coradin@gmail.com

Figura 1: Conteúdo de vitamina A e ferro em alimentos da sociobiodiversidade brasileira (verde) e em outros alimentos (azul)



Fonte: SiBBR (2018) - Banco de Dados de Composição Nutricional da Biodiversidade, TACO (2011) - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.

Crédito: Projeto BFN.

AUMENTO DA TOLERÂNCIA DE SEMENTES E MUDAS NATIVAS VISANDO MAIOR RESILIÊNCIA DO BIOMA CAATINGA ÀS MUDANÇAS DO CLIMA

Bárbara França Dantas¹; Marcos Vinícius Meiado²; Claudinéia Regina Pelacani³; Francislene Angelotti¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido, ² Universidade Federal de Sergipe, ³ Universidade Estadual de Feira de Santana

A região brasileira mais vulnerável à mudança do clima é o interior do Nordeste, de clima Semiárido e vegetação xerófila, correspondendo ao Bioma Caatinga. Entretanto, espécies nativas desse bioma têm alta tolerância às condições extremas e a produção de sementes nativas de qualidade ocorre durante todo o ano, até mesmo em períodos de seca intensa. A produção e comercialização de sementes e mudas florestais nativas da Caatinga podem gerar renda para o produtor que possua uma área de preservação em sua propriedade rural, pois podem ser produzidas com baixo custo e pouca quantidade de água de qualidade.

Visando avaliar e aumentar a tolerância dessas espécies às mudanças do clima no Nordeste brasileiro e fomentar a produção de sementes e mudas para a restauração de áreas degradadas de Caatinga, foram realizadas pesquisas sobre modelagem da germinação de sementes nativas e pré-tratamentos que aliviam estresses e promovem a produção de mudas mais vigorosas.

Três projetos de pesquisa (financiados pela CAPES, CNPq e Embrapa) foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a tolerância das sementes e mudas de espécies arbóreas nativas da Caatinga aos estresses ambientais; prever germinação e desenvolvimento inicial de mudas em clima futuro; propor a técnica de hidratação descontínua das sementes para induzir maior tolerância a estresses e garantir a produção de mudas mais resilientes às condições de campo.

As sementes germinaram em diversas condições térmicas (temperaturas de 5 a 50°C), hídricas (potenciais osmóticos de até -1,8 MPa) ou salinas (condutividades elétricas de até 40 dS m⁻¹). Foram obtidos os requerimentos e os limites de germinação nessas condições. A partir dessas informações, foi realizada a modelagem da germinação, para o ano de 2055, no cenário climático pessimista RCP 8.5, com as mais altas concentrações de gases de efeito estufa; aumento de até 5°C na temperatura média da Caatinga e redução do volume de chuvas em até 40%.

As sementes foram submetidas à técnica de hidratação descontínua (HD), com até três ciclos de HD, em tempos de hidratação específicos para cada espécie e, posteriormente, submetidas às condições de altas temperaturas, salinidade ou deficiência hídrica.

RESULTADOS

Muitas espécies da Caatinga germinam mesmo em condições de baixa disponibilidade de água, mostrando alta tolerância ao estresse hídrico ou osmótico durante as fases iniciais de desenvolvimento. O potencial osmótico base (ou mínimo) variou em torno de -0,8 MPa e foi equivalente a 13,9% de umidade em solos da região onde as sementes foram colhidas. A partir da umidade mínima no solo (13,9%) para germinação das sementes, calculou-se a precipitação mínima (17,5 mm) necessária em uma semana para essas sementes germinarem na Caatinga. Essa lâmina d'água permitiu a germinação de sementes de angico, bem como o crescimento adequado de suas mudas em casa de vegetação.

De acordo com o RCP 8.5, o número de semanas com temperatura e precipitação necessárias para germinação das sementes diminuirá de 14 (dados históricos de 1970-2014) para quatro semanas em 2055. No entanto, ainda não se sabe se isso será suficiente para garantir o estabelecimento de uma nova planta no ambiente.

Devido ao local de desenvolvimento e maturação das sementes da Caatinga, essas são naturalmente tolerantes às altas temperaturas a que são submetidas, com temperatura ótima de germinação entre 30 e 35 °C. A germinação dessas sementes é inibida apenas em temperaturas em torno de 40 °C.

As sementes da Caatinga em geral têm alta tolerância à salinidade. Isso significa que, contanto que haja água no meio, elas germinam e produzem plantas jovens (6 meses) mesmo em condições salinas. As leguminosas germinam em condutividades elétricas maiores que 30 dSm⁻¹, sendo que o mulungu germinou em uma salinidade próxima à água do mar. Outras espécies como a aroeira, apesar de serem menos tolerantes à salinidade do solo ou da água de irrigação, ainda assim se desenvolvem em água salobra com até aproximadamente 7 dSm⁻¹, possibilitando a produção de mudas com reuso de água ou uso de água salobra e assim subsidiar a restauração da Caatinga, diminuir emissão de gases de efeito estufa e combater mudanças do clima.

Os ciclos de HD apresentaram efeitos positivos na germinação em laboratório e emergência de plântulas em casa de vegetação, indicando um condicionamento fisiológico (hidrocondicionamento) das sementes. Além disso, com exceção de sementes de pereiro, essa técnica aumentou a tolerância de sementes ao déficit hídrico (Tabela).

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Utilizar a memória hídrica de sementes, fenômeno natural que ocorre na Caatinga, resultante dos ciclos de HD, para produção de sementes hidrocondicionadas e mudas mais vigorosas para reflorestamento do ecossistema é uma técnica acessível, de baixo custo e viável, uma vez que um dos maiores problemas da produção e plantio de mudas na Caatinga é o gasto com irrigação devido à limitação de chuvas.

Estudos que comprovam os resultados dessa pesquisa em áreas de reflorestamento e em sistemas agroflorestais estão em fase inicial.

DADOS PUBLICADOS EM:

DANTAS, B. F.; MOURA, M. S. B.; PELACANI, C. R.; ANGELOTTI, F.; TAURA, T. A.; OLIVEIRA, G. M.; BISPO, J. S.; MATIAS, J. R.; SILVA, F. F. S.; PRITCHARD, H. W.; SEAL, C. E. Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of Caatinga dry forest species with climate change. *Oecologia*, v. 41, n. 1, p. 32-43, Feb. 2019.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; ARAÚJO, G. G. L. Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. *Journal of Seed Science*, v. 36, n. 2, p. 194-203, Apr./June 2014.

LIMA, A. T.; CUNHA, P. H. de J. da; DANTAS, B. F.; MEIADO, M. V. Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) H. S. Irwin & Barneby var. *excelsa* (Schrad.) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination? *Journal of Seed Science*, v. 40, n. 1, p. 36-43, Jan./Mar. 2018.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Bárbara França Dantas

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: barbara.dantas@embrapa.br

Dr. Marcos Vinícius Meiado

Universidade Federal de Sergipe

e-mail: meiado@ufs.br

Dra. Claudinéia Regina Pelacani

Universidade Estadual de Feira de Santana

e-mail: claudineiapelacani@gmail.com

Dra. Francislene Angelotti

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: francislene.angelotti@embrapa.br

Tabela 1: Limites de tolerância de sementes de espécies arbóreas nativas da Caatinga submetidas, durante a germinação, a restrição hídrica (baixo potencial osmótico), a altas temperaturas e a condutividade elétrica com e sem após hidratação descontínua

Espécie (FAMÍLIA)	Nome comum	Sem hidrocondicionamento			Com hidrocondicionamento		
		Ø (MPa)	T (°C)	CE (dS.m ⁻¹)	Ø (MPa)	T (°C)	CE (dS.m ⁻¹)
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan (FABACEAE)	angico	-0,7	48	30	< -0,9*	48*	30*
<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc. (APOCYNACEAE)	pereiro	-0,7	40	18	-0,7	40	18
<i>Erythrina velutina</i> Willd. (FABACEAE)	mulungu	-0,6	40	48	-	-	-
<i>Astronium urundeuva</i> Allemão (ANACARDIACEAE)	aroeira	-0,8	> 40	18	-	-	-
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G. P. Lewis (FABACEAE)	catingueira	-0,8	45	29	-	-	-
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H. S. Irwin & Barneby (FABACEAE)	canafístula	-0,74	-	-	-1,8	-	-

Nota: *máximo valor avaliado com germinação de sementes, sendo necessários valores maiores para verificar o limite de tolerância.

Fonte: própria autoria.

ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS NATIVAS DA CAATINGA NA EMBRAPA – SEMIÁRIDO

Saulo de Tarso Aidar¹; Agnaldo Rodrigues de Melo Chaves¹; Carolina Vianna Morgante¹; Paulo Iuan Fernandes Júnior¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

A resistência à seca é o foco de estudos da equipe de pesquisa em ecofisiologia de plantas nativas da Caatinga da Embrapa – Semiárido. Além de elucidar os mecanismos envolvidos, o grupo tem como objetivo desenvolver ativos tecnológicos e pré-tecnológicos voltados para a agricultura. Os projetos podem envolver ações em regiões específicas do Semiárido, através da prospecção de novos acessos e novas espécies, mas suas aplicações normalmente podem se estender até às regiões de fronteira deste ecossistema. Além de constituir demanda para áreas sujeitas à seca em todo sertão nordestino caracterizado pelo clima semiárido, resultados desta linha de pesquisa também constituem soluções para mitigação de efeitos de mudanças climáticas relacionados à intensificação das secas em outras regiões.

Os resultados desenvolvidos se destinam tanto para subsidiar outros programas de pesquisa em melhoramento genético e desenvolvimento de produtos, envolvendo como público-alvo estudantes e profissionais de instituições públicas e privadas, quanto para uso direto por produtores rurais interessados na reintrodução e/ou manejo de espécies com potencial econômico. Em capacitações e treinamentos o público-alvo é ampliado incluindo agentes de desenvolvimento rural, técnicos e gestores públicos, visando a formação de competências e de condições para que as tecnologias geradas possam ser adotadas pelo setor produtivo.

O financiamento destes projetos é realizado, principalmente, através de recursos oriundos da União para o orçamento da Embrapa, e também por fundações estaduais e federais de pesquisa, na forma de editais competitivos.

Os projetos e as ações relacionadas aos estudos do grupo encontram-se devidamente registrados no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SisGen, sob os códigos A18C458, AD40331, A59AD05, AF44DE9, AF918EE, A98AA8D, AC7A21A, A3790D0, A1B41EA, A0FA681, A5C89E6.

RESULTADOS

Os resultados de pesquisa apontam para a ocorrência de conjuntos variáveis de mecanismos de resistência nas espécies estudadas, com o objetivo de evitar a desidratação, no caso das decíduas *Poincianella microphylla* (Fabaceae) (REZENDE *et al.*, 2016) e *Croton conduplicatus* (Euphorbiaceae), ou manter a

continuidade da perda de água como nas sempre-verdes *Colicodendron jacobinae* e *Colicodendron yco* (Capparidaceae). A estratégia de tolerância à dessecação foi demonstrada em *Selaginella convoluta* (Selaginellaceae) e *Tripogon spicatus* (Poaceae) (AIDAR *et al.*, 2017; MORGANTE *et al.*, 2018), nas quais foram prospectados genes responsáveis pelos mecanismos de proteção e recuperação fisiológica de plantas inteiras que foram desidratadas previamente até um conteúdo relativo de água em torno de 10%. Além de genes, o estudo da microbiota nativa associada à *T. spicatus* levou à identificação de um conjunto de bactérias fixadoras de nitrogênio e promotoras de crescimento potencialmente úteis para melhoria do desempenho de gramíneas cultivadas sob condição de déficit hídrico (FERNANDES-JÚNIOR *et al.*, 2015).

Quanto ao potencial frutífero, a parceria entre diferentes linhas de pesquisa e laboratórios na Embrapa levou ao registro de quatro cultivares no MAPA no ano de 2017, sob as denominações BRS 48, BRS 52, BRS 55 e BRS 68 (Figura), oriundas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de umbuzeiros (*Spondias tuberosa*) da Empresa, selecionados pelo maior tamanho dos frutos e sabor mais adocicado da polpa (SANTOS *et al.*, 1999). A extrema capacidade de resistência à seca do umbuzeiro, permite seu cultivo e o de outras *Spondias* (umbu-cajá, umbuguela, entre outras) sob dependência de chuva quando enxertadas sobre a espécie nativa, principalmente devido ao acúmulo de água e nutrientes em suas raízes tuberosas. Outro exemplo de aproveitamento do potencial frutífero nativo se aplica ao estudo de acessos de maracujazeiros da Caatinga (*Passiflora cincinnata*) do BAG de Maracujás (BGM) da Embrapa Semiárido, cujos resultados contribuíram para o desenvolvimento e registro do cultivar BRS Sertão Forte no ano de 2016, e para a identificação de diferenças quanto à capacidade de resistência à desidratação entre acessos da coleção para utilização em programas de melhoramento genético (MARÇAL *et al.*, 2018).

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Como foco de atuação, o grupo deverá direcionar esforços para o desenvolvimento de práticas e processos agropecuários com maior potencial de impacto econômico.

DADOS PUBLICADOS EM:

AIDAR, S. de T.; CHAVES, A. R. de M.; FERNANDES JUNIOR, P. I.; OLIVEIRA, M. de S.; COSTA NETO, B. P. da; CALSA JUNIOR, T.; MORGANTE, C. V. Vegetative desiccation tolerance of *Tripogon spicatus* (Poaceae) from the tropical semiarid region of northeastern Brazil. *Functional Plant Biology*, v. 44, n. 11, p. 1124-1133, Nov. 2017.

FERNANDES JUNIOR, P. I.; AIDAR, S. de T.; MORGANTE, C. V.; GAVA, C. A. T.; ZILLI, J. E.; SOUZA, L. S. B. de; MARINHO, R. de C. N.; NÓBREGA, R. S. A.; BRASIL, M. da S.; SEIDO, S. L.; MARTINS, L. M. V. The resurrection plant *Tripogon spicatus* (Poaceae) harbors a diversity of plant growth promoting bacteria in Northeastern Brazilian Caatinga. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 39, p. 993-1002, July/Aug. 2015.

MARÇAL, K. L. G.; BEZERRA, W. H. F.; ARAÚJO, F. P. de; CHAVES, A. R. de M.; AIDAR, S. de T. Resistência à desidratação de diferentes acessos de *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 13., 2018, Petrolina. Anais [...]. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. p. 329-333.

Continuação no Anexo

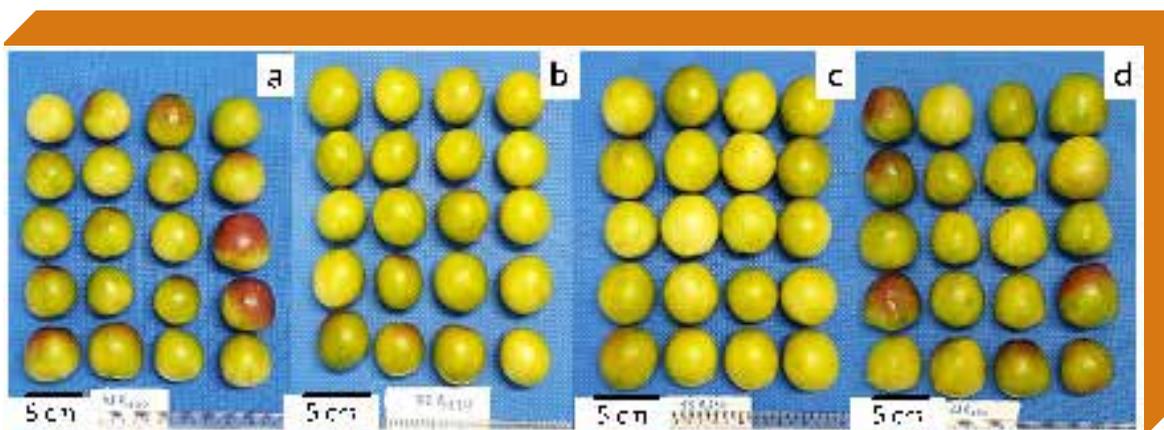
COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Saulo de Tarso Aidar

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: saulo.aidar@embrapa.br

Figura 1: Aspecto visual de frutos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa*) registrados no MAPA sob as denominações a) BRS 48, b) BRS 52, c) BRS 55 e d) BRS 68, selecionados pelo maior tamanho e pela qualidade de polpa



Crédito: Sérgio Tonetto de Freitas.

ARAUCAMATE – ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DA ARAUCÁRIA E DA ERVA-MATE PARA PROGRAMA DE USO E CONSERVAÇÃO GENÉTICA

Marcos Silveira Wrege¹; Valderês Aparecida de Sousa¹; Márcia Toffani Simão Soares¹; Elenice Fritzsos¹; Ananda Virginia de Aguiar¹; Itamar Antônio Bognola¹; Patrícia Povoá Matos¹; Cristiane Vieira Helm¹; Letícia Penno de Sousa²; João Bosco Vasconcellos Gomes¹; Maria de Fátima da Silva Matos³; Victória Mariá de Souza Marcondes³; Andressa Godinho Scarante³; Hugo Bognola³

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas, 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado, 3 Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze (araucária) e *Ilex paraguariensis* St. Hil. (erva-mate) são espécies florestais nativas da América do Sul de grande importância ecológica, cuja exploração e comércio subsidiaram o desenvolvimento econômico e social da região Centro-Sul do Brasil. As florestas naturais destas espécies ocorrem em um mosaico diversificado de condições de solo (MARCONDES et al., 2015; BOGNOLA et al., 2017), de clima (FRITZSONS et al., 2018 a, b) e de paisagem, nas regiões mais frias do Bioma Mata Atlântica. A intensa pressão antrópica e desmatamento vêm resultando na diminuição do tamanho efetivo das populações dessas duas espécies, ampliando os riscos de endogamia e perda de alelos pelo efeito da deriva genética (SHIMIZU, 2000). Tal vulnerabilidade deve ser intensificada frente aos cenários de mudanças climáticas globais. Entretanto, não há informações sobre adaptabilidade das espécies aos novos cenários, e tampouco estão definidas estratégias voltadas à conservação sob futuras condições de habitat.

As informações sobre a localização e abrangência geográfica de populações naturais podem contribuir de forma significativa para o resgate de genes ainda desconhecidos pela comunidade científica. A combinação de modelos de nicho com dados genéticos populacionais das espécies (vide WREGE et al., 2016; 2017), em ambiente SIG pode gerar mapas e informações que podem ser utilizadas para selecionar áreas prioritárias à conservação destas espécies e que apresentem maior potencial para o cultivo. Para isto, desde 2015, estão sendo desenvolvidas ações de pesquisa no projeto “Distribuição de ocorrência natural de populações de araucária e erva-mate para uso em programa de conservação genética” – ARAUCAMATE, financiado pela Embrapa (Figura 1). As pesquisas têm como foco identificar os fatores ambientais e genéticos que influenciam na distribuição espacial de populações naturais da araucária e da erva-mate na Região Centro-Sul do Brasil e também parâmetros fenotípicos de interesse comercial. Para dimensionar o impacto das mudanças climáticas projetadas pelo IPCC, também estão sendo desenvolvidos modelos de nicho das populações naturais até o ano de 2100, considerando-se as projeções de aumento de temperatura em diferentes cenários.

O mapeamento e as demais informações geradas poderão ser aplicados em programas de melhoramento genético e de silvicultura, como subsídio ao uso sustentável da biodiversidade regional e ao fortalecimento das cadeias produtivas dos setores de chás (erva-mate), pinhões e madeiras (araucária). Também servirão para a definição de ações de adaptação destas espécies frente às mudanças climáticas, tais como a seleção de áreas de conservação da biodiversidade genética, auxiliando assim na definição de políticas públicas voltadas à manutenção da capacidade de resiliência das populações de ambas as espécies, diante dos riscos à sobrevivência nas próximas décadas.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

1. Alcançados:

- Identificação de fatores climáticos limitantes para a distribuição da araucária e erva-mate no Sul do Brasil;
- Mapas de distribuição potencial atual da araucária (período base: 1976-2005), e projetada conforme cenários climáticos futuros (2011-2040; 2041-2070; 2071-2100).

2. Em desenvolvimento:

- Ampliação da base de informações climáticas e pedológicas referente à ocorrência das duas espécies;
- Mapas com a distribuição potencial da erva-mate no Brasil – período base e cenários climáticos futuros;
- Modelos de crescimento da araucária, com base na dendrocronologia;
- Quantificação de compostos fitoquímicos e nutrientes das folhas de erva-mate para caracterização de populações e seleção para uso silvicultural;
- Genotipagem da araucária e da erva-mate para diferenciar populações naturais;
- Modelos de crescimento para a araucária e a erva-mate associados ao material genético das populações e ambiente.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Ampliação do número de populações caracterizadas em campo;
- Aperfeiçoamento da metodologia de campo e laboratório;
- Aprimoramento da modelagem matemática da distribuição de espécies com maior número de camadas ambientais;
- Uso de técnicas mais avançadas de genotipagem para a caracterização genética das populações;
- Uso de informações para definição de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade genética das espécies.

DADOS PUBLICADOS EM:

BOGNOLA, H. B.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S.; MATOS, M. D. F.; WREGE, M.; AGUIAR, A. V. de. Caracterização e classificação de solos sob populações naturais de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) no Centro-Sul brasileiro. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 4., 2017, Viçosa-MG. Anais [...]. Viçosa-MG: UFV, 2017.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 18, n. 12, p. 80-92, jan./jun. 2016.

FRITZSONS, E.; WREGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. A distribuição natural do pinheiro-do-paraná no estado do Rio Grande do Sul, Brasil: a influência de fatores climáticos e geomorfológicos. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 22, n. 14, p. 117-132, 2018b.

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRITZSONS, E.; WREGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Climatic aspects related to the distribution of Brazilian Pine in the State of Santa Catarina. *Floresta*, Curitiba, v. 48, n. 4, p. 503-512, Oct./Dec. 2018a.

FRITZSONS, E.; WREGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Fatores climáticos limitantes para a distribuição natural da araucária no estado de São Paulo. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, Piracicaba, v. 45, n. 116, p. 663-672, dez. 2017.

SHIMIZU, J. Y.; JAEGER, P.; SOPCHAKI, S. A. Variabilidade genética em uma população remanescente de Araucária no Parque Nacional do Iguaçu, Brasil. Colombo: Embrapa Florestas. 2000. p. 18-36. (Boletim de Pesquisa Florestal 41).

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Marcos Silveira Wrege

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas

e-mail: marcos.wrege@embrapa.br

Dr. Valderês Aparecida de Sousa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas

e-mail: valderes.sousa@embrapa.br

Dra. Márcia Toffani Simão Soares

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas

e-mail: marcia.toffani@embrapa.br

Dra. Elenice Fritzsos

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas

e-mail: Elenice.fritzsos@embrapa.br

Dra. Ananda Virginia de Aguiar

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas

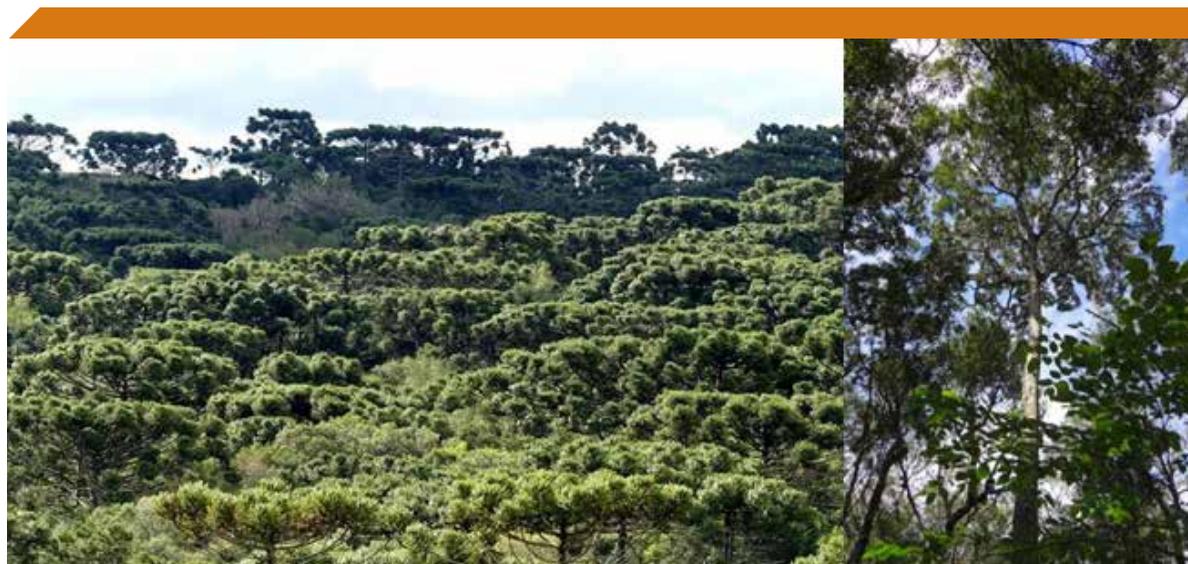
e-mail: ananda.aguiar@embrapa.br

Dr. Itamar Antônio Bognola

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Florestas

e-mail: tamar.bognola@embrapa.br

Figura 1: (A) Ocorrência natural de araucária no bioma Pampa, nos municípios de Santana da Boa Vista-Canguçu-Pelotas, estado do Rio Grande do Sul, representando o limite sul de ocorrência da espécie no Brasil. (B) Ocorrência natural de erva-mate no bioma Pampa, nos municípios de Santana da Boa Vista-Canguçu-Pelotas, estado do Rio Grande do Sul.



Crédito: Marcos Silveira Wrege.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O DESENCONTRO ENTRE POLINIZADORES E CULTURAS AGRÍCOLAS: O CASO DO MARACUJÁ E AS ABELHAS MAMANGAVAS *XYLOCOPA FRONTALIS* E *XYLOCOPA GRISESCENS*

Antônio Diego de Melo Bezerra¹; Alípio José de Souza Filho¹; Isac Gabriel Abrahão Bomfim¹; Guy Smaghe²; Breno Magalhães Freitas¹

¹ Universidade Federal do Ceará, ²Ghent University

O serviço de polinização na agricultura está vulnerável em diversas partes do mundo, uma vez que a diversidade de polinizadores e a sua abundância estão em declínio atingindo diretamente os produtores agrícolas. As mudanças climáticas estão sendo apontadas como uma das razões para a redução de polinizadores nestas paisagens e estudos sugerem fortes impactos até 2100. Dessa forma, o Projeto visa investigar os efeitos das mudanças climáticas na polinização de culturas agrícolas tropicais em um futuro próximo. O estudo, com apoio da Capes e CNPq, buscou eleger uma cultura importante e com ampla distribuição no Brasil, e dependente de polinizadores nativos silvestres, utilizando assim o maracujá. Portanto, se investigou como as mudanças climáticas para a região Neotropical poderão afetar a adequação das áreas de cultivos atuais para a cultura e as duas espécies de abelhas polinizadoras mais importantes, *Xylocopa frontalis* (Figura 1) e *X. grisescens*.

A metodologia constou em revisões sistemáticas através da literatura e banco de dados para as espécies de abelhas e área cultivada de maracujá no Brasil (BEZERRA *et al.*, 2019). Os efeitos das mudanças climáticas na cultura e seus polinizadores foram investigados considerando dois cenários do IPCC, RCP 4.5 e RCP 8.5 nos anos de 2060 e 2080. Para a construção dos cenários futuros foram utilizados modelos desenvolvidos pelo Hadley Center (HadGEM2-ES) e modelagem de distribuição espacial por meio do algoritmo MaxEnt (PHILLIPS *et al.*, 2006).

Os modelos reportam que tanto a cultura quanto as abelhas serão afetadas amplamente, tendo suas áreas de adequabilidade reduzidas, havendo uma mudança espacial das áreas adequadas para o cultivo e presença das abelhas e redução nas áreas de sobreposição do maracujá com os polinizadores. Além disso, muitas áreas poderão se tornar inadequadas para o maracujá e/ou para a existência das abelhas. Porém, mesmo que novas áreas se tornem adequadas para uma das espécies pode ser que não seja para ambas.

Estratégias para mitigar os efeitos das mudanças climáticas passarão pela seleção de variedades agrícolas adaptadas às novas condições ecológicas nas áreas de cultivo atuais e/ou o cultivo de variedades atuais nas novas áreas que se tornarão adequadas. Quanto aos polinizadores, condições favoráveis para nidificação e alimentação devem

ser promovidas através do manejo das áreas agrícolas e paisagens de entorno, bem como a criação e manejo dessas abelhas devem ser estimulados.

RESULTADOS

- As abelhas *X. frontalis* serão afetadas especialmente no cenário RCP 8.5 para 2060 e 2080. O que resultaria em uma mudança de área de 29,03 a 47,95% (Tabela);
- As abelhas *X. grisescens* apesar das perdas de área (entre 15,41 a 35,32%), apresentam-se mais adaptadas às novas condições climáticas, aumentando a área adequada entre 20,33 a 115,02% (Tabela);
- O maracujazeiro será afetado em todos os cenários reduzindo sua área adequada potencial entre 42,90 a 64,86%, o que reduziria entre 36,56 a 63,67% da área de cultivo atual (Tabela);
- As áreas adequadas da cultura sobreposta com as áreas adequadas das abelhas hoje em dia, reduzirão de 31,98 a 54,97% (Tabela);
- Além de todos os problemas relacionados à mudança de áreas de cultivo, isso acarretaria em maiores custos aos produtores de maracujá que precisarão contratar mais mão de obra humana para a polinização manual.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- As soluções possíveis são desenvolver variedades da cultura adaptada às mudanças nas áreas de cultivo;
- Implantar cultivo em novas áreas adequadas sem causar impactos ambientais;
- Mitigar os efeitos por meios que favoreçam a presença de polinizadores nas áreas de cultivos;
- Disponibilizar recursos alimentares e de nidificação dentro ou nos entornos dos plantios;

- Desenvolver formas de criatório racional dessas abelhas, possibilitando a introdução e remoção nas áreas de cultivos futuras ou reintrodução em áreas outrora ocupadas e que passem por processo de recuperação.

DADOS PUBLICADOS EM:

BEZERRA, A. D. M. et al. Agricultural area losses and pollinator mismatch due to climate changes endanger passion fruit production in the Neotropics. *Agricultural systems*, v. 169, p. 49-57, 2019.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Breno Magalhães Freitas

Universidade Federal do Ceará

e-mail: freitas@ufc.br

Dr. Antônio Diego de Melo Bezerra

Universidade Federal do Ceará

e-mail: antonniodiego@gmail.com

Tabela 1: Percentuais de perdas e mudanças de áreas adequadas potenciais para o maracujazeiro (*Passiflora edulis*) e a presença de polinizadores (*Xylocopa frontalis* e *Xylocopa grisescens*) nos neotrópicos sob os cenários futuros do RCP 4.5 e RCP 8.5, para os anos de 2060 e 2080

Cenários*	Passiflora edulis		Xylocopa frontalis		Xylocopa grisescens		Áreas sobrepostas de abelhas com a cultura do maracujá
	Perda de área (%)	Mudança de área (%)	Perda de área (%)	Mudança de área (%)	Perda de área (%)	Mudança de área (%)	Perda de área (%)
RPC 4.5 (2060)	44,91	- 39,03	27,34	8,34	15,41	115,02	- 34,17
RCP 4.5 (2080)	51,34	- 47,90	15,48	59,70	27,81	41,56	- 38,22
RCP 8.5 (2060)	42,90	- 36,56	57,71	- 47,95	23,52	45,59	- 31,98
RCP 8.5 (2080)	64,86	- 63,67	47,06	- 29,03	35,32	20,33	-54,97

Nota: *Cenários baseados pelo IPCC; RCP 4.5 e RCP 8.5.
Fonte: própria autoria.

Nota: *Cenários baseados pelo IPCC; RCP 4.5 e RCP 8.5.

Fonte: própria autoria.

Figura 1: Abelha mamangava *Xylocopa frontalis* polinizando a flor do maracujazeiro (*Passiflora edulis*).



Crédito: Breno Magalhães Freitas.

REDE DE PESQUISA EM POLINIZAÇÃO DEFRUTÍFERAS DO NORTE E NORDESTE

Márcia Motta Maués¹; Cristiane Krug¹; Fábria de Mello Pereira²; Bruno de Almeida Souza³; Márcia de Fátima Ribeiro⁴; Lúcia Helena Piedade Kiill⁴; Patrícia Maria Drumond²; Fauízia Freitas de Oliveira⁵; Cláudia Inês Silva⁶; Alistair Campbell¹; Marcelo Casimiro Cavalcante⁷

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental, 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio-Norte, 3 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio-Norte, 4 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido, 5 Universidade Federal da Bahia, 6 Universidade de São Paulo, 7 Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

A polinização é um dos mais importantes serviços ambientais, pois promove a diversidade genética vegetal, aumentando a resiliência dos ecossistemas terrestres, além de prover benefícios para o bem-estar dos seres vivos (WOLOWSKI et al., 2019). As mudanças climáticas globais afetam esse equilíbrio, alterando a sincronia da época de floração com a atividade dos polinizadores (GIANNINI et al., 2017).

A Amazônia é centro de origem de espécies frutíferas de alto potencial comercial, produtos da sociobiodiversidade como a castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e o açaí (*Euterpe oleracea*) que dependem da floresta para provisão de polinizadores. A Rede Castanha-do-brasil (CNPq Proc. 556406/2009-5) mostrou que em áreas cultivadas próximo a florestas em bom estado de conservação, a riqueza de polinizadores é maior (CAVALCANTE et al. 2012; MAUÉS et al. 2015). O mesmo foi encontrado na polinização do açaizeiro no estuário do rio Amazonas (CAMPBELL et al. 2018, BEZERRA et al. 2020).

O projeto PolinizaAÇAÍ (CNPq Proc. 400568/2018-7) avalia o potencial do manejo de polinizadores (*Scaptotrigona aff. postica*) para melhorar o rendimento de frutos e os índices socioeconômicos para os produtores de açaí em diferentes tipos de manejo (açaizais nativos nas várzeas e plantios em terra firme), bem como o impacto das mudanças na paisagem adjacente aos plantios e nos açaizais nativos sobre a população de polinizadores silvestres e produção de frutos de açaí. O açaí é essencial para a economia do Pará e segurança alimentar das comunidades locais.

Pouco se sabe sobre a rede de interações entre os polinizadores e as frutíferas, e quase nada sobre o potencial de consórcio entre elas. As interações entre abelhas e frutíferas são alvo de estudos do projeto PoliNet (12.16.04.024.00 – SEG Embrapa), através da caracterização das redes de interação dos visitantes florais do açaí, camu-camu, abricó-do-pará e guaraná, e das plantas do entorno dos cultivos.

Esses projetos buscam conhecer as espécies-chave de polinizadores de frutíferas amazônicas, sua relação com as florestas nativas, e identificar aquelas

que possam ser sugeridas como prioritários para programas de manejo e criação racional. Melhorar a produtividade agrícola e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos ambientais e das mudanças climáticas, é um dos principais desafios nos trópicos, onde a conversão do habitat natural avança rapidamente.

RESULTADOS

- Mais de 25 espécies de abelhas solitárias nativas polinizam a castanheira-do-brasil;
- Mais de 100 espécies de insetos (abelhas, moscas, vespas e besouros) polinizam o açaizeiro, destacando-se as abelhas sem ferrão;
- Abelhas nativas também são polinizadores efetivos do camucamuzeiro e guaranazeiro (neste, destacam-se as abelhas solitárias crepusculares)(Figura 1);
- Quanto maior a integridade da vegetação natural no entorno dos plantios ou na matriz onde a espécie frutífera ocorre, maior a diversidade e abundância de polinizadores e melhor o sucesso da polinização;
- A floresta em pé é a melhor forma de preservar os polinizadores da castanheira e do açaizeiro;
- O manejo de polinizadores nativos (abelhas sem ferrão) pode ser uma alternativa para suprir o déficit de polinização no açaizeiro, quando a floresta do entorno dos plantios não for suficiente para prover esse insumo.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Definir recomendações de manejo da abelha sem ferrão *Scaptotrigona aff. postica* para polinização do açaizeiro, os índices socioeconômicos e de valoração do serviço de polinização;
- Caracterizar as redes de interação planta-polinizador das frutíferas e as fontes alternativas de recursos florais;

- Ampliar o compartilhamento dos conhecimentos com a sociedade, principalmente produtores, extensionistas, academia e terceiro setor, visando a adoção e validação dos resultados da pesquisa no campo;
- Ampliar a conscientização de que a agricultura depende de polinizadores e o suprimento de polinizadores, seja de forma natural ou através da introdução e manejo, deve ser um insumo agrícola a ser ponderado no planejamento dos sistemas produtivos;
- Fortalecer o diálogo com os tomadores de decisão, suprimindo informações para subsidiar a construção de leis e outros instrumentos que possam regulamentar a proteção de polinizadores, como o Relatório sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos (WOLÓWSKI et al. 2019);
- Incentivar a adoção de práticas amigáveis aos polinizadores com restrição do uso de defensivos agrícolas, adoção de práticas agroecológicas, controle biológico, plantio em Sistemas Agroflorestais, agricultura sem queima, oferta de substrato para nidificação de abelhas, reconhecimento da polinização como um insumo agrícola, estimular a capacitação de agricultores e extensionistas nessa temática, entre outros;
- Reiterar as recomendações da legislação ambiental, através do cumprimento do Código Florestal Brasileiro, que na Amazônia preconiza a preservação de até 50-80% das áreas de floresta nativa da propriedade rural e a conectividade entre essas áreas, para que sirvam de corredores de movimentação e sobrevivência dos polinizadores.

DADOS PUBLICADOS EM:

BEZERRA, L. A.; CAMPBELL, A. J.; BRITO, T. F.; MENEZES, C.; MAUÉS, M. M. Pollen loads of flower visitors to açai palm (*Euterpe oleracea*) and implications for management of pollination services. *Neotropical Entomology*, v. 49, p. 482-490, 2020.

CAMPBELL, A. J.; CARVALHEIRO, L. G.; MAUÉS, M. M.; JAFFÉ, R.; GIANNINI, T. C.; FREITAS, M. A. B.; COELHO, B. W. T.; MENEZES, C. Anthropogenic disturbance of tropical forests threatens pollination services to açai palm in the Amazon river delta. *Journal of Applied Ecology*, v. 55, n. 4, p. 1725-1736, Jan. 2018.

CAVALCANTE, M. C.; CAVALCANTE, M. C.; OLIVEIRA, F. F.; MAUÉS, M. M.; FREITAS, B. M.; FREITAS, B. M.; OLIVEIRA, F. F.; MAUÉS, M. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in Central Amazon rainforest. *Psyche*, n. especial, p. 1-9, May 2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; BIESMEIJER, J.; GARIBALDI, L. A. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8, 2017.

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; SANTOS, N. A. S. A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização. Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

WOLÓWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R.; VARASSIN, I. G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L. T.; BUENO, R. O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A. M.; SILVA, C. I. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. Brasília: Editora Cubo, 2019.

COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Márcia Motta Maués

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental
e-mail: marcia.maués@embrapa.br

Figura 1: Polinizadores de frutíferas amazônicas. Uruçu-amarela (*Melipona flavolineata*) visitando flor de camu-camu (*Myrciaria dubia*)



Crédito: Márcia Maués.

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS POLINIZADORES DE CULTURAS AGRÍCOLAS BRASILEIRAS

Tereza Cristina Giannini^{1,2}; Vera Lucia Imperatriz-Fonseca³; Antônio Mauro Saraiva³

1 Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável, 2 Universidade Federal do Pará, 3 Universidade de São Paulo

A produção agrícola é mediada por espécies da fauna que atuam como polinizadores, favorecendo a produção de frutos e sementes. Avaliar a vulnerabilidade da produção devido ao impacto da mudança climática nos polinizadores, com ênfase em abelhas, foi o objetivo principal da presente abordagem.

Para a avaliação do impacto na mudança do clima nos polinizadores e na produção agrícola, foi necessário organizar uma base de dados sobre interações de culturas agrícolas e seus polinizadores (GIANNINI *et al.*, 2015a; 2015b; 2020a). Essa etapa possibilitou identificar as lacunas de conhecimento, envolvendo: [1] impedimento taxonômico das espécies de abelhas; [2] culturas que ainda não foram estudadas no que diz respeito ao grau de dependência por polinização animal e na determinação de polinizadores efetivos; [3] regiões menos estudadas; e [4] produção anual de culturas regionais que não constam em bases de dados públicos.

A seguir, foi utilizada a Modelagem de Distribuição de Espécies, que analisa possíveis cenários de mudança do clima e projeta mudanças potenciais na adequabilidade de habitat e, por consequência, na distribuição das espécies (GIANNINI *et al.*, 2012; 2013b; 2017a; 2020b) (Figura 1). Assim, vários cenários foram avaliados no sentido de determinar possíveis perdas de polinizadores, e como isso poderia potencialmente afetar a produção agrícola. Até o presente momento, treze culturas brasileiras foram mais bem avaliadas, envolvendo mais de 90 espécies de polinizadores (GIANNINI *et al.*, 2017a). Analisamos uma variável associada à perda potencial de polinizadores em escala espacial de 10x10 km, em nível nacional, que denominamos de “probabilidade de ocorrência de polinizadores”, um número que varia de -1 (100% de probabilidade de perda de polinizadores) a +1 (100% de probabilidade de ganho de polinizadores) (GIANNINI *et al.*, 2017a) (Tabela 1). Essa variável foi determinada para cada uma das treze culturas analisadas e associada aos municípios produtores, o que permite uma estimativa econômica de redução potencial de produção de cada uma das culturas em nível municipal.

Próximos passos necessários consistem em aumentar o conhecimento sobre a interação entre polinizadores e culturas, bem como, estudar as plantas de interesse econômico regional. Possíveis propostas para solucionar o risco de perda de polinizadores na produção agrícola incluem: [1] restauração de habitats degradados por atividades humanas; [2] conservação/restauração de áreas de

Reserva Legal dentro das áreas de cultivo; [3] determinação de espécies de abelhas polinizadoras nativas e locais que possam ser manejadas nas áreas de cultivo; [4] aumento do conhecimento sobre interações polinizador-cultivo agrícola.

O público alvo da pesquisa é composto por outros pesquisadores e tomadores de decisão em políticas públicas. O público leigo também foi alvo da iniciativa, pois têm sido produzidos materiais de divulgação ao longo de todo o Projeto.

Não houve fonte financiadora específica para o projeto, mas outros auxílios e infraestrutura do ITV, USP, UFPA, UNISA, CAPES, CNPq, FAPESP e FAPESPA foram fundamentais.

RESULTADOS

Resultados alcançados

- Base de dados para o Brasil sobre polinizadores de culturas agrícolas e sobre dependência das culturas por polinizadores;
- Análise de impacto de mudança climática em polinizadores de culturas agrícolas brasileiras;
- Foi elaborada uma lista de espécies vegetais utilizadas na alimentação por comunidades locais e ribeirinhos da Amazônia, e foi analisada a síndrome de polinização dessas plantas.

Figura 1: Efeitos do impacto da mudança climática nas espécies de abelhas incluem a redução da adequabilidade ambiental de suas áreas de ocorrência. As respostas das abelhas às mudanças climáticas podem ser complexas, com efeitos negativos potenciais nas funções e serviços dos ecossistemas, como a polinização agrícola



Crédito: Tereza Cristina Giannini & Rafael Cabral Borges.

O que se espera alcançar com as iniciativas propostas

- Compreender a vulnerabilidade da produção agrícola considerando-se os impactos de mudança de clima em seus polinizadores efetivos.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Etapa atual: análise da vulnerabilidade da produção agrícola considerando-se mudança climática e seus efeitos sobre polinizadores, com ênfase na região Amazônica;
- Desafio principal: lacuna de dados sobre interações entre animais e plantas de interesse econômico para determinação de espécies de polinizadores efetivos;
- Soluções: pesquisa de campo dirigida à análise dos polinizadores de espécies da flora com interesse econômico;
- Próximas etapas e/ou perspectivas: estudo sobre manejo e introdução de abelhas em cultivos agrícolas com alto valor de produção.

COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Tereza Cristina Giannini

Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável; Universidade Federal do Pará

e-mail: tereza.giannini@itu.org, giannini@usp.br

DADOS PUBLICADOS EM:

GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*, v. 46, n. 2, p. 209-223. 2015a.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n. 3, p. 849-857. 2015b.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; BIESMEIJER, J.; GARIBALDI, L. A. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8. 2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GIANNINI, T. C.; ALVES, D. A.; ALVES, R.; CORDEIRO, G. D.; CAMPBELL, A. J.; AWADE, M.; BENTO, J. M. S.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. *Apidologie* v. 51, p. 406-421. 2020a.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; BORGES, R. C.; MIRANDA, L.; COSTA, C. P. W.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Climate change in the Eastern Amazon: crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. *Regional Environmental Change* 20, n. 9. 2020b.

PAZ, F. S.; PINTO, C. E.; BRITO, R. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIANNINI, T. C. Which are the main pollinators of edible plant species in the Brazilian Amazon Forest? *Journal of Economic Entomology*. 2021. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa284>

Tabela 1: Impacto potencial da mudança climática sobre os polinizadores de cada cultura agrícola analisada, considerando a diminuição da probabilidade de ocorrência de polinizadores e a porcentagem de municípios potencialmente afetados.

Cultura agrícola	Redução na probabilidade média de ocorrência dos polinizadores (%)	Número total de municípios que produzem a cultura	Porcentagem de municípios potencialmente afetados
Abacate	10.4	673	91.1
Acerola	14.0	201	74.6
Algodão	6.9	321	99.1
Café	15.3	1.708	95.5
Caqui	2.8	579	86.9
Coco	5.6	1.753	86.8
Feijão	9.9	4.188	84.2
Girassol	17.7	101	100.0
Goiaba	16.0	838	94.6
Maracujá	10.8	1.155	84.2
Tangerina	15.1	13.645	9.3
Tomate	25.5	1.743	87.3
Urucum	14.7	258	85.3

Fonte: Giannini et al., 2017a.

SELEÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL PARA CULTURAS ALIMENTARES TRADICIONAIS NO AMBIENTE SEMIÁRIDO

Paulo Iuan Fernandes Júnior¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

As ações de pesquisa nesta temática foram conduzidas com o objetivo de se obter bactérias promotoras de crescimento para diferentes culturas na região semiárida, bioma Caatinga, objetivando aumentos de produtividade e redução da demanda por fertilizantes, principalmente os nitrogenados, bem como reduzir os efeitos dos estresses abióticos nas culturas, beneficiando principalmente os pequenos produtores de base familiar do sertão. Essas ações estão englobadas em projetos de pesquisa para diversas culturas importantes em sistemas de base familiar como feijão-caupi, amendoim e milho. Em dois projetos, conduzidos entre os anos de 2011 e 2015, estruturamos coleções de cultura a partir do isolamento e caracterização dos isolados bacterianos objetivando a seleção de bactérias com potencial para a promoção do crescimento vegetal, principalmente as fixadoras de nitrogênio. A partir de 2015, temos conduzido projetos com o objetivo de se validar a eficiência agrônômica destes isolados previamente selecionados (Tabela 1). Estes resultados têm apontado para existência de bactérias com potencial para a utilização como inoculantes comerciais nas culturas citadas, o que pode aumentar a produtividade e redução do uso de fertilizantes nos cultivos de milho, feijão-caupi e amendoim. Além dos ganhos produtivos, estas bactérias aumentam a resiliência da produtividade das culturas, frente a um cenário de mudanças no clima.

RESULTADOS

Seleção de estirpes de rizóbio para o amendoim

- A partir de uma coleção de culturas estruturada com, aproximadamente, 150 isolados rizobianos, experimentos de seleção destacaram o desempenho simbiótico do estirpe ESA 123 de *Bradyrhizobium* sp. em condições de vasos (SANTOS et al., 2017; BARBOSA et al., 2018). Resultados em ensaios de campo em diferentes condições de campo do Nordeste confirmaram a eficiência desta estirpe de rizóbio (SIZENANDO et al., 2016). Neste momento, experimentos em rede estão sendo conduzidos com o intuito de se avaliar a eficiência desta estirpe em experimentos em rede na região Nordeste, com o objetivo de se validar sua eficiência agrônômica, de acordo com as determinações do MAPA para a recomendação de novas bactérias para inoculantes rizobianos (BRASIL, 2011).
- Seleção de estirpes de rizóbio para feijão-caupi

- Para a cultura do feijão-caupi, algumas coleções de culturas foram estruturadas pela equipe da Embrapa Semiárido e instituições parceiras, totalizando mais de 400 isolados. Em ensaios de seleção preliminar as estirpes de *Bradyrhizobium* spp. ESA 17 e ESA 18 apresentaram maior eficiência simbiótica em ensaios em vaso e eficiência agrônômica em experimentos de campo nas condições do submédio do Vale do São Francisco (MARINHO et al., 2017). Estas estirpes serão avaliadas em experimentos em rede para a validação de sua eficiência.

Seleção de estirpes de bactérias promotoras de crescimento para o milho

- Isolamento e caracterização de bactérias com potencial para a promoção do crescimento vegetal foi realizado com apoio financeiro de projetos financiados pelo CNPq e pela Embrapa entre 2013 e 2017. Estes estudos isolaram mais de 400 isolados utilizando diferentes abordagens para o isolamento. Os ensaios de seleção em diversas etapas em laboratório, casa de vegetação e campo, apontaram para a eficiência agrônômica das estirpes ESA 116 (*Agrobacterium* sp.), ESA 600 (*Bacillus* sp.) e ESA 601 (*Paenibacillus* sp.) (CAVALCANTI et al., 2020; NASCIMENTO, 2018). Em sete experimentos com as determinações do MAPA, a estirpe ESA 601 apresentou superioridade estatística em comparação com os tratamentos sem a inoculação ou adubação em cinco ensaios e a estirpe ESA 600 apresentou a mesma superioridade em dois ensaios. Os resultados indicam que *Paenibacillus* sp. ESA 601 apresenta potencial para a produção de inoculantes para a cultura do milho.

DESAFIOS

- Realizados ensaios em rede com estirpes selecionadas para outras culturas nas condições do semiárido;
- Avaliar a capacidade de micro-organismos do solo em aumentar a resiliência de espécies cultivadas em sistemas de produção familiar aos cenários de mudanças no clima;
- Entender as interações entre microbiologia e fisiologia vegetal em ambientes estressantes;

- Fortalecer as ações de transferência de tecnologia de inoculantes já recomendados para as culturas em sistemas de produção familiar no Nordeste;
- Encontrar fontes alternativas de financiamento para projetos de pesquisa para as culturas importantes para sistemas de produção familiar na região semiárida.

SOLUÇÕES

- Estruturar laboratórios, instituições e grupos de pesquisa para a seleção de estirpes de bactérias promotoras de crescimento para culturas de importância em sistemas de produção familiar no Nordeste;
- Obtenção de financiamento para pesquisas no desenvolvimento de novos produtos biotecnológicos a partir de micro-organismos do solo com objetivo de reduzir os impactos das mudanças no clima para culturas anuais no ambiente Semiárido;
- Disponibilizar resultados dessas ações de pesquisa para a formulação de políticas públicas.

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Paulo Ivan Fernandes Júnior

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: paulo.ivan@embrapa.br

DADOS PUBLICADOS EM:

CAVALCANTE, M. C.; FREITAS, B. M.; MAUÉS, M. M. Polinização de algumas culturas agrícolas: polinização da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. v. 249, p. 58-68. (Documentos/Embrapa Semiárido, Online).

CAVALCANTE, M. C.; GALETTO, L.; MAUÉS, M. M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; BOMFIM, I. G. A.; FREITAS, B. M. Nectar production dynamics and daily pattern of pollinator visits in Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) plantations in Central Amazon: implications for fruit production. *Apidologie*, v. 49, n. 4, p. 505-516, Aug. 2018.

CAVALCANTI, M. I. P.; NASCIMENTO, R. DE C.; RODRIGUES, D. R.; ESCOBAR, I. E. C.; FRAIZ, A. C. R.; SOUZA, A. P. DE; FREITAS, A. D. S. DE; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Maize growth and yield promoting endophytes isolated into a legume root nodule by a cross-over approach. *Rhizosphere*, v.15, p.100211, 2020.

Continuação no Anexo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, D. D.; BRITO, S. L.; FERNANDES, P. D.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I.; LIMA, L. M. de. Can Bradyrhizobium strains inoculation reduce water deficit effects on peanuts? *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 34, p. 87, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 13/2011 – Normas sobre especificações, garantias, registro, embalagem e rotulagem dos inoculantes destinados à agricultura, das especificações, garantias mínimas e tolerâncias dos produtos. Brasília: MAPA, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>.

Continuação no Anexo

Tabela 1: Sumário dos resultados das ações de pesquisa alcançadas nos projetos coordenados pela Embrapa – Semiárido entre 2011 e 2019

Cultura	Experimentos*	Resultados
Amendoim	5	Eficiência agrônômica da estirpe ESA 123 de <i>Bradyrhizobium</i> sp. verificada em experimentos preliminares e validação de acordo com as determinações do MAPA em condução.
Feijão-caupi	2	Eficiência das estirpes de <i>Bradyrhizobium</i> spp. ESA 17 e ESA 18 com eficiência agrônômica reconhecida na região do Submédio do Vale do São Francisco. Ensaios de validação na Região Nordeste serão conduzidos.
Milho	7	<i>Paenibacillus</i> sp. ESA 601 com eficiência agrônômica superior aos tratamentos não inoculados e não adubados em cinco de sete experimentos de campo avaliados na Região Nordeste.

Nota: *quantidade de experimentos de campo colhidos até o momento.

Legenda: própria autoria

A INICIATIVA PLANTAS PARA O FUTURO: ESPÉCIES NATIVAS DA FLORA BRASILEIRA DE VALOR ECONÔMICO ATUAL OU POTENCIAL

Lídio Coradin¹; Julcéia Camillo²

¹ Iniciativa Plantas para o Futuro, ² Plantas & Planos Consultoria

No século 20 várias estimativas avaliaram o uso econômico das plantas. Em 1969, Mangelsdorf afirmou que o homem já teria utilizado 3.000 espécies. Kunkel (1984), listou 12.500 espécies com potencial alimentício. Myers (1984) afirma que o homem teria utilizado 7.000 espécies. Wilson (1988) indica 75.000 plantas comestíveis, muitas superiores aos atuais cultivos. Rapoport e Drausal (2001), propõem 27.000 espécies como alimento. A FAO cita 5.000 a 10.000 espécies (FAO/ONU, 2005; 2008).

Há consenso sobre a existência de 10 a 20% de plantas potencialmente alimentícias. Mas quantas alimentam a humanidade? Para Mangelsdorf, citado por Prescott-Allen (1990), seriam 15 espécies, que, segundo Biazotto et al. (2019), respondem por 90% da energia demandada pelos humanos. Para Solbrig (1992) 20 plantas e 5 animais representam 90% do sustento humano e comércio internacional de alimentos, um número considerado muito restrito.

Com 15 a 20% da biodiversidade, o Brasil é o principal país megadiverso (MITTERMEIER et al., 1997), com enorme vantagem comparativa. Com as mudanças climáticas, expansão da população e sucessão de doenças e pragas, a diversificação do uso desses recursos é estratégica. Além de adaptadas e resilientes, apresentam elevado valor nutricional e podem se desenvolver em ambientes adversos.

Para ampliar o aproveitamento das espécies nativas, melhorar a percepção e despertar a preocupação pública foi criada a Iniciativa Plantas para o Futuro, com propósito de: oferecer avaliação clara da importância dessas questões e ações a serem tomadas; estimular pesquisas e inovação para ampliar conhecimento e agregar valor; e alertar para as mudanças climáticas e a importância dessas espécies, variedades e cultivares adaptadas às condições locais (CORADIN et al., 2018).

A Iniciativa, desenvolvida nas cinco grandes regiões do País, envolveu instituições governamentais, não-governamentais e empresariais. Identificou-se as espécies de maior potencial para cultivo e investimento pelo setor empresarial e principais grupos de uso (alimentícias, aromáticas, forrageiras, medicinais, ornamentais). Livros das regiões Sul, Centro-Oeste e Nordeste estão disponíveis para consulta. Os do Norte e Sudeste estão sendo finalizados. Cada espécie é

apresentada em um portfólio.

Os benefícios se estendem ao conjunto da sociedade, mais diretamente comunidades locais; setor produtivo; comunidade técnico-científica, instituições de pesquisa e agências de fomento; e organizações não-governamentais e movimentos sociais. A Iniciativa contribuiu para o Projeto Biodiversidade, Alimentação e Nutrição (BFN), com ações de segurança alimentar e nutricional, parceria que gerou a lista das espécies da sociobiodiversidade de valor alimentício Portaria nº 284 (BRASIL, 2018).

Com novas políticas públicas e rica diversidade de espécies o país pode reorganizar a matriz agrícola, a base de produção e minimizar dependência por recursos genéticos externos, criando maior sensibilidade na sociedade para uso da biodiversidade local e regional.

RESULTADOS

Na Região Sul foram priorizadas 149 espécies, em sete grupos de uso: alimentícias, aromáticas, fibrosas, forrageiras, madeireiras, medicinais e ornamentais. A multifuncionalidade das espécies foi característica importante observada.

Na Região Centro-Oeste priorizou-se 177 espécies. Há consistência no uso de frutas e hortaliças na alimentação das pessoas. Aparência exótica, aroma peculiar e riqueza nutricional tornam os frutos atrativos para cultivo, manejo e comércio.

No Nordeste priorizaram-se 154 espécies, em dez grupos. Muitas possuem algum grau de comercialização e podem ser encontradas em mercados e feiras livres regionais.

Para a Região Norte foram priorizadas 159 espécies, em nove grupos, destacando-se as alimentícias. O açaí é a fruteira amazônica de maior expressão. Mas a cadeia produtiva é vulnerável e depende de solução das instituições de pesquisa, além de políticas públicas que regulamentem e estimulem a atividade.

O Sudeste traz 121 espécies, muitas também priorizadas em outras regiões. Algumas possuem algum nível de uso regional e outras ainda pouco conhecidas, mas de potencial para o comércio de fruta fresca ou

industrialização. Destaque para as aromáticas, em função da indústria de óleos e aromas.

PRÓXIMAS ETAPAS, PERSPECTIVAS E RECOMENDAÇÕES:

A série Plantas para o Futuro tornou-se referência no uso da biodiversidade nativa e obra básica nas disciplinas sobre o tema nas universidades brasileiras. O término das obras (Figura), trará um completo conjunto de informações, com valorização da biodiversidade nativa e ganhos para a agricultura, economia e meio ambiente. Com estas publicações houve significativa melhora na percepção do brasileiro sobre a importância destas espécies, seu valor nutricional e razões para manutenção dos sistemas ecológicos. Será necessário, entretanto, ampliar a exploração dessa rica matéria-prima, diversificar as espécies em cultivo, fortalecer as cadeias de produção e garantir que as espécies priorizadas e seus produtos derivados alcancem os mercados.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Lídio Coradin

Iniciativa Plantas para o Futuro

e-mail: lidio.coradin@gmail.com

Dr. Julcéia Camillo

Plantas & Planos Consultoria

e-mail: julceia@gmail.com.

DADOS PUBLICADOS EM:

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Nordeste. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html?download=1216:s%C3%A9rie-biodiversidade-biodiversidade-51>. Acesso em: 6 fev. 2020.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Sul. Brasília: MMA, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf. Acesso em: 6 fev. 2020.

FONTES, V. R.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html?download=996:serie-biodiversidade-biodiversidade-44>. Acesso em: 6 fev. 2020.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIAZOTTO, K. R.; MESQUITA, L. M. de S.; NEVES, B. V.; BRAGA, A. R. C.; TANGERINA, M. M. P.; VILEGAS, W.; MERCADANTE, A. Z.; DE ROSSO, V. V. Brazilian biodiversity fruits: discovering bioactive compounds from underexplored sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 67, n. 7, p. 1860-1876, 2019.

BRASIL. Portaria Interministerial MMA e MDS Nº 284, de 30 de maio de 2018. Institui a lista de espécies da sociobiodiversidade, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados, no âmbito das operações realizadas pelo Programa de Aquisição de Alimentos-PAA. Brasília-DF: Diário Oficial da União. Seção 1, Nº 131, 10 de julho de 2018.

Continuação no Anexo

Figura 1: Livros da série Plantas para o Futuro já finalizados e disponíveis para consulta (Regiões Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte) ou em fase de finalização (Região Sudeste)



Crédito: BRASIL, 2018.

MANDIOCA AGROECOLÓGICA: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL NO SEMIÁRIDO

Alineaurea Florentino Silva¹

¹ Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária - Semiárido

A oferta de alimentos para a população e forragem para os animais no Semiárido é instável ao longo do ano, devido aos longos períodos de estiagem. Este é um dos maiores desafios que a pesquisa e a extensão agropecuária enfrentam, pois a escassez de alimentos afeta a saúde e a capacidade produtiva da população, conduzindo ao empobrecimento dessas pessoas que passam a depender de alimentos e forragens de outras regiões do país. Nos últimos 19 anos de pesquisa foram instaladas diversas áreas de plantio de mandioca com o objetivo de validar práticas agroecológicas e dar suporte a uma produção sustentável no semiárido (figura 1, tabela 1). Os trabalhos foram realizados em unidades produtivas de agricultores familiares no bioma Caatinga utilizando metodologia participativa, desde a seleção de variedades, acompanhamento das práticas de plantio, tratos culturais, até colheita e beneficiamento. As principais estratégias para redução da vulnerabilidade e aumento da capacidade adaptativa estão pautadas na compreensão do agroecossistema, para ajustes nas fases da produção, desde a correção das deficiências do solo até escolha do melhor produto para o mercado. A umidade do solo foi uma das variáveis monitoradas e representou bem a resposta favorável do sistema diante da escassez hídrica. O índice de colheita das raízes foi outro indicador que permitiu entender a eficiência produtiva das variedades, facilitando a escolha destas no plantio. As plantas de mandioca foram submetidas a déficit hídrico, na sua grande maioria sem nenhuma irrigação e uma prática com ótimos resultados foi o cultivo simultâneo. Essa prática permite manutenção de umidade no solo, reduz a incidência de pagas e amplia opções de alimento e renda. Apesar do público-alvo ser constituído de agricultores de base familiar, as práticas também foram adotadas por agricultores de áreas de médio porte.

Financiamento: Sistema Embrapa de Gestão e Banco do Nordeste do Brasil.

RESULTADOS

- A adição de fósforo pode elevar entre 24 e 87% o teor do elemento no solo e com a calagem, aumentar a eficiência de uso da água de chuva em 107,7% na produção de parte aérea e de 121,1% na produção de raízes de mandioca (Silva et al., 2014). Esse resultado reforça a premissa que deve-se corrigir e fertilizar o solo do semiárido, mesmo sendo uma região com baixo índice pluviométrico;
- O aproveitamento de resíduos, cobertura morta, correção do solo, fertilização e cultivos simultâneos são práticas que precisam ter uso contínuo para aumentar a resiliência dos sistemas produtivos agroecológicos no semiárido;
- A produção de farinha de mandioca é responsável por 20% da geração de resíduos nas unidades produtivas acompanhadas, porém maior produção de resíduos ocorre na criação de caprinos e outros cultivos de campo (77,8 e 88,9%, respectivamente). Isso sugere o direcionamento desses resíduos para o solo, pois são ricos em Cálcio e Nitrogênio, elementos importantes na nutrição das plantas (Silva, 2017);
- Alinhar a produção e transformação da mandioca ao mercado pode trazer ganhos significativos ao produtor. Uma alternativa é a parte aérea que pode ser colhida até três vezes na mesma planta (Silva et al., 2009). O uso das raízes para preparo de forragem também é alternativa que revigora a política de estoques, altamente necessária no semiárido.
- As práticas agroecológicas devem ser adaptadas a cada realidade, pois tem especificidades e deve ser respeitada a aptidão e a vocação da terra, do agricultor e de sua família. Sem atender a esse requisito essas práticas podem ser ineficientes e onerar o sistema produtivo.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Fortalecer os campos de multiplicação de sementes, viabilizando conexão entre bancos comunitários de sementes e bancos de materiais genéticos institucionais;
- Incentivar a adoção de práticas agroecológicas, como o reuso de resíduos orgânicos, favorecendo a conservação e preservação dos recursos naturais no semiárido;
- Compreender as formas de comércio justo e mercados mais apropriados aos agricultores familiares do semiárido, sanando dificuldades de acesso a linhas de crédito ou subsídios para sistemas de produção agroecológicos;

- Ampliar a disponibilidade de sementes adaptados aos sistemas de produção agroecológicos, com acesso facilitado para as comunidades do semiárido.

DADOS PUBLICADOS EM:

SILVA, A. F. Bases agroecológicas e resiliência de sistemas de produção em espaços geográficos Semiáridos. In: NÓBREGA, R. S.; SILVA, A. S. da; SILVA, A. K. de C.; COSTA, A. M. M. da; DANTAS, A. M. da S.; LIRA, D. V. de; MELO, E. E. de; BORGES, G. F. D. de S.; SILVA, G. A. da; SOUZA, L. M. da S.; SENA, L. M. F. de; OLIVEIRA, T. N. de; ROSÁRIO, T. N. da S.; HOLANDA, T. F. de (Org.). Reflexões sobre o semiárido: obra do encontro do pensamento geográfico Ananindeua: Itacaiúnas. cap. 4, p. 52-66, 2017.

SILVA, A. F.; REGITANO NETO, A. As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar. In: MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. (Org.). Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido. 1ed. Brasília-DF: Embrapa, 2019, u. 1, p. 45-83, 2019.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Alineaurea Florentino Silva

Embrapa Semiárido

e-mail: alineaurea.silva@embrapa.br

SILVA, A. F. PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS PARA ENFRENTAR RISCOS NA AGROPECUÁRIA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. In: JUNIOR, L. M.; FREITAS, C. M. F.; LOPES, E. S. S.; CASTRO, G. R. B.; Humberto Alves Barbosa BARBOSA, H. A.; Luciana Resende Londe LONDE, L. R.; Maria da Graça Mello Magnoni MAGNONI, M. G. M.; Rosicler Sasso Silva SILVA, R. S.; Tabita Teixeira TEIXEIRA, T. e Wellington dos S. Figueiredo FIGUEIREDO, W. S. (Org.). Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano [recurso eletrônico]. 2ed. São Paulo: CPS, 2020, u. 2, p. 200-222, 2020.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, A. F., OLIVEIRA, D. S., SANTOS, A. P. G., SANTANA, L. M. de, e OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. Revista Brasileira De Agroecologia, 8(3), 2014.

SILVA, A. F. Uso de resíduo orgânico na produção de mandioca em transição agroecológica, no Projeto Pontal, Petrolina-PE. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 194 f, 2017.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ARAÚJO, C. R. de; AZEVEDO, S. G. de. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, u. 13, n. 1, p. 33-38, 2009.

Continuação no Anexo

Figura 1: Livros da série Plantas para o Futuro já finalizados e disponíveis para consulta (Regiões Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte) ou em fase de finalização (Região Sudeste)

Práticas Adaptadas/ Sistemas de produção	Sistema produção convencional	Sistema Agroecológico de produção
Preparo do solo	Aração, Gradagem	Em solo arenoso, plantio direto
Tratos culturais	Várias Capinas	Cobertura morta, cultivo simultâneo
Controle de pragas	Defensivos agrícolas	Bioinseticidas ou extratos de plantas
Adubação	Fertilizantes químicos	Resíduos da propriedade, pós de rocha, orgânicos
Plantas na área	Apenas mandioca, solteira	Diversificado, Cultivos simultâneos
Mercado	Convencional	Mercados alternativos
Decisão sobre a produção	Mercado	Produtor e sua família
Transformação da produção	De acordo com o mercado	Adaptado as demandas da comunidade ou propriedade
Custos	Alto	Médio a baixo de acordo com adaptação ao sistema agroecológico

Figura 1: Cultivo de mandioca em sistema agroecológico. Petrolina, PE, 2013.



Crédito: Alineaurea Florentino Silva

4

PLANEJAMENTO E MANEJO INTEGRADO DA PAISAGEM

Crédito: Joyce Monteiro



As ações humanas face ao risco de mudança do clima: processos de transição na paisagem rural

Lucimar Santiago de Abreu¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio Ambiente

Cada vez mais se torna evidente que as principais causas e consequências da mudança do clima estão relacionadas às ações humanas, tornando urgente que se criem alternativas de manejo ecológico e mecanismos institucionais que sejam capazes de proporem formas de adaptação e mitigação dos impactos do clima, sobretudo, quando se considera os grupos populacionais mais vulneráveis à mudança do clima. Segundo os estudos divulgados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2019), as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) provocam mudanças praticamente irreversíveis no clima e na paisagem, engendrando alterações nos padrões de vento, temperatura, chuva e circulação dos oceanos. O texto enfatiza a importância das proposições alternativas para mudanças do uso do solo e considera questões como a segurança alimentar e ameaças à resiliência, como o desmatamento, a degradação do solo e a desertificação. Embora seja extremamente importante entender as causas e os impactos da mudança do clima, é igualmente fundamental entendê-las a partir da perspectiva social, uma vez que não se trata apenas de questão de natureza ecológica, mas grande parte das consequências terá impactos diretos nos modos de vida, incluindo a capacidade de consumo da sociedade moderna e potenciais ameaças à qualidade de vida e ao desenvolvimento econômico da sociedade.

Assim, é importante considerar a dimensão das ações humanas associadas à capacidade ou não de resiliência e, igualmente, as dimensões econômicas e institucionais que conferem maior ou menor vulnerabilidade a determinados grupos sociais. Tais problemas necessitam ser enfrentados; caso contrário, poderão ampliar os desafios futuros. Essa é uma das razões pela qual, neste artigo, o objetivo é analisar um conjunto de experiências desenvolvidas em sua maioria pela Embrapa, em parceria com instituições de âmbito federal ou estadual, que expõe comportamentos, atitudes e manifestações de resiliência e prudência social, face ao risco da mudança do clima.

A mudança do clima, a seca, o desmatamento e o empobrecimento dos solos representam um desafio de longo prazo para a gestão da terra e da água, local e globalmente, e dificultam os esforços para reduzir a pobreza e a fome. O trabalho focado nos grupos sociais que vivem no meio rural ajuda a fortalecer as capacidades técnicas e institucionais para melhorar a gestão dos recursos naturais em extremos climáticos.

Análise dos trabalhos científicos

A análise realizada aponta os aspectos gerais, os elementos e as características principais dos trabalhos, bem como as lacunas do tema em questão, buscando efetuar algumas recomendações para a tomada de decisão de instituições diretamente envolvidas com o desenvolvimento rural. Os trabalhos deste capítulo são vinculados aos processos de transição da agricultura, expressos à luz de situações concretas de campo, ao compromisso com a agricultura sustentável, à atenção aos processos ecológicos, ao aprimoramento do conhecimento local e à interdisciplinaridade. Portanto, são abordagens com abertura à integração das dimensões econômica, social, política e institucional que, em geral, buscam transformar a agricultura, abordando-a sob a perspectiva dos atores sociais.

Aspectos gerais, elementos e características principais

Trata-se de diferentes iniciativas de construção de novas relações sociais com os recursos naturais, as quais são expostas a partir de mudanças no planejamento e no manejo integrado das paisagens. Esses processos de transição da agricultura influenciam a mobilização de técnicas, a exploração dos recursos, a organização e a gestão dos territórios, tendo como suporte a aplicação da abordagem construtivista de levantamento de problemas de pesquisas e de construção de soluções denominada pelos autores de pesquisa participativa (ABREU, 2011).

A maioria dos trabalhos desenvolve ações em relação à gestão dos recursos naturais (terra, animais, florestas e água) e adota a abordagem participativa, que contribui para o crescimento da consciência social sobre a degradação dos recursos naturais causada por práticas agrícolas inadequadas, como irrigação e desmatamento excessivos, especialmente em ecossistemas hídricos e florestas escassas. Também de maneira criativa esses trabalhos aplicam, em graus diversos, princípios da agroecologia (ABREU et al., 2012).

O artigo de Fernanda Peruchi, pesquisadora do Instituto Florestal de São Paulo, em parceria com técnicos da Secretaria do Meio Ambiente do estado, denominado Sistemas agroflorestais: aliando produção e conservação em políticas públicas no estado de São Paulo, fortaleceu a relação entre agricultores, parceiros e técnicos e a realização de tarefas conjuntas no processo de implantação e consolidação de sistemas SAFs, promovendo mudanças na paisagem por meio da implantação de sistemas diversificados de produção, incluindo florestas.

Já o trabalho técnico e científico denominado Construção participativa do conhecimento em sistemas agrícolas biodiversos e resilientes da equipe de pesquisadores da Embrapa – Meio Ambiente gerou conhecimentos em parceria com agricultores familiares e assentados, especialmente no estado de São Paulo, mas também na Amazônia, a partir de trabalhos coletivos e participativos. Isso se deu de tal forma que os trabalhos experimentais dentro de Unidades de Referência foram “ferramentas” na construção e apropriação social do conhecimento em sistemas agrícolas biodiversos. Por último, é importante destacar que as ações se constituíram no olhar atencioso sobre o funcionamento da natureza e no desenho de sistemas agroecológicos biodiversos, buscando a inclusão social.

O trabalho intitulado Resiliência social e segurança alimentar em tempos de crise ecológica global no sudoeste da Amazônia, conduzido por Lucimar Santiago de Abreu e Maria Aico Watanabe, estabeleceu a reflexão sobre as possibilidades de conciliar o desenvolvimento econômico e humano e a conservação dos recursos naturais. A questão colocada pelo trabalho está ligada à preocupação atual de buscar uma relação harmônica entre prudência ambiental e satisfação das necessidades humanas fundamentais. Tomou-se como pressuposto que agrobiodiversidade associada aos sistemas agroflorestais contribui para a segurança alimentar e para a minimização da crise ambiental global. A escolha do modelo de produção baseado na combinação de cultivos anuais e perenes e na criação de animais, expressa, sem dúvidas, a importância das populações locais para a construção e gestão da agrobiodiversidade e da segurança alimentar local. Concluiu-se que os agricultores familiares, em geral, pactuam e compartilham entre eles e a sociedade ecológica global princípios de desenvolvimento social e respeito ecológico.

Octavio Rossi de Moraes, da Embrapa – Caprinos e Ovinos, demais pesquisadores mencionados no artigo e coordenadores do projeto denominado Programa Rota do Cordeiro: iniciativa para o fortalecimento da produção pecuária em territórios estratégicos da ovinocultura desenvolveram um conjunto de ações voltadas para o desenvolvimento rural sustentável, para o fortalecimento de iniciativas de organização de territórios nos estados do Piauí, do Rio Grande do Norte, de Pernambuco e da Bahia. Houve apoio institucional governamental e de parceiros locais como Codevasf, com perspectiva futura de focar na valorização de produtos regionais tradicionais (savoir-faire) locais, por meio de projetos que valorizam os produtos da caprinocultura e da ovinocultura, contrapondo a necessidade de aumento da produção como imperativa para o aumento da renda dos produtores. O projeto, sem dúvidas, contribuiu para o aumento da resiliência das populações rurais face ao recrudescimento das adversidades climáticas.

Já no trabalho apresentado por Rosa Lía Barbieri e parceiros, o foco foi na promoção de ações para o fortalecimento da ligação das pessoas com seu território, ao estimular um novo olhar

sobre os recursos naturais, buscando valorizar o butiá como elemento da sociobiodiversidade. O trabalho estimulou o dinamismo na economia local (artesanato, gastronomia, produção de alimentos e bebidas, turismo, paisagismo urbano) associada à geração de serviços ambientais nos butiazais remanescentes. O projeto denominado A Rota dos Butiazais: conectando pessoas para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade, igualmente estimulou ações para a conservação dos butiazais e da cultura local, contribuindo com a geração de renda, por meio do fortalecimento da identidade regional, e favoreceu processos de inclusão social e desenvolvimento local a partir do ecoturismo, do turismo gastronômico e da comercialização de artesanato pelas comunidades locais, além de contribuir para o processo de educação ambiental e formação (extrativistas, agricultores, artesãos e agroindústrias familiares, em circuitos curtos).

O projeto intitulado Redesenho do Sistema de Produção Animal Sustentável, coordenado por Salete Alves de Moraes da Embrapa – Semiárido, desenvolvido em parceria com pesquisadores da Embrapa – Caprinos e Ovinos, focalizou na busca de soluções para escassez hídrica, aumento de temperatura e condições edáficas adversas, igualmente se constituindo em desafios da agropecuária no Semiárido. A meu ver, esse trabalho em terra, manejo animal e água é relevante para várias dimensões do desenvolvimento sustentável: governança e gerenciamento de sistemas de produção de alimentos; provisão de serviços ecossistêmicos essenciais; segurança alimentar; saúde humana; conservação da biodiversidade; e adaptação às mudanças climáticas.

Sandra Santana de Lima, pesquisadora da Embrapa – Agrobiologia, em parceria com colegas da Embrapa – Meio-Norte e Universidade Federal do Piauí, apresentou o trabalho denominado Impacto do manejo agroflorestal sobre a dinâmica de nutrientes e a macrofauna invertebrada do solo em área de transição no norte do Piauí. Trata-se de uma avaliação conjunta entre os atributos químicos do solo e a macrofauna, sob os diferentes sistemas de manejo, evidenciando similaridades entre os sistemas agroflorestais. Além disso, averigou a melhoria da melhoria nas características químicas e da no enriquecimento da macrofauna invertebrada. Concluiu que os SAFs proporcionaram melhores características químicas e aumentos na abundância e riqueza de espécies da macrofauna invertebrada do solo, reforçando a assertiva de que esses organismos podem funcionar como bioindicadores da qualidade deletar.

O trabalho intitulado Desenhos de agroecossistemas multifuncionais sustentáveis e intensivos, desenvolvido pela pesquisadora Vanderlise Giongo da Embrapa – Semiárido e equipe, averigou que os agroecossistemas multifuncionais intensivos aumentam a capacidade adaptativa e a resiliência ecológica dos sistemas de produção agrícola irrigada de frutícolas e hortícolas no Semiárido brasileiro, mitigando os impactos dos estresses hídrico e térmico, intensificados pelos cenários de mudanças climáticas e pelas emissões de GEE. A seca representa um desafio de longo prazo para a gestão da terra e da água, local e globalmente, e dificulta os esforços para reduzir a pobreza e a fome. O trabalho ajuda a fortalecer as capacidades técnicas e institucionais para melhorar a gestão da terra e da água em extremos climáticos. A convivência ética com a natureza fortaleceu a identidade local, representando um claro exemplo de resiliência social e sucesso de construção da agrobiodiversidade local.

O trabalho denominado Adaptações de produtores ribeirinhos de várzea amazônica no contexto das mudanças climáticas, de Julia Vieira da Cunha Ávila, do Instituto de Pesquisas da Amazônia, e parceiros, constatou que diante do contexto climático atual, fenômenos extremos do clima são cada vez mais esperados na Amazônia (BARICHIVICH et al., 2018). Portanto, adotou como estratégia a intensificação dos diálogos entre os atores sociais da região (comunitários, lideranças, instituições e órgãos do governo), visando à elaboração coletiva de um plano emergencial que favoreça os modos de vida tradicional. O projeto do governo municipal, Cartão “Bolsa enchente”, permitia que órgãos do governo apoiassem diretamente as famílias em suas necessidades e, assim, foi o programa de apoio governamental mais bem visto pelos ribeirinhos. Entretanto, o trabalho mostra que sua implementação ocorreu pontualmente, apenas no início dessa década, e não teve continuidade.

O trabalho intitulado Rede de Ecomercado da Mata Atlântica, de Gabriel Menezes e equipe do Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental, apresentou um conjunto de resultados das ações do projeto e enfatizando que a demanda deve valorizar a diversidade e o cultivo agroecológico. A partir desse trabalho, aponta-se o desafio principal associado à ampliação

do conhecimento científico sobre o manejo e as características das espécies locais, bem como investimentos em infraestruturas de produção, beneficiamento e logística.

Alguns trabalhos desta coletânea, que não fazem parte direta do capítulo quatro, também contribuem para a gestão sustentável ou ecológica. No seu conjunto, há uma ação simultânea de geração de alternativas de renda e criação de alternativas econômicas de base ecológica. O subsídio financeiro é necessário para estimular a implantação desses projetos, de modo a reverter o quadro predatório atual, uma vez que a população envolvida na atividade considera que essa preservação é, antes de tudo, do seu próprio interesse. A gestão sustentável implica, por definição, adesão social, mas não se pode esperar uma adesão baseada no desejo de sacrificar o presente em benefício do futuro, o que é impossível nas condições econômicas e sociais atuais, prevalentes nas diversas regiões dos estudos de caso.

Conclusão

A síntese geral dos trabalhos nos permite afirmar que, no processo de operacionalização das atividades de pesquisa, são adotadas diversas técnicas que favorecem o diálogo entre produtores, técnicos e pesquisadores. Assim, algumas características podem ser apreendidas desse tipo de abordagem, que requer o exercício da interdisciplinaridade e a visão de conjunto e de diferentes escalas do território, a saber: local, estadual, nacional e internacional (em alguns casos foi necessário considerar elementos do desenvolvimento da agricultura e do meio ambiente internacionais). Além disso, tal abordagem é especialmente marcada pelo esforço de interação entre os atores sociais (produtores e produtoras, pesquisadores, extensionistas e técnicos de organizações não governamentais. Destacam-se, assim, as características gerais do conjunto de técnicas de pesquisa e desenvolvimento, as quais, muitas vezes, são denominadas pesquisa-ação. Estão incluídas, nesse acervo, técnicas de abordagem construtivista, a observação participante e a troca de conhecimentos, aplicada no intuito de compreender a problemática local, acessando, portanto, métodos qualitativos, mas também, quando necessário, ferramentas e dados quantitativos próprios da pesquisa-ação (consulta a dados socioeconômicos do IBGE, Mapas geográficos etc).

Desprende-se alguns elementos, com base em experiências de pesquisas, que fundamentam a relação dos agricultores com o meio ambiente:

- 1) A experiência com problemas concretos ambientais pode criar uma consciência de risco e levar a uma tomada de posição crítica em relação ao modelo de produção produtivista;
- 2) A pressão de mercado por produtos de qualidade ambiental pode levar a escolhas de tipos de sistemas de produção que utilizam manejos, tecnologias de base ecológica. Assim, há uma hipótese econômica vinculada aos processos de transição: as construções sociais da relação com os recursos naturais são determinadas pelas estratégias produtivas dos agricultores. Além disso, a questão do mercado internacional (globalização), mais recentemente decorrente da crise ambiental, pode favorecer a sustentabilidade, dependendo das características do "negócio agrícola", do país e da população. No caso de produtos exportados, por exemplo, o comércio passa a ser determinado em função da qualidade ambiental do produto, invertendo a tendência anterior, na qual a maior oferta do produto era crucial e os custos reais de degradação e da contaminação não estão efetivamente computados nos preços vigentes.

Alguns agricultores participantes dos trabalhos, inseridos na categoria denominada tradicionais, participam da economia ecológica moderna, demonstrando alta sensibilidade ao risco ambiental.

Nessa categoria de modernos com sensibilidade ao risco ambiental, encontra-se agricultores que buscam diversificar suas atividades com o turismo ou ecoturismo e agricultura orgânica, buscando novos mercados e voltados para valores associados, como a qualidade do produto, a paisagem ou a conservação ambiental. Importa registrar, também, a importância da presença de instituições governamentais e não governamentais acompanhadas de discursos de conservação.

A característica principal do conjunto de trabalhos é marcada por ações de resiliência social e agroecológica, induzida ou não pela equipe responsável pela condução dos trabalhos, mas, sem dúvidas, com rebatimentos positivos na água, no solo, na floresta, na segurança alimentar e na saúde dos agroecossistemas e humana. Além disso, garante a reprodução econômica das unidades de produção de alimentos. Essas iniciativas são resultado de diversos projetos institucionais que contribuíram para que produtores e técnicos identificassem as relações que estabelecem com a natureza (solo, água, florestas etc.) problematizando-as e incluindo o risco latente das ações geradoras de problema ambiental.

Contudo, o conhecimento e as tecnologias produzidos pela comunidade científica ainda são insuficientes para o equacionamento dos problemas colocados pela crise ambiental e suas implicações para agricultura. Assim, o conhecimento atual necessita ser ampliado, sistematizado e aprofundado, especialmente em relação às práticas de manejo agroecológico. Esse conhecimento acumulado já nos permite compreender a dinâmica econômica e sociocultural posta em cena pela crise ambiental. De modo geral, os trabalhos estão promovendo abordagens coerentes para o gerenciamento sustentável da terra, da água e da paisagem. Uma das características é que envolvem uma ampla gama de parcerias e empreendimentos colaborativos, muitas vezes configurando redes sociotécnicas. Por meio de projetos, estudos e disseminação de informações, muitos dos trabalhos desenvolvidos pela Embrapa e aqui apresentados ajudam a aumentar o entendimento científico das relações biofísicas e socioeconômicas entre a terra e os recursos vegetais e hídricos na escala da paisagem e podem ser transformados num guia para políticas que objetivam obter maior coerência na gestão agroambiental. Os trabalhos apresentam opções práticas, inovadoras e relevantes para políticas de tomada de decisão no campo sobre gerenciamento de terras, florestas, água e paisagem.

As experiências desenvolvidas contribuem para uma maior coerência nas políticas e pesquisas sobre mudanças climáticas e biodiversidade. Apresentam “ferramentas” metodológicas que fornecem subsídios para melhorar o gerenciamento dos recursos naturais, mas, ainda assim, num país com taxa de desigualdade elevada como a do Brasil, o grande motor desse processo de mudança da gestão dos recursos naturais e agrícolas é institucional, ou seja, depende fortemente das políticas públicas.

Até que ponto, os processos em transição da agricultura de países de alta e baixa renda realmente usam princípios agroecológicos, como melhoria da fertilidade do solo, agrossilvicultura, qualidade da água, uso sustentável das florestas nativas, consorciação, compostagem, valorização da paisagem, do patrimônio cultural e recurso econômico? E qual é a evidência prática de que esses métodos são suficientes para garantir uma produção agrícola resiliente?

Contudo, observa-se que é necessário desenvolver pesquisas e ações que nos possibilitem distinguir essas práticas de maneira comparativa entre diferentes sistemas de agricultura em transição (desde unidades de produção em processo inicial de transição e outras já certificadas, orgânicas).

Outros aspectos relevantes

A gestão sustentável ou ecológica passa por uma ação simultânea de geração de alternativas de emprego, renda e criação de condições para que os projetos alcancem custo reduzido de instalação e condução. O subsídio financeiro é necessário para estimular a implantação desses projetos, de modo a reverter o quadro predatório atual, uma vez que a população envolvida na atividade considera que essa preservação é, antes de tudo, do seu próprio interesse. A gestão sustentável implica, por definição, adesão social, mas não se pode esperar uma adesão baseada no desejo de sacrificar o presente em benefício do futuro, o que é impossível nas condições econômicas e sociais atuais, prevalentes na região.

Um dos grandes obstáculos da atuação do Estado, orientado para o desenvolvimento e

a preservação natural, é a desconsideração das especificidades e diferenças dentro de um município e entre municípios e regiões. Podemos dizer que a sensibilidade global da população às questões ambientais pode estar fortemente associada às variáveis socioculturais, sobretudo à situação econômica e, nesse caso em particular, à sobrevivência familiar.

Finalmente, em sua diversidade, o conjunto de trabalhos analisados propõe mudanças para os sistemas agroalimentares. A esse respeito, é interessante observar, que a proposição de transição dos sistemas está sendo evidenciada em muitas partes do mundo. : Assim, seria errôneo interpretar o avanço do desenvolvimento das experiências de agricultura de base ecológica, como resposta unicamente de política institucional, mas também é fruto de uma demanda socioeconômica nacional e internacional. É preciso compreender a situação atual dos recursos naturais em franco esgotamento e os elementos sociais e econômicos que aceleram ações e processos múltiplos de transição, os quais estão inscritos nas controvérsias e nos interesses mais ou menos fortes em favor da agricultura. O processo de transição da agricultura de base ecológica em curso, expressa uma diversidade de estilos em redes de relações entre a agricultura e o ambiente, onde diferentes categorias de atores se organizam para construir compromissos de sustentabilidade entre agricultura, segurança alimentar, meio ambiente, pesquisa científica e sociedade.

Referências bibliográficas

ABREU, L. S. de. Desenvolvimento de metodologias de interação das ciências sociais e agroambientais. In: MEDEIROS, C. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; STRASSBURGER, A. S. (ed.). Transição agroecológica: construção participativa do conhecimento para a sustentabilidade. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. p. 93-94.

ABREU, L. S. de; BELLON S.; BRANDENBURG, A.; OLLIVIER, G.; LAMINE, C.; DAROLT, M. D.; AVENTURIER, P. Relações entre agricultura orgânica e agroecologia: desafios atuais em torno dos princípios da agroecologia. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, v. 26, p. 143-160, jul./dez. 2012.

BARICHIVICH, J.; GLOOR, E.; PEYLIN, P.; BRIENEN, R. J. W.; SCHÖNGART, J.; ESPINOZA, J. C.; PATTNAYAK, J. C.; PATTNAYAK, K. C. Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. Science Advances, v. 4, n. 9, p. 1-7, Sep. 2018.

SISTEMAS AGROFLORESTAIS: ALIANDO PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Fernanda Peruchi¹; Neide Araujo²; Fernanda Gamper Vergamini Costa²; Egberto da Fonseca Casazza²; Edson Albaneze Rodrigues Filho²; Elder Stival Cezaretti²; Fernanda Santos Fernandes³; Marina Eduarte Pereira²; Ricardo Baptista Borgianni²

1 Instituto Florestal – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2 Coordenadoria de Fiscalização e Biodiversidade – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 3 Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

O Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável (PDRS) – Microbacias II – Acesso ao Mercado foi viabilizado por um acordo de empréstimo firmado entre o governo paulista e o Banco Mundial. Foi executado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento e pela Secretaria do Meio Ambiente (SMA), operacionalizado pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais (CBRN), com o objetivo de aumentar a competitividade da agricultura familiar e aprimorar sua sustentabilidade ambiental, ampliando as oportunidades de emprego e renda, a inclusão social, a preservação dos recursos naturais e o bem-estar das comunidades rurais.

ASMA desenvolveu ações de apoio ao manejo sustentável dos recursos naturais (solo, água e biodiversidade) que contribuíssem para a mitigação e/ou adaptação às mudanças climáticas e fortalecesse em longo prazo a competitividade dos agricultores familiares por meio de 21 projetos de implantação ou enriquecimento de Sistemas Agroflorestais (SAFs) – os quais possibilitam aliar a conservação à produção (Tabela 1).

O público-alvo foram agricultores familiares e assentados da reforma agrária do estado de São Paulo. Os projetos foram desenvolvidos, majoritariamente, no Bioma Mata Atlântica (Figura 1).

Para superar as dificuldades iniciais para a implantação dos SAFs, utilizou-se a estratégia de realizar na temporada de chuvas 2014/2015 o preparo de solo, adubação verde, plantio de culturas agrícolas anuais, banana, espécies de produção de biomassa e algumas espécies florestais nativas mais rústicas (SÃO PAULO, 2014), além de sugestão da compra das espécies arbóreas. Devido à estiagem ocorrida em 2014, adotou-se em alguns projetos a estratégia de realizar a calagem, gradagem e o plantio de adubos verdes para, posteriormente, ao final do convênio (2015), realizarem o plantio das mudas, o que se mostrou bastante satisfatório. Segundo os agricultores, o plantio de adubos verdes ou outras espécies para produção de matéria orgânica, como espécies florestais pioneiras, favoreceu o controle de formigas e diminuiu ataques às mudas enxertadas (SÃO PAULO, 2018).

Realizou-se a análise econômico-financeira das propostas, tanto no momento da seleção, quanto após a implantação e coleta de dados em campo.

RESULTADOS

- Desconstrução e reconstrução de linguagem, metodologias e relacionamentos para que agricultores, parceiros e técnicos da CBRN trabalhassem em conjunto para obter o melhor e maior avanço possível na implantação de sistemas biodiversos.
- Conversão de cerca de 495 ha em SAFs.
- Diversificação dos agroecossistemas, com inserção de diversas espécies agrícolas e arbóreas exóticas e nativas.
- Aperfeiçoamento de metodologias de monitoramento de SAFs e início de construção de base de dados para subsídio à formulação de políticas públicas (informações ambientais e econômicas).
- Desenvolvimento de ferramenta de planejamento, acompanhamento e avaliação financeira de SAFs (SAF São Paulo).
- Avanços na comercialização, acesso ao mercado e estímulo ao interesse e internalização de estratégias de agregação de valor à produção, como certificação orgânica e sistema de garantia participativa.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Superar desafios impostos à agricultura familiar, como: universalização da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) agroecológica, agregação de valor ao produto agroflorestal e conquista de mercados, acesso a políticas públicas de apoio, capacitação dos agricultores e envolvimento dos jovens.
- Consolidação dos SAFs implantados, transformando-os numa rede de unidades demonstrativas que permitam a visitação e capacitação campesino a campesino, além da

continuidade do monitoramento socioambiental e econômico para conhecer melhor seus impactos para divulgá-los a outros formuladores de políticas públicas, financiadores e agricultores.

- Consolidação e ampliação de parcerias em uma rede de apoio à implantação de SAF, dada a perspectiva de dificuldades de viabilização de ATER agroecológica a todos os agricultores interessados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Biodiversidade e Meio Ambiente. Relatório do intercâmbio de Subprojetos Ambientais apoiados pelo Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável/PDRS. Campinas: Secretaria do Meio Ambiente, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Biodiversidade e Meio Ambiente. Relatório do Workshop Avaliação Econômica Financeira de SAFs da Agricultura Familiar. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2018.

DADOS PUBLICADOS EM:

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Projeto Desenvolvimento Rural Sustentável. São Paulo, 7 fev. 2020. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=13536>. Acesso em: 7 fev. 2020.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Helena Carrascosa Von Glehn

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
e-mail: hcarrascosa@sp.gov.br

Dra. Helena Carrascosa Von Glehn

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
e-mail: hcarrascosa@sp.gov.br

Dra. Fernanda Peruchi

Instituto Florestal – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
e-mail: peruchif@gmail.com

Tabela 1: Classificação dos indicadores utilizados no monitoramento dos SAFs

Indicadores	Intensidade de manejo	Ambientais	Transição agroecológica	Sociais	Econômicos	Início de análise
1	Infiltração de água no solo	Presença de erosão	Origem de sementes e propágulos	Opinião da comunidade	Aumento da renda	Taxa de mortalidade
2	% de danos foliares	Fauna	Uso de variedades crioulas	Teor de satisfação	Sazonalidade da produção	Estratos
3	Nível de perturbação na área	Espécies presentes no SAF	Uso de cobertura morta	Participação do jovem no SAF	Quantidade e qualidade dos produtos	
4	% de solo com cobertura viva		Plantio de árvores	Participação da mulher na produção e nas atividades		
5	% de solo com cobertura morta		Funções agroecológicas das espécies	Participação da mulher no SAF		
6	Espessura - cobertura morta na linha		Uso de agrotóxicos	Mutirões		
7	Espessura - cobertura morta na entrelinha		Controle de doenças e pragas			
8	% de solo exposto					
Periodicidade de coleta	Trimestral	Anual	Anual	Anual	Anual	Única vez

Fonte: própria autoria.

CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DO CONHECIMENTO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS BIODIVERSOS E RESILIENTES

João Carlos Canuto¹; Francisco Miguel Corrales¹; Joel Leandro de Queiroga¹; Kátia Sampaio Malagodi-Braga¹; Lucimar Santiago de Abreu¹; Luiz Octávio Ramos Filho¹; Marcos Corrêa Neves¹; Mário Artemio Urchei¹; Myrian Suely Teixeira Ramos; Ricardo Costa Rodrigues de Camargo¹; Waldemore Moriconi¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio Ambiente

A Equipe de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente, por meio de projetos de fontes diversas, tem trabalhado para apoiar processos locais e regionais de transição agroecológica em várias regiões do estado de São Paulo, tendo como público prioritário agricultores familiares e assentados da Reforma Agrária. Os problemas mais recorrentes identificados pelas diversas frentes de trabalho da Equipe de Agroecologia podem ser resumidos em: exclusão econômica, recursos financeiros exíguos, recursos naturais em degradação, baixa apropriação social do conhecimento agroecológico, falta de políticas básicas de desenvolvimento, falta de perspectiva de vida no campo.

Os sistemas agrícolas diversificados, sendo baseados mais em processos do que em insumos, mais em recursos internos do que externos, mais em conhecimento apropriado do que de tecnologias sofisticadas e onerosas, tem o grande potencial de recuperar os recursos, prover as famílias, gerar renda e garantir a permanência no meio rural.

O objetivo geral do trabalho da Equipe de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente tem sido o de construir conhecimento com os agricultores familiares e assentados do estado de São Paulo, como motor de mudança ecológica e social. A agricultura biodiversificada proporciona produtos saudáveis, segurança alimentar, renda e melhoria das condições ecológicas e sociais das famílias. As Unidades de Referência (UR) foram utilizadas como ferramentas na construção e apropriação social do conhecimento em sistemas agrícolas biodiversos, no contexto de processos de transição para uma agricultura social e ecologicamente resiliente.

No conjunto das diversas regiões onde a equipe desenvolveu frentes no Estado, a diversificação foi trabalhada na forma de: hortas domésticas, quintais agroflorestais, pomares diversificados, agroflorestas de diversas configurações, sistemas pecuários e áreas de proteção ambiental, entre outros. As tecnologias mais frequentes em praticamente todas as unidades de referência trabalhadas foram as de conservação do solo, adubação orgânica, compostagem, vermicompostagem, adubação verde de inverno e de verão, adubação foliar, irrigação, poda de formação em árvores, capinas

seletivas, roçagem, encanteiramento em agrofloresta, quebra-ventos, arborização de pastagens, controle biológico de insetos e doenças, dentre muitas outras tecnologias. Os biomas abrangidos pelo trabalho são, de leste a oeste, a Mata Atlântica, uma Região de transição e o Cerrado.

A nossa Equipe tem focado seu trabalho na dimensão do conhecimento, considerado como um dos principais alicerces da mudança. Sistemas produtivos biodiversos são desenhados a partir do diálogo transdisciplinar na área da pesquisa, somado a um diálogo da academia com o saber popular. O trabalho é desenvolvido em UR e em Redes. As UR são parcelas das propriedades agrícolas que servem para a experimentação, validação, monitoramento, troca e disseminação dos conhecimentos agroecológicos. As UR têm demonstrado ser uma das ferramentas mais eficazes para a geração e a utilização ampliada dos conhecimentos. Nelas são desenvolvidas atividades que fundem pesquisa, ensino e extensão em um laboratório social complexo. Permitem uma troca mais profícua que os hermetismos científicos clássicos, proporcionando uma apropriação social "natural" do conhecimento. Além disso, esta metodologia é mais impactante e barata que os métodos padrão de extensão.

Sistemas produtivos simplificados, que provocam a destruição da base natural e ameaçam o equilíbrio ecológico global, devem ser substituídos por outros mais resilientes. Os sistemas biodiversos são inspirados nas florestas naturais. Mesclam espécies agrícolas e florestais nativas. Favorecem a transição a sistemas menos vulneráveis em termos ecológicos e sociais. Ecologicamente, porque protegem o solo, recuperam nascentes, restituem a fertilidade do solo, capturam carbono e favorecem os ciclos hidrológicos naturais. Do ponto de vista social, os sistemas biodiversificados geram alimentação saudável aos consumidores, segurança alimentar, novas perspectivas de mercado e inclusão social.

RESULTADOS

Os resultados técnicos mostram um grande número de técnicas, processos, manejos e práticas que foram pesquisadas, adaptadas e apropriadas pelos agricultores no curso dos projetos executados. Pode-se citar também resultados metodológicos, como a inovação na perspectiva das metodologias participativas, a partir do exercício de campo. O que se espera com tais projetos é proporcionar um arranque inicial, que com o tempo resulte na disseminação do conhecimento. Este resultado já se observa em diversas regiões, especialmente em assentamentos de reforma agrária.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A expectativa é de que o processo crie autonomia entre os agricultores, de modo que a finalização de projetos não determine a estagnação do processo de aprendizagem. De qualquer maneira, novos investimentos de reforço ao envolvimento e de ampliação do impacto serão fundamentais para manter vivo o processo.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. João Carlos Canuto

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio Ambiente
e-mail: joaocarloscanuto@yahoo.com.br

DADOS PUBLICADOS EM:

URCHEI, M. A.; CANUTO, J. C. (ed.). Trajetória das ações em agroecologia na Embrapa Meio Ambiente. Brasília: Embrapa, 2018.

SISTEMAS DIVERSIFICADOS E SEGURANÇA ALIMENTAR NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA: RESPOSTA SOCIAL À CRISE GLOBAL

Lucimar Santiago de Abreu¹; Maria Aico Watanabe¹

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio Ambiente

A Amazônia tem uma importância crucial nos tempos de crise ecológica global, dada ao seu protagonismo em relação ao clima do planeta. Neste capítulo, a pesquisa focaliza o sudoeste da Amazônia, estado de Rondônia, que tornou-se mundialmente conhecido tanto pelo crescimento populacional, fruto de políticas públicas de incentivo à imigração, como pelos explosivos índices de desmatamento, tornando-se uma região de alto risco social, econômico e ecológico.

Atividades de pesquisas financiadas pela Embrapa Meio Ambiente elegeram como público alvo, produtores familiares, assim, a investigação buscou compreender o papel da população rural do município de Ouro Preto do Oeste, do estado de Rondônia, para a conservação da biodiversidade e a redução dos efeitos da crise ecológica global. O pressuposto deste tipo de pesquisa é que a agrobiodiversidade associada aos sistemas agroflorestais contribui para a segurança alimentar e para a minimização da crise ambiental global. Isto posto, a pesquisa teve o objetivo de investigar a possibilidade de conciliar a conservação ambiental com a expansão da agricultura familiar na Amazônia e consequentemente reduzir os efeitos da crise ecológica global.

Constatou-se que os produtores familiares entre os quais se destaca um grupo de mulheres agricultoras, implantaram a produção comercial de café ou cacau sob SAF's. A cultura do cacau é, geralmente, conduzida em SAF's. Neste caso, diversificaram introduzindo nos SAF's culturas da Amazônia como açaí, cupuaçu, seringueira, pupunha e pimenta, e viram-se diante de desafios vinculados ao cultivo dessas espécies, mas tiveram o apoio da Associação de Produtores Alternativos (APA), EMATER, cooperativas e, de diversas ONG's. A quase totalidade dos agricultores familiares de Ouro Preto do Oeste, que foram entrevistados, possuem nas unidades de produção (UP), culturas anuais, perenes e criação de animais. Como culturas anuais identificaram-se plantios de arroz, feijão, milho, mandioca, abacaxi e cana-de-açúcar. Essas culturas são destinadas principalmente para autoconsumo, com à venda eventual do excedente. Quanto às culturas perenes fruteiras, cultivavam pomares de laranja, manga, caju, banana, mamão, abacate, pupunha, cupuaçu e coco. Estas fruteiras são cultivadas para atender o autoconsumo e o mercado efetuado via APA. O café e o cacau são cultivados tendo em vista atender predominantemente o mercado nacional. As fruteiras laranjas, manga, caju e abacate atendem exclusivamente o autoconsumo. Enquanto as demais fruteiras atendem tanto o autoconsumo como o

mercado local e nacional, no caso de plantios comerciais em maior escala (> 50 plantas).

As espécies de animais identificadas foram as seguintes: bovinos de corte e de leite, aves, suínos, equinos, muares, ovinos, abelhas e peixes. Esses produtos têm destinação tanto para autoconsumo quanto para venda dos produtos às cooperativas.

A metodologia caracteriza-se pela natureza qualitativa, participativa, favorecendo a construção do roteiro de questões que foi aplicado à amostra selecionada de 27 produtores pertencentes à APA.

Dentre as estratégias de aumento da resiliência foi fundamental o suporte técnico para transição de base ecológica, agregação de valor a produção amazônica e, a inserção dos produtos em mercados da região, do estado e do país e, através de redes de alimentação internacional comprometidas com a produção de alimentos saudáveis.

RESULTADOS

O trabalho apoiou ações de programas governamentais de fortalecimento da produção familiar no sudoeste da Amazônia e experiências de SAFs no país.

O estudo documentou as culturas anuais e perenes associadas, ou não, à criação animal. Resgatou o processo de ocupação regional do estado de Rondônia. Em seguida, foram caracterizadas as principais atividades e estratégias desenvolvidas pelos agricultores familiares da APA, no intuito de agregar valor à produção agrícola (mel, licor, polpa de frutas, compotas, geleias, palmitos em conserva) visando garantir segurança alimentar e complementar a renda.

A transição dos sistemas agropecuários convencionais para sistemas de base ecológica constitui em importante desafio para a recuperação ambiental associada ao fortalecimento econômico da agricultura familiar. Os sistemas de produção agroflorestal fortemente diversificados contribuem para a redução do desmatamento e consequentemente é uma resposta social à crise ecológica global. Concluiu-se que os agricultores familiares em geral pactuam e compartilham entre eles e a sociedade ecológica global, princípios de desenvolvimento social e respeito ecológico. A convivência ética com a natureza fortaleceu a identidade local, nesse sentido, esse caso

é um claro exemplo de resiliência social e de sucesso de construção da agrobiodiversidade local.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

As políticas públicas desenhadas para incentivar comportamentos conservacionistas são ainda precárias e descontínuas, é preciso que o Estado dê suporte para populações locais que aderiram ao modelo alternativo baseado em SAFs, para aumentar os efeitos benéficos em relação à redução do desmatamento e das queimadas, à reconstrução das áreas devastadas, proteção dos recursos hídricos, etc., uma vez que essas populações estão comprometidas com a conservação ecológica e devem ser reconhecidas pelo Estado.

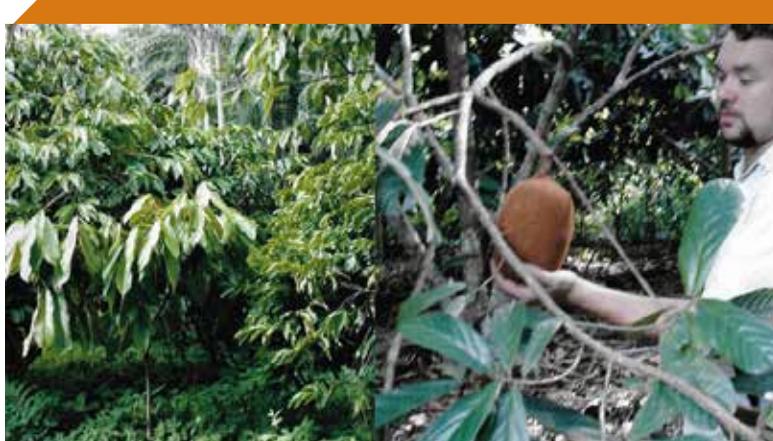
Tal recomendação baseada em situações concretas deveria engrossar o caldo do plano do governo de Combate à Mudança Climática Global, que tem como ambição reduzir e zerar, nos próximos anos, a taxa atual de desmatamento da Amazônia, que na última década sofreu reduções significativas.

Figura 1: Agricultores familiares, sul da Amazônia



Crédito: Maria Aico Watanabe.

Figura 2: Pomar de cupuaçu e fruto, em propriedade familiar de Ouro Preto do Oeste, sul da Amazônia



Crédito: Maria Aico Watanabe.

COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Lucimar Santiago de Abreu

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio Ambiente
e-mail: lucimar.abreu@embrapa.br.

DADOS PARCIAIS FORAM PUBLICADOS EM:

ABREU, L. S. de; SANTOS, A. da S. dos; WATANABE, M. A. A contribuição dos agricultores familiares da região sul da Amazônia brasileira à crise ecológica global. In: CANUTO, J. C. (ed.). Sistemas agroflorestais: experiências e reflexões. Brasília: Embrapa, 2017. p. 107-121

ABREU, L. S. de; WATANABE, M. A. Rede multiconectada envolvendo as mulheres agricultoras do sudoeste da Amazônia para a soberania alimentar. In: ARZABE, C.; COSTA, V. C. (ed.). Igualdade de gênero: contribuições da Embrapa. Brasília: Embrapa, 2018. p. 64-70. (Embrapa/Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 5).

WATANABE, M. A.; ABREU, L. S. de. Estudo agroecológico de agricultores familiares de base ecológica no sudoeste da Amazônia (Ouro Preto do Oeste, Rondônia). Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010. (Embrapa Meio Ambiente/Série Documentos, 81).

IMPACTO DO MANEJO AGROFLORESTAL SOBRE A DINÂMICA DE NUTRIENTES E A MACROFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM ÁREA DE TRANSIÇÃO DO NORTE DO PIAUÍ

Sandra Santana de Lima¹; Adriana Maria de Aquino²; Antônio Alberto Jorge Farias de Castro³; Luiz Fernando Carvalho Leite⁴

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agrobiologia, ³ Universidade Federal do Piauí, ⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio-Norte

A intensa utilização dos recursos naturais, ocasionada pela demanda de áreas para a produção de alimentos exponencial e o desenvolvimento tecnológico, teve como consequência, a ampliação dos processos de degradação do meio ambiente. Nesse contexto, a conversão de áreas florestais em cultivo agrícola, seja em grande ou pequena escala, resulta em impactos no ecossistema. O modelo de agricultura, baseado em intensivo preparo do solo e manejo com corte e queima da vegetação, que ainda vem sendo utilizado pelos agricultores, garantindo a subsistência de muitas populações pobres rurais. Estudos vêm sendo desenvolvidos em áreas de agricultura de corte e queima (ACQ) para compreender seu papel na liberação de carbono e outros gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e, consequentemente, pela contribuição ao aquecimento global. Nesse cenário tem se buscado alternativas para reduzir os impactos causados pela ACQ. Assim, o papel e a importância dos sistemas agroflorestais (SAFs) na estabilidade da produção agrícola e na eficiência em reciclar os nutrientes vem atraindo a atenção de muitos agricultores na região. Como forma de entender os avanços em relação à sustentabilidade dessa forma de produção e subsidiar as políticas públicas em prol do estímulo aos agricultores, estudou-se na região norte do Piauí, o impacto do manejo tanto em ACQ, quanto em SAFs sobre a dinâmica de nutrientes e a macrofauna invertebrada do solo (Tabela 1). A fauna do solo é um importante bioindicador, que apresenta estreita relação com os processos edáficos, e, portanto, sensível às mudanças que ocorrem no ambiente (Figura 1). A avaliação dos sistemas de uso do solo, tanto em área submetida a queimada, como em áreas com SAFs foram realizadas a partir de coletas e análise do solo e da macrofauna, no período seco e chuvoso. Durante o desenvolvimento do projeto houve a preocupação em divulgar a importância da conservação e manejo do solo para a manutenção da fauna do solo, além da importância dos organismos na sustentabilidade do sistema, comparando a prática do corte e queima da vegetação com o manejo realizado nos SAFs. A pesquisa resultou em uma dissertação de Mestrado, com a parceria da Embrapa Meio Norte, Embrapa Agrobiologia, Universidade Federal do Piauí e colaboração de agricultores da comunidade Vereda dos Anacleto, localizada no município de Esperantina, no norte do Piauí. Com o auxílio financeiro da CAPES, EMBRAPA e CNPq.

RESULTADOS

Independente do período de avaliação, os SAFs se destacaram com maiores valores, inclusive em relação a floresta secundária, pode-se atribuir ao manejo das áreas, que mesmo no período mais quente, favoreceu a abundância e riqueza da macrofauna invertebrada que promoveu as melhores condições para o desenvolvimento da fauna, a partir da prática de poda das espécies vegetais, assim como o material das roçadas que ficava disposto sobre o solo, disponibilizando abrigo e alimento. O período chuvoso na região modifica completamente todas as áreas, e oportuniza o retorno dos organismos, mesmo na área submetida ao corte e queima, contudo os valores dos índices ecológicos mostram que apesar dos danos após a queima tornando o ambiente vulnerável, é possível descontinuar a degradação do solo a partir da adoção de manejo menos degradante, fato comprovado, a considerar que áreas com SAF de 6 e 10 anos antes eram manejadas com a prática do corte e queima. A avaliação conjunta entre os atributos químicos do solo e a macrofauna, sob os diferentes sistemas de manejo, evidenciou similaridades entre os sistemas agroflorestais, e mostrou a relação da melhoria nas características químicas e da abundância e riqueza da macrofauna invertebrada. Diante disso é notório que o manejo no ACQ resultou na simplificação ambiental e o declínio da macrofauna, enquanto os SAFs proporcionaram melhores características químicas do solo e aumentos na abundância e riqueza de espécies da macrofauna invertebrada do solo, reforçando a assertiva de que esses organismos podem funcionar como bioindicadores da qualidade do solo.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

A partir deste estudo pioneiro no Estado, outras pesquisas têm sido realizadas na região e após o conhecimento dos resultados pela comunidade, outros agricultores aderiram ao manejo conservacionista.

DADOS PUBLICADOS EM:

LIMA, S. S. Impacto do manejo agroflorestal sobre a dinâmica de nutrientes e a macrofauna invertebrada nos compartimentos serapilheira-solo em área de transição no norte do Piauí. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

LIMA, S. S.; AQUINO, A. M.; LEITE, L. F. C.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo, em diferentes agroecossistemas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 45, n. 3, p. 322-331, mar. 2010.

LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; COSTA, D. B. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em argissolo vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. Revista Árvore, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 51-60, ago. 2011.

COORDENADORES DO PROJETO**Dr. Luiz Fernando Carvalho Leite**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Meio-Norte
e-mail: luiz.f.leite@embrapa.br

Dra. Adriana Maria de Aquino

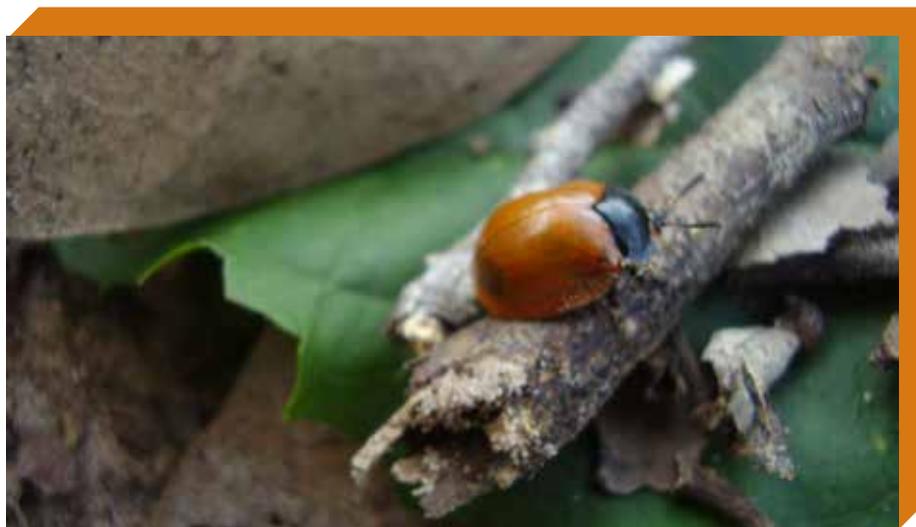
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agrobiologia
e-mail: adriana.aquino@embrapa.br

Tabela 1: Índices ecológicos relativos à macrofauna do solo em sistemas agroflorestais com seis (SAF6) e dez anos de adoção (SAF10), agricultura de corte e queima (ACQ) e floresta nativa (FN)

Sistemas	Período de coleta	Ind.m ²	Índice de Shannon	Índice de Pielou	Riqueza
SAF6	Seco	150,40	3,30	0,92	12
	Chuvoso	1945,60	2,56	0,63	17
SAF10	Seco	64,00	2,38	0,85	7
	Chuvoso	1257,60	2,87	0,69	18
ACQ	Seco	16,00	0,27	0,17	3
	Chuvoso	384,00	1,99	0,63	9
FN	Seco	358,40	0,70	0,27	6
	Chuvoso	540,80	1,76	0,49	12

Fonte: própria autoria.

Figura 1: Coleóptero (Joaninha)



Crédito: Sandra Santana de Lima.

DESENHOS DE AGROECOSSISTEMAS MULTIFUNCIONAIS SUSTENTÁVEIS E INTENSIVOS

Vanderlise Giongo¹; Alessandra Monteiro Salviano¹; Davi José Silva¹; Tony Jarbas Ferreira Cunha¹; Diana Signor¹; Tatiana Taura¹; Nelci Olzevsky²; Regina Lúcia Félix de Aguiar Lima³; Maria Clea Ferreira Brito⁴

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido, ² Universidade Federal do Vale do São Francisco, ³ Universidade de Pernambuco, ⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Agroindústria Tropical

As dinâmicas agrícolas vigentes e predominantes no Bioma Caatinga são incapazes de recuperar os impactos ambientais decorrentes da mudança do uso da terra e da cobertura vegetal, muito menos estão estruturadas para mitigar ou se adaptar aos cenários de mudanças climáticas. Essa linha de pesquisa compreende quatro ações basilares: 1) criação de desenhos de Agroecossistemas com a proposta de multifuncionalidade, oferecendo soluções para sistemas intensivos frutícolas e olerícolas irrigados em regiões semiáridas do Brasil e no mundo; 2) análise sistêmica da antroposfera, monitorando a dinâmica dos impactos dos modelos propostos em curto, médio e longo prazo; 3) utilização de modelos preditivos e geotecnologias; 4) ações de disseminação do conhecimento. Na primeira ação foram desenvolvidos 12 modelos de agroecossistemas, seis deles para cultivos anuais e outros seis para cultivos perenes. Esses modelos são decorrentes de trabalhos de pré-seleção de adubos verdes/plantas de cobertura. Num segundo momento, incorporaram-se os estudos com misturas de plantas cultivadas simultaneamente. E, finalmente, para compor as estruturas de multifuncionalidade aplicaram-se duas intensidades de manejo do solo, conceitos de dinâmica de populações, bem como a valoração das espécies nativas como cobertura vegetal, incorporando-as ao sistema produtivo, contrapondo a visão de antagonismos com a de sinergismo. O segundo eixo, que diz respeito a análise sistêmica da antroposfera para avaliar o impacto dos modelos propostos, agrupa uma equipe multidisciplinar integrada com universidades, centros de pesquisa e com ações embrionárias junto à iniciativa privada. São monitorados atributos e características de solo, atmosfera e organismos (plantas e fauna edáfica). Entre alguns indicadores destacamos o estoque de carbono, nitrogênio e fósforo no solo, emissão de gases de efeito estufa, pegada hídrica, pegada de carbono, dinâmica de micronutrientes, curva de absorção de macro e micronutrientes, fixação biológica de nitrogênio, dinâmica de micorrizas, dinâmica da fauna edáfica, produtividade líquida primária, produtividade dos cultivos comerciais, análise econômica e do impacto ambiental. Na terceira frente de atuação, estão os modelos preditivos e as geotecnologias estão permitindo avançar no desenvolvimento dos modelos no tempo e no espaço. Mapas de solo, clima e vegetação estão sendo incorporados aos resultados obtidos para

predição dos impactos dos agroecossistemas em escala regional. A última ação, mas não menos importante, objetiva socializar o conhecimento gerado e fortalecer o protagonismo dos usuários das tecnologias, processos e informações. Agroecossistemas multifuncionais co-dependem de gestores, formadores de opiniões e multiplicadores de uma agricultura que está na vanguarda, garantindo um impacto significativo e positivo sobre as mudanças climáticas (Figura 1). Todas as ações visam, em última análise, formar a base de uma agricultura sustentável e socialmente responsável como modelo de negócio bem posicionado competitivamente no cenário de mudanças de âmbito de consumo de uma população crescente e nutricionalmente carente.

RESULTADOS

- Os agroecossistemas multifuncionais intensivos aumentam a capacidade adaptativa e a resiliência dos sistemas de produção agrícola irrigada de frutícolas e hortícolas no Semiárido brasileiro, mitigando os impactos dos estresses hídrico e térmico, que serão intensificados pelos cenários de mudanças climáticas.
- Benefícios sobre a fixação biológica de nitrogênio, a ciclagem de nutrientes, a diversidade da fauna edáfica, a relação entre micorriza e fósforo e o aumento do conteúdo de água no solo.
- Redução do input de nitrogênio por meio de fertilizantes, diminuição da evapotranspiração, diminuição das pegadas hídrica e de carbono e de outros indicadores de impactos ambientais, além de promover benefícios econômicos para o agricultor.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- As ações continuam sendo monitoradas em campo, em experimentos de longa duração no Semiárido brasileiro.
- Os próximos desafios para os estudos são:
 - » Reduzir o aporte de fertilizantes sintéticos;

- » Diminuir, em escala regional, o consumo de água e aumentar a produção primária e o aporte de carbono ao solo;
- » Definir a extensão dos impactos ambientais e econômicos da adoção dos modelos de agroecossistemas multifuncionais sustentáveis em relação aos modelos produtivos vigentes em diferentes cenários de mudança climática em escala regional;
- » Implantar modelos geoespecializados para monitorar sistemas de produção garantindo eficiência e sustentabilidade;
- » Mitigar os impactos dos estresses hídrico e térmico intensificados pelos cenários de mudanças climáticas.

Soluções indicadas para resolução dos desafios:

- Estruturar laboratórios e campos experimentais;
- Registrar os experimentos no banco mundial de experimentos de longa duração;
- Fortalecer parcerias em âmbito nacional e internacional;
- Disponibilizar resultados para a formulação de políticas públicas.

DADOS PUBLICADOS EM:

BRANDÃO, S. da S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKIA, N.; GIONGO, V. Green manure contributing for nutrients cycling in irrigated environments of the Brazilian Semi-Arid. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 2, n. 4, p. 519-525, 2017.

CARNEIRO, J. M.; DIAS, A. F.; BARROS, V. da S.; GIONGO, V.; MATSUURA, M. I. da S. F.; FIGUEIREDO, M. C. B. de. Carbon and water footprints of Brazilian mango produced in the semiarid region. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 24, n. 4, p. 735-752, 2019.

FERREIRA NETO, R. A.; FREITAS, A. D. S. de; GIONGO, V.; CAMARGO, P. B.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Nitrogen fixation of Poaceae and Leguminosae in a green manure experiment in the Brazilian semiarid region. *Australian Journal of Crop Science*, v. 11, n. 11, p. 1474-1480, Nov. 2017.

Continuação no Anexo

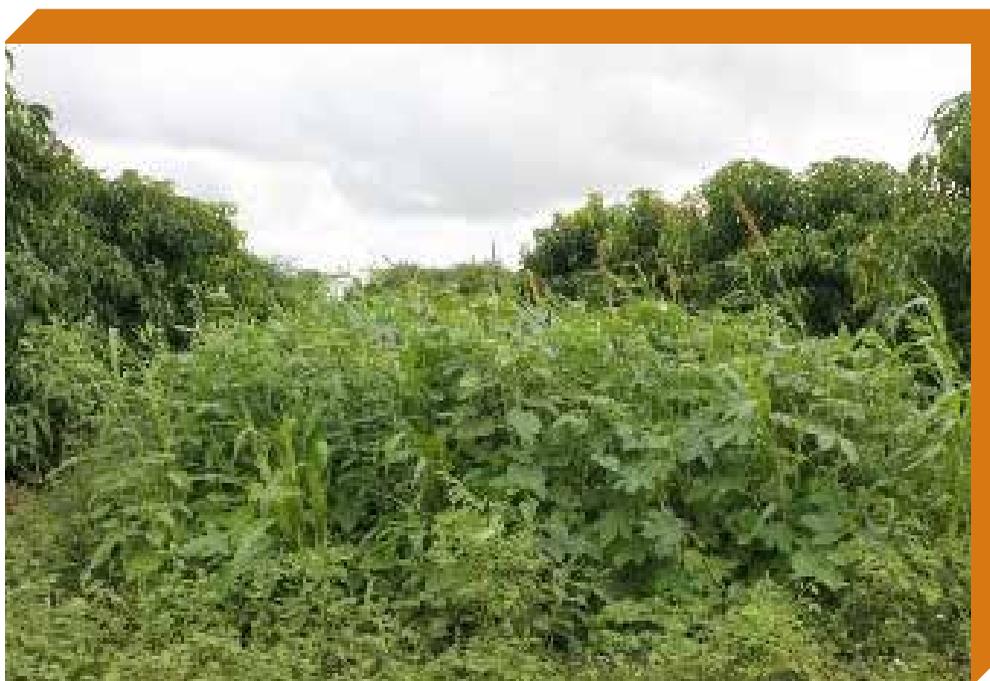
COORDENADORA DO PROJETO

Dra. Vanderlise Giongo

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido

e-mail: vanderlise.giongo@embrapa.br

Figura 1: Agroecossistema com cultivo perene



Crédito: Vanderlise Giongo

PROGRAMA ROTA DO CORDEIRO: INICIATIVA PARA O FORTALECIMENTO DA PRODUÇÃO PECUÁRIA EM TERRITÓRIOS ESTRATÉGICOS DA OVINOCULTURA

Octavio Rossi de Moraes¹; Evandro Vasconcelos Holanda Junior¹; Fernando Henrique Melo Andrade Rodrigues Albuquerque¹; Vitarque Lucas Paes Coelho²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos, ² Ministério de Desenvolvimento Regional

A Rota do Cordeiro iniciou-se em 2013, a partir de demanda do Ministério da Integração (atual Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR) para a Embrapa, para que esta apresentasse propostas para o apoio tecnológico aos produtores de caprinos e ovinos nas regiões com menores índices de desenvolvimento. O programa foi desenvolvido para fornecer amplo apoio a todo ambiente que cerca a produção de caprinos e ovinos, englobando organização dos produtores, inteligência territorial, acesso aos mercados e alinhamento institucional (Tabela 1 e Figura 1). O objetivo do programa é dar maiores condições de geração de renda para os produtores e os envolvidos com o beneficiamento e o comércio em torno da caprinocultura e ovinocultura, considerando aspectos de meio ambiente, história, cultura, comércio justo e valorização dos produtos.

Desta forma, direta ou indiretamente, prepara-se o ambiente de produção para condições mais severas, como estiagens prolongadas e redução da disponibilidade de forragem natural ou mesmo do volume dos recursos hídricos. Essa preparação começa com o apoio à organização dos produtores, fortalecendo suas cooperativas e associações, e a partir daí, favorecendo as relações entre os órgãos de fomento, pesquisa e assistência técnica, dentro dos territórios. Quinze territórios com concentração de produção de caprinos e ovinos, organização social e tradição nesse tipo de produção foram considerados como prioritários para receber o apoio do programa. Desses quinze territórios, treze estão no Semiárido e dois em região de fronteira, no Sul do país. As tecnologias são variadas, dependendo das demandas locais, mas abrangem a captação e otimização do uso da água e a conservação dos mananciais, bem como a correta aplicação de recursos financeiros em infraestrutura hídrica. Como exemplo, o MDR pode financiar ou sugerir o financiamento de obras para captação de água, conforme a demanda dos produtores de um território, mas sempre fará isso mediante um estudo dos órgãos competentes para analisar e aprovar tal investimento quanto aos impactos ambientais e a capacidade dos mananciais. Tecnologias de enriquecimento da caatinga, integração-lavoura-pecuária-floresta, ajuste da carga animal com a orçamentação forrageira, ajudam também a tornar os sistemas mais sustentáveis e mais resilientes ao agravamento da situação de escassez hídrica ou aumento de temperatura. Em outra ponta, o financiamento de obras de infraestrutura para o beneficiamento de carne,

por exemplo, sempre considera as medidas de mitigação de impactos e as tecnologias mais apropriadas para cada situação. Tecnologias tais como a compostagem de restos de carcaças, reduzem a necessidade de água para lagoas de decantação e auxiliam na produção de fertilizantes naturais.

RESULTADOS

- Assessoria técnica especializada e acesso a tecnologias de produção sustentáveis desenvolvidas pela Embrapa, no território dos Inhamuns - CE;
- Compras coletivas de insumos como ferramenta para redução dos custos de produção no território dos Inhamuns;
- Realização de feiras para comercialização de produtos, como alternativa ao mercado informal de animais caprinos e ovinos;
- Realização de experiência com terminação coletiva de animais visando abertura de novos mercados e comercialização direta com frigoríficos eliminando a figura de atravessadores;
- Comprovação científica da região da Carrapateira - PB como potencial para indicação de procedência/ indicação geográfica de ovinos criados nesta região.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

- Valorização de produtos com características regionais e que trazem também as características do saber-fazer local, através de projetos que valorizem os produtos da caprinocultura e da ovinocultura, contrapondo a necessidade de aumento da produção como imperativa para o aumento da renda dos produtores.
- Construção social de mercados e o encurtamento de cadeias como novas oportunidades para produtores de regiões mais afetadas pelas mudanças climáticas.
- Beneficiamento dos produtos em pequenas agroindústrias locais, com todos os requisitos ambientais e sanitários atendidos, com apoio do MDR e parceiros, vem sendo fortalecido a partir de 2019.

- Fortalecimento do território para favorecer a fixação da população no interior e aumentar a resiliência das populações rurais ao recrudescimento das adversidades climáticas.

DADOS PUBLICADOS EM:

COÊLHO, V. L. P.; NEMOTO, J. A.; MORAIS, O. R. de. Ambiente institucional e organizacional; Rota do Cordeiro. In: SORIO, A.; MAGALHÃES, L. A.; MARQUES, W. A. Carne ovina: o ontem, o hoje e o amanhã. Brasília: Escola Superior do Agronegócio Internacional, 2016. p. 173-185.

EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. Rota do Cordeiro. Sobral: Embrapa, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47362/1/FD-Rota-do-cordeiro.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Desenvolvimento Regional. Bases para o plano nacional de desenvolvimento da Rota do Cordeiro. Brasília-DF: MI, 2017.

OLIVEIRA NETO, J. B. de. Estudos preliminares para caracterizar a contribuição da favela como possível fator para indicação geográfica da carne ovina. 2017. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2017.

COORDENADORES DO PROJETO

Dr. Octavio Rossi de Moraes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos

e-mail: octavio.morais@embrapa.br

Dr. Vitarque L. Paes Coelho

Ministério do Desenvolvimento Regional

e-mail: vitarque.coelho@mdr.gov.br.

Tabela 1: Exemplo de “carteira de projetos” de polo da Rota do Cordeiro. Polo Rio das Contas-BA

Eixo	Componente	Escopo do projeto	Partes interessadas
Insumos e produção	Alimentação	Implantação de centrais de confinamento...	ABM Projetos, Unirio, Prefeitura
	Melhoramento genético	Apoio da Embrapa na identificação dos melhores tipos de cruzamentos industriais...	Unirio, Embrapa, UESB
		Ampliação da distribuição da genética já existente no polo	Unirio, Embrapa
Beneficiamento e agregação de valor	Abate certificado	Construção de sala de cortes, beneficiamento e embalagem	Unirio, Embrapa
	Novos produtos	Cortes especiais (capacitação)	Sindicato dos Pequenos Produtores Rurais de Manoel Vitorino
		Defumados e embutidos (capacitação)	

Fonte: Resumo da publicação dos resultados das oficinas (BASES, 2017).

ROTA DOS BUTIAZAIS: CONECTANDO PESSOAS PARA A CONSERVAÇÃO E O USO SUSTENTÁVEL DA BIODIVERSIDADE

Rosa Lía Barbieri¹; Ênio Egon Sosinski Júnior¹; Marene Machado Marchi²; Fábía Amorim da Costa¹; Gustavo Heiden¹; Márcia Vizzotto¹; Gabriela Coelho-de-Souza³; César Valmor Rombaldi; Fábio Chaves⁴; Jaime Mujica Sallés⁴; Rafaela Printes⁵; Juliano Morales⁶; Alessandro Tozetti⁶; Leonardo Marques Urruth⁷; Jussara Pereira Dutra⁸; Antônio Augusto Santos⁸; Aristóbulo Maranta⁹; Mercedes Rivas¹⁰

1 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado, 2 Bolsista DTI CNPq, 3 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 4 Universidade Federal de Pelotas, 5 Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 6 Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 7 Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA), 8 Movimento Slow Food, 9 Parque Nacional El Palmar/Argentina, 10 Universidad de la Republica/Uruguai

A Rota dos Butiazais é uma rede que tem como objetivo articular conhecimentos científicos e populares com a oferta de serviços ecossistêmicos e a geração de renda em territórios onde ainda existem ecossistemas de butiazais ou onde o valor histórico e cultural do butiá se destaca, nos biomas Pampa, Mata Atlântica e Cerrado (Figura 1). Os ecossistemas de butiazais são agrupamentos de butiazeiros, palmeiras que produzem frutos comestíveis conhecidos como butiá (nos Biomas Pampa e Mata Atlântica) ou coquinho azedo (no Bioma Cerrado). Essas palmeiras são nativas do Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai que, por terem evoluído ao longo de milhares de anos nesse ambiente, têm grande resiliência e capacidade adaptativa às mudanças climáticas. Os frutos são usados na produção de alimentos e bebidas, suas folhas são matéria prima para artesanato e as plantas têm valor para o paisagismo. Porém, ameaçados pelo avanço da urbanização e implantação de monoculturas, os butiazais correm o risco de desaparecer. Um grande desafio é preservar os butiazais que ainda existem e, ao mesmo tempo, gerar renda e desenvolvimento para as comunidades locais. A Rota dos Butiazais associa avanços no conhecimento com ações para a conservação dos butiazais, promovendo a geração de renda para os municípios envolvidos, fortalecendo a identidade regional e favorecendo a inclusão social e o desenvolvimento local. A popularização dos conhecimentos e tecnologias desenvolvidos, com oficinas (de culinária, artesanato, produção de mudas e educação ambiental), seminários, exposições, vídeos, artigos científicos e artigos na mídia, são parte fundamental do projeto para a sensibilização da sociedade. Junto com o incentivo ao uso do butiá, vem sendo feitas ações de restauração dos butiazais, seja pelo manejo do gado em campo nativo, permitindo o desenvolvimento das palmeiras jovens, ou pela introdução de novas mudas. Os beneficiários da Rota dos Butiazais são extrativistas, agricultores, pecuaristas, artesãos, cozinheiros, consumidores, estudantes, professores, empresários, formuladores de políticas públicas, gestores municipais, agroindústrias, organizações da sociedade civil e empresas locais. De 2015 a 2017 a fonte financiadora da Rota dos Butiazais foi o Ministério do Meio Ambiente (MMA). De 2017 a 2020

o Projeto tem apoio financeiro do CNPq e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

RESULTADOS

A Rota dos Butiazais tem fortalecido a ligação das pessoas com seu território, ao estimular um novo olhar sobre os recursos naturais, buscando valorizar o butiá como elemento da sociobiodiversidade, criando uma dinâmica na economia local (artesanato, gastronomia, produção de alimentos e bebidas, turismo, paisagismo urbano) associada à manutenção de serviços ecossistêmicos importantes nos butiazais remanescentes. Além disso, tem promovido ações para a conservação dos butiazais e da cultura relacionada, com geração de renda para os municípios envolvidos, fortalecendo a identidade regional e favorecendo a inclusão social e o desenvolvimento local. A Rota dos Butiazais abriu possibilidades para o fortalecimento do ecoturismo, do turismo gastronômico e da comercialização de artesanato pelas comunidades locais, gerando renda e trabalho, além de contribuir para o processo de educação ambiental e formação cidadã. Tem permitido articular o “saber fazer” de diferentes locais, com valorização dos extrativistas, agricultores, artesãos e agroindústrias familiares (circuitos curtos), os quais historicamente utilizam os butiás de forma sustentável, estimulando o empreendedorismo inovador. Adicionalmente, contribui para alavancar e estimular a oferta de outros serviços associados, como hotelaria, restaurantes e guias turísticos locais.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Os desafios de produção e mercado apontam para a melhora da logística extrativista de butiá visando aumentar a qualidade dos frutos e das polpas, o desenvolvimento de novos produtos com ampliação do mercado e redução das perdas, e a organização de redes de comércio justo.

Os desafios da sustentabilidade dos ecossistemas são a ampliação de áreas de butiazais que respeitem as boas práticas de manejo com monitoramento dos ecossistemas

como elementos fundamentais para sua manutenção e regeneração das populações de palmeiras; construir normas de certificação voluntárias para o comércio sustentável; e o monitoramento e a fiscalização da degradação de butiazais remanescentes. Recomenda-se ampliar as parcerias com proprietários de terras para a implantação de manejo conservativo de butiazais remanescentes; apoiar a SEMA, o Ministério Público e as prefeituras de municípios onde ocorrem butiazais na elaboração de portarias e propostas de leis para a conservação e recuperação desses ecossistemas.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Rosa Líia Barbieri

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado

e-mail: lia.barbieri@embrapa.br

Dr. Ênio Egon Sosinski Júnior

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado

e-mail: enio.sosinski@embrapa.br

DADOS PUBLICADOS EM:

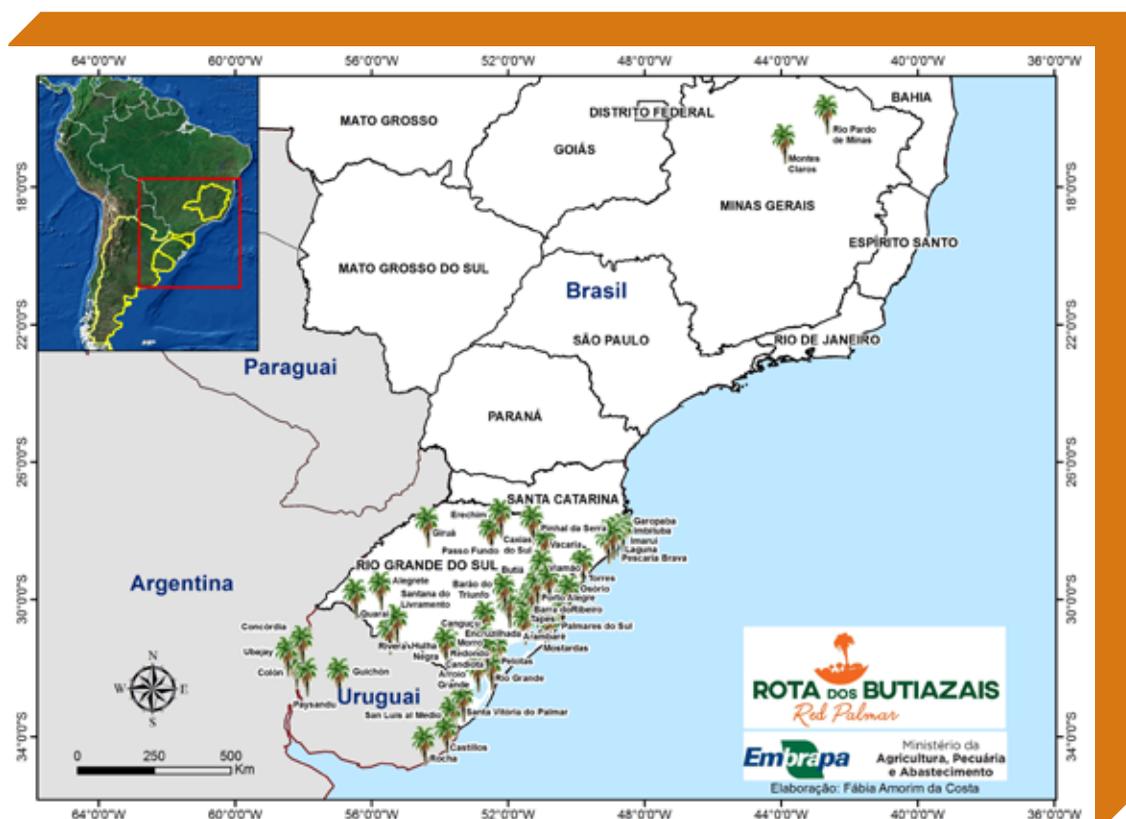
BARBIERI, R. L. (ed). Vida no butiazal. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015.

COSTA, F. A.; BARBIERI, R. L.; SOSINSKI JÚNIOR, E. E.; HEIDEN, G. Caracterização e discriminação espectral de butiazeiros (*Butia odorata*, *Arecaceae*) utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. (Comunicado Técnico 355).

ESLABÃO, M. P.; PEREIRA, P. E. E.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. Mapeamento da distribuição geográfica de butia como subsídio para a conservação de recursos genéticos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 252)

Continuação no Anexo

Figura 1: Mapa da Rota dos Butiazais, onde cada palmeira indica um local que participa do projeto no Brasil, no Uruguai e na Argentina



Crédito: Fábila Amorim da Costa.

REDESENHO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL CBL (CAATINGA BUFFEL LEGUMINOSA)

Salete Alves de Moraes¹; Diana Signor¹; Rafael G. Tonucci²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido, ² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos

Escassez hídrica, altas temperaturas e condições edáficas adversas são os grandes desafios da agropecuária no semiárido. O desenvolvimento de tecnologias visando aumentar a resiliência dos sistemas de produção é condição inerente às adversidades dessa região. As ações visam contornar as dificuldades principalmente de clima, além de outras dos sistemas de produção.

Os Sistemas de Produção Animal desenvolvidos pela Embrapa, como é o caso do SAF Sobral; Sistema Glória e o CBL – Caatinga Buffel Leguminosa, estão recebendo uma nova atenção no sentido de aumentar a resiliência e a capacidade adaptativa aos desafios ainda mais acirrados pelas mudanças climáticas.

A proposição de redesenhos aos sistemas de produção do semiárido e a inclusão de sistemas integrados como o ILPF vem sendo avaliadas. A proposta “Modelos de Produção Para o Uso Sustentável da Caatinga Visando a Segurança Alimentar no Semiárido: Novos Paradigmas para Sistemas de Produção Agroflorestal no Nordeste”, englobou redesenhos de vários sistemas de produção agropecuário, e o CBL, concebido pela Embrapa Semiárido em meados dos anos 90 foi o sistema avaliado para áreas de pluviosidade abaixo de 400 mm anuais.

O CBL preconiza a utilização da Caatinga como fonte de pasto nativo e a utilização de espécies resistentes e adaptadas às condições climáticas da região semiárida do Nordeste na forma de pastagem cultivada e utilização como forragem conservada.

Dentre as atividades componentes, são avaliados:

- Orçamentação forrageira ao longo do ano no sistema CBL da Embrapa Semiárido e em seu rearranjo;
- Determinação do balanço nutricional de proteína e de energia de pequenos ruminantes nos sistemas avaliados na Embrapa Semiárido;
- Implantação do rearranjo do sistema CBL;
- Avaliação de práticas de estabelecimento das culturas exóticas em sistema CBL e do seu rearranjo.

As estratégias para diminuição da vulnerabilidade e aumento da resiliência são relacionadas com identificação e quantidade da biomassa forrageira nas áreas de pastagem nativa nas épocas secas e chuvosa no sentido de permitir subsídios para tomada de decisões dos pesquisadores e até mesmo dos produtores, em respeito a capacidade de suporte destas pastagens.

Aliado a isso, a identificação microhistológica das principais plantas consumidas pelos animais durante todo o ano na pastagem nativa foi efetuada, visando o enriquecimento de espécies forrageiras e o direcionamento dos estudos relacionados a elas.

A diversidade apresentada pelos estratos arbustivo/arbóreo e herbáceo foi muito baixa se comparada a diversidade vegetal que a caatinga apresenta. Tal fato pode estar relacionado aos baixos índices pluviométricos alcançados ao longo dos períodos históricos de seca, ou até mesmo o nível de utilização da mesma na forma pastejada (tabela 1 e Figura 1).

Os eventos climáticos nos anos de execução das atividades acompanharam os menores índices pluviométricos alcançados nos últimos vinte anos e reforçaram as necessidades apresentadas para enriquecimento das áreas de pastagem nativa com as principais plantas consumidas pelos animais e suplementação dos animais, específicas para as diferentes épocas do ano.

Todas as ações fizeram parte de projetos financiados pela Embrapa com o apoio de programas de pós-graduação de universidades públicas. Os resultados alcançados atingem desde pesquisadores, estudantes e até mesmo produtores da região semiárida.

RESULTADOS

- Foram encontrados níveis mínimos de suplementação alimentar da ordem de 1,5% do peso corporal (PC) para fêmeas caprinas adultas em pastejo na Caatinga no período seco do ano e da ordem de 0,5%/PC de suplementação sem comprometimento do peso corporal e queda na digestibilidade das dietas.
- As famílias mais representativas encontradas foram Fabaceae, Euphorbiaceae e Anacardiaceae.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

As ações encontram-se distribuídas em portfólios de pesquisa e se concentram na avaliação da resiliência e capacidade adaptativa ao clima dos sistemas de produção descrito.

Os modelos de produção têm sido testados constantemente levando em consideração os resultados alcançados com as pesquisas anteriores.

As etapas seguintes incluem aplicação de modelos sustentáveis de intensificação e incremento da captação de água para o sistema para uso racional e eficiente. Além disso, os modelos serão avaliados economicamente..

DADOS PUBLICADOS EM:

LIMA, R. G. Microhistologia fecal na determinação da composição botânica da dieta de caprinos em pastejo na Caatinga. 2016. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina-PE, 2016.

RIBEIRO, R. Suplementação concentrada para fêmeas caprinas em pastejo na Caatinga em diferentes períodos. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina-PE, 2018.

COORDENADORES DO PROJETO**Dra. Salete Alves de Moraes**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido
e-mail: salete.moraes@embrapa.br

Dra. Diana Signor

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Semiárido
e-mail: diana.signor@embrapa.br

Dr. Rafael Tonucci

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos
e-mail: rafael.tonucci@embrapa.br

Tabela 1: Consumos de nutrientes em fêmeas caprinas suplementadas em pastejo na Caatinga nos períodos seco e chuvoso/ transição

Variável	Nível de suplementação				ER	R2
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%		
Período seco						
CPB (g/dia)	64,78b	83,23b	99,12b	116,35b	1*	0,99
CFDN (g/dia)	303,90	308,70	295,20b	295,38b	-	-
CFDA (g/dia)	185,00a	167,98a	138,30	118,79b	2*	0,99
Período chuvoso/ transição						
CPB (g/dia)	154,57a	130,60a	152,06a	160,71a	-	-
CFDN (g/dia)	321,10	349,68	366,20a	399,00a	3*	0,98
CFDA (g/dia)	126,57b	136,85b	142,07	154,06a	4*	0,98

Legenda: 1*Y= 48,22+34,12x; 2*Y= 209,6-45,622x; 3*Y= 296,44+50,044x; 4* Y= 117,97 +17,538x; CPB –pProteína bruta; CFDN – fibra em detergente neutro; CFDA – fibra em detergente ácido.

Nota: Letras diferentes para a mesma variável na mesma coluna apresentam diferença significativa ($P < 0,05$).

Fonte: Ribeiro (2018).

REDE DE ECOMERCADO DA MATA ATLÂNTICA

Gabriel Menezes¹; Felipe Sleiman Rizatto¹; Melissa Branco¹; Ângela Vacarela Ponchelli¹; José Augusto Vieira de Aquino¹

¹ Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental

O Instituto Auá promove, há 22 anos, o desenvolvimento sustentável local em São Paulo e, desde 2009, coordena a Rota do Cambuci. O movimento formado por agricultores, beneficiadores artesanais, estabelecimentos gastronômicos, de varejo, de turismo, indústrias, governos e pesquisadores científicos, para conservação do Cambuci (*Campomanesia phaea*) em seu bioma, a Mata Atlântica do Sudeste, valorizando a cultura local, a agroecologia, o comércio justo e o turismo sustentável. Conforme Figura, verificamos a evolução do desmatamento em SP, ocorrido principalmente pelo cultivo de café, cana de açúcar, laranja, eucalipto e criação de gado.

A Rota do Cambuci surgiu espontaneamente, a partir das iniciativas de promoção do fruto em municípios do entorno da Serra do Mar, entre 2005 e 2009, com realização de Festivais Gastronômicos, buscando valorizar a identidade local e suas tradições culturais de uso da fruta. No início de 2009 foi formada assim a 1ª Rota Gastronômica do Cambuci, reunindo Festivais municipais com a participação de produtores artesanais de geleias, licores, cachaças, sucos, antepastos, etc.

Em 2013, a Rota do Cambuci já reunia também agricultores com pés plantados e, nesta ocasião, foi remodelada, deixando de ser apenas um roteiro anual de Festivais Gastronômicos, para se tornar um Programa de desenvolvimento regional sustentável, integrando cultura, gastronomia, agricultura, indústria, educação, turismo e economia, a partir da identidade da região, vinculada ao fruto e aos ativos naturais do Bioma. Abrimos assim outras frentes de atuação, como o Arranjo Produtivo Local Sustentável, a Rota Turística do Cambuci e a Rede de Pesquisadores Científicos.

Iniciamos assim em 2014 a organização dos agricultores para inserção de mercado, reunindo 12 principais produtores e 7 toneladas do Cambuci congelado. Neste momento, definimos os elos do Arranjo Produtivo e o valor do produto para cada elo, ficando para o beneficiador R\$ 5,00/kg, 250 % a mais do que era normalmente vendido. Este aumento tornou a rentabilidade potencial da cultura do Cambuci maior do que a de espécies exóticas, ficando assim mais atrativa para o agricultor. Em 2019 já contamos com mais de 100 produtores e esperamos para 2020 uma safra de aproximadamente 120 toneladas do fruto.

Para garantir o poder de pautar o modelo agroecológico de produção, o Instituto Auá investiu em estruturas de mercado, como uma loja, uma distribuidora com galpão de 500 m² e uma marca comercial chamada Empório Mata Atlântica. Conquistamos diversos clientes, desde restaurantes, varejo, indústrias e merenda escolar e, com isso, conseguimos trazer para o Arranjo Produtivo uma metodologia de Sistema Agroflorestal com nativas, chamada Pomares Mata Atlântica. As grandes secas e geadas ocorridas entre 2015 e 2017 também contribuíram no fortalecimento do modelo agroecológico, pois pode-se constatar empiricamente que, quem plantou somente Cambuci perdeu 80% a mais da produção em relação a quem diversificou o plantio.

Desde 2014, o Instituto Auá viabilizou mais de R\$ 500.000,00 na compra de Cambuci e outras nativas de pequenos agricultores, principalmente Juçara e Uvaia. Para 2020 esperamos uma receita para o Arranjo produtivo de mais de R\$ 1.200.000,00, tanto com a comercialização dos frutos, como dos seus derivados para indústrias, varejo e restaurantes. Esperamos também que esta demanda proporcione um aumento de pelo menos 20% por ano da diversidade das espécies cultivadas.

RESULTADOS

- Acesso ao conhecimento sobre o Cambuci e as frutas nativas de São Paulo, por meio de mídias, imprensa, eventos e alimentação, para mais de 15 milhões de pessoas;
- Mais de 30 mil árvores frutíferas nativas plantadas por 80 agricultores em Sistemas Agroflorestais e 100 hectares com Plano de Manejo elaborado na metodologia Pomares Mata Atlântica, aguardando recursos para plantio.
- Influência nas políticas públicas de 20 municípios do estado de São Paulo
- Mais de 100 festivais do Cambuci realizados, com público circulante de 1 milhão de pessoas (só em 2019, 18 eventos e 100 mil pessoas) e R\$ 1.000.000,00 movimentados na região pelos eventos com compra de produtos, gastronomia e turismo.

- Mais de R\$ 1.500.000,00 captados com Fundos Públicos e Privados para projetos de capacitação de 150 agricultores e estruturação da produção e do mercado.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Certamente nosso principal desafio nos próximos anos é de estruturar um mercado que demande as espécies nativas da Mata Atlântica do Sudeste em velocidade igual, ou superior à de crescimento que deve ocorrer com a oferta. Esta demanda deve vir qualificada para valorizar a biodiversidade e o cultivo agroecológico. A partir disso, consequentemente, se faz como desafio a ampliação do conhecimento científico sobre o manejo e características destas espécies, bem como investimentos em infraestruturas de produção, beneficiamento e logística..

As etapas seguintes incluem aplicação de modelos sustentáveis de intensificação e incremento da captação de água para o sistema para uso racional e eficiente. Além disso, os modelos serão avaliados economicamente.

DADOS PUBLICADOS EM:

ANDRADE, B. A. G. de F.; FONSECA, P. Y. G. da; LEMOS, F. (org.). Cambuci o fruto, o bairro, a rota: história, cultura, sustentabilidade e gastronomia. São Paulo: Ourivesaria da Palavra, 2011. Disponível em: <http://institutoaua.org.br/portfoliocambuci-o-fruto-o-bairro-a-rota-2/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

INSTITUTO AUÁ DE EMPREENDEDORISMO SOCIOAMBIENTAL. Pomares Mata Atlântica – Orientações para o cultivo agroecológico de pomares de Mata Atlântica. Osasco: Auá, 2018. Disponível em: <http://institutoaua.org.br/portfoliopomares-mata-atlantica-orientacoes-para-o-cultivo-agroecologico-de-pomares-de-mata-atlantica/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SATO, G. S. (org.). Turismo rural, indicação geográfica, gastronomia e sustentabilidade. São Paulo: SAA-IEA, 2016. Disponível em: <http://institutoaua.org.br/portfolioturismo-rural-indicacao-geografica-gastronomia-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

COORDENADORES DO PROJETO

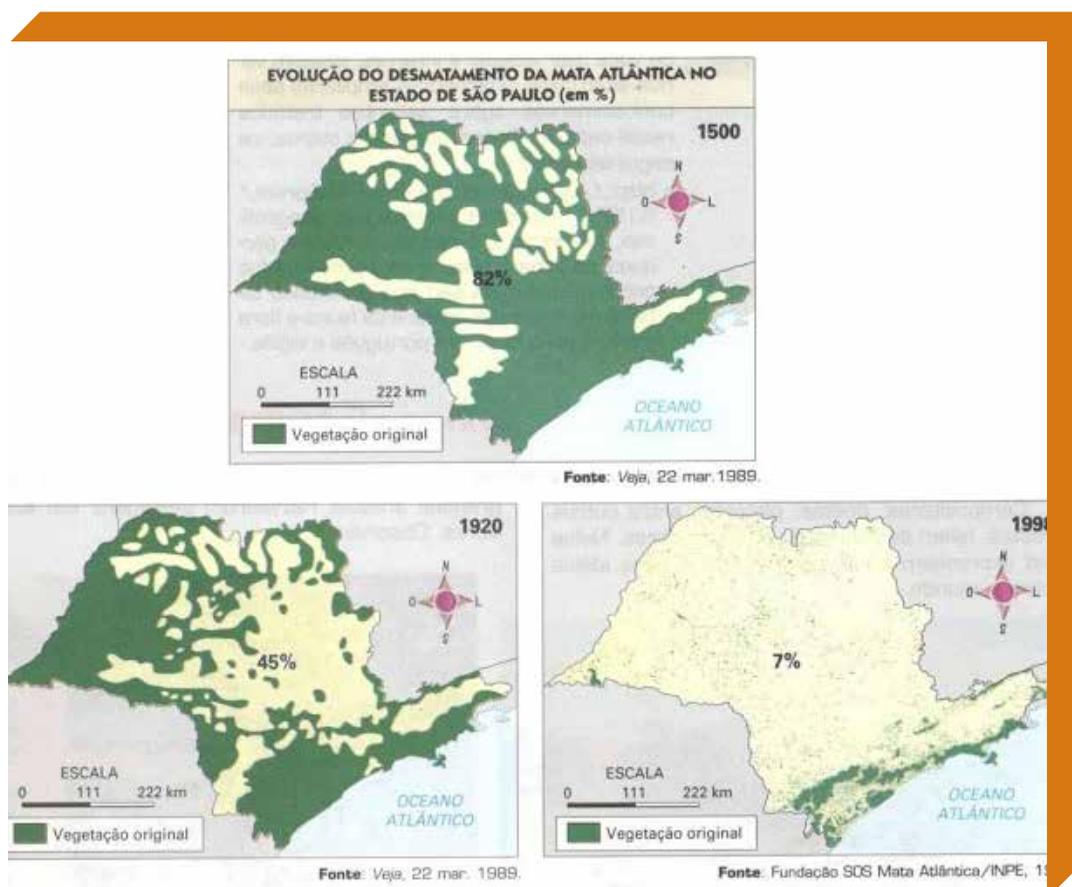
Dr. Gabriel Menezes

Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental
e-mail: gabriel.menezes@aua.org.br

Dr. Felipe Sleiman Rizatto

Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental
e-mail: comunica@aua.org.br

Figura 1: Evolução do desmatamento da Mata Atlântica no estado de São Paulo



Crédito: <http://profuladimir.blogspot.com/2014/09/atividade-sobre-mata-atlantica.html>.

ADAPTAÇÕES DE PRODUTORES RIBEIRINHOS DE VÁRZEA E PALEOVÁRZEA AMAZÔNICA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Julia Vieira da Cunha Ávila¹; Angela May Steward²; Tamara Ticktin³; Fernanda Freitas Viana⁴; Sandro Augusto Regatieri⁴; Charles Roland Clement¹

1 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2 Universidade Federal do Pará, 3 University of Hawaii, 4 Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

Na Amazônia, observa-se numerosos fenômenos climáticos extremos devido às mudanças climáticas. Em ecossistemas de várzea e paleovárzea, as grandes alagações são as que mais afetam os meios de subsistência. Realizamos entrevistas semiestruturadas para compreender como ribeirinhos do Médio Rio Solimões são afetados e se adaptam as situações climáticas extremas. Os principais efeitos das grandes alagações são: 1) as áreas de cultivo são alagadas repentina e concomitantemente; 2) muitas casas de torrar farinha alagam; 3) na várzea, 45 % dos cultivos são afetados; 4) peixes se espalham no vasto volume de água, dificultando a pesca e 5) aumenta a mortalidade de animais de criação. Descrevemos ainda ações de adaptação encontradas e destacamos a necessidade de maiores diálogos entre diferentes atores sociais, visando a elaboração coletiva de estratégias e um plano emergencial que favoreça os modos de vida tradicional. A pesquisa é desenvolvida no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM). Contamos com financiamento do Fundo Amazônia, CNPq e FAPEAM.

RESULTADOS

- Enchentes: uma enchente extrema ocorria por década; desde 2009, ocorreram quatro. Estratégias tradicionais são adaptadas e novas estratégias são desenvolvidas.
- Previsibilidade do clima: os ribeirinhos possuem vasto conhecimento tradicional sobre o clima. Contudo, indicativos dos ciclos sazonais não são mais confiáveis, gerando prejuízo e instabilidade na produção. Novos indicativos vêm sendo testados.
- Mandioca: Durante alagações comuns o manejo agrícola é feito em ajuris (mutirões). Em grandes enchentes cultivos são alagados repentina e concomitantemente, dificultando sua realização. Pode não haver tempo para mandioca amadurecer completamente, o que gera uma farinha de má qualidade ou inviabiliza sua produção.
- Casas de farinha: alguns ribeirinhos constroem casas de torrar farinha flutuantes, pois anualmente essas podem alagar. Em alagações extremas, nem todos conseguem local para fazer farinha. Os mais experientes conhecem adaptações de técnicas pré-colombianas de armazenamento de massa da mandioca, para preparo da farinha na vazante.
- Plantio: tradicionalmente constroem canteiros suspensos para hortaliças, e realizam um maior plantio de variedades de mandioca/macaxeira e espécies de ciclo curto nas roças. As águas podem subir antes do esperado, gerando intensa mortalidade de plantas não adaptadas. Na maior alagação registrada, 45% dos cultivos da várzea foram afetados. Como adaptação, priorizam o cultivo de plantas que tiveram maior sobrevivência ou cultivam temporariamente em áreas de terra firme.
- Causas das perdas de cultivo: além de não sobreviverem ao entrarem em contato com pouca ou muita água em diferentes estágios de desenvolvimento, o movimento das águas nos sistemas radiculares pode matar as plantas. Poças de água muito aquecidas pelo sol podem "cozinhar" as raízes. Para proteção das raízes, não colhem frutas subindo nas árvores alagadas.
- Cultivo em montes de solo: em comunidades de várzea alta, criam montes de solo nos quintais (terraço circular de cerca de 1m de altura) para plantar árvores acima do nível máximo de água.
- Sementes: anualmente guardam sementes e mudas. Porém, em alagações extremas algumas plantas morrem antes de produzi-las. Pesquisadores e jovens do Centro Vocacional Tecnológico do Instituto Mamirauá iniciaram a mobilização de feiras anuais de trocas de ramas e sementes.
- Fogo: cauixi é uma esponja (cf. Tubella reticulata e cf. Parnula betesil) altamente combustível que cresce no tronco das árvores. Com a subida do nível das águas, o cauixi se espalha na água e na vazante fica depositado/pendurado na vegetação. Após grandes enchentes, produtores experientes são mais cautelosos com o uso do fogo para abertura de áreas agrícolas.

- Pesca: no início da alagação anual peixes se espalham no vasto volume de água. Quando a água atinge os quintais, as frutas atraem alguns peixes, minimizando a dificuldade na pesca. Quando há níveis extremos de água, cardumes saem dos lagos (inclusive de lagos de preservação de estoque do manejo pesqueiro), aumentando a disponibilidade de pescado.
- Criação animal: em alagações extremas apresentam mais doenças, se afogam, atolam ou são atacados por animais silvestres. Colocam os animais em marombas (jangadas), vendem ou se alimentam das criações. Também recorrem a terra firme ou alteram temporariamente sua fonte de renda, aumentando a pesca.

PRÓXIMAS ETAPAS E RECOMENDAÇÕES

Fenômenos climáticos extremos são cada vez mais esperados na Amazônia (BARICHIVICH et al. 2018). São necessários maiores diálogos entre os atores sociais da região (comunitários, instituições e órgãos do governo) para elaboração coletiva de estratégias e um plano emergencial que favoreça os modos de vida tradicional.

Pode ser feito um maior compartilhamento de estratégias locais que favorecem a resiliência dessas populações no cenário atual. A título de exemplo, técnicas de armazenamento de massa da mandioca e cautela com o fogo devido ao cauixi precisam maior divulgação e planejamento.

Tabela 1: Resumo dos contextos na várzea e paleovárzea do médio Rio Solimões que são afetados por eventos climáticos extremos, principalmente enchentes, e as estratégias adotadas pelos ribeirinhos para adaptar-se a esses eventos

Contexto	Situação extrema	Adaptação
Enchentes	Ocorreram três vezes mais alagações na última década.	Estratégias novas e adaptações das anteriores estão sendo desenvolvidas.
Conhecimento tradicional local sobre o clima	Os indicativos dos ciclos sazonais não são aplicáveis.	A falta de previsibilidade do clima gera prejuízo e instabilidade na produção.
Mandioca	Dificuldade de realizar ajuri (mutirão). Algumas mandiocas não completam sua maturação com a subida da água.	Realizam plantios por unidade familiar. A mandioca verde produz uma farinha de má qualidade ou inviabiliza sua produção.
Produção de farinha	Casas de torrar farinha alagam.	Adaptam técnicas pré-colombianas de armazenamento de massa da mandioca para o preparo da farinha na baixada da água.
Plantio	45% dos cultivos são afetados na várzea, que algumas vezes são totalmente perdidos.	Pesquisadores e jovens do Centro Vocacional Tecnológico do Instituto Mamirauá iniciaram a mobilização de feiras e trocas de sementes.
Pesca	Peixes se espalham no vasto volume de água.	As frutas dos quintais e outras áreas de cultivo atraem alguns peixes, minimizando o problema.
Animais de criação	Mais doenças e riscos aos animais (afogar, atolar, serem atacados por animais silvestres).	Vendem ou se alimentam dos animais. Recorrem a terrenos em terra firme. Alteram a fonte de renda, aumentando a pesca.

Fonte: própria autoria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARICHIVICH, J.; GLOOR, E.; PEYLIN, P.; BRIENEN, R. J. W.; SCHÖNGART, J.; ESPINOZA, J. C.; PATTNAYAK, J. C.; PATTNAYAK, K. C. Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. *Science Advances*, v. 4, n. 9, p. 1-7, Sep. 2018.

COORDENADORES DO PROJETO

Dra. Angela May Steward

Universidade Federal do Pará

e-mail: angelasteward@gmail.com.

Dra. Fernanda Freitas Viana

Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

e-mail: fernanda.viana@mamiraua.org.br

Dra. Julia Vieira da Cunha Ávila

Programa de Pós-Graduação em Botânica, INPA

e-mail: biojuba@gmail.com

ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROPECUÁRIOS BRASILEIROS ÀS MUDANÇAS DO CLIMA

William Goulart¹; Fernanda Garcia Sampaio^{2,3}; Eleneide Doff Sotta^{2,3}; Katia Marzall³

1 Environmental Wise Paths; 2 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 3 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Os trabalhos enviados pelos pesquisadores cobrem uma ampla variedade de temas, perspectivas, problemas, considerações de vulnerabilidade e propostas de estratégias de adaptação dos sistemas agropecuários brasileiros, dispersos pelo território nacional. A dedicação de pesquisadoras e pesquisadores, e a consequente excelência da pesquisa agropecuária brasileira, conferem ao país um enorme diferencial nas possibilidades de adaptação dos sistemas agropecuários à mudança do clima. No entanto, nessa ampla gama de abordagens, existe uma ambiguidade e certa confusão entre os impactos da mudança do clima e aqueles advindos das mudanças no uso da terra ou manejo inadequado do solo. Como os esforços de adaptação à mudança do clima devem buscar a produção sustentável dos sistemas agropecuários (FAO, 2017), é natural que a vulnerabilidade apontada pelos pesquisadores se baseie fortemente na avaliação da sustentabilidade de processos produtivos. Nesse sentido, a organização dos trabalhos dos pesquisadores em eixos estratégicos de adaptação permitiu identificar variações e tendências sobre o tipo de problema e as vulnerabilidades enfrentadas, bem como as abordagens desenvolvidas.

A vulnerabilidade ao estresse hídrico e térmico, embora esteja presente em todos os eixos, é massivamente tratada no eixo estratégico "Uso de recursos genéticos". É notório e esperado o recebimento de muitos trabalhos focados em problemas com seca e alta temperatura no Semiárido, onde se projeta a ocorrência dos maiores impactos da mudança do clima no Brasil. Em decorrência desses estresses, há bastante preocupação nesse eixo com vulnerabilidades diversas e as decorrentes reduções na produtividade, na qualidade nutricional, nas alterações no zoneamento agroclimático de cultivos e na intensidade e distribuição geográfica e temporal de seus patógenos. Por isso, o objetivo de vários trabalhos do eixo foca no melhoramento genético de cultivos para que estes sejam mais resistentes e tolerantes aos estresses climáticos, além de investigar os efeitos desses estresses para diferentes patossistemas, eliminar a estacionalidade de produção e melhorar manejos produtivos inadequados.

Os trabalhos apresentados no eixo estratégico "Infraestrutura, tecnologias e equipamentos agrícolas", além de tratarem de vulnerabilidades relacionadas aos estresses climáticos mencionados acima, focam também em questões de degradação e manejo intensivo do solo e as lacunas na aferição do manejo de sistemas de produção. Por esse motivo, os trabalhos desse eixo têm o objetivo de contribuir para a solução dos problemas desenvolvendo ferramentas e tecnologias de diagnóstico, planejamento e intervenção no manejo de sistemas agropecuários em diversas abordagens.

Os trabalhos do eixo estratégico "Uso e conservação da biodiversidade" se preocupam com o aumento da vulnerabilidade dos sistemas produtivos advindos da destruição ou degradação de ecossistemas naturais e da perda da biodiversidade causadas tanto pela mudança do clima

quanto pelas práticas inadequadas e insustentáveis de uso da terra. Há forte preocupação nesse grupo com a erosão genética de culturas de alimentos locais e tradicionais e redução dos serviços ecossistêmicos (como a polinização), que estão entre os maiores ativos para a adaptação dos sistemas agropecuários à mudança do clima. Por isso, os objetivos dos trabalhos desse eixo buscam entender os efeitos da mudança do clima nas espécies nativas, nos polinizadores e nas bactérias benéficas à agricultura, a importância da biodiversidade e da agrobiodiversidade para a alimentação e nutrição humana, propondo, entre outros, o desenvolvimento de cultivares nativos.

Os trabalhos do eixo estratégico “Planejamento e manejo integrado da paisagem”, além da preocupação com a vulnerabilidade dos sistemas agropecuários em relação à mudança do clima, adicionam críticas contundentes e mais amplas do que os trabalhos anteriores sobre o manejo predominante nesses sistemas. As críticas vão desde a degradação dos recursos naturais, passando pelo avanço da urbanização, a exclusão econômica, a falta de recursos financeiros e as políticas básicas de desenvolvimento. Consequentemente, o objetivo desses trabalhos é entender problemas complexos, utilizando-se de conhecimentos técnico-científicos e tradicionais para desenvolver e aplicar soluções participativas de sustentabilidade, num contexto de inclusão social, conservação dos recursos naturais e o bem-estar das pessoas.

Alguns trabalhos incorporam características de mais de um dos eixos acima. No entanto, os eixos estratégicos mostram uma tendência que permite reuni-los de acordo com a maneira como percebem os problemas e as vulnerabilidades a serem levantados e enfrentados e suas propostas de solução. Essa tendência mais ou menos sutil, de acordo com cada trabalho, demonstra um gradiente que se inicia no eixo estratégico “Uso de recursos genéticos”, passando pelos eixos “Infraestrutura, tecnologias e equipamentos agrícolas” e “Uso e conservação da biodiversidade”, encerrando-se no eixo “Planejamento e manejo integrado da paisagem”. Permeado pelo forte entrelaçamento e pela confusão entre os impactos originados pela mudança do clima ou pelas práticas de produção, está um gradiente que de um lado foca em vulnerabilidades específicas de cultivares e o manejo do solo; do outro, na resiliência de sistemas complexos e das mudanças no uso da terra. Mesmo incorporando um ou outro elemento do outro extremo, esse gradiente traz na ponta do eixo “Uso de recursos genéticos” uma abordagem mais local, com objetivos específicos, fortemente embasada em conhecimento e soluções técnico-científicas, visando primordialmente à manutenção ou ao aumento da produtividade e à simplificação dos sistemas agropecuários. Na outra ponta do gradiente, o eixo “Planejamento e manejo integrado da paisagem” traz uma abordagem mais de paisagem e desenvolvimento regional, com objetivos mais amplos, embasada no uso e na construção participativa de conhecimentos técnico-científicos e tradicionais, visando ao bem-estar social e à conservação dos recursos naturais em sistemas agropecuários complexos. Em síntese, há uma tendência com maior ou menor intensidade, dos trabalhos adotarem uma abordagem em relação à mudança do clima, num gradiente que vai da resistência de sistemas agropecuários simplificados à resiliência de sistemas agropecuários complexos.

Embora haja avanços importantes nas pesquisas nacionais e internacionais sobre adaptação, ambas carecem da mesma necessidade de desenvolvimento, ou seja, a consolidação de um arcabouço teórico metodológico de suporte ao tema. Sem definição ou parâmetros claros que permitam uma análise mais profunda sobre os tipos e as necessidades de adaptação existentes, torna-se mais difícil a tomada de decisão sobre quais são as estratégias adequadas de adaptação, ou mesmo a eficácia de eventuais estratégias já aplicadas.

Sabe-se que, sistemas agropecuários com práticas que levem a maior sustentabilidade tendem a reduzir a vulnerabilidade e fortalecer a resiliência do sistema em relação aos impactos vindos da mudança do clima. Especificamente, estratégias que orientam o estabelecimento de sistemas de produção agropecuária a partir das bases da agricultura conservacionista, envolvendo adequado manejo do solo e da água, a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, são estratégias que estão entre as maiores garantias de possibilidades futuras de adaptação à mudança do clima. Nesse sentido, as propostas e os resultados que o Plano ABC tem alcançado, a partir do estabelecimento de estratégias e tecnologias que levam a maior sustentabilidade dos sistemas agropecuários, contribui de alguma forma com a capacidade de adaptação às mudanças do clima. No entanto, ainda não está clara a magnitude dos impactos do Plano ABC no fortalecimento da resiliência

e da capacidade de adaptação dos sistemas agropecuários. Embora todas as pesquisas desta coletânea e Brasil afora sejam extremamente relevantes para o avanço no tema, a avaliação das informações apresentadas nesta publicação, tanto pela revisão de documentos nacionais e internacionais quanto de iniciativas em andamento, evidencia que não existe clareza quanto as definições e os conceitos relacionados ainda estão confusos. Sem clareza de conceitos, metodologias de avaliação da capacidade de adaptação não são possíveis, reforçando o quadro de incerteza que se observa ao se discutir adaptação.

A partir dessa constatação, esta coletânea recomenda promover o avanço de políticas públicas para além da eficiência de sua aplicação, focando principalmente na eficácia de seus resultados. A eficiência refere-se à implementação correta de processos, ou seja, executar políticas de adaptação à mudança do clima, como desenvolver um plano nacional de adaptação, disponibilizar recursos financeiros, entre outros, e está relacionada com indicadores de processo. Saber o quanto, como e se as políticas e iniciativas de adaptação à mudança do clima são eficazes e suficientes exige outro patamar de entendimento e esforço. A eficácia refere-se a fazer a coisa certa, ou seja, além de executar eficientemente políticas e iniciativas de adaptação à mudança do clima, elas comprovadamente têm que aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade dos sistemas agropecuários à mudança do clima. A eficácia está relacionada a indicadores de resultado ou impacto, a exemplo de serviços ecossistêmicos disponíveis, segurança alimentar da população, manutenção da capacidade produtiva, entre outros.

Alguns efeitos e impactos da mudança do clima na agropecuária já são reconhecidos e reportados nos trabalhos recebidos dos pesquisadores brasileiros atuando no tema, na literatura e nos relatórios de divulgação das experiências nacionais de diversos países. O tema de adaptação à mudança do clima está fortemente incorporado na agenda científica e na política nacional e internacional. No entanto, a incerteza relacionada a esse tema ainda é muito grande. Para fazer frente à indefinição conceitual e metodológica, o caminho a ser seguido para entender e avançar na eficácia da adaptação dos sistemas agropecuários à mudança do clima no Brasil é a construção de um marco conceitual, com definições, objetivos e metodologias de avaliação claras e viáveis, que englobem estratégias técnicas, institucionais e processuais e que possam, de forma efetiva, dar ao produtor e à produtora agropecuários a necessária segurança em seu processo de tomada de decisão, em um ambiente cada vez mais incerto, no que se refere à capacidade de projeção de condições climáticas favoráveis à produção agropecuária brasileira. Esta coletânea é um importante passo nesse sentido.

Referências bibliográficas dos textos de Introdução (pág. 16) e Estratégias de adaptação dos sistemas agropecuários brasileiros às mudanças do clima (pág. 164)

ANANDHI, A. CISTA-A: Conceptual model using indicators selected by systems thinking for adaptation strategies in a changing climate: Case study in agro-ecosystems. *Ecological Modelling* 345, 41–55, 2017.

BERRANG-FORD, L., PEARCE, T., FORD, J.D. Systematic review approaches for climate change adaptation research. *Reg. Environ. Change* 15, 755–769, 2015.

Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Tracking adaptation in agricultural sectors: Climate change adaptation indicators. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i8145e.pdf>. Acesso em 09 jul. 2020.

IPCC. C.C.I, Adaptation, and Vulnerability. Part A. In: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 p, 2014.

LOBELL, D.B., BURKE, M.B., TEBALDI, C., MASTRANDREA, M.D., FALCON, W.P., NAYLOR, R.L. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. *Science* 319, 607–610, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Plano setorial de mitigação e de adaptação as mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) /

- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 173 p, 2012.
- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima. Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 371 p, 2016.
- MORETTI, F., van VLIET, L., BENSING, J., DELEDDA, G., MAZZI, M., RIMONDINI, M., ZIMMERMANN, C., FLETCHER, I. (2011). A standardized approach to qualitative content analysis of focus group discussions from different countries. *Patient Education and Counseling*, 82, 420–428, 2011.
- PRESTON, B. L., MUSTELIN, J., MALONEY, M. C. Climate adaptation heuristics and the science/policy divide. *Mitigation Adaptation Strategy Global Change* 20, 467–497, 2015.
- THOMSEN, D.C., SMITH, T.F., KEYS, N. Adaptation or manipulation? Unpacking climate change response strategies. *Ecol. Soc.* 17, 20, 2012.
- UNITED NATION. Climate Change. What do adaptation to climate change and climate resilience mean? 2020. Disponível em: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-bigpicture/what-do-adaptation-to-climate-change-and-climate-resilience-mean>. Acesso em: 21 set. 2020.
- WALTHALL, C. L., HATFIELD, J., BACKLUND, P., LENGNICK, L., MARSHALL, E., WALSH, M., ADKINS, S., AILLERY, M., AINSWORTH, E. A., AMMANN, C., ANDERSON, C. J., BARTOMEUS, I., BAUMGARD, L. H., BOOKER, F., BRADLEY, B., BLUMENTHAL, D. M., BUNCE, J., BURKEY, K., DABNEY, S. M., DELGADO, J. A., DUKES, J., FUNK, A., GARRETT, K., GLENN, M., GRANTZ, D. A., GOODRICH, D., HU, S., IZAURRALDE, R. C., JONES, R. A. C., KIM, S-H., LEAKY, A. D. B., LEWERS, K., MADER, T. L., MCCLUNG, A., MORGAN, J., MUTH, D. J., NEARING, M., OOSTERHUIS, D. M., ORT, D., PARMESAN, C., PETTIGREW, W. T., POLLEY, W., RADER, W., RICE, C., RIVINGTON, M., ROSSKOPF, E., SALAS, W. A., SOLLENBERGER, L. E., SRYGLEY, R., STÖCKLE, C., TAKLE, E. S., TIMLIN, D., WHITE, J. W., WINFREE, R., WRIGHT-MORTON, L., ZISKA, L. H. *Climate Change and Agriculture in the United States: Effects and Adaptation*. USDA Technical Bulletin 1935. Washington, DC, 186 p, 2012.

Anexo – Continuação bibliográfica

Consortiação de gramíneas e leguminosas para diversificação de pastagens e intensificação sustentável da pecuária na Amazônia

Dados publicados em:

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Forage peanut (*Arachis pintoi*): a high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. *Tropical Grasslands, Australia*, v. 39, n. 4, p. 222, Dec. 2005b.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Tema: A produção animal e segurança alimentar. Anais [...]. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia; Embrapa Gado de Corte, 2004.

VALENTIM, J. F.; ANDRADE, C. M. S. de. Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*): successful adoption in sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. *Tropical Grasslands, Australia*, v. 39, n. 4, p. 221, Dec. 2005a.

Referências bibliográficas

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Tabela 6722: Número de estabelecimentos agropecuários e Área dos estabelecimentos, por utilização das terras, condição legal do produtor, direção dos trabalhos do estabelecimento agropecuário e grupos de área total – resultados preliminares 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6722#resultado>. Acesso em: 8 jan. 2020.

INPE; EMBRAPA. Projeto TerraClass: levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal brasileira – 2004–2014. São José dos Campos: INPE, 2016. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php. Acesso em: 25 jul. 2016.

STRASSBURG, B. B. N.; LATAWIEC, A. E.; BARIONI, L. G.; NOBRE, C. A.; SILVA, V. P.; VALENTIM, J. F.; VIANNA, M.; ASSAD, E. D. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change, Netherlands*, v. 28, p. 84–97, Sep. 2014.

Hologenoma ruminante – caracterização da população de microrganismos do trato digestivo de ruminantes e seu impacto sobre o genoma funcional do hospedeiro, seu desempenho, a qualidade do produto e o impacto ambiental

Referências bibliográficas

CESAR, A. S. M.; REGITANO, L. C. A.; REECY, J. M.; POLETI, M. D.; OLIVEIRA, P. S. N.; OLIVEIRA, G. B. de; MOREIRA, G. C. M.; MUDADU, M. A.; TIZIOTO, P. C.; KOLTES, J. E.; FRITZ-WATERS, E.; KRAMER, L.; GARRICK, D.; BEIKI, H.; GEISTLINGER, L.; MOURÃO, G. B.; ZERLOTINI, A.; COUTINHO, L. L. Identification of putative regulatory regions and transcription factors associated with intramuscular fat content traits. *BMC Genomics*, v. 19, p. 1–20, June 2018.

CESAR, A. S. M.; REGITANO, L. C. A.; TULLIO, R. R.; LANNA, D. P. D.; NASSU, R. T.; MUDADO, M. A.; OLIVEIRA, P. S. N.; NASCIMENTO, M. L. do; CHAVES, A. S.; ALENCAR, M. M.; SONSTEGARD, T. S.; GARRICK, D. J.; REECY, J. M.; COUTINHO, L. L. Genome-wide association study for intramuscular fat deposition and composition in Nelore cattle. *BMC Genetics*, v. 15, p. 2–10, Mar. 2014.

DINIZ, W. J. S.; COUTINHO, L. L.; TIZIOTO, P. C.; CESAR, A. S. M.; GROMBONI, C. F.; NOGUEIRA, A. R. A.; OLIVEIRA, P. S. N.; M. M.; REGITANO, L. C. A.; SOUZA, M. M. Iron content affects lipogenic gene expression in the muscle of Nelore beef cattle. *PLoS ONE*, v. 11, n. 8, p. 1–19, Aug. 2016.

DINIZ, W. J. S.; ROSA, K. O.; COUTINHO, L. L.; TIZIOTO, P. C.; OLIVEIRA, P. S. N. de; SOUZA, MARCELA M. de; CHAVES, A. S.; LANNA, D. P. D.; MOURÃO, G. B.; REGITANO, L. C. A. KCNJ11 gene expression is associated to feed consumption and growth traits in Nelore beef cattle. *Agri Gene*, v. 9, p. 1-4, Sep. 2018.

GEISTLINGER, L.; SILVA, V. H. da; CESAR, A. S. M.; TIZIOTO, P. C.; WALDRON, L.; ZIMMER, R.; REGITANO, L. C. de A.; COUTINHO, L. L. Widespread modulation of gene expression by copy number variation in skeletal muscle. *Scientific Reports*, v. 8, p. 1-11, Jan. 2018.

GONÇALVES, T. M.; REGITANO, L. C. de A.; KOLTES, J. E.; CESAR, A. S. M.; ANDRADE, S. C. da S.; MOURÃO, G. B.; GASPARIN, G.; MOREIRA, G. C. M.; FRITZ-WATERS, E.; REECY, J. M.; COUTINHO, L. L. Gene co-expression analysis indicates potential pathways and regulators of beef tenderness in Nelore cattle. *Frontiers in Genetics*, v. 9, p. 1-18, Oct. 2018.

KASARAPU, P.; PORTO-NETO, L. R.; FORTES, M. R. S.; LEHNERT, S. A.; MUDADU, M. A.; COUTINHO, L. L.; REGITANO, L. C. A.; GEORGE, A.; REVERTER, A. The *Bos taurus*-*Bos indicus* balance in fertility and milk related genes. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8, p. 1-20, Aug. 2017.

MUDADU, M. A.; PORTO-NETO, L. R.; MOKRY, F. B.; TIZIOTO, P. C.; OLIVEIRA, P. S. N.; TULLIO, R. R.; NASSU, R. T.; NICIURA, S. C. M.; THOLON, P.; ALENCAR, M. M.; HIGA, R. H.; ROSA, A. N.; FEIJÓ, G. L. D.; FERRAZ, A. L.; SILVA, L. O.; MEDEIROS, S. R.; LANNA, D. P.; NASCIMENTO, M. L.; CHAVES, A. S.; SOUZA, A. R.; PACKER, I. U.; TORRES, R. A. Jr.; SIQUEIRA, F.; MOURÃO, G. B.; COUTINHO, L. L.; REVERTER, A.; REGITANO, L. C. Genomic structure and marker-derived gene networks for growth and meat quality traits of Brazilian Nelore beef cattle. *BMC Genomics*, 2016;17(1) : 235.

OLIVEIRA, G. B.; REGITANO, L. C. A.; CESAR, A. S. M.; REECY, J. M.; DEGAKI, K. Y.; POLETI, M. D.; FELÍCIO, A. M.; KOLTES, J. E.; COUTINHO, L. L. Integrative analysis of microRNAs and mRNAs revealed regulation of composition and metabolism in Nelore cattle. *BMC Genomics*, v. 19, p. 1-16, Feb. 2018.

OLIVEIRA, P. S. N.; CESAR, A. S. M.; NASCIMENTO, M. L.; CHAVES, A. S.; TIZIOTO, P. C.; TULLIO, R. R.; LANNA, D. P. D.; ROSA, A. N.; SONSTEGARD, T.; MOURÃO, G. B.; REECY, J. M.; GARRICK, D. J.; MUDADU, M. A.; COUTINHO, L. L.; REGITANO, L. C. A. Identification of genomic regions associated with feed efficiency in Nelore cattle. *BMC Genetics*, v. 15, p. 2-10, Sep. 2014.

OLIVEIRA, P. S. N.; TIZIOTO, P. C.; MALAGO JUNIOR, W.; NASCIMENTO, M. L.; CESAR, A. S. M.; DINIZ, W. J. da S.; SOUZA, M. M.; LANNA, D. P. D.; TULLIO, R. R.; MOURAO, G. B.; MUDADU, M. A.; COUTINHO, L. L.; REGITANO, L. C. A. A single nucleotide polymorphism in *NEUROD1* is associated with production traits in Nelore beef cattle. *Genetics and Molecular Research*, v. 15, n. 2, p. 1-8, July 2016.

POLETI, M. D.; REGITANO, L. C. A.; SOUZA, G. H. M. F.; CESAR, A. S. M.; SIMAS, R. C.; SILVA-VIGNATO, B.; OLIVEIRA, G. B.; ANDRADE, S. C. S.; CAMERON, L. C.; COUTINHO, L. L. Data from proteomic analysis of bovine *Longissimus dorsi* muscle associated with intramuscular fat content. *Data in Brief*, v. 19, p. 1314-1317, Aug. 2018.

POLETI, M. D.; REGITANO, L. C. A.; SOUZA, G. H. M. F.; CESAR, A. S. M.; SIMAS, R. C.; SILVA-VIGNATO, B.; OLIVEIRA, G. B.; ANDRADE, S. C. S.; CAMERON, L. C.; COUTINHO, L. L. *Longissimus dorsi* muscle label-free quantitative proteomic reveals biological mechanisms associated with intramuscular fat deposition. *Journal of Proteomics*, v. 179, p. 30-41, May 2018.

SILVA, V. H. da; REGITANO, L. C. de A.; GEISTLINGER L.; PÉRTILLE, F.; GIACHETTO P. F.; BRASSALOTI R. A.; MOROSINI N. S.; ZIMMER R.; COUTINHO L. L. Genome-wide detection of CNVs and their association with meat tenderness in Nelore cattle. *PLoS ONE*, v. 11, n. 6, p. 1-22, June 2016.

SILVA-VIGNATO, B.; COUTINHO, L. L.; CESAR, A. S. M.; POLETI, M. D.; REGITANO, L. C. A.; BALIEIRO, J. C. C. Comparative muscle transcriptome associated with carcass traits of Nelore cattle. *BMC Genomics*, v. 18, p. 2-13, July 2017.

SILVA-VIGNATO, B.; COUTINHO, L. L.; POLETI, M. D.; CESAR, A. S. M.; MONCAU, C. T.; REGITANO, L. C. A.; CARVALHO, J. C. de B. Gene co-expression networks associated with carcass traits reveal new pathways for muscle and fat deposition in Nelore cattle. *BMC Genomics*, v. 20, p. 1-13, Jan. 2019.

SOMAVILLA, A. L.; REGITANO, L. C.; ROSA, G. J.; MOKRY, F. B.; MUDADU, M. A.; TIZIOTO, P. C.; OLIVEIRA, P. S. N.; SOUZA, M. M.; COUTINHO, L. L.; MUNARI, D. P. Genome-Enabled prediction of breeding values for feedlot average daily weight gain in Nelore cattle. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, v. 7, n. 6, p. 1855-1859, June 2017.

SOMAVILLA, A. L.; SONSTEGARD, T. S.; HIGA, R. H.; ROSA, A. N.; SIQUEIRA, F.; SILVA, L. O. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; COUTINHO, L. L.; MUDADU, M. A.; ALENCAR, M. M.; REGITANO, L. C. A. A genome-wide scan for selection signatures in Nelore cattle. *Animal Genetics*, v. 45, n. 6, p. 771-781, Sep. 2014.

SOUZA, M. M. de; NICIURA, S. C. M.; TIZIOTO, P. C.; IBELLI, A. M. G.; GASPARIN, G.; ROCHA, M. I. P.; BRESSANI, F. A.; MALAGÓ-JR., W.; DINIZ, W. J. S.; OLIVEIRA, P. S. N.; LIMA, A. O.; MUDADU, M. A.; BARIONI JUNIOR, W.; COUTINHO, L. L.; ZERLOTINI, A.; REGITANO, L. C. A. Allele- and parent-of-origin-specific effects on expression of the *KCNJ11* gene: a candidate for meat tenderness in cattle. *Genetics and Molecular Research*, v. 15, n. 3, p. 2-10, Aug. 2016.

SOUZA, M. M. de; ZERLOTINI, A.; GEISTLINGER, L.; TIZIOTO, P. C.; TAYLOR, J. F.; ROCHA, M. I. P.; DINIZ, W. J. S.; COUTINHO, L. L.; REGITANO, L. C. A. A comprehensive manually-curated compendium of bovine transcription factors. *Scientific Reports*, v. 8, p. 1-12, Sep. 2018.

TIZIOTO, P. C.; COUTINHO, L. L.; DECKER, J. E.; SCHNABEL, R. D.; ROSA, K. O.; OLIVEIRA, P. S.; SOUZA, M. M.; MOURÃO, G. B.; TULLIO, R. R.; CHAVES, A. S.; LANNA, D. P.; ZERLOTINI-NETO, A.; MUDADU, M. A.; TAYLOR, J. F.; REGITANO, L. C. A. Global liver gene expression differences in Nelore steers with divergent residual feed intake phenotypes. *BMC Genomics*, v. 16, p. 1-14, Mar. 2015.

TIZIOTO, P. C.; COUTINHO, L. L.; MOURÃO, G. B.; GASPARIN, G.; SOUZA, M. M.; MALAGÓ-JR, W.; BRESSANI, F. A.; TULLIO, R. R.; NASSU, R. T.; TAYLOR, J. F.; REGITANO, L. C. A. Variation in myogenic differentiation 1 mRNA abundance is associated with beef tenderness in Nelore cattle. *Animal Genetics*, v. 47, n. 4, p. 491-494, Aug. 2016.

TIZIOTO, P. C.; COUTINHO, L. L.; OLIVEIRA, P. S. N.; CESAR, A. S. M.; DINIZ, W. J. S.; LIMA, A. O.; ROCHA, M. I.; DECKER, J. E.; SCHNABEL, R. D.; MOURÃO, G. B.; TULLIO, R. R.; ZERLOTINI, A.; TAYLOR, J. F.; REGITANO, L. C. A. Gene expression differences in Longissimus muscle of Nelore steers genetically divergent for residual feed intake. *Scientific Reports*, v. 6, p. 1-15, Dec. 2016.

TIZIOTO, P. C.; DECKER, J. E.; TAYLOR, J. F.; SCHNABEL, R. D.; MUDADU, M. A.; SILVA, F. L.; MOURAO, G. B.; COUTINHO, L. L.; THOLON, P.; SONSTEGARD, T.; ROSA, A. N.; ALENCAR, M. M.; TULLIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; NASSU, R. T.; FEIJÓ, G. L. D.; SILVA, L. O. C.; TORRES, R. A. A.; SIQUEIRA, F.; HIGA, R. H.; REGITANO, L. C. A. A genome scan for meat quality traits in Nelore beef cattle. *Physiological Genomics*, v. 45, n. 21, p. 1012-1020, Nov. 2013.

TIZIOTO, P. C.; GASPARIN, G.; SOUZA, M. M.; MUDADU, M. A.; COUTINHO, L. L.; MOURÃO, G. B.; THOLON, P.; MEIRELLES, S. L.; TULLIO, R. R.; ROSA, A. N.; ALENCAR, M. M.; MEDEIROS, S. R.; SIQUEIRA, F.; FEIJÓ, G. L. D.; NASSU, R. T.; REGITANO, L. C. A. Identification of *KCNJ11* as a functional candidate gene for bovine meat tenderness. *Physiological Genomics*, v. 45, n. 24, p. 1215-1221, Dec. 2013.

TIZIOTO, P. C.; GROMBONI, C. F.; NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, M. M.; MUDADU, M. A.; THOLON, P.; ROSA, A. N.; TULLIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; NASSU, R. T.; REGITANO, L. C. A. Calcium and potassium content in beef: influences on tenderness and associations with molecular markers in Nelore cattle. *Meat Science*, v. 96, n. 1, p. 436-440, Jan. 2014.

TIZIOTO, P. C.; TAYLOR, J. F.; DECKER, J. E.; GROMBONI, C. F.; MUDADU, M. A.; SCHNABEL, R. D.; COUTINHO, L. L.; MOURÃO, G. B.; OLIVEIRA, P. S. N.; NASSU, R. T.; DONATONI, F. A. B.; THOLON, P.; SONSTEGARD, T. S.; ALENCAR, M. M.; TULLIO, R. R.; REECY, J. M.; NOGUEIRA, A. R. A.; REGITANO, L. C. A. Detection of effects of quantitative trait loci on mineral content of bovine longissimus dorsi muscle. *Genetics Selection Evolution*, v. 47, p. 1-9, Mar. 2015.

Impacto da mudança climática no desempenho fisiológico e produtivo e na qualidade forrageira da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça**Dados publicados em:**

PRADO, C. H.; HAIK L.; CASTRO, É.; MARTINEZ, C. A. Leaf dynamics of *Panicum maximum* under future climatic changes. *PLoS ONE*, v. 11, n. 2, e0149620, 2016.

VENTURA, R. B.; ALVES, L.; OLIVEIRA, R. de; MARTÍNEZ, C. A.; GRATÃO, P. Impacts of warming and water deficit on antioxidant responses in *Panicum maximum* Jacq. *Physiologia Plantarum*, v. 165, p. 413-426, 2019.

VICIEDO, D. O.; PRADO, R. de. M.; MARTÍNEZ, C. A.; HABERMANN, E.; PICCOLO, M. Short-term warming and water stress affect *Panicum maximum* Jacq. stoichiometric homeostasis and biomass production. *Science of The Total Environment*, v. 681, p. 267-274, 2019.

Links de entrevistas e matérias publicadas:

AGENCIA FAPESP/DICYT. El cambio climático puede perjudicar la calidad de las pasturas. Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología, Meio Ambiente Brasi, 20 maio 2019. Disponível em: <https://www.dicyt.com/noticias/el-cambio-climatico-puede-perjudicar-la-calidad-de-las-pasturas>.

AGRO RECORD. Aquecimento pode prejudicar pasto. Record TV Interior SP, 12 maio 2019. Disponível em: <https://pt-br.facebook.com/recordtviinteriorsp/videos/316454155695237/UzpfSTE0NDIxODg3NDYwNDEyNjA6MjI3MTAxNjY2MzE1ODQ2MA/>.

ARAGAKI, Caroline. Rádio USP. Produção pecuária já é afetada por mudanças climáticas. *Jornal da USP no Ar*, 16 abr. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=238051>

MOON, Peter. A study shows climate change may lead to a decline in pasture quality. Agência FAPESP, 15 maio 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/a-study-shows-climate-change-may-lead-to-a-decline-in-pasture-quality/30495/>.

MOON, Peter. Mudança climática pode piorar a qualidade das pastagens. Agência FAPESP, 28 mar. 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/mudanca-climatica-pode-piorar-a-qualidade-das-pastagens/30119/>.

MOON, Peter; AGÊNCIA FAPESP. Mudança climática pode piorar a qualidade das pastagens. *Jornal da USP*, 3 abr. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/?p=233514>.

RÁDIO NACIONAL. Programa No AR. Mudança climática interfere na qualidade das pastagens? *Brasil Rural*, 9 abr. 2019. Disponível em: <https://radios.etc.com.br/brasil-rural/2019/04/sera-que-mudancas-climatica-interfere-na-qualidade-das-pastagens>.

Melhoramento genético de eucaliptos para desenvolvimento de cultivares destinadas a múltiplos usos da madeira e de populações com potencial para superar possíveis adversidades ocasionadas por mudanças climáticas**Referências bibliográficas**

REIS, C. A. F.; ASSIS, T. F. de; SANTOS, A. M.; PALUDZYSZYN FILHO, E. *Corymbia maculata*: estado da arte de pesquisas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 52 p. (Documento 263).

REIS, C. A. F.; ASSIS, T. F. de; SANTOS, A. M.; PALUDZYSZYN FILHO, E. *Corymbia torelliana*: estado da arte de pesquisas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 48 p. (Documento 261).

REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, A. M. Avaliação de banco de conservação de *Corymbia maculata* para uso em melhoramento genético. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. Anais: resumos expandidos [...]. Curitiba: Malinouski, 2014. p. 62-65.

REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, A. M.; REIS, B. S. Avaliação de progênies de *Eucalyptus crebra* no norte do Estado de Goiás. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. Anais: resumos expandidos [...]. Curitiba: Malinouski, 2014. p. 75-77.

REIS, C. A. F.; SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E. Avaliação de clones de eucalipto em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 34, n. 80, p. 263-269, out./dez. 2014.

SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; MAGALHÃES, W. L. E.; VANDRESEN, P. B. Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais: contribuições para a espécie *Eucalyptus badjensis*. Colombo: Embrapa Florestas, 2018. 95 p. (Documento 325.).

SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. Melhoramento e lançamento de material genético. In: EMBRAPA. O eucalipto e a Embrapa: 40 anos de pesquisa e desenvolvimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. No prelo.

SANTOS, P. E. T. dos; PALUDZYSZYN FILHO, E.; SILVA, L. T. de M. da; VANDRESEN, P. B. Genetic variation for growth and selection in adult plants of *Eucalyptus badjensis*. *Genetics and Molecular Biology*, v. 38, n. 4, p. 457-464, Oct./Dec. 2015.

O cafeeiro no contexto das mudanças climáticas globais

Dados publicados em:

DAMATTA, F. M.; GODOY, A. G.; MENEZES-SILVA, P. E.; MARTINS, S. C. V.; SANGIARD, L. M. V. P.; MORAIS, L. E.; TORRE-NETO, A.; GHINI, R. Sustained enhancement of photosynthesis in coffee trees grown under free-air CO₂ enrichment conditions: disentangling the contributions of stomatal, mesophyll, and biochemical limitations. *Journal of Experimental Botany*, v. 167, n. 1, p. 341-352, Oct. 2016.

DAMATTA, F. M.; RAHN, E.; LÄDERACH, P.; GHINI, R.; RAMALHO, J. C. Why could the coffee crop endure climate change and global warming to a greater extent than previously estimated? *Climatic Change*, v. 152, n. 1, p. 167-178, Feb. 2018.

DUBBERSTEIN, D.; RODRIGUES, W. P.; SEMEDO, J. N.; RODRIGUES, A. P.; PAIS, I. P.; LEITÃO, A. E.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; REBOREDO, F.; SCOTTI-CAMPOS, P.; LIDON, F. C.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; DAMATTA F. M.; RAMALHO J. C. Mitigation of the negative impact of warming on the coffee crop: The role of increased air [CO₂] and management strategies. In: SRINIVASARAO, C.; SHANKER, A. K.; SHANKER, C. (eds.). *Climate resilient agriculture: strategies and perspectives*. Rijeka, Croatia: Intech, 2018. p. 57-85.

FORTUNATO, A.; LIDON, F. C.; BATISTA-SANTOS, P.; LEITÃO, A. E.; PAIS, I. P.; RIBEIRO, A. I.; RAMALHO, J. C. Biochemical and molecular characterization of the antioxidative system of *Coffea* sp. under cold conditions in genotypes with contrasting tolerance. *Journal of Plant Physiology*, v. 167, n. 5, p. 333-342, Mar. 2010.

GILES, J. A. D.; FERREIRA, A. D.; PARTELLI, F. L.; AOYAMA, E. M.; RAMALHO, J. C.; FERREIRA, A.; FALQUETO, A. R. Divergence and genetic parameters between *Coffea* sp. genotypes based in foliar morpho-anatomical traits. *Scientia Horticulturae*, v. 245, p. 231-236, Feb. 2019.

GHINI, R.; TORRE-NETO, A.; DENTZIEN, A. F. M.; GUERREIRO-FILHO, O.; IOST, R.; PATRÍCIO, F. R. A.; PRADO, J. S. M.; THOMAZIELLO, R. A.; BETTIOL, W.; DAMATTA, F. M. Coffee growth, pest and yield responses to free-air CO₂ enrichment. *Climatic Change*, v. 132, p. 307-320, May 2015.

- GOULAO, L. F.; FORTUNATO, A. S.; RAMALHO, J. C. Selection of reference genes for normalizing quantitative real-time PCR gene expression data with multiple variables in *Coffea* spp. *Plant Molecular Biology Reporter*, v. 30, p. 741-759, Dec. 2012.
- MARTINS, L. D.; RODRIGUES, W. P.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, F. L. O cafeeiro no contexto de alterações climáticas. In: ADÉSEIO, F.; PARTELLI, F. L.; AMARAL, J. A. T. do; DALI, L. P.; CALDEIRA, M. V. W.; COELHO, R. I. (org.). Tópicos especiais em genética e melhoramento. Rio Branco: Suprema, 2016. p. 263-288.
- MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; LIDON, F. C.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C. Combined effects of elevated [CO₂] and high temperature on leaf mineral balance in *Coffea* spp. plants. *Climatic Change*, v. 126, n. 3-4, p. 365-379, Oct. 2014.
- MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, W. P.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; LIDON, F. C.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Selection and validation of reference genes for accurate RT-qPCR data normalization in *Coffea* spp. under a climate changes context of interacting elevated [CO₂] and temperature. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1-11, Mar. 2017.
- MARTINS, M. Q.; PARTELLI, F. L.; GOLYNSKI, A.; PIMENTEL, N. V.; FERREIRA, A.; BERNARDES, C. O.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; RAMALHO, J. C. Adaptability and stability of *Coffea canephora* genotypes cultivated at high altitude and subjected to low temperature during the winter. *Scientia Horticulturae*, v. 252, p. 238-242, June 2019.
- MARTINS, M. Q.; RODRIGUES, W. P.; FORTUNATO, A. S.; LEITÃO, A. E.; RODRIGUES, A. P.; PAIS, I.; MARTINS, L. D.; SILVA, M. J.; REBOREDO, F. H.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; TOMAZ, M. A.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATA, F. M.; RAMALHO, J. C. Protective response mechanisms to heat stress in interaction with high [CO₂] conditions in *Coffea* spp. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, p. 1-18, June 2016.
- OLIOSI, G.; GILES, J. A. D.; RODRIGUES, W. P.; RAMALHO, J. C.; PARTELLI, L. F. Microclimate and development of *Coffea canephora* cv. Conilon under different shading levels promoted by australian cedar (*Toona ciliata* M. Roem. var. *Australis*). *Australian Journal of Crop Science*, v. 10, n. 4, p. 528-538, Apr. 2016.
- PARTELLI, L.; ARAÚJO, A. V.; VIEIRA, H. D.; DIAS, J. R. M.; MENEZES, L. F. T.; RAMALHO, J. C. Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped with rubber trees. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 49, n. 11, p. 872-881, nov. 2014.
- PARTELLI, F. L.; BATISTA-SANTOS, P.; CAMPOS, P. S.; PAIS, I. P.; QUARTIN, V. L.; VIEIRA, H. D.; RAMALHO, J. C. Characterization of the main lipid components of chloroplast membranes and cold induced changes in *Coffea* spp. *Environmental and Experimental Botany*, v. 74, p. 194-204, Dec. 2011.
- RAKOCEVIC, M.; MATSUNAGA, F. T. Variations in leaf growth parameters within the tree structure of adult *Coffea arabica* in relation to seasonal growth, water availability and air carbon dioxide concentration. *Annals of Botany*, v. 122, n. 1, p. 117-131, July 2018.
- RAKOCEVIC, M.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; FILIZOLA, H. F.; BATISTA, E. R. Structural and functional changes in coffee trees after 4 years under free air CO₂ enrichment. *Annals of Botany*, v. 121, n. 5, p. 1065-1078, Apr. 2018.
- RAMALHO, J. C.; DAMATTA, F. M.; RODRIGUES, A. P.; SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I.; BATISTA-SANTOS, P.; PARTELLI, F. L.; RIBEIRO, A.; LIDON, F. C.; LEITÃO, A. E. Cold impact and acclimation response of *Coffea* spp. plants. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, v. 26, p. 5-18, Feb. 2014.
- RAMALHO, J. C.; FORTUNATO, A. S.; GOULAO, L. F.; LIDON, F. C. Cold-Induced changes in mineral content in leaves of *Coffea* spp. identification of descriptors for tolerance assessment. *Biologia Plantarum*, v. 57, n. 3, p. 495-506, Sep. 2013.

RAMALHO, J. C.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, A. P.; MARTINS, M. Q.; RODRIGUES, W. P.; COLWELL, F.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; BATISTA-SANTOS, P.; LEITÃO, A. E.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M. Can enhanced CO₂ help to mitigate the global warming impact in the tropical coffee plant? *Procedia Environmental Sciences*, v. 29, p. 284-285, Dec. 2015.

RAMALHO, J. C.; PAIS, I. P.; LEITÃO, A. E.; GUERRA, M. R.; FERNANDO, H.; MÁGUAS, C. M.; CARVALHO, M. L.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. J. C.; DAMATTA, F. M. Can elevated air [CO₂] conditions mitigate the predicted warming impact on the quality of coffee bean? *Frontiers in Plant Science*, v. 9, p. 1-14, Mar. 2018.

RAMALHO, J. C.; RODRIGUES, A. P.; LIDON, F. C.; MARQUES, L. M. C.; LEITÃO, A. E.; FORTUNATO, A. S.; PAIS, I. P.; SILVA, M. J.; SCOTTI-CAMPOS, P.; LOPES, A.; REBOREDO, F. H.; RIBEIRO-BARROS, A. I. Stress cross-response of the antioxidative system promoted by superimposed drought and cold conditions in *Coffea* spp. *PLoS ONE*, v. 13, p. 1-30, June 2018.

RAMALHO, J. C.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; MARTINS, L. D.; SIMÕES-COSTA, M. C.; LEITÃO, A. E.; FORTUNATO, A. S.; BATISTA-SANTOS, P.; PALOS, I. M.; TOMAZ, M. A.; SCOTTI-CAMPOS, P.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M. Sustained photosynthetic performance of *Coffea* spp. under long-term enhanced [CO₂]. *PLoS ONE*, v. 8, n. 12, p. 1-19, Dec. 2013.

RODRIGUES, W. P.; MACHADO-FILHO, J. A.; SILVA, J. R.; FIGUEIREDO, F. A.; FERRAZ, T. M.; FERREIRA, L. S.; BEZERRA, L. B. S.; ABREU, D. P.; BERNARDO, W. P.; PASSOS, L. C.; SOUZA, E. F.; GLENN, D. M.; RAMALHO, J. C.; CAMPOSTRINI, E. Whole-canopy gas exchanges in *Coffea* sp. is affected by supra-optimal temperature and light distribution within the canopy: the insights from an improved multi-chamber system. *Scientia Horticulturae*, v. 211, p. 194-202, Nov. 2016.

RODRIGUES, W. P.; MARTINS, M. Q.; FORTUNATO, A. S.; RODRIGUES, A. P.; SEMEDO, J. N.; SIMÕES-COSTA, M. C.; PAIS, I. P.; LEITÃO, A. E.; COLWELL, F.; GOULAO, L.; MÁGUAS, C.; MAIA, R.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Long-term elevated air [CO₂] strengthens photosynthetic functioning and mitigates the impact of supra-optimal temperatures in tropical *Coffea arabica* and *C. canephora* species. *Global Change Biology*, v. 22, n. 1, p. 415-431, Jan. 2016.

RODRIGUES, W. P.; MARTINS, L. D.; PARTELLI, F. L.; LIDON, F. C.; LEITÃO, A. E.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Interação de altas temperaturas e déficit hídrico no cultivo de café Conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). In: PARTELLI, F. L.; BONOMO, R. (org.). *Café Conilon: o clima e o manejo da planta*. Alegre: CAUFES. p. 39-[75].

RODRIGUES, W. P.; SILVA, J. R.; FERREIRA, L. S.; MACHADO FILHO, J. A.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; FERRAZ, T. M.; BERNARDO, W. P.; BEZERRA, L. B. S.; ABREU, D. P. de; CESPOM, L.; RAMALHO, J. C.; CAMPOSTRINI, E. Stomatal and photochemical limitations of photosynthesis in coffee (*Coffea* spp.) plants subjected to elevated temperatures. *Crop & Pasture Science*, v. 69, n. 3, p. 317-325, Jan. 2018.

RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; CAMPOSTRINI, E.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; FERRAZ, T. M.; PARTELLI, F. L.; RAMALHO, J. C. Physiological aspects, growth and yield of *Coffea* spp. in areas of high altitude. *Australian Journal of Crop Science*, v. 10, n. 5, p. 666-674, May 2016.

SANTOS, C. A. F.; LEITÃO, A. E.; PAIS, I. P.; LIDON, F. C.; RAMALHO, J. C. Perspectives on the potential impacts of climate changes on the coffee plant and bean quality. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, v. 27, n. 2, p. 152-163, Mar. 2015.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I. P.; PARTELLI, F. L.; BATISTA-SANTOS, P.; RAMALHO, J. C. Phospholipids profile in chloroplasts of *Coffea* spp. genotypes differing in cold acclimation ability. *Journal of Plant Physiology*, v. 171, n. 3-4, p. 243-249, Feb. 2014.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PAIS, I. P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; MARTINS, D.; TOMAZ, M. A.; RODRIGUES, W. P.; CAMPOSTRINI, E.; SEMEDO, J. N.; FORTUNATO, A. S.; MARTINS, M. Q.; PARTELLI, F. L.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Lipid profile adjustments may contribute to warming acclimation and to heat impact mitigation by elevated [CO₂] in *Coffea* spp. *Environmental And Experimental Botany*, v. 167, p. 1-17, Aug. 2019.

SEMEDO, J. N.; RODRIGUES, W. P.; DUBBERSTEIN, D.; MARTINS, M. Q.; MARTINS, L. D.; PAIS, I. P.; RODRIGUES, A. P.; LEITÃO, A. E.; PARTELLI, F. L.; CAMPOSTRINI, E.; TOMAZ, M. A.; REBOREDO, F. H.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. C.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. C. Coffee responses to drought, warming and high [CO₂] in a context of future climate change scenarios. In: ALVES, F.; LEAL, W.; AZEITEIRO, U. (ed.). *Theory and practice of climate adaptation*. Switzerland: Springer, 2018. chapter 26, p. 465-477.

TORMENA, C. D.; MARCHEAFAVE, G. G.; RAKOCEVIC, M.; BRUNS, R. E.; SCARMINIO, I. S. Sequential mixture design optimization for divergent metabolite analysis: enriched carbon dioxide effects on *Coffea Arabica* L. leaves and buds. *Talanta*, v. 191, p. 382-389, Jan. 2019.

Avanços tecnológicos para enfrentamento do estresse por déficit hídrico na cultura da soja

Dados publicados em:

LIMA, L. F. S.; FERREIRA, L. C.; FUGANTI-PAGLIARINI, R.; MARIN, S. R. R.; OLIVEIRA, M. C. N.; MERTZ-HENNING, L. M.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NAKASHIMA, K.; NUNES, L. M.; NEPOMUCENO, A. L. Agronomic evaluation of genetically modified soybean genotypes in response to water deficit. *Global Science and Technology*, v. 11, p. 77-88, 2018.

MARINHO, J. P.; COUTINHO, I. D.; LAMEIRO, R. da F.; MARIN, S. R. R.; COLNAGO, L. A.; NAKASHIMA, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M. Metabolic alterations in conventional and genetically modified soybean plants with GmDREB2A;2 FL and GmDREB2A;2 CA transcription factors during water deficit. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 140, p. 122-135, 2019.

Desenvolvimento de germoplasma de batata com maior adaptação às mudanças climáticas

Dados publicados em:

PINHEIRO, N. L. Caracterização de cultivares de batata com marcadores microsatélites e prospecção de genes de referência para tolerância à seca. 2015. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

REISSER JUNIOR, C.; CASTRO, C. M.; MEDEIROS, C. A. B.; ROHR, A.; PEREIRA, A. da S. Fenotipagem de batata (*S. tuberosum* L.) para tolerância à seca, baseada na redução do potencial osmótico da água com polietileno glicol em solução hidropônica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. (Documento 387).

ROHR, A. Parâmetros genéticos, respostas associadas ao déficit hídrico e estrutura populacional em germoplasma de batata (*Solanum tuberosum* L.). 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

ROHR, A.; BRITO, G. G. de; REISSER JUNIOR, C.; PEREIRA, A. da S.; CASTRO, C. M. Characterization of potato genotypes in response to drought. In: ANNUAL MEETING OF THE POTATO ASSOCIATION OF AMERICA, 99., 2015, Portland. Program & Abstracts [...]. Portland: PAA, 2015. p. 49.

Centro de Pesquisa em Genômica Aplicada a Mudanças Climáticas

Referências bibliográficas

GUTIERREZ, A. P. A.; ENGLE, N. L.; NYS, E. de; MOLEJON, C.; MARTINS, E. S. Drought preparedness in Brazil. *Weather and Climate Extremes*, v. 3, p. 95-106, June 2014.

McELROY, D. Valuing the product development cycle in agricultural biotechnology: what's in a name? *Nature Biotechnology*, v. 22, n. 7, p. 817-822, July 2004.

PRADO, J. R.; SEGERS, G.; VOELKER, T.; CARSON, D.; DOBERT, R.; PHILLIPS, J.; COOK, K.; CORNEJO, C.; MONKEN, J.; GRAPES, L.; REYNOLDS, T.; MARTINO-CATT, S. Genetically engineered crops: from idea to product. *Annual Review of Plant Biology*, v. 65, p. 769-790, Apr. 2014.

Plantio direto para reforma de pastagens degradadas na Amazônia

Dados publicados em:

ANDRADE, C. M. S. de; FERREIRA, A. S. Técnicas de reforma de pastagens degradadas na Amazônia. In: DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S. de (ed.). *Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia*. Brasília: Embrapa, 2019. p. 289-360.

Avaliação do manejo conservacionista sobre a capacidade adaptativa de sistemas de produção agropecuários no estado do Rio de Janeiro

Dados publicados em:

COELHO, M.; FONTANA, A.; MONTEIRO, J. M. G.; GOULART, A. C.; FONSECA, K.; COSTA, M. M. Estoque de carbono orgânico do solo sob floresta e pastagem no Município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro. *Rio de Janeiro: Embrapa Solos*, 2011. 31 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 196).

GOULART, A. C.; MONTEIRO, J. M. G.; COELHO, M.; FONTANA, A.; GONÇALVES, A. O. Estoque de carbono e nutrientes na serapilheira e solos de fragmentos florestais da Mata Atlântica do estado Rio de Janeiro. *Rio de Janeiro: Embrapa Solos*, 2012. 7 p. (Comunicado Técnico 67).

MARTINS, A. L. S.; SCHULER, A. E.; MONTEIRO, J. M. G.; FIDALGO, E. C. C.; ALMEIDA, E. P. C. Desenvolvimento rural: uma abordagem participativa em sistemas produtivos na comunidade de Faraó, Cachoeiras de Macacu-RJ. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMA DE PRODUÇÃO, 2014, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2014. p. 657-661.

MONTEIRO, J. M. G.; ALVES, B.; ZUCHELLO, F.; SANTANNA, S. A. C. Emissão de gases do efeito-estufa em solos sob floresta e sob pastagem. In: BRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C. F.; BONNET, A. (org.). *Monitoramento da revegetação do COMPERJ: etapa inicial*. Brasília: Embrapa, 2014. v. 1, p. 207-220.

MONTEIRO, J. M. G.; FONTANA, A.; HISSA, H.; COELHO, M.; GOULART, A. C.; MONTEIRO, M. C. Soil organic carbon stocks under pasture atlantic forest in Rio de Janeiro state, Brazil. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 2014, Jeju. Abstracts [...]. Korea, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1000853/1/JoyceMonteiro011.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.

MONTEIRO, J. M. G.; SCHULER, A. E.; PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; TURETTA, A. P. D.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de; DONAGEMMA, G. K. Soil and water management for ecosystem services provision in agricultural

landscapes: the challenge of monitoring. In: NEHREN, U.; SCHLÜTER, S.; RAEDIG, C.; SATTler, D.; HISSA, H. (ed.). *Strategies and tools for a sustainable rural Rio de Janeiro*. Switzerland: Springer, 2019. cap. 5, p. 53-67.

PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; BALIEIRO, F. C.; COUTINHO, H. L. C.; TURETTA, A. P.; GONÇALVES, A. O.; PEDREIRA, B. C. C. G.; SCHULER, A. E.; MONTEIRO, J. M. G.; COELHO, M.; DONAGEMMA, G. K.; MARTINS, A. L. S.; ALMEIDA, E. P. C.; OLIVEIRA, A. P. Serviços ambientais no bioma Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro: abordagem metodológica e desafios. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (org.). *Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica*. Brasília: Embrapa, 2015. p. 202-213.

Tecnologias sociais aplicadas a sistemas agropecuários para enfrentamento às mudanças climáticas no Semiárido baiano

Dados publicados em:

VENTURA, A. C.; ANDRADE, J. C. S. Polyculture in the semi-arid regions of Brazil. *Field Actions Science Reports*, v. 3, p. 1-20, 2011.

VENTURA, A. C.; FERNÁNDEZ, L.; ANDRADE, J. C. S. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano. *Cadernos EBAPE.BR (FGV)*, v. X, p. 605, 2012.

VENTURA, A. C.; FERNÁNDEZ, L.; TRUJILLO, R. Potencial das tecnologias sociais para o enfrentamento das mudanças climáticas e para a promoção do desenvolvimento humano: um olhar sobre o semiárido baiano. *Bahia Análise & Dados*, v. 21, p. 915-931, 2011.

Biochar como condicionador de solo em sistemas agrícolas no Cerrado

Dados publicados em:

MADARI, B. E.; SILVA, M. A. S.; CARVALHO, M. T. M.; MAIA, A. H. N.; PETTER, F. A.; SANTOS, J. L. S.; TSAI, S. M.; LEAL, W. G. O.; ZEVIANI, W. M. Properties of a sandy clay loam Haplic Ferralsol and soybean grain yield in a five-year field trial as affected by biochar amendment. *Geoderma*, v. 305, p. 100-112, 2017.

PETTER, F. A.; MADARI, B. E.; SILVA, M. A. S. da; CARNEIRO, M. A. C.; CARVALHO, M. T. M.; MARIMON JR., B. H.; PACHECO, L. P. Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 5, p. 699-706, May 2012.

Plantas de cobertura e adubos verdes para adaptação da agricultura à mudança do clima e redução da emissão de gases de efeito estufa no Cerrado

Referências bibliográficas

FERREIRA, A. C. B.; BORIN, A. L. D. C.; BOGIANI, J. C.; LAMAS, F. M. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, p. 566-574, 2018.

MUZILLI, O. A adubação verde como alternativa para a melhoria da fertilidade do solo e racionalização do uso de fertilizantes. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1986. 16p. (Informe da Pesquisa, 68).

OLIVEIRA JUNIOR, R.; RIOS, R. S.; CONSTANTIN, J.; ISHII-IWAMOTO, E. L.; GEMELLI, A.; MARTINI, P. E. Grass straw mulching to suppress emergence and early growth of weeds. *Planta Daninha, Viçosa-MG*, v. 32, n. 1, p. 11-17,

Mar. 2014.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. de A.; ASSIS, R. L. de; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 35, n. 5, p. 1787-1799, set./out. 2011.

PORTELA, J. C.; COGO, N. P.; BAGATINI, T.; CHAGAS, J. P.; PORTZ, G. Restauração da estrutura do solo por sequências culturais implantadas em semeadura direta, e sua relação com a erosão hídrica em distintas condições físicas de superfície. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 1353-1364, ago. 2010.

ROTH, C. H.; MEYER, B.; FREDE, H. G.; DERPSCH, R. The effect of different soybean tillage systems on infiltrability and erosion susceptibility of an Oxisol in Parana, Brazil. *Journal of Agronomy and Crop Science*, v. 157, n. 4, p. 217-226, Dec. 1986.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do Sistema de manejo do solo na temperatura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 10, p. 181-184, 1986.

Barragem subterrânea: contribuindo com a resiliência às mudanças climáticas de agroecossistemas de base familiar do Semiárido do Nordeste brasileiro

Dados publicados em:

NASCIMENTO, A. F. do; SILVA, M. S. L. da; Marques, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; AMARAL, A. J. do. Caracterização geoambiental em áreas de barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro. Recife: Embrapa Solos, 2015. 54 p. (Documento 180).

SILVA, M. S.; MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F.; LIMA, A. O.; OLIVEIRA NETO, M. B.; FERREIRA, G. B.; MELO, R. F.; ANJOS, J. B.; PARAHYBA, R. B. Barragem subterrânea: promovendo acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro. Recife: Embrapa Solos, 2019. 42 p. (Cartilha).

Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA)

Dados publicados em:

BRASIL. Governo do Estado de Minas Gerais. Decreto nº 46.113, de 19 de dezembro de 2012. Aprova a Metodologia Mineira para Aferição do Desempenho Socioeconômico e Ambiental de Propriedades Rurais. Belo Horizonte: Diário do Executivo, 2012. p. 2, col. 1.

FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A. M.; SOUZA, D. V.; FONTES, A. A. Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 33, n. 271, p. 12-25, nov./dez. 2012.

MARQUES, P. A. S.; FERREIRA, J. M. L. Aplicativo ISApp. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 38, n. 300, p. 73-80, 2017.

Cenários agrícolas futuros para pastagens no Brasil

Dados publicados em:

BOSI, C. Parameterization and evaluation of mechanistic crop models for estimating *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã productivity under full sun and in silvopastoral system. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

CRUZ, P. G.; SANTOS, P. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A.; ARAUJO, L. C. Modelos empíricos para estimar

o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 7, p. 675-681, jul. 2011.

PEZZOPANE, J. R. M.; CRUZ, P. G.; SANTOS, P. M.; BOSI, C.; ARAUJO, L. C. Simple agrometeorological models for estimating Guineagrass yield in Southeast Brazil. *International Journal of Biometeorology*, v. 58, n. 7, p. 1479-1487, Jan. 2014.

PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; BETTIOL, G. M.; BOSI, C.; PETINARI, I. B. Zoneamento de aptidão climática para os capins marandu e tanzânia na região sudeste do Brasil. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012. 27 p. (Documento 108).

PEZZOPANE, J. R. M.; SANTOS, P. M.; EVANGELISTA, S. R. M.; BOSI, C.; CAVALCANTE, A. C. R.; BETTIOL, G. M.; GOMIDE, C. A. de M.; PELLEGRINO, G. Q. Panicum maximum cv. Tanzânia: climate trends and regional pasture production in Brazil. *Grass and Forage Science*, v. 72, n. 1, p. 104-117, Jan. 2016.

PEZZOPANE J. R. M.; SANTOS P. M.; MENDONÇA F. C.; ARAUJO, L. C.; CRUZ, P. G. Dry matter production of Tanzania grass as a function of agrometeorological variables. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 47, n. 4, p. 471-477, Apr. 2012.

SANTOS, P. M.; EVANGELISTA, S. R. M.; PEZZOPANE, J. R. M. (ed.). Cenários agrícolas futuros para pastagens no Brasil. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2014. 39 p. (Documento 114).

SANTOS, P. M.; VINHOLIS, M. de M. B.; DIAS FILHO, M. B.; VOLTOLINI, T. V.; MITTELMANN, A.; PEZZOPANE, J. R. M.; EVANGELISTA, S. R. M.; MOURA, M. S. B. de; GOMIDE, C. A. de M.; CAVALCANTE, A. C. R.; CORRÊA, C. G.; BETTIOL, G. M.; SANTOS, R. M.; ANGELOTTI, F.; OLIVEIRA, P. P. A.; SOUZA, F. H. D. de; ALMEIDA, I. R. de; BOSI, C.; CRUZ, P. G. da; ANDRADE, A. S.; ARAUJO, L. C. de; PELLEGRINO, G. Q. Produção animal no Brasil: caracterização, simulação de cenários para pastagens e alternativas de adaptação às mudanças climáticas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2015. 99 p. (Documento 119).

Termografia infravermelho para diagnosticar condições bioclimáticas em sistemas pecuários no bioma Amazônia

Dados publicados em:

BARROS, D. V.; SILVA, L. K. X.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; SILVA, A. O. A.; SILVA, A. G. M.; FRANCO, I. M.; OLIVEIRA, C. M. C.; THOLON, P.; MARTORANO, L. G.; GARCIA, A. R. Evaluation of thermal comfort, physiological, hematological, and seminal features of buffalo bulls in an artificial insemination station in a tropical environment. *Tropical Animal Health and Production*, v. 47, n. 5, p. 805-813, 2015.

BRCKO, C. C.; SILVA, J. A. R.; MARTORANO, L. G.; VILELA, R. A.; NAHÚM, B. S.; SILVA, A. G. M.; BARBOSA, A. V. C.; BEZERRA, A. S.; LOURENÇO JUNIOR, J. B. Infrared thermography to assess thermoregulatory reactions of female buffaloes in a humid tropical environment. *Environment. Front. Vet. Sci.*, v. 7, art. 180, p. 1-7, 2020.

MARTORANO, L. G. Termografia infravermelho para diagnosticar respostas caloricas em animais de grande e médio porte na Amazônia. In: CONGRESSO DOS MÉDICOS VETERINÁRIOS DA AMAZÔNIA LEGAL – AMAZONVET, 2., 2019, [S. n.]; CONGRESSO NACIONAL DE ANIMAIS SELVAGENS, 2019, [S. n.].

MONTEIRO, S. N.; AMARAL JUNIOR, J. M.; SOUSA, M. A. P.; CASTRO, V. C. G.; CARMO, E. S. N.; MORAIS, E.; NAHUM, B. S.; MARTORANO, L. G. Infrared thermography in the assessment of thermal comfort of confined water buffaloes in the Amazon biome. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGROPECUÁRIA, 2., 2016.

PANTOJA, M. H. A.; SILVA, J. A. R.; BARBOSA, A. V. C.; MARTORANO, L. G.; GARCIA, A. R.; LOURENÇO JUNIOR, J. B. Assessment of indices of thermal stress indicators among male buffaloes reared in the Eastern Brazilian Amazon. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, e37831, 2018.

PILATO, G. C.; MARTORANO, L. G.; SILVA, L. K. X.; BELDINI, T. P.; NEVES, K. A. L. Padrões de alvos em sistema pecuário extensivo diagnosticados por termografia infravermelho no Oeste do Pará. *Agroecossistemas*, v. 10, n. 1, p. 55-72, 2018a.

PIRES, A. P.; MARTORANO, L. G.; MENDONÇA NETO, J. S. N.; ROCHA, S. L. C. S.; PACHECO, A. Avaliação de conforto térmico em meliponário urbano de Belterra-Pará. In: Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento na Amazônia, 3., 2019, [S. n.]. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2019.

PIRES, A. P.; PACHECO, A.; MARTORANO, L. G.; SILVA, A. S. L.; VIANA, P. S.; DINIZ, M. C.; GALVÃO, A. T.; MORAES, J. R. S. C. Índices produtivos de abelhas nativas associados às condições ambientais em Arapiuns, Pará. *Agroecossistemas*, v. 9, n. 2, p. 204-222, 2017.

ROCHA, S. L. C.; MARTORANO, L. G.; SOUSA, A.; MELLO, K. K. S. Condições térmicas em viveiro com criação de pirarucu (*Arapaima gigas*) na comunidade Pixuna do Tapará, município de Santarém, Pará. In: SEMINÁRIO PIBIC EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 22., 2018.

SILVA, J. A. R.; ARAÚJO, A. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; SANTOS N. F. A.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S. Conforto térmico de búfalos em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1364-1371, 2011.

SILVA, L. K. X.; MARTORANO, L. G.; SILVA, W. C.; GARCIA, A. R.; FERNANDES, G. B.; REIS, A. S. B.; GOMES, W. N.; CORREA, F. R. A.; SILVA, F. P.; BELDINI, T. P.; SERRUYA, F. J. D.; OLIVEIRA, C. M. C. Associated use of infrared thermography and ozone therapy for diagnosis and treatment of an inflammatory process in an equine: case report. *PUBVET – Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 14, 2020.

SILVA, L. K. X.; GARCIA, A. R.; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M.; SILVA, A. O.; SOUSA, J. S.; BARROS, D. V.; FATURI, C. Scrotum surface infrared thermography associated with semen quality of buffaloes (*Bubalus bubalis*). In: EcoSummit 2016: Ecological Sustainability; Engineering Change, França, 2016.

SILVA, L. K. X.; MARTORANO, L. G.; SILVA, W. C.; REIS, A. B.; SILVA, F. P.; FERNANDES, G. B.; NEVES, K. A. L. Respostas fisiológicas associadas a variações térmicas diagnosticadas por termograma infravermelho em equinos submetidos a esforço físico intenso. *Agroecossistemas*, v. 10, n. 1, p. 265-279, 2018a.

SILVA, L. K. X.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; FATURI, C.; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M.; PANTOJA, M. H. A.; BARROS, D. V.; GARCIA, A. R. Testicular thermoregulation, scrotal surface temperature patterns and semen quality of water buffalo bulls reared in a tropical climate. *Andrologia*, v. 50, n. 2, e12836, 2018b.

SILVA, W. C.; MARTORANO, L. G.; SILVA, L. K.; ROCHA, S. L. C. Nuances na temperatura corporal de bezerros a partir de scanner com termografia infravermelho. In: SEMINÁRIO PIBIC EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 22., 2018.

SOUSA, M. A. P.; AMARAL JUNIOR, J. M.; LIMA, A. C. S.; NUNES, M. P. M.; ARAUJO, J. C.; MONTEIRO, S. N.; MARTORANO, L. G.; SILVA, A. G. M. Infrared thermography to estimate thermal comfort in meat sheep. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GASES DE EFEITO ESTUFA NA AGROPECUÁRIA, 2., 2016.

Referências bibliográficas

KOTRBA, R.; KNÍZKOVÁ, I.; KUNC, P.; BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. *Journal of Thermal Biology*, v. 32, p. 355-359, 2007.

- MALAMA, E.; BOLLWEIN, H.; TAITZOGLU, I. A.; THEODOSIOU, T.; BOSCO, C. M.; KIOSSIS, E. Chromatin integrity of ram spermatozoa. Relationships to annual fluctuations of scrotal surface temperature and temperature-humidity index. *Theriogenology*, v. 80, n. 5, p. 533-541, 2013.
- MARAI, I. F. M.; HAEEB, A. A. M. Buffalo's biological functions as affected by heat stress: a review. *Livest Science*, v. 127, p. 89-109, 2010.
- McMANUS, C. A.; CANDICE, B.; TANURE, A.; PERIPOLLI, V. A.; SEIXAS, L. A.; FISCHER, V. B.; GABBI, A. M. C.; SILVIO, R. O.; MENEGASSI, B.; STUMPF, M. T. D.; KOLLING, G. J. B.; DIAS, E. B.; COSTA JUNIOR, J. B. G. Infrared thermography in animal production: an overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 123, p. 10-16, 2016.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H.; OLIVEIRA, C. A.; SCHERER, P. O. Frequências respiratória e cardíaca em caprinos de diferentes raças e idades. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 23, n. 5, p. 199-202, 2001.
- MENEGASSI, S. R. O.; BARCELLOS, J. O. J.; DIAS, E. A.; KOETZ, J. R. C.; PEREIRA, G. R.; PERIPOLLI, V.; McMANUS, C.; CANOZZI, M. E. A.; LOPES, F. G. Scrotal infrared digital thermography as a predictor of seasonal effects on sperm traits in Braford bulls. *International Journal of Biometeorology*, v. 59, p. 357-364, 2015.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; MATARAZZO, S. V.; SILVA, I. J. O.; LIMA, K. A. O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Engenharia Agrícola*, v. 26, n. 3, p. 663-671, 2006.
- PILATO, G. C.; MARTORANO, L. G.; SILVA, L. K. X.; BELDINI, T. P.; NEVES, K. A. L. Padrões de alvos em sistema pecuário extensivo diagnosticados por termografia infravermelho no oeste do Pará. *Revista Agroecossistemas*, v. 10, n. 1, p. 55-72, 2018b.
- PLESU, R.; TEODORIU, G.; TARANU, G. Infrared thermography applications for building investigation. *Constructii Architectura*, v. LVIII (LXII), n. 1, 2012.
- ROBERTO, J. V.; SOUZA, B. B. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *Journal Animal Behavior Biometeorology*, v. 2, n. 3, p. 73-84, 2014.
- SANTOS, L. S.; MARTORANO, L. G.; BATALHA, S. S.; PONTES, A. N.; SILVA, O. M.; WATRIN, O. S.; GUTIERREZ, C. B. B. Imagens orbitais e termografia infravermelho na avaliação da temperatura de superfície em diferentes usos e cobertura do solo na floresta nacional do Tapajós e seu entorno- PA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 4, p. 1234-1253, 2016a.
- SANTOS, L. S.; MARTORANO, L. G.; BATALHA, S. S. A. Thermal index extracted from orbital sensor and thermographic camera in Tapajós national forest and its surrounding area. In: *EcoSummit 2016: Ecological Sustainability; Engineering Change*, França, 2016b.
- SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SOUSA, O. B.; SILVA, G. A.; FREITAS, M. M. S. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Coatinga*, v. 23, n. 2, p. 142-148, 2010.
- SOUZA, B. B.; SOUZA, E. D.; CEZAR, M. F. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semiárido nordestino. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 1, p. 275-280, 2008.

Estratégia de uso e conservação da biodiversidade para adaptação da agropecuária brasileira às mudanças do clima

Referências bibliográficas

DIAS, B. F. S. Biodiversidade, por que importa! Cause Magazine, Rio de Janeiro, v. 5, 2017. p. 94-100. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3994886/mod_resource/content/1/Dias_2017_Biodiversidade%20porque%20importa.pdf. Acesso em: 5 fev. 2020.

DIAS, B. F. S. Biodiversidade: uma propriedade única do Planeta Terra. In: KLABIN, I. 25+25 Sustentabilidade: o estado da arte. daRio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS); Andrea Jakobsson Estúdio Editorial, 2019. p. 164-177.

FAUSTO, C.; NEVES, E. G. Was there ever a Neolithic in the Neotropics? Plant familiarization and biodiversity in the Amazon. *Antiquity*, v. 92, n. 366, p. 1604-1618. Dec. 2018.

IPBES. Global Biodiversity Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services. Germany: IPBES, 2019. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>. Acesso em: 5 fev. 2020.

LIEBMAN, M.; SCHULTE, L. A. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa: Science of the Anthropocene*, v. 3, p. 1-8, Feb. 2015.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Millennium Assessment Reports. Washington, D.C., 2005. Disponível em: <http://millenniumassessment.org/en/index.html>. Acesso em: 5 fev. 2020.

WILLIAMS, G. C. Sex and evolution: monographs in population biology. Princeton: Princeton University Press, 1975. v. 8.

Finalização tecnológica de cultivares de fruteiras nativas e exóticas para sistemas de produção no Cerrado

Dados publicados em:

JUNQUEIRA, N. T. V.; CHAVES, R. C.; NASCIMENTO, A. C.; RAMOS, V. H. V.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, L. P. Efeito do óleo de soja no controle da antracnose e na conservação da manga cv. palmer em pós-colheita. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 26, n. 2, p. 222-225, 2004.

ZACARONI, A. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SUSSEL, A. A. B.; FREITAS, S. I.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. Desempenho agrônomico de gravioleira (*Annona muricata* L.) sobre diferentes espécies de porta-enxertos. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, 2014.

Biodiversidade para alimentação e nutrição

Dados publicados em:

BFN BRASIL. Curso Online "Biodiversidade para Alimentação e Nutrição: Benefícios para a agricultura, saúde e modos de vida". Disponível em: <http://www.b4fn.org/pt/curso-online/>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadernos de boas práticas de extrativismo sustentável orgânico. Cadernos técnicos. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/desenvolvimento-rural/category/200-extrativismo-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 6 fev. 2020.

Ecofisiologia de plantas nativas da Caatinga na Embrapa – Semiárido

Referências bibliográficas:

MORGANTE, C. V.; CHAVES, A. R. de M.; MOTA, A. P. Z.; AIDAR, S. de T. Transcriptome analysis of the vegetative desiccation tolerance plant *Tripogonella spicata* (Nees) P. M. Peterson & Romasch. In: BRAZILIAN BIOTECHNOLOGY CONGRESS, 7.; BIOTECHNOLOGY IBERO-AMERICAN CONGRESS, 2., 2018, Brasília, DF. Proceedings [...]. Brasília: SBBiotec, 2018.

REZENDE, L. F. C.; ARENQUE, B. C.; AIDAR, S. de T.; MOURA, M. S. B. de; RANDOW, C. V.; TOURIGNY, E.; MENEZES, R. S. C.; OMETTO, J. P. H. B. Is the maximum velocity of carboxylation (V_{cmax}) well adjusted for deciduous shrubs in DGVMs: a case study for the Caatinga Biome in Brazil. *Modeling Earth Systems and Environment*, v. 2, p. 42-47, Mar. 2016.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAMPOS, C. O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 21, n. 2, p. 104-109, ago. 1999.

ARAUCAMATE – Estudo da distribuição potencial da araucária e da erva-mate para programa de uso e conservação genética

Dados publicados em:

MARCONDES, V. M. S.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S. Definição de variáveis climáticas e edáficas relacionadas à ocorrência de araucária no Estado do Paraná. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 15., 2016, Colombo. Anais [...]. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. p. 65-66.

WREGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; BOGNOLA, I. A.; SOUSA, V. A.; SOUSA, L. P. de; GOMES, J. B. V.; AGUIAR, A. V.; GOMES, G. C.; MATOS, M. de F. da S.; SCARANTE, A. G.; FERRER, R. Distribuição natural e habitat da araucária frente às mudanças climáticas globais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 37, n. 91, p. 331-346, jun./set. 2017.

WREGE, M. S.; SOUSA, V. A.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; AGUIAR, A. V. Predicting current and future geographical distribution of araucaria in Brazil for fundamental niche modeling. *Environment and Ecology Research*, v. 4, n. 5, p. 269-279, Oct. 2016.

Rede de pesquisa em polinização de frutíferas do Norte e Nordeste

Dados publicados em:

CAVALCANTE, M. C.; FREITAS, B. M.; MAUÉS, M. M. Polinização de algumas culturas agrícolas: polinização da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. v. 249, p. 58-68. (Documentos/Embrapa Semiárido, Online).

CAVALCANTE, M. C.; GALETTO, L.; MAUÉS, M. M.; PACHECO FILHO, A. J. S.; BOMFIM, I. G. A.; FREITAS, B. M. Nectar production dynamics and daily pattern of pollinator visits in Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) plantations in Central Amazon: implications for fruit production. *Apidologie*, v. 49, n. 4, p. 505-516, Aug. 2018.

MAUÉS, M. M. Economia e polinização: custos, ameaças e alternativas. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. (org.). *Biologia da polinização*. Rio de Janeiro: Projeto Cultural, 2014. v. 1, p. 607-636.

MAUÉS, M. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S.; KRUG, C. Brazil nut in the Amazon. In: ROUBIK, D. W. (org.). *The pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners*. Rome: FAO, 2018. v. 1, p. 220-225.

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; SANTOS, N. A. S. A castanheira-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização. Rio de Janeiro: Funbio, 2015.

Impacto das mudanças climáticas nos polinizadores de culturas agrícolas brasileiras

Dados publicados em:

GIANNINI, T. C.; CHAPMAN, D.; BIESMEIJER, J.; SARAIVA, A. M.; ALVES dos SANTOS, I. Improving species distribution models using biotic interactions: a case study of parasites, pollinators and plants. *Ecography*, v. 36, p. 649-656, Nov. 2013a.

GIANNINI, T. C.; ACOSTA, A. L.; SILVA, C. I.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian tropical savannas under climate change. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 171, p. 39-46, May 2013b.

GIANNINI, T. C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie*, v. 46, n. 2, p. 209-223, Sep. 2015a.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n. 3, p. 849-857, June 2015b.

GIANNINI, T. C.; TAMBOSI, L. R.; ACOSTA, A. L.; JAFFÉ, R.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; METZGER, J. P. Safeguarding ecosystem services: a methodological framework to buffer the joint effect of habitat configuration and climate change. *PLoS ONE*, v. 10, n. 6, p. 1-48, June 2015c.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M.; BIESMEIJER, J.; GARIBALDI, L. A. Projected climate change threatens pollinators and crop production in Brazil. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8, p. 1-13, Aug. 2017a.

GIANNINI, T. C.; MAIA-SILVA, C.; ACOSTA, A. L.; JAFFÉ, R.; CARVALHO, A. T.; MARTINS, C. F.; ZANELLA, F. C. V.; CARVALHO, C. A. L.; HRNCIR, M.; SARAIVA, A. M.; SIQUEIRA, J. O.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. *Apidologie*, v. 48, n. 6, p. 784-794, June 2017b.

Artigos submetidos (em revisão)

GIANNINI, T. C.; ALVES, D. A.; ALVES, R.; CORDEIRO, G. D.; CAMPBELL, A. J.; AWADE, M.; BENTO, J. M. S.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. Submetido para *Apidologie*.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; BORGES, R. C.; MIRANDA, L.; COSTA, C. P. W.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Climate change in the Eastern Amazon: crop-pollinator and occurrence-restricted bees are potentially more affected. Submetido para *Regional Environmental Change*.

PAZ, F. S.; PINTO, C. E.; BRITO, R. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; GIANNINI, T. C. Which are the main pollinators of edible plant species in the Brazilian Amazon Forest? Submetido para *Neotropical Entomology*.

Divulgação científica

AGÊNCIA FAPESP. Estudo da Poli-USP mostra queda acentuada de polinização com impacto na agricultura. Agência Fapesp, São Paulo, 11 ago. 2017. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/estudo-da-poli-usp-mostra-queda-acentuada-de-polinizacao-com-impacto-na-agricultura/25866/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BARROS, B. Mudanças no clima no país afetarão abelhas e polinização de culturas. Revista Valor Econômico, São Paulo, 09 ago. 2017. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/5073044/mudancas-no-clima-no-pais-afetarao-abelhas-e-polinizacao-de-culturas>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BEER, R. Por que salvar as abelhas. Revista Veja, São Paulo, 19 fev. 2016. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/por-que-salvar-as-abelhas/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D. Abelhas polinizadoras importantes para a agricultura brasileira. Mensagem Doce, São Paulo, v. 136, p. 21-24, maio 2016.

GIANNINI, T. C.; COSTA, W. F.; CORDEIRO, G. D.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Efeito das mudanças climáticas sobre os polinizadores de algumas culturas agrícolas no Brasil. Mensagem Doce, São Paulo, n. 143, p. 1-4, set. 2017.

GIANNINI, T. C.; SILVA, C. M.; ACOSTA, A. L.; RIBBI, R. J.; MARTINS, C. F.; ZANELLA, F. C. V.; CARVALHO, C. A. L.; HRNCIR, M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Proteção da abelha jandaíra no Nordeste Brasileiro considerando-se as mudanças climáticas. Mensagem Doce, São Paulo, n. 143, p. 1-4, set. 2017.

GIANNINI, T. C. Cenários de impacto das mudanças climáticas sobre algumas abelhas polinizadoras no Brasil. Mensagem Doce, São Paulo, p. 16-18, set. 2016.

GIANNINI, T. C. O valor econômico do serviço de polinização em alguns cultivos brasileiros. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS – A.B.E.L.H.A. (org.). Agricultura e polinizadores. São Paulo: A.B.E.L.H.A., 2015. p. 44-53. Disponível em: <https://www.abelha.org.br/publicacoes/ebooks/Agricultura-e-Polinizacao.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

REVISTA HORIZONTE GEOGRÁFICO. A importância dos polinizadores na agricultura – mais abelhas, mais alimentos. Edição especial. São Paulo: Audio Chromo, 2016. Disponível em: <http://www.edhorizonte.com.br/wp-content/uploads/2017/05/A-import%C3%A2ncia-dos-polinizadores-na-agricultura.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

WATANABE, F. Em 90% do Brasil, mudanças no clima reduzirão abelhas e afetarão alimentos. Folha de São Paulo, São Paulo, 9 ago. 2017. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2017/08/1908471-em-90-do-brasil-mudancas-no-clima-reduzirao-abelhas-e-afetarao-alimentos.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Seleção de bactérias promotoras de crescimento vegetal para culturas alimentares tradicionais no ambiente semiárido

Dados publicados em:

NASCIMENTO, R. D. E. C. Eficiência de bactérias diazotróficas para a cultura o milho em diferentes condições edafo-climáticas. 2018. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

Referências bibliográficas

MARINHO, R. C. N.; FERREIRA, L. V. M.; SILVA, A. F. da; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian semi-arid. *Bragantia*, v. 76, 2017.

SANTOS, J. W. M.; SILVA, J. F.; FERREIRA, T. D. S.; DIAS, M. A. M.; FRAIZ, A. C. R.; ESCOBAR, I. E. C.; SANTOS, R. C.; LIMA, L. M.; MORGANTE, C. V.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Molecular and symbiotic characterization of peanut Bradyrhizobia from the semi-arid region of Brazil. *Applied Soil Ecology*, v. 121, p. 177-184, 2017.

SIZENANDO, C. I. T.; RAMOS, J. P. C.; FERNANDES-JUNIOR, P. I.; LIMA, L. M. de; FREIRE, R. M. M.; SANTOS, R. C. dos. Agronomic efficiency of Bradyrhizobium in peanut under different environments in Brazilian Northeast. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, p. 3482-3487, 2016.

A Iniciativa Plantas para o Futuro: espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial

Referências bibliográficas

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Região Nordeste*. Brasília: MMA, 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Building on gender, agrobiodiversity and local knowledge: a training manual*. Rome, Italy: FAO, 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/007/y5609e/y5609e01.htm>. Acesso em: 18 set. 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture: equity and food for all*. Rome, Italy: FAO, 2008. Disponível em: <http://www.fao.org/plant-treaty/en/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

KUNKEL, G. *Plants for human consumption: an annotated checklist of the edible phanerogams and ferns*. Germany: Koenigstein Koeltz Scientific Books, 1984.

MITTERMEIER, R. A.; ROBLES-GIL, P.; MITTERMEIER, C. G. *Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations*. Mexico City: CEMEX, Agrupación Sierra Madre, 1997.

MYERS, N. *The primary source: tropical forests and our future*. New York: W. W. Norton and Company, 1984.

PRESCOTT-ALLEN, R.; PRESCOTT-ALLEN, C. How many plants feed the world? *Conservation Biology*, v. 4, n. 4, p. 365-374, Dec. 1990.

RAPOPORT, E. H.; DRAUSAL, B. S. Edible plants. In: S. LEVIN (ed.). *Encyclopedia of biodiversity*. New York: Academic Press, 2001. p. 375-382.

SOLBRIG, O. T. Biodiversity: an introduction. In: SOLBRIG, O. T.; EMDEN, H. M. van; OORDT, P. G. W. J. van (eds.). *Biodiversity and global change. Monograph nº 8*. Paris: International Union of Biological Sciences, 1992. p. 13-20.

WILSON, E. O. The current state of biological diversity. In: WILSON, E. O. (ed.). *Biodiversity*. Washington, D.C.: National Academy Press., 1988. p. 3-18.

Desenhos de agroecossistemas multifuncionais sustentáveis e intensivos

Dados publicados em:

FREITAS, M. do S. C. de; SOUTO, J. S.; GONÇALVES, M.; ALMEIDA, L. E. da S.; SALVIANO, A. M.; GIONGO, V. Decomposition and nutrient release of cover crops in mango cultivation in Brazilian Semi-Arid region. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 43, p. 1-21, 2019.

GIONGO, V.; CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GAVA, C. A. T. Carbono no sistema solo-planta no Semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 4, n. 6, p. 1233-1253, 2011.

GIONGO, V.; GONDIM, R. S.; SALVIANO, A. M.; PEREIRA FILHO, A.; VEZZANI, F. M. Estratégias para uma agricultura de baixa emissão de carbono no cultivo de meloeiro. In: FIGUEIREDO, M. C. B. de; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. de (ed.). Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília, DF: Embrapa, 2017. cap. 1, p. 213-230.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; SANTANA, M. da S.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Soil management systems for sustainable melon cropping in the Submedian of the São Francisco Valley. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 537-547, July/Sept. 2016.

GIONGO, V.; SALVIANO, A. M.; ANGELOTTI, F.; TAURA, T. A.; LEITE, L. F. C.; CUNHA, T. J. F. Low carbon technologies for agriculture in dryland: brazilian experience. In: RAO, C. S.; SHANKER, A. K.; SHANKER, C. (ed.). Climate resilient agriculture: strategies and perspectives. Rijeka, Croatia: InTech, 2018. cap. 6, p. 105-127.

PEREIRA FILHO, A.; TEIXEIRA FILHO, J.; SALVIANO, A. M.; YURI, J. E.; GIONGO, V. Nutrient cycling in multifunctional agroecosystems with the use of plant cocktail as cover crop and green manure in the semi-arid. *African Journal of Agricultural Research*, v. 14, n. 5, p. 241-251, 2019.

SANTOS, T. de L.; NUNES, A. B. A.; GIONGO, V.; BARROS, V. da S.; FIGUEIREDO, M. C. B. de. Cleaner fruit production with green manure: the case of Brazilian melons. *Journal of Cleaner Production*, v. 181, p. 260-270, 2018.

Rota dos Butiazais: conectando pessoas para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade

Dados publicados em:

MARCHI, M. M.; BARBIERI, R. L.; MUJICA, J. S.; COSTA, F. A. da. Flora herbácea e subarbusciva associada a um ecossistema de butiazal no bioma Pampa. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 69, n. 2, p. 553-560, out. 2018.

RIVAS, M.; BARBIERI, R. L. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável de butiá. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

RIVAS, M.; FILIPPINI, J. M.; CUNHA, H.; HERNÁNDEZ, J.; RESNICHENKO, Y.; BARBIERI, R. L. Palm forest landscape in Castillos (Rocha, Uruguay): contributions to the design of a conservation area. *Open Journal of Forestry*, v. 7, p. 97-120, Mar. 2017.

SOSINSKI JÚNIOR, E. E.; HAGEMANN, A.; DUTRA, F.; MISTURA, C.; COSTA, F. A.; BARBIERI, R. L. Manejo conservativo: bases para a sustentabilidade dos butiazais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 230).

SOSINSKI JÚNIOR, E. E.; URRUTH, L. M.; BARBIERI, R. L.; MARCHI, M. M.; MARTENS, S. G. On the ecological recognition of Butia palm groves as integral ecosystems: why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? *Land Use Policy*, v. 81, p. 124-130, Feb. 2019.