

CIÊNCIAS RURAIS EM FOCO

VOLUME 8



ORGANIZADOR

EZEQUIEL REDIN




Editora Poisson

1º
Edição
2022

Ezequiel Redin
(Organizador)

Ciências Rurais em Foco

Volume 8

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2022

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
MSc. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
MSc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciências Rurais em Foco - Volume 8
Organização: Ezequiel Redin - Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2022

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-221-1
DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Agricultura 2. Meio Ambiente 3. Zootecnia 4. Ciências Agrárias I. REDIN, Ezequiel II. Título.

CDD-630

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Agroecologia em RO: Relato de experiência na Escola Família Agrícola Dom Antônio Possamai..... 07

Antônio Marcos de Sousa Bento, Izaqueu Chaves de Oliveira, Silvana de Fátima dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.01

Capítulo 2: Indicadores de performance na agricultura familiar: Uma discussão sobre possibilidades de mensuração 11

André Felipe Queiroz, Márcia Maria dos Santos Bertolucci Espejo, Maria Cláudia Mancuelho Malta, Fábio Henrique Paniagua Mendieta, Lesley Soares Bueno

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.02

Capítulo 3: Fomentos voltados à agricultura familiar: Uma proposta de tipológica .. 22

André Felipe Queiroz, Márcia Maria dos Santos Bertolucci Espejo, Maria Cláudia Mancuelho Malta, Fábio Henrique Paniagua Mendieta, Lesley Soares Bueno

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.03

Capítulo 4: Influência de políticas agropecuárias na arquitetura jurídica da sociedade cooperativa brasileira na Lei 5.764/71 – Panorama histórico 35

Igor Loureiro de Matos

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.04

Capítulo 5: Rentabilidade e risco da produção de algodão nos três principais estados produtores brasileiros..... 52

Ícaro Junqueira Ramires, Maura Seiko Tsutsui Esperancini

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.05

Capítulo 6: Uma investigação sobre os desafios da produção de soja na Região Norte brasileira..... 61

Ágata dos Santos Conceição, Salomão Franco Neves, Michele Lins Aracaty e Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.06

Capítulo 7: Pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia no setor cafeeiro: Uma análise bibliométrica (2002-2022) 74

Thais Santana do Nascimento, Wanderson Alves Ferreira, Alexandre Morais Borges, Ana Kelly Mota Barbosa, Elmo Pereira Ramos, Vinícius Miotto Fardim, Edney Leandro da Vitória

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.07

Capítulo 8: Observação comportamental da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) (Ferrari, 1867) (*Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae*) 86

Sany Karla Faria Trigo, Pedro Luiz Teixeira de Camargo, Felipe da Silva Alves, Ane Kelly Fernandes Guedes Silva, Kayky Miazaki Brito

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.08

SUMÁRIO

Capítulo 9: Influência de três níveis de luminosidade no desenvolvimento vegetativo de plantas de *Physalis angulata* L..... 102

David Santana Guimarães, Marilza Neves do Nascimento, Lourival Palmeira Gonçalves Neto

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.09

Capítulo 10: Anormalidades mitóticas em alface (*Lactuca sativa*; Asteraceae) em diferentes concentrações de ácido pirolenhoso de cambará (*Qualea sp.*) 107

Andréa Beatriz Diverio Mendes, João Victor da Silva Cremm, Marina Moura Morales, Eliane Papa Ambrósio Albuquerque

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.10

Capítulo 11: Aferição da marcha de absorção de nutrientes de soja com hábitos de crescimento diversificados 112

Samara Cavalli Piana, Renata Cristiane Pereira, Evandro Antônio Minato, Alessandro Lucca Braccini, Affonso Celso Gonçalves Júnior, Marcelo Augusto Batista

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.11

Capítulo 12: Fisiologia e rendimento de genótipos de mamoneira sob lâminas de irrigação 124

João Henrique Zonta, Josiane Isabela da Silva Rodrigues, Erika Carla Fernandes de Macedo, Marcos Eric Barbosa Brito, Adelardo José Silva Lira

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.12

Capítulo 13: Modelo de horton para estimativa da taxa de infiltração de água em cambissolo na região de Irati-PR..... 134

Robert William Florentino, Ana Carolina Barbosa Kummer, João Anésio Bednarz, Kelly Geronazzo Martins, Tatiane Bonametti Veiga

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.13

Capítulo 14: Caracterização dos planteis de reprodutores utilizados na produção de peixes na Mesorregião Sudeste do Pará 143

Geciele Santos Cruz, Natália Bianca Caires Medeiros, Marcela Cristina Flexa do Amaral, Caio Vitor da Conceição Costa, Daralyns Borges Macedo, Marília Danyelle Nunes Rodrigues

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.14

Capítulo 15: Agroindústria de frutas desidratadas: Implementação, processos e escolha do equipamento 148

Modesto Antonio Chaves

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.15



SUMÁRIO

Capítulo 16: Indicadores fitotécnicos da inoculação de microrganismos e remineralizador em sementes de soja e da utilização de pó de rocha no solo..... 167

Gustavo Henrique Andrade Quintino, Gabriel de Souza Lopes, Laura Emilia de Macedo Lima, Daniela Tiago da Silva Campos, Patricia Helena de Azevedo, Virginia Helena de Azevedo

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.16

Capítulo 17: Sulfur supplementation mitigates drought-induced deleterious effects on soybean plants..... 172

Alana Cavalcante da Silva, Amanda Soares Santos, Davielson Silva Pinho, Stelamaris de Oliveira Paula Marinho, Ramilos Rodrigues de Brito, Rafael de Souza Miranda

DOI: 10.36229/978-65-5866-221-1.CAP.17

Autores 182

Capítulo 1

Agroecologia em RO: Relato de experiência na Escola Família Agrícola Dom Antônio Possamai

Antônio Marcos de Sousa Bento

Izaqueu Chaves de Oliveira

Silvana de Fátima dos Santos

Resumo: O presente trabalho trata-se de um relato de experiência sobre a educação agroecológica desenvolvida pela Escola Família Agrícola Dom Antônio Possamai, localizada no município de Jaru – RO. O objetivo do mesmo consistiu em de compreender o desenvolvimento do trabalho pedagógico a realidade da Escola Família Agrícola, no tocante a concepção de educação agroecológica e as relações interpessoais bem como fazer apontamento quanto aos fundamentos epistemológicos e metodológicos da Pedagogia da Alternância. A experiência ocorreu no mês de março de 2015. Nela foram levantadas as principais dúvidas que tínhamos quanto ao modelo de Escola Família Agrícola, Pedagogia da Alternância e o Currículo que é desenvolvido numa perspectiva agroecológica. Os procedimentos para a realização da mesma se desencadeou numa linguagem informal a através de conversas com funcionários e alunos, observações das infraestruturas, comportamentos dos sujeitos, e análise documental. A experiência permitiu conhecer as peculiaridades de outro modelo de educação. Com base nos relatos e observações, podemos fazer uma reflexão bibliográfica quanto a educação pelo viés agroecológico, Escola Família Agrícola e os princípios da Pedagogia da Alternância.

Palavras-Chave: Educação Agroecológica; Escola Família Agrícola; Pedagogia da Alternância.

1. INTRODUÇÃO

Os discursos inerentes à educação ambiental no Brasil na última década do século XX têm assumindo proporções relevantes, ganhando proporções nos contextos: político, social, econômico e educacional. Algumas experiências no campo das chamadas agriculturas alternativas, foram os percussores para a constituição de processos de ensino-aprendizagem dedicados a uma educação voltada para a sustentabilidade, e vêm, desde então, sendo consolidadas através de ações sejam por professores e/ou por estudantes, como também por movimentos sociais, movendo ações coletivas voltadas para uma educação agroecológica.

No âmbito escolar convencional, quando nos referimos à educação agroecológica, o que vem a nossa mente é a imagem de um ambiente natural no qual os indivíduos buscam retirar da natureza os alimentos sem a manipulação de produtos químicos, tendo como princípio filosófico a “sustentabilidade” e a “preservação do meio ambiente”. Portanto, pensar nessa filosofia de vida numa sociedade capitalista, como é o caso do Brasil, na qual, a ambição pelo aumento da produção para a obtenção do lucro e o estímulo ao consumo desenfreado são fatores determinantes nas ações dos sujeitos sobre a natureza, cuja relação tem sido alicerçada na exploração descontrolada, como “remar contra a maré”. No entanto, mesmo de forma singela deparamos com contextos sociais que aplicam tal conceito em sua prática educativa. O **objetivo** deste artigo é relatar a experiência dos autores vivenciada na Escola Família Agrícola Dom Antonio Possamai, no município de Jarú, interior do Estado de Rondônia no mês de março de 2015.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada partiu de uma abordagem qualitativa, tendo como enfoque metodológico a pesquisa Estudo de Caso por atender as necessidades do trabalho, levando em consideração um curto espaço de tempo para o seu desenvolvimento e por permitir uma delimitação do objeto de pesquisa, uma vez que estava previamente definido. Neste caso era conhecer os princípios filosóficos e metodológicos da EFA. Para tanto se utilizou a observação e história oral com professores, alunos e coordenadores da escola onde se procurou coletar dados através dos depoimentos dos participantes, preservando assim a identidade social e cultural dos mesmos. A divulgação deste relato foi devidamente autorizada pelos sujeitos envolvidos.

3. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A Escola Família Agrícola Dom Antônio Possamai foi inaugurada em sete de fevereiro de 2013. Iniciou suas atividades com duas turmas de 32 alunos cada, em sistema de alternância, totalizando 64 alunos. Atualmente a EFA atende aproximadamente 160 estudantes, filhos de pequenos agricultores, matriculados no 1º, 2º e 3º ano do ensino médio integrado ao ensino técnico em Agroecologia divididos em duas sessões. Esses estudantes são oriundos de quatorze municípios do Estado de Rondônia.

Quanto aos princípios filosóficos, a escola fundamenta-se na Pedagogia Libertadora. Nesta perspectiva, as práticas desenvolvidas baseiam-se em “aprender a aprender”, tendo para isso a participação direta da família no processo de formação do educando, o que possibilita a eficácia entre a teoria e prática.

A receptividade na EFA Dom Antônio Possamai não poderia ser melhor. Localizada na zona rural do município de Jarú, interior do estado de Rondônia. O trajeto da rodovia até a instituição é uma prévia reflexão sobre a relação do homem e a natureza e, cuja indagação central que permeia a mente dos visitantes é a de compreender como a instituição se organiza para oferecer, no contexto educacional contemporâneo, uma educação que articule os conhecimentos gerais e a formação em agroecologia.

A chegada à Escola ocorreu por volta das 8 horas da manhã. Logo ao descer do carro, nossa atenção é atraída para duas alunas, com uma bacia de hortaliças que acabaram de colher para o almoço. Tal cena é comum nessa realidade, pois a escola, além de ofertar a formação escolar, busca através da prática educativa, desenvolver atividades rotineiras de forma coletiva.

Todos os alunos são envolvidos através de escalas nas atividades rotineiras: colheita e preparação dos alimentos, limpeza dos ambientes, cuidados dos animais tais como granjas e vegetais, tais como, as hortas: medicinal, alimentícia, pomar, jardim, plantações de grande e pequeno porte. Foi evidenciada na fala dos monitores e dos alunos a intensidade do convívio e o respeito pessoal, como afirma um aluno: “*é como se fossemos uma grande família!*”. Nesse sentido um professor também se expressou dizendo que mesmo nos dias de descanso o mesmo comparece a escola, pois sente falta do convívio com os alunos. O referido

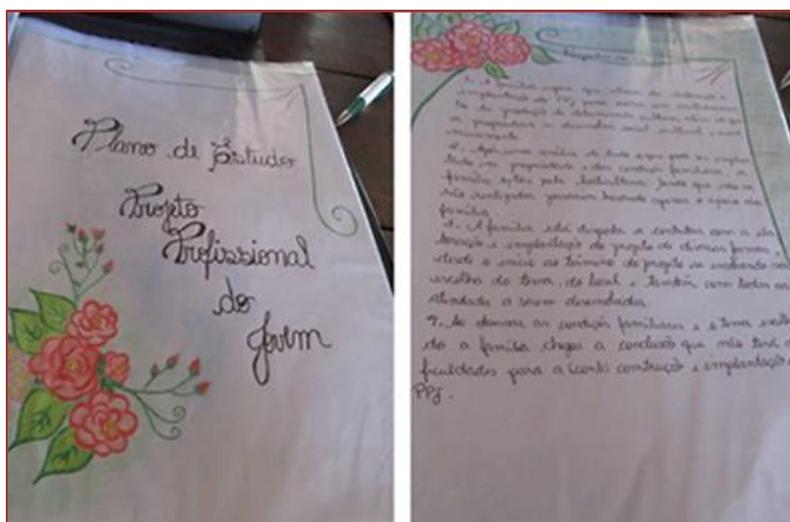
professor nos explicou que a escola, norteia-se em quatro pilares no tocante ao processo de ensino/aprendizagem, a saber: o princípio da economia, o social, o tecnológico e o político.

4. RESULTADOS

No que se refere à metodologia norteadora da EFA Dom Antônio Possamai é a Pedagogia da Alternância. No sistema de alternância, a organização escolar constitui-se por períodos, denominados “sessões” que são alternados entre a sessão escolar (15 dias) e sessão familiar (15 dias). Ambas as sessões são acompanhadas de atividades teóricas e práticas, que visam à formação geral e a formação profissional, contextualizada com a realidade dos alunos. Para tanto a escola desenvolve vários mecanismos metodológicos, a saber:

Projeto da Propriedade do Jovem – PPJ: Um fator interessante que chamou nossa atenção os relato do alto nível de envolvimento da família no processo educativo dos educandos. Principalmente na execução do PPJ, componente curricular obrigatório.

Figura 01 - Projeto da Propriedade do Jovem



Fonte: EFA Dom Antônio Possamai

Na escola um grupo de educandos já pôs seu PPJ em execução de forma empreendedora, criam e comercializam frango caipira para a escola e outras instituições. O fator fundamental nesse contexto é a compreensão de que é possível o desenvolvimento sustentável da propriedade familiar, usufruindo dos conhecimentos científicos sem ocasionar danos irreversíveis ao ambiente, bem como há possibilidade de expansão para comunidade e região.

Plano de Estudo: O Plano de estudo tem como objetivo permitir ao educando melhor planejamento de suas atividades escolares. Ao final de cada sessão escolar é posto um tema pertinente à realidade. O mesmo será discutido e analisado pelo educando junto a sua família e/ou comunidade durante a sessão familiar.

Viagem de Estudo: As viagens de estudos têm como finalidade: investigar um determinado tema/problema teoricamente já estudado em sala de aula. A escola realiza duas viagens de estudos sempre aos finais dos semestres.

Caderno de Alternância: O caderno de alternância, apelidado pelos alunos como “fuxiqueiro” é um elo entre vida escolar e vida familiar. Nele, a escola, a família e o educando expressam e assumem seus respectivos compromissos para o desenvolvimento dos estudos.

Caderno da Realidade: são postos todos os relatórios advindos das atividades realizadas pelas palestras, viagens de estudos, visitas às famílias, serões, e atividades realizadas na sessão familiar. Um fator observado foi o zelo do mesmo por parte dos alunos.

Intervenção Externa: Esse tipo de atividade diz respeito a palestras, visitas de estagiários, cursos de extensão, visitas de autoridades e/ou entidades, que de alguma forma requer a atenção/participação dos educandos.

Tutoria: O tutor representa a figura de um pai, um amigo em que o educando possa confiar e desabafar os seus medos, as angustias, os anseios nos momentos em que passam longe da família.

Serões Culturais: Os serões são atividades diversificadas que acontecem no período noturno. Essas atividades são riquíssimas em aprendizados. Os serões culturais permitem estreitar ainda mais os laços de amizade e companheirismo.

É notório, tanto pelas ações quanto pelas atitudes, o valor que os educandos dão à educação, sem menosprezar os saberes cotidianos, aprendidos no convívio familiar, na comunidade.

A Escola Família Agrícola Antônio Passamai traz a tona de que é possível fazer educação contemplando a formação humanística e profissional partindo do princípio ideológico que: **valorizando ao meio ambiente estamos valorizando a nossa própria vida**. Portanto pensar em Escola Família Agrícola é pensar na perspectiva da educação do campo e não apenas no campo... Uma escola que valoriza suas experiências, a convivência e acima de tudo respeita o meio em que vive.

REFERÊNCIAS

CONSTRUINDO PRINCÍPIO E DIRETRIZES: Org. ABA, I seminário nacional de educação em agroecologia, 3 a 5 de julho de 2013, Recife-PE. 16 p. Disponível em: <
<http://nossacasa.net/nossosriachos/agroecologia/seminario-nacional-de-educacao-em-agroecologia/> >

Capítulo 2

Indicadores de performance na agricultura familiar: Uma discussão sobre possibilidades de mensuração

André Felipe Queiroz

Márcia Maria dos Santos Bortolocci Espejo

Maria Cláudia Mancuelho Malta

Fábio Henrique Paniagua Mendieta

Lesley Soares Bueno

Resumo: Os indicadores de performance dos negócios da agricultura familiar podem contribuir para que ocorram uma nova combinação de pessoas e de produtos sustentáveis, gerando inovações sociais de alto impacto e possibilitando o direcionamento de políticas públicas, que vise a eficiência dos gastos públicos, permitindo que políticas públicas de fomento ao empreendedorismo social sejam mais assertivas. Sem a utilização de indicadores financeiros, o poder público não pode verificar com precisão a eficiência dos recursos públicos empregados na agricultura familiar. Dessa forma, surge a seguinte problemática: É possível mensurar a performance desses agricultores? Assim, o objetivo desse capítulo é discutir possibilidades para a criação de indicadores de performance na agricultura familiar.

1. INTRODUÇÃO

A relevância da agricultura familiar no Brasil é observada por meio dos dados do Censo Agropecuário de 2017 que, segundo a Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (2017) demonstra que do total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, 77% pertencem a grupos familiares, sendo aproximadamente 3,8 milhões de estabelecimentos e representando 23% da área total, em hectares, de estabelecimentos agropecuários no país. Conforme dados do Censo Agropecuário (2006) a agricultura familiar compõe a base econômica de 90% dos municípios brasileiros que possuem até 20 mil habitantes, e representa 35% do produto interno bruto nacional.

Na agricultura familiar, existe uma carência de indicadores técnicos econômicos e financeiros para mensurar a performance, ou seja, agricultores familiares não costumam utilizar parâmetros contábeis e/ou financeiros que demonstrem o crescimento de seu empreendimento. Assim, o agricultor familiar pode ser considerado um empreendedor social, cujo o foco maior é a geração de valor econômico e social para seu empreendimento e para sua família, em sinergia com as associações e cooperativas que estão em seu entorno (DEES, 2001; DAVIS, 2002; QUEIROZ, 2022).

No Brasil, o governo emprega políticas públicas de auxílio ao pequeno produtor. Especificamente relacionados à agricultura familiar são destacados o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o Programa Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), consolidados em conjunto com o Plano Safra do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2021). Segundo o MAPA (2021) no Plano Safra 2021/2022, que atende, entre outros, o pequeno e médio produtor, o governo reservou R\$ 251,2 bilhões, liberando mais verbas para fomento de crédito aos pequenos produtores. O PRONAF recebeu um aumento de 19% de investimento em comparação com o ano anterior (MAPA, 2021).

Nesse contexto, os indicadores de performance dos negócios da agricultura familiar podem contribuir para que ocorram uma nova combinação de pessoas e de produtos sustentáveis, gerando inovações sociais de alto impacto e possibilitando o direcionamento de políticas públicas, que vise a eficiência dos gastos públicos, permitindo que políticas públicas de fomento ao empreendedorismo social sejam mais assertivas. Sem a utilização de indicadores financeiros, o poder público não pode verificar com precisão a eficiência dos recursos públicos empregados na agricultura familiar. Dessa forma, surge a seguinte problemática: é possível mensurar a performance desses agricultores? Assim, o objetivo desse capítulo é discutir possibilidades para a criação de indicadores de performance na agricultura familiar. A seguir são apresentados o referencial teórico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura familiar é um conceito genérico que incorpora uma diversidade de situações específicas e particulares (WANDERLEY, 1999). Entretanto, existe consenso sobre certos aspectos: a produção familiar é caracterizada pelo trabalho familiar na exploração agropecuária, a gestão e o trabalho são intimamente ligados e a propriedade dos meios de produção, médias ou relativamente pequenas, pertencem aos proprietários (MARAFON; RIBEIRO, 2006).

Na literatura, a agricultura familiar pode ser compreendida por meio de duas perspectivas: uma norte-americana, desenvolvida durante os anos de 1950 a meados dos anos 1980; e a outra europeia (especificamente França e Reino Unido), na qual a produção agrícola sobre gestão familiar recebeu o interesse dos cientistas sociais (NAVARRO, 2010; SILVA et al., 2014). Essas duas linhas teóricas são muito bem caracterizadas: uma considera a reforma agrária como um potencial produtivo que irá vencer os desafios impostos pelo mercado tradicional (SCHNEIDER, 2003), e outra analisa o pequeno empreendimento rural com muitas limitações, para as quais a solução seria a máxima aproximação com o mercado tradicional (VILPOUX; OLIVEIRA, 2011).

Desta forma, é possível verificar que a agricultura familiar é um objeto que pode ser analisado por diferentes dimensões: questões sociais ou questões econômicas. Essa pesquisa adota predominantemente essa última linha de raciocínio, considerando, portanto, a agricultura familiar como uma pequena organização rural que possui peculiaridades e igualmente busca eficiência e eficácia.

Conforme Gura et al. (2017), a agricultura familiar não pode ser considerada uma categoria recente no campo da sociologia rural, pois os termos “camponês”, “pequeno produtor”, “lavrador”, “agricultor de subsistência” e “agricultor familiar” já faziam referência a essa categoria social ao longo da história.

Entretanto, não se pode deixar de mencionar que produção camponesa e a produção familiar são conceitos distintos: a produção camponesa é familiar, mas nem toda produção familiar é camponesa (SILVA, 1999).

Segundo Silva (1999), a produção camponesa equilibra a produção com o consumo, não gerando categorizações econômicas como o lucro e salários, pois o objetivo está no valor de uso e não no valor de troca. Ainda segundo o autor, na França, a agricultura familiar provém de um modelo camponês e ainda guarda seus traços socioculturais. Na Polônia, a agricultura familiar monopoliza o mercado alimentar. Na Tunísia, observa-se um modelo colonial de produção mercantil, utilizando mão-de-obra externa à unidade de produção. No Brasil (predominantemente no sul do país) e no Canadá, a agricultura familiar distancia-se do modelo camponês (SILVA, 1999). Por fim, para Fernandes (2002) há evidências da ausência de delimitações teóricas entre os pesquisadores. Segundo esse autor, ao analisar trabalhos acadêmicos, os termos camponês, agricultor familiar, pequeno produtor e pequeno agricultor são utilizados como sinônimos em algumas pesquisas, mas em outras possuem significados distintos (FERNANDES, 2002).

Contemporaneamente no Brasil, a Agricultura Familiar foi oficializada em 2006 por meio da Lei 11.326, de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006), que considerou como agricultor familiar e empreendedor familiar rural quem pratica atividades no meio rural e concomitantemente: não detém, a qualquer título, área maior do que quatro módulos fiscais; utiliza, predominantemente, mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

Conforme Silva et al. (2014) o módulo fiscal serve de parâmetro para a classificação fundiária do imóvel rural quanto à sua dimensão. De acordo com o art. 4º da Lei nº 8.629/93, “Minifúndio” é imóvel rural de área inferior a um módulo fiscal; “Pequena propriedade” um imóvel rural de área compreendida entre um e quatro módulos fiscais; “Média propriedade” um imóvel rural de área compreendida entre quatro e quinze módulos fiscais; “Grande Propriedade” imóvel rural de área superior a quinze módulos fiscais (BRASIL, 1993).

A agricultura familiar é presente em todo o território nacional, conforme dados do Censo Agropecuário (2017), do total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, 77% pertencem a grupos familiares, sendo aproximadamente 3,8 milhões de estabelecimentos e representando 23% da área total, em hectares, de estabelecimentos agropecuários no país. Ainda, segundo dados do Censo Agropecuário (2006), a agricultura familiar compõe a base econômica de 90% dos municípios brasileiros que possuem até 20 mil habitantes, e representa 35% do produto interno bruto nacional. A seguir será apresentada uma discussão sobre indicadores de performance para a agricultura familiar.

2.2. INDICADORES DE PERFORMANCE PARA AGRICULTURA FAMILIAR

O agronegócio brasileiro possui alta relevância para a economia nacional; sua competitividade conquistou diversos mercados no mundo, mas a falta da implementação de um sistema sólido de controle ainda é uma resistência que pode ser encontrada por parte de alguns gestores do setor (ROSADO-JÚNIOR; LOBATO; MULLER, 2011). A agricultura familiar contribui com a ocupação rural do país e a geração de renda de muitas famílias de agricultores que dependem da terra para sua sobrevivência (SANGALLI et al., 2010; SILVA et al., 2014).

O custo para a implementação de sistemas formais de controle, o ceticismo de certos agricultores sobre a relevância do controle, e a opção pela adoção de tecnologias para ampliar a produção em detrimento ao investimento em controle e gestão administrativa, por parte de pequenos agricultores, podem ser destacados como motivos para o comportamento de alguns agricultores ao relutarem quanto a implementação de controle em determinadas organizações ligadas ao agronegócio (CANZIANI, 2001). É provável, devido a essas organizações possuírem estruturas organizacionais mais simplificadas, gestão familiar e menor poder econômico se comparado a grandes empresas do setor, que a relutância à adoção de sistemas formais se intensifique na agricultura familiar.

Assim, a criação de indicadores de desempenho visa apoiar o processo de tomada de decisão dos gestores, ao enfrentarem a dificuldade de monitoramento e de controle em seus negócios (RAFAELI; MULLER, 2007). A coleta, a classificação e a interpretação dos dados gerados por indicadores possibilita mensurar o desempenho organizacional e, desta forma, gerar informações necessárias para avaliar as decisões tomadas e os resultados obtidos (ISIDORO et al., 2012).

Conforme Callado et al. (2007), com o aumento da necessidade de eficiência dentro do agronegócio, devido principalmente a crescente concorrência, fica evidenciada a importância da adoção e aperfeiçoamento de atividades gerenciais de controle. Dessa forma, para Macedo e Almeida (2009), em um ambiente de competição globalizada como o agronegócio, a análise e a avaliação da performance tornam-se cruciais para a sobrevivência de qualquer organização. Ainda, para Callado et al. (2007), os gestores podem tomar decisões mais eficientes sobre as estratégias da organização, ao verificar a situação da performance organizacional utilizando indicadores de desempenho, uma vez que possuem informações para fins gerenciais.

O uso de diferentes indicadores pode capturar a performance sob a ótica mercadológica e sob a perspectiva do uso dos insumos, compreendendo a competitividade de uma determinada organização ao demonstrar sua eficiência na utilização dos insumos para produção de produtos e serviços (MACEDO, 2005; MACEDO; ALMEDIA, 2009). Segundo Callado et al. (2007), os indicadores são elementos fundamentais para medir a performance geral de uma empresa. Ainda segundo os autores, para cada setor, devem ser elaborados distintos tipos de indicadores de desempenho, obedecendo as características específicas do setor avaliado (CALLADO et al., 2007).

Conforme destacam Macedo e Almeida (2009), devido à contingência na qual as organizações se encontram, inclusive no setor do agronegócio brasileiro, não existem modelos de avaliação de performance únicos, globais e padronizados, pois as variáveis passíveis de mensuração são inúmeras e dependem do ambiente na qual a empresa está inserida. Ainda segundo os autores, a solução encontrada pelos gestores é uma adequação de métodos e técnicas que consigam tratar diferentes elementos da organização.

Considerando a complexidade da agricultura familiar e suas vertentes sociais e econômicas já apresentadas nesse trabalho, é proposta uma aproximação teórica para discussão com outro objeto: as cooperativas voltadas ao agronegócio. A comparação argumentativa entre os dois objetos, agricultura familiar e cooperativas do agronegócio, nesse trabalho, é utilizada exclusivamente considerando a perspectiva de ambas as organizações assumirem papéis sociais e econômicos. Assim como as cooperativas, os negócios advindos da agricultura familiar cumprem um exercício social, mas por serem organizações econômicas que estão no ambiente do agronegócio também podem ser consideradas como empreendimentos que necessitam de gestão e controle (CALLADO et al., 2007). Dessa maneira, ao isolar a temática performance para discussão, pode-se considerar que tanto cooperativas quanto negócios advindos de agricultura familiar buscam objetivos que envolvem dimensões diferentes: a social e a econômica.

Os autores Martins e Lucato (2018), em um estudo sobre indicadores de performance, efetuado em cooperativas do agronegócio brasileiro, executaram uma análise sobre a literatura relevante que envolve indicadores de performance em cooperativas do agronegócio. O resultado do trabalho desses autores possibilita observar a diversidade dos tipos de indicadores utilizados para mensurar a performance organizacional no agronegócio.

Conforme revisão efetuada por Martins e Lucato (2018), na literatura há uma disparidade de variáveis de performance que podem ser utilizadas para avaliar o desempenho de uma organização do setor do agronegócio. Considerando o objetivo do pesquisador e o ambiente no qual a empresa está situada, gestores podem adotar indicadores financeiros (GIMENES; URIBE-OPAZO, 2001; BRESSAN et al., 2002) ou indicadores não financeiros (CRUZIO, 1999; JERONIMO et al., 2006) para medir o desempenho organizacional.

A escolha dos indicadores para medir o desempenho deve ocorrer com prudência. Em um estudo sobre a performance de cooperativas voltadas ao agronegócio destacou-se diversos entraves para a mensuração de performance (PINHO, 1986; MENEGÁRIO 2000; BIALOSKORSKI NETO et al, 2006; CARVALHO; BIALOSKORSKI NETO, 2008). Um indicador sobre faturamento/cooperado que considere o tempo, não seria eficiente para uma análise comparativa se não houvesse outras cooperativas com características semelhantes. Indicadores de faturamento/hectare necessitam de mesma cultura, mesma região e clima, mesmo tamanho e mesma tecnologia para comparações. Indicadores de preço obtido/mercado esbarram com o fato de grande parte das organizações do agronegócio serem tomadoras de preço, de forma que tal variável é mais dependente de cenários externos à organização do que de uma eficiente gestão de produtos e de comercialização.

A complexidade de mensurar a performance em cooperativas, conforme aponta Pinho (1986), considera que as cooperativas apresentam aspectos sociais e econômicos. Ao mensurar apenas a performance social, os indicadores econômicos/financeiros seriam desconsiderados; por sua vez, se os indicadores medidos

forem apenas econômicos/financeiros as finalidades sociais seriam descartadas (PINHO, 1986). Diante desse dilema, Menegário (2000) propôs a inclusão de variáveis tanto sociais como econômicas para avaliação da performance. Entretanto, pesquisas que efetuaram um comparativo entre os dois tipos de indicadores (sociais e econômicos/financeiros) concluíram que as variáveis econômicas/financeiras possuem maior poder de explicação estatístico, tanto para a performance social quanto para a performance econômica (BIALOSKORSKI NETO et al, 2006; CARVALHO; BIALOSKORSKI NETO, 2008).

Considerando a discussão acima, efetuando um paralelo com os estudos sobre cooperativas e considerando seus aspectos sociais e empresariais, para mensurar a performance em propriedades de agricultura familiar, é possível considerar a criação de indicadores financeiros e ou não financeiros após a compreensão dos principais fatores que contingenciem o desempenho dessas organizações.

3. METODOLOGIA

Essa pesquisa é caracterizada como qualitativa que conforme Neves (1996) deve ser utilizada para compreender o caráter descritivo de um fenômeno complexo na sua totalidade. Ocorreu por meio de entrevistas abertas que segundo Boni e Quaresma (2005) possibilita maior proximidade entre entrevistador e entrevistado, o que permite ao entrevistador tocar em assuntos mais complexos e delicados, e posteriormente foi analisada por meio de análise de conteúdo que conforme Bardin (1977) é um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

A escolha dos entrevistados ocorreu inicialmente por conveniência e posteriormente foi utilizada a técnica “bola de neve”, que segundo Baldin e Munhoz (2011), é uma técnica para pesquisas sociais que forma amostras não probabilísticas onde participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes, que por sua vez indicam outros participantes até que seja alcançado o objetivo proposto. O critério de encerramento da coleta ocorreu ao atingir a saturação teórica dos temas. No total foram 10 entrevistas efetuadas, sendo 3 entrevistas com agentes técnicos de diferentes autarquias, 2 entrevistas com diferentes agentes financeiros, 1 agrônomo, docente e especializado em agricultura familiar e 1 agrônomo com experiência na atuação como agente financeiro e técnico no ramo de agricultura familiar.

As entrevistas com os agricultores familiares ocorreram entre agosto de 2020 a fevereiro de 2021 de forma presencial. Cada entrevistado foi abordado em local arejado, conforme as normas de biossegurança, sugerido pelo próprio, com tempo disponível para a coleta. As entrevistas com os especialistas e agentes ocorreram do formato online, devido ao agravamento da pandemia. Essas entrevistas ocorreram entre novembro de 2020 a março de 2021, houve uma breve explicação sobre o trabalho e sobre como ocorreria a coleta; foi então solicitada a permissão para gravar e coletar os áudios das entrevistas.

Após a coleta por meio das pesquisas, a análise de conteúdo foi empregada para classificar os tipos de performance informados pelos atores entrevistados. O procedimento da análise de conteúdo foi efetuado segundo o protocolo de Bardin (1977) por meio das fases: (1) pré-análise; (2) exploração do material; e (3) tratamento dos resultados e interpretações.

Utilizando as três fases das indicações de Bardin (1977), na fase de pré-análise (1) a leitura flutuante do corpus indicou inicialmente a formulação e as direções da análise, apontando os critérios sobre os níveis de recortes e as ideias para categorização. As categorias emergiram a posteriori da fase de pré-análise do conteúdo das entrevistas. Em seguida, na fase de exploração do material (2) os recortes foram efetuados, separados e agrupados por categorias. Para a etapa de tratamento de dados e interpretações (3), os resultados inicialmente foram sistematizados em um quadro. Posteriormente, inferências sobre as categorias foram efetuadas. Os recortes foram agrupados por similaridade visando obter uma classificação sobre os diferentes tipos de performance na agricultura familiar. Por fim, foram elaboradas as interpretações dos resultados finais. A seguir são apresentados os resultados das análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa pesquisa buscou discutir possibilidades para a criação de indicadores de performance na agricultura familiar. Para tal foram efetuadas análises das entrevistas elaboradas com os especialistas técnicos, especialistas financeiros, agentes públicos, agrônomos e agricultores familiares. Nas entrevistas com os agricultores familiares questões abordando a percepção econômica e financeira de evolução do negócio

foram efetuadas. Já para os especialistas, agentes públicos e agrônomos questões abordando as possibilidades de mensuração da performance em agricultores familiares foram efetuadas.

Primeiramente, um levantamento na literatura apontou as dificuldades existentes para a mensuração de performance no campo empírico do estudo, conforme apresentados na seção 2.2 do Referencial Teórico dessa pesquisa. A ideia de utilização da percepção emergiu após as entrevistas com os especialistas, na qual os respondentes foram questionados. Alguns recortes são evidenciados a seguir no Quadro 1, onde são apresentadas a síntese das análises de performance contendo o entrevistado, o questionamento efetuado e um recorte da resposta obtida.

P: O senhor disse que produtividade seria inviável na agricultura familiar, quais indicadores eu poderia utilizar para medir performance?

R8: [...] ver o processo, como é que ele começou? E isso às vezes é fácil né, talvez você resgatar um pouco do histórico dele, quando o senhor começou, como é que era? A eu tinha terra e a casa, não tinha água, a água vinha pelo caminhão pipa, ou vinha pela rede da associação, né, depois o cara fez o poço, depois do poço ele fez uma varanda, na casa, certo? Então as coisas foram se modificando né? E aí se você for analisar quem é mais eficiente, ou menos eficiente, eu acho que é mais eficiente, na minha análise, aquele que cresceu na aptidão que ele tem [...] então eu acho que esse é um indicador.

P: Como eu poderia medir performance dos agricultores familiares? Pela performance seria possível?

R6: [...] eu acho que talvez a eficiência da propriedade dele como agricultor familiar seria mais válido outro indicador [diferente de produtividade]. Para falar, eu não sei que te falar. Então vai ser difícil. Porque se você ia ter que padronizar [para ver produtividade], só os de alface convencional, só os de alface eh hidropônico. Entendeu? Não sei como você faria isso [...]

Em seguida, após confrontar o resultado na análise das entrevistas com os agricultores familiares com a sugestão dos especialistas, em mensurar a performance por meio da percepção, foi possível constatar a possibilidade do procedimento. Os resultados apontam que os agricultores familiares julgam sua performance, por meio da percepção informal, sobre a evolução familiar/empresarial. A evolução familiar/empresarial considera a avaliação patrimonial e produtiva. A seguir são evidenciados recortes dos agricultores familiares sobre suas percepções de performance.

P: Como você sabe responder essa pergunta [negócio vai bem]? Por qual motivo você acredita que está indo bem?

R1: "Eu falo assim, porque que nem eu te falei, nos foi para lá, bem dizer só com a roupa do corpo, nós perdemos tudo. Nós foi morar lá, meu marido fez uma casinha para nós lá, não tinha piso, não tinha janela, não tinha porta, não tinha nada, encostava uma telha lá e era a porta e era a janela. Para quem viveu a vida toda sossegado lá em uma casa de vinte poucas peças lá, carro do ano, tudo, você ir lá ficar com a caminhonete, digamos de eu vou falar... eu não sei dizer, mas era bem velhinha. Depois nós foi trabalhando, foi trabalhando, agora nossa casa, não é uma casa toda "acabadinha", já mas tem acho que umas doze peças, a área é grande em volta, eu tenho carro, tenho uma S10, minha filha tem esse carro aqui, meu neto tem o carro dele. Então eu acho que, para mim, pelo jeito que eu fui para lá... eu acho que para mim a agricultura foi minha salvação."

R2: "Por que a gente está conseguindo fechar as contas, sobrar dinheiro, para toda a família. Todo mundo tem seu salário dentro da propriedade e está em dia graças a Deus"

R3: "Hoje eu observo esse cenário [pandemia] [...]e percebo que a gente está bem [...] a gente tira uma base com o ano passado."

Dessa forma, ao confrontar os recortes e analisar que existe a possibilidade de mensurar a performance de agricultores familiares por meio de sua percepção sobre a avaliação patrimonial e produtiva, as variáveis observáveis do constructo performance foram consideradas por meio dessa percepção dos agricultores familiares.

Quadro 1: Resultados da análise de conteúdo

		PERFORMANCE
Entrevistado	Questionamento	Trechos das entrevistas/ evidência de performance que emergiram
R8	O agricultor familiar faz planejamento por meio de projetos, por exemplo, ele queria comprar um carro ano que vem, então ele coloca isso como meta e vai acompanhando?	"Então em termo de configuração da meta ela é muito vinculada a renda ou ao capital"
	O agricultor familiar faz planejamento por meio de projetos, por exemplo, ele queria comprar um carro ano que vem, então ele coloca isso como meta e vai acompanhando?	"as metas até existe assim: o cara quer construir uma casa, quer melhorar a casa e tal, mas sempre fica vinculado ao se ele tem ou se não tem [recursos para fazer]"
	O senhor disse que produtividade seria inviável na agricultura familiar, quais indicadores eu poderia utiliza para medir performance?	[...] ver o processo, como é que ele começou? e isso às vezes é fácil né, talvez você resgatar um pouco do histórico dele, quando o senhor começou, como é que era? A eu tinha terra e a casa, não tinha água, a água vinha pelo caminhão pipa, ou vinha pela rede da associação, né, depois o cara fez o poço, depois do poço ele fez uma varanda, na casa, certo? Então as coisas foram se modificando né? E aí se você for analisar quem é mais eficiente, ou menos eficiente, eu acho que é mais eficiente na minha análise, aquele que cresceu na aptidão que ele tem. Se é agricultura, agricultura, se é gado de leite, gado de leite. Por exemplo, eu conheço uma senhora daqui do Itamarati tá? Que ela só plantava pimentão, ela tinha todo ano, cinco mil pés de pimentão e as coisas que ela tinha em casa foram conquistadas com esses cinco mil, então tá? Então está aí, alguém diz: ah mas ela não diversifico..., eu acho que se ela manteve, então é sinal de quê? De que ela adaptou o seu negócio ao mercado né? Agora se ela cresceu, foi para dez mil pés, então o que aconteceu: ela evoluiu, eu acho que os indicadores têm que sair por aí, tá? Porque tipo valores... não né? Então talvez você indagar quantidade de terra que ele usa né? Quando ele começou né? Ah ele usava quanto? Ah eu usava dez por cento da área. Quanto o senhor usa hoje? Hoje eu uso cem por cento... Então eu acho que esse é um indicador.
R6	Como eu poderia medir performance dos agricultores familiares? Pela performance seria possível?	[...] eu não entendo por que você, como administrador, quer saber a performance agrônômica a produtividade. Eu acredito que para você, como administrador, o papel de gestão, de administração da propriedade seria mais interessante para saber a performance da propriedade, independe do que o cara escolheu fazer entendeu? Financeiramente, por exemplo, é o financeiro, porque assim quem escolheu foi ele né, se vai ter galinha ou não vai ter, se vai ser alface ou vai ser rúcula e se ele escolheu rúcula por algum motivo, como ele ganhou semente, ele por algum motivo ele fez isso entendeu? Eu acho que talvez o o a eficiência da propriedade dele como agricultor familiar seria mais válido outro indicador [diferente de produtividade]. Para falar, eu não sei que te falar. Então vai ser difícil. Porque se você ia ter que padronizar [para ver produtividade], só os de alface convencional. Só os de alface eh hidropônico. Entendeu? Não sei como você faria isso. Daria. Daria mas Então talvez algum indicador financeiro dele é melhor do que de produtividade.
R1	P: Como sabe se valeu a pena financeiramente a agricultura familiar?	" Por exemplo, esse mês foi entrando dinheiro e foi pagando as contas, se pagou tudo e sobrou um dinheirinho... é assim que é, desse jeito."
	Como você sabe responder essa pergunta? Por qual motivo você acredita que está indo bem?	"Eu falo assim, porque que nem eu te falei, nos foi para lá, bem dizer só com a roupa do corpo, nós perdemos tudo. Nós foi morar lá, meu marido fez uma casinha para nós lá, não tinha piso, não tinha janela, não tinha porta, não tinha nada, encostava uma telha lá e era a porta e era a janela. Para quem viveu a vida toda sossegado lá em uma casa de vinte poucas peças lá, carro do ano, tudo, você ir lá ficar com a caminhonete, digamos de eu vou falar... eu não sei dizer, mas era bem velhinha. Depois nós foi trabalhando, foi trabalhando, agora nossa casa, não é uma casa toda "acabadinha", já mas tem acho que umas doze peças, a área é grande em volta, eu tenho carro, tenho uma S10, minha filha tem esse carro aqui, meu neto tem o carro dele. Então eu acho que, para mim, pelo jeito que eu fui para lá... eu acho que para mim a agricultura foi minha salvação."
R2	Como você sabe que o negócio está indo bem?	"Por que a gente está conseguindo fechar as contas, sobrar dinheiro, para toda a família. Todo mundo tem seu salário dentro da propriedade e está em dia graças a Deus" 17
R3	Como você sabe que o negócio está indo bem?	"Hoje eu observo esse cenário [pandemia] e vejo as outras famílias como estão, dificuldade de produto não tendo gente pra trabalhar...e percebo que a gente está bem [...] a gente planta, tem o que comer, tem produto pra vender [...] e a gente tira uma base com o ano passado."

Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, a análise de conteúdo fez emergir as variáveis ligadas performance. De fato, conforme discutido por diversos autores (PINHO, 1986; MENEGÁRIO 2000; BIALOSKORSKI NETO et al, 2006; CARVALHO; BIALOSKORSKI NETO, 2008; MARTINS E LUCATO, 2000; QUEIROZ, 2022), a criação de indicadores de performance tem certos entraves, devido a agricultura familiar possuir dimensões econômicas e sociais.

Os produtores familiares geralmente não efetuam registros de suas atividades, dificultando assim, a criação de indicadores financeiros de performance. Ainda há uma dificuldade comparativa, pois, a agricultura familiar conta com uma variedade de produtos, com processos inter-relacionados visando o aproveitamento de materiais em processamento oriundos de uma etapa produtiva que são utilizados outra. Isso dificulta a utilização de indicadores de produtividade na comparação entre agricultores familiares, pois cada família possui produtos diferentes, em diversas quantidades, por meio de processos produtivos distintos. Entretanto, o resultado dessa pesquisa aponta que os agricultores familiares possuem uma percepção informal da evolução familiar/empresarial utilizada por meio de avaliação patrimonial e produtiva.

Dessa forma, a pesquisa verificou que a percepção da evolução familiar e empresarial, apesar de contar com a interpretação do respondente como limitação, possibilita a criação de um instrumento de coleta para mensurar e comparar a performance de agricultores familiares. Como há como hipótese, que as percepções das famílias serão diferentes, é possível que um indicador de performance, que conte com a percepção da evolução familiar e empresarial, apresente resultados que consiga capturar a variabilidade de performance entre agricultores familiares.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou discutir possibilidades para a criação de indicadores de performance na agricultura familiar. Para tal foram efetuadas análises das entrevistas elaboradas com os especialistas técnicos, especialistas financeiros, agentes públicos, agrônomos e agricultores familiares.

Foi constatado que a utilização de controles informais, dificulta a criação de indicadores de performance para mensurar a gestão dos agricultores familiares. Indicadores de produtividade, também podem ser ineficientes na comparação de diferentes famílias, pois os agricultores familiares possuem atividades muito particulares, com diferentes produtos e processos inter-relacionados de atividades produtivas e tarefas domiciliares. Entretanto, os resultados apontam que os produtores familiares utilizam a percepção da evolução familiar/empresarial, por meio da avaliação patrimonial e produtiva, para determinar sua performance.

Essa constatação possibilita a criação de escalas e instrumentos de coleta que consigam capturar a percepção sobre a avaliação da evolução patrimonial e produtiva dos agricultores familiares. Um instrumento que consiga capturar a variabilidade da performance de agricultores familiares pode contribuir com a avaliação dos pequenos empreendimentos sociais e também verificar a eficácia dos recursos empregados por meio das políticas públicas ligadas à agricultura familiar. Com a mensuração da performance em empreendimentos sociais, políticas públicas podem ser mais eficazes.

Apesar do trabalho possuir a limitação do agricultor familiar possivelmente contar com vieses psicológicos na análise de sua própria evolução patrimonial e produtiva, a possibilidade de elaboração de indicadores de performance, que se aproximam da realidade, pode ser uma importante contribuição teórica a fim de auxiliar futuras pesquisas que busquem verificar o desempenho dos agricultores familiares. Sugere-se que outras pesquisas aprofundem a temática buscando propor um instrumento de coleta que mensure a performance de agricultores familiares.

REFERÊNCIAS

- [1] BARDIN. L. Análise de conteúdo. Lisboa: Editora Edições 70, 1977.
- [2] BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo; NAGANO, Marcelo Seido; DA COSTA MORAES, Marcelo Botelho. Utilização de redes neurais artificiais para avaliação socioeconômica: uma aplicação em cooperativas. Revista de Administração-RAUSP, v. 41, n. 1, p. 59-68, 2006.
- [3] BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Brasília, 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629.htm>. Acesso em: 07 set. 2022.

- [4] BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm>. Acesso em: 07 set. 2022.
- [5] BRESSAN, Valéria Gama Fully; BRAGA, Marcelo José; LIMA, João Eustáquio de. Avaliação de estratégias financeiras das cooperativas de cafeicultores do estado de Minas Gerais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 40, n. 4, p. 769-788, 2002.
- [6] CALLADO, Antônio André Cunha; CALLADO, Aldo Leonardo Cunha; MACHADO, Márcio André Veras. Indicadores de desempenho operacional e econômico: um estudo exploratório no contexto do agronegócio. *Revista de Negócios*, v. 12, n. 1, p. 3-15, 2007.
- [7] CANZIANI, José Roberto Fernandes. Assessoria Administrativa a Produtores Rurais no Brasil. 2001, 237 f. 2001. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências-Área de Concentração: Economia Aplicada), Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- [8] CARVALHO, Flavio Leonel; BIALOSKORSKI NETO, Sigismundo. Indicadores de avaliação de desempenho econômico em cooperativas agropecuárias: um estudo em cooperativas paulistas. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 10, n. 3, 2008.
- [9] CARVALHO, Leandro Vinícios; DE ALMEIDA, Roselaine Bonfim; DA SILVA, Jonathan Gonçalves. Análise dos financiamentos para a agricultura familiar na região sul e seus estados. *DRd-Desenvolvimento Regional em debate*, v. 12, n. ed. esp. Dossie, p. 89-116, 2022.
- [10] CHRIST, Katherine L.; BURRITT, Roger L. Water management accounting: A framework for corporate practice. *Journal of cleaner production*, v. 152, p. 379-386, 2017.
- [11] COSTA, Flaviano; DA CRUZ, Ana Paula Capuano; ESPEJO, Márcia Maria dos Santos Bortolucci. Paradoxo na utilização de artefatos contábeis gerenciais: discussão sobre a influência de fatores inconscientes inspirada em conceitos preconizados pela psicologia analítica. *Revista Universo Contábil*, v. 7, n. 3, p. 59-76, 2011.
- [12] CUNHA, Wellington José; COLOSIMO, Enrico Antônio. Intervalos de confiança bootstrap para modelos de regressão com erros de medida. *Rev. Mat. Estat*, v. 21, n. 2, p. 25-41, 2003.
- [13] DAVIS, Susan M. Social entrepreneurship: Towards an entrepreneurial culture for social and economic development. Available at SSRN 978868, 2002.
- [14] DEES, J. G. The Meaning of Social Entrepreneurship. Retrieved May 3, 2009. 2001.
- [15] DOS SANTOS, Luana Ferreira; FERREIRA, Marco Aurélio Marques; DE CAMPOS, Ana Paula Teixeira. Barreiras de desempenho e políticas públicas: análise em cooperativas de agricultura familiar. *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, v. 24, n. 77, 2019.
- [16] ESPEJO, Márcia Maria dos Santos Bortolucci; PORTULHAK, Henrique; MARTINS, Daiana Bragueto. Práticas de controle gerencial em hospitais universitários federais. *Gestão & Regionalidade*, v. 31, n. 92, p. 39-52, 2015.
- [17] ESPEJO, M. M. S. B., COSTA, F., CRUZ, A. P. C. D.; ALMEIDA, L. B. D. Uma análise crítico-reflexiva da compreensão da adoção dos artefatos de contabilidade gerencial sob uma lente alternativa a contribuição de abordagens organizacionais. *Revista de contabilidade e organizações - FEARP/USP*, v. 3, n. 5, p. 25-43, 2009.
- [18] FERNANDES, B. M. Espaços agrários de inclusão social: novas configurações do campo brasileiro. In: XVI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Petrolina, 2002.
- [19] FERREIRA, Aldónio; OTLEY, David. The design and use of performance management systems: An extended framework for analysis. *Management accounting research*, v. 20, n. 4, p. 263-282, 2009.
- [20] FISS, Peer C. Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research. *Academy of management journal*, v. 54, n. 2, p. 393-420, 2011.
- [21] GIMENES, Régio Marcio Toesca; URIBE-OPAZO, Miguel Angel. Modelos multivariantes para a previsão de insolvência em cooperativas agropecuárias: uma comparação entre a análise discriminante e de probabilidade condicional-Logit. *Contabilidade Vista & Revista*, v. 14, n. 3, p. 45-64, 2003.
- [22] GOMES, Kever Bruno Paradelo; MARTINS, Rosana de Carvalho Cristo. Educação e sustentabilidade no ambiente rural: um estudo de caso sobre a percepção de agricultores familiares. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e507974429-e507974429, 2020.
- [23] GURA, Andréia; ZAHAIKEVITCH, Everaldo Veres; FONSECA, Maria Helena da; BITTENCOURT, Juliana Vitória Messias. Políticas públicas de desenvolvimento da agricultura familiar no Brasil In: CONBREPRO, 2017, Ponta Grossa. Anais VII Congresso Brasileiro de engenharia de produção, 2017.
- [24] HALL, Matthew. The effect of comprehensive performance measurement systems on role clarity, psychological empowerment and managerial performance. *Accounting, Organizations and Society*, v. 33, n. 2-3, p. 141-163, 2008.

- [25] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2011.
- [26] IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2017.
- [27] ISIDORO, C.; FACCI, N.; ESPEJO, M. M.; GARCIA, P. M. A utilização de artefatos de contabilidade gerencial em cooperativas agropecuárias. *Revista de Contabilidade da UFBA*, v. 6, n. 2, p. 39-55, 2012.
- [28] LIMA, Afonso Carneiro; SILVEIRA, J. A. G. D.; SILVA, S. H. F. D.; CHING, H. Y. Target costing: exploring the concept and its relation to competitiveness in agribusiness. *Custos e Agronegocio OnLine*, 2016.
- [29] MACEDO, Luís Otávio Bau. Modernização da pecuária de corte bovina no Brasil e a importância do crédito rural. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 35-36, 2005.
- [30] MACEDO, Marcelo Álvaro da Silva. Eficiência Produtiva de Unidades Agrárias: o uso de Análise Envoltória de Dados na avaliação do desempenho de conversão de insumos em produtos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 5, 2005, Campinas. Anais do V Congresso da ABAR. Campinas: ABAR, 2005.
- [31] MACEDO, Marcelo Álvaro da Silva; ALMEIDA, Kátia de. Análise do desempenho organizacional no agronegócio brasileiro: aplicando à agroindústria de papel e celulose. *Revista de Educação e Pesquisa em Contabilidade*, v. 3, n. 1, p. 25-45, 2009.
- [32] MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Safra. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/plano-safra>>. Acesso em: 04 de março 2021.
- [33] MARAFON, Gláucio José; RIBEIRO, Miguel Ângelo. Agricultura familiar, pluriatividade e turismo rural: reflexões a partir do território fluminense. *Revista Rio de Janeiro*, n. 18-19, p. 111-130, 2006.
- [34] MARQUES, Leandro et al. Artefatos da contabilidade gerencial: um estudo em cursos de graduação de Ciências Contábeis da Região Sul do Brasil. *ConTexto*, v. 16, n. 34, p. 1279-1299, 2016.
- [35] MARTINS, Fellipe Silva; LUCATO, Wagner Cezar. Structural production factors' impact on the financial performance of agribusiness cooperatives in Brazil. *International Journal of Operations & Production Management*, 2018.
- [36] MENEGÁRIO, A. H. Emprego de indicadores sócio econômico na avaliação financeira de cooperativas agropecuárias. 2000. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.
- [37] NAVARRO, Z. A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. São Paulo: IPEA, 2010.
- [38] OTLEY, David. Management control in contemporary organizations: towards a wider framework. *Management accounting research*, v. 5, n. 3-4, p. 289-299, 1994.
- [39] PAUL, Catherine et al. Scale economies and efficiency in US agriculture: are traditional farms history?. *Journal of Productivity Analysis*, v. 22, n. 3, p. 185-205, 2004.
- [40] PINHO, D. B. A cooperativa: associação de pessoas e empresa econômica. A empresa cooperativa: análise social, financeira e contábil. São Paulo: Coopercultura, p. 9-17, 1986.
- [41] QUEIROZ, Andre Felipe. Práticas de controle gerencial e fomentos voltados à agricultura familiar: um framework teórico. Tese. (Doutorado em Administração) Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2022.
- [42] RAFAELI, L.; MÜLLER, C.J. Estruturação de um índice consolidado de desempenho utilizando o AHP. *Gestão e Produção (UFSCar)*, v.14, p.363-377, 2007.
- [43] RIBEIRO, Gustavo Costa; MONDO, Tiago Savi. Pluriatividade Rural: a percepção de agricultores de Lages, Santa Catarina, sobre a oferta de hospedagem. *Turismo e Sociedade*, v. 12, n. 2, 2019.
- [44] SANGALLI, Adriana Rita et al. AGRICULTURA FAMILIAR EM MATO GROSSO DO SUL: participação das mulheres e contribuições para o desenvolvimento econômico. *ENCONTRO PARANAENSE DE ECONOMIA*, v. 8, p. 1-20, 2010.
- [45] SILVA, Osvaldo Heller. Agricultura familiar: diversidade e adaptabilidade. *Revista de Sociologia e Política*, n. 12, p. 161-167, 1999.
- [46] SILVA, Sandro Pereira. Políticas públicas, agricultura familiar e desenvolvimento territorial. *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, v. 16, n. 58, 2011.
- [47] SILVA, G. G.; CHEUNG, T. L.; VILPOUX, O. F.; SANCHES, F. T. Capital Social e Cooperação na Agricultura Familiar: uma análise comparativa entre os estados de Mato Grosso do Sul e Santa Catarina. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 16, n. 2, p. 153-166, 2014.
- [48] SIMONS, R. Levers of Control: How managers use innovative control systems to drive strategic renewal. p. 232. Boston: Harvard Business Press, 1995.

- [49] SCHNEIDER, Sergio. A pluriatividade na agricultura familiar. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2003.
- [50] TEIXEIRA, A. J. C.; GONZAGA, R. P., SANTOS, A. D. V. S. M.; NOSSA, V. A utilização de ferramentas de contabilidade gerencial nas empresas do Estado do Espírito Santo. BBR-Brazilian Business Review, v. 8, n. 3, p. 108-127, 2011.
- [51] VILPOUX, Olivier François; OLIVEIRA, M. de. Sustentabilidade e agricultura familiar. Curitiba, PR: CRV, 2011.
- [52] WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. O lugar dos rurais: o meio rural no Brasil moderno. In: Resumo dos Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Natal-RN. 1997.
- [53] _____. Raízes históricas do campesinato brasileiro. Agricultura familiar: realidades e perspectivas, v. 3, p. 21-55, 1999.

Capítulo 3

Fomentos voltados à agricultura familiar: Uma proposta de tipológica

André Felipe Queiroz

Márcia Maria dos Santos Bertolucci Espejo

Maria Cláudia Mancuelho Malta

Fábio Henrique Paniagua Mendieta

Lesley Soares Bueno

Resumo: O agronegócio é muito influenciado por políticas governamentais, que vão desde a facilitação de acesso a crédito até a concessão de terras (ZHENGFEI; LANSISK, 2006). No Brasil, parte relevante do agronegócio está relacionado com a agricultura familiar, que conforme legislação vigente, caracteriza quem pratica atividades no meio rural e concomitantemente: não detém, a qualquer título, área maior do que quatro módulos fiscais ; utiliza, predominantemente, mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. Entretanto, apesar da relevância da agricultura familiar no país e considerando a influência dos fomentos fornecidos para esse público, a literatura não apresenta uma classificação dos tipos de fomentos recebidos pelos agricultores familiares. Assim, o objetivo dessa pesquisa é propor uma classificação sobre os diferentes fomentos recebidos por agricultores familiares em território nacional. Para tal, foram efetuadas 7 entrevistas com especialistas e empregada análise de conteúdo. Os resultados apresentam 10 formas de fomentos para agricultura familiar no Brasil, categorizados em: fomentos de crédito; fomentos de terra; fomentos de educação; fomentos de auxílio técnico; fomentos de insumos para produção; fomentos de comercialização; fomentos de moradia; fomentos de alimentação; fomentos de máquinas e equipamentos; e fomentos de auxílio documental e projetos. O trabalho contribui com informações que podem gerar estudos futuros sobre a aplicabilidade, impactos e detalhamentos de cada tipo de fomento.

Palavras-chave: Agricultura Familiar; Fomentos Públicos; Agronegócio; Subsídios.

1. INTRODUÇÃO

Em um panorama mundial, o agronegócio é muito influenciado por políticas governamentais, que vão desde a facilitação de acesso a crédito até a concessão de terras (ZHENGFEI; LANSISK, 2006). Os autores Ndemewah, Menges e Hielb (2019) corroboram que o governo fomenta os fazendeiros por meio de doações e subsídios, fornecendo a esses produtores os fundos e os créditos necessários para financiar projetos de modernização da organização agrícola como, por exemplo, a aquisição de tecnologias ambientalmente amigáveis, produtivas e econômicas.

Sem o apoio de políticas públicas, por meio de fomentos, pequenos produtores rurais desaparecerão do mercado, já que não conseguem lidar com pressões do mercado da mesma forma que as grandes corporações (NDEMEWAH; MENGES; HIEBL, 2019). Por esse motivo, em diversos países, os governos adotam medidas de equidade e fornecem mais apoio aos agricultores que possuem poucos recursos (CHINNAPA; NAGARA, 2007). Dessa maneira, os fomentos auxiliam os pequenos produtores a melhorarem sua performance.

No Brasil, o governo emprega políticas públicas de auxílio ao pequeno produtor. Especificamente relacionados à agricultura familiar são destacados o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o Programa Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), consolidados em conjunto com o Plano Safra do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2021). Segundo o MAPA (2021) no Plano Safra 2021/2022, que atende, entre outros, o pequeno e médio produtor, o governo reservou R\$ 251,2 bilhões, liberando mais verbas para fomento e crédito aos pequenos produtores. O PRONAF recebeu um aumento de 19% de investimento em comparação com o ano anterior (MAPA, 2021).

A relevância da agricultura familiar no Brasil é observada por meio dos dados do Censo Agropecuário de 2017 que, segundo a Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (2017) demonstra que do total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, 77% pertencem a grupos familiares, sendo aproximadamente 3,8 milhões de estabelecimentos e representando 23% da área total, em hectares, de estabelecimentos agropecuários no país. Conforme dados do Censo Agropecuário (2006) a agricultura familiar compõe a base econômica de 90% dos municípios brasileiros que possuem até 20 mil habitantes, e representa 35% do produto interno bruto nacional. É possível compreender a partir dessas informações o papel que a agricultura familiar exerce no desenvolvimento econômico do Brasil.

Além dos fomentos fornecidos pelo Estado, as pequenas propriedades rurais possuem opções de linhas de crédito disponibilizadas por meio de bancos na iniciativa privada e cooperativas de crédito (TRENTIN; QUARESMA, 2022; CARVALHO et al., 2022; BÜTTENBENDER et al., 2022). O crédito pode financiar as atividades agrícolas, possibilitar o investimento em mecanização e ampliar o poder de compra na negociação de insumos, fatores que podem aumentar a competitividade das propriedades agrícolas.

Dessa forma, ao verificar na literatura que a relação sobre o fomento e as práticas de controle gerencial em pequenas propriedades rurais empiricamente não possui estudos publicados no Brasil, essa pesquisa tem como objetivo geral propor uma classificação sobre os diferentes fomentos recebidos por agricultores familiares em território nacional.

O ineditismo desse trabalho está em fornecer uma tipologia por meio de pesquisas empíricas realizadas com agricultores familiares, agrônomos, agentes financeiros, técnicos ligados a prestação de serviço aos agricultores familiares e agentes públicos. O Brasil possui aproximadamente cinco milhões de estabelecimentos agropecuários e mais de 15 milhões de pessoas ocupadas em áreas rurais (IBGE, 2017). A tipificação observada nos tipos de fomento utilizados permitirá maiores discussões futuras sobre onde empregar recursos públicos e privados para suporte financeiro e técnico aos agricultores familiares. A seguir é apresentado o referencial teórico do trabalho sobre agricultura familiar e fomentos.

2. AGRICULTURA FAMILIAR

A agricultura familiar é um conceito genérico que incorpora uma diversidade de situações específicas e particulares (WANDERLEY, 1999). Entretanto, existe consenso sobre certos aspectos: a produção familiar é caracterizada pelo trabalho familiar na exploração agropecuária, a gestão e o trabalho são intimamente ligados e a propriedade dos meios de produção, médias ou relativamente pequenas, pertencem aos proprietários (MARAFON; RIBEIRO, 2006).

No Brasil, a realidade rural é bem distinta das sociedades de capitalismo avançado (WANDERLEY, 1997). Conforme as perspectivas sociológicas de Wanderley (1997) e Silva (1999), a produção acadêmica sobre a

agricultura familiar brasileira aponta quatro eixos temáticos. O primeiro eixo considera a migração das formas tradicionais de produção e reprodução do campesinato para uma sociedade colonial e escravista. O segundo explora as perspectivas da produção familiar frente à modernização da sociedade e da agricultura. O terceiro eixo versa sobre os conflitos em torno da posse da terra, as frustrações da reforma agrária deformada em projetos de colonização. E por fim, o quarto eixo considera os movimentos sociais agrários, ressignificando a reforma agrária (WANDERLEY, 1997). Esse trabalho adota o segundo eixo sociológico, referindo-se, portanto, sobre as necessidades das organizações familiares relacionadas à eficiência produtiva.

As definições para agricultura familiar no Brasil eram inicialmente caracterizadas como agricultura de subsistência, de pequena produção e pobreza rural (BEZERRA; SCHLINDWEIN, 2017). A partir dos anos de 1990, a agricultura familiar passou a ser considerada pela sua categoria social e produtiva, sendo criadas e implantadas políticas públicas a seu favor. Anteriormente a esse período, as políticas públicas eram destinadas às médias e às grandes propriedades rurais (ESQUERDO-SOUZA; BERGAMASCO, 2015; BEZERRA; SCHLINDWEIN, 2017).

Contemporaneamente no Brasil, a Agricultura Familiar foi oficializada em 2006 por meio da Lei 11.326, de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006), que considerou como agricultor familiar e empreendedor familiar rural quem pratica atividades no meio rural e concomitantemente: não detém, a qualquer título, área maior do que quatro módulos fiscais; utiliza, predominantemente, mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

Conforme Silva et al. (2014) o módulo fiscal serve de parâmetro para a classificação fundiária do imóvel rural quanto à sua dimensão. De acordo com o art. 4º da Lei nº 8.629/93, “Minifúndio” é imóvel rural de área inferior a um módulo fiscal; “Pequena propriedade” um imóvel rural de área compreendida entre um e quatro módulos fiscais; “Média propriedade” um imóvel rural de área compreendida entre quatro e quinze módulos fiscais; “Grande Propriedade” imóvel rural de área superior a quinze módulos fiscais (BRASIL, 1993).

A visão da agricultura familiar como segmento produtivo que merece um ambiente institucional favorável para o desenvolvimento de suas atividades é um fato relativamente novo na sociedade brasileira (SILVA, 2011). Conforme Abramovay (2000) a valorização da agricultura familiar no Brasil ocorreu de acordo com três planos distintos: o primeiro plano é o plano intelectual derivado do surgimento de diversas pesquisas que permitiram estratificar e analisar toda a heterogeneidade da agricultura familiar no país, além de destacar sua relevância socioeconômica; o segundo plano é o das políticas públicas e a intensificação dos projetos de assentamentos de reforma agrária durante a década de 1990; e o terceiro corresponde a um conjunto de forças organizadas pautadas na afirmação da viabilidade econômica da produção familiar e na consolidação como segmento importante para a economia social.

A história da agricultura familiar no Brasil possui ligação direta com as políticas públicas criadas para sua finalidade. Conforme Grisa e Schneider (2014), o Brasil é marcado por três gerações de políticas públicas voltadas à agricultura familiar. A primeira geração é pautada pelo fortalecimento do viés agrícola e agrário da categoria social; são características dessa geração a emergência das políticas para a agricultura familiar e a conformação de um referencial de política pública agrícola e agrário. Conforme os autores, desde os anos de 1950 o Estado brasileiro adotou uma política desenvolvimentista favorecendo a economia industrial. Entretanto, a partir de 1960 o país começou a sofrer uma crise no abastecimento alimentar brasileiro; tal crise gerou duas categorias de reivindicações contrárias: um conjunto de reformas base e a modernização da agricultura. Essa última sendo implementada e beneficiando em grande parte os agricultores de médias e grandes propriedades localizados no sul e sudeste do país, deixando os agricultores familiares excluídos da participação nas principais políticas públicas (GRISA; SCHNEIDER, 2014). Em 1970, as reivindicações por reforma agrária e políticas públicas ao pequeno produtor aumentaram. Com a redemocratização do país, em 1988, as solicitações do pequeno produtor geraram a Lei Agrícola que ainda beneficiava pouco o agricultor familiar. Também cabe ressaltar, que nessa época, as políticas neoliberais com a redução da participação do Estado ameaçavam ainda mais os pequenos agricultores. A piora da situação fez aumentar a pressão dos pequenos agricultores ao Estado. A partir dos anos 1990, com a pressão social e aumento de pesquisas acadêmicas sobre a temática, o Estado criou a primeira política nacional direcionada especificamente para agricultores familiares, o PRONAF. O PRONAF e as políticas de assentamento de terra demarcam a primeira geração de políticas públicas para a agricultura familiar no Brasil (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

A segunda geração é focada em políticas sociais e assistenciais (GRISA; SCHNEIDER, 2014). A partir de 1997, o programa Comunidade Solidária adotou diversas políticas sociais e assistenciais incluindo a agricultura familiar. Nos anos 2000 programas sociais como o Fome Zero, Bolsa Família, Garantia Safra (2002) e Territórios da Cidadania (2008) fomentaram as famílias socialmente fragilizadas. Em 2003 o programa Habitação Rural abriu linhas de crédito para aquisição de máquinas e utensílios agrícolas. A geração de políticas com enfoque em ações de cunho social e assistencial foi indicada por analistas e mesmo por gestores públicos como a responsável pela redução da pobreza e da desigualdade no meio rural brasileiro (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

Por fim, a terceira geração é marcada pela construção de mercados orientados pela segurança alimentar e pela sustentabilidade ambiental (GRISA; SCHNEIDER, 2014). As demandas eram por maior segurança alimentar e pelo uso da agricultura familiar como meio de promover o acesso aos alimentos em um sistema agroalimentar mais equitativo. As discussões ressaltavam o potencial do mercado institucional (alimentação escolar, hospitais, presídios, distribuição de cestas básicas etc.), por meio do fortalecimento da agricultura familiar considerando os elementos de tradições alimentares regionais. Ideias, essas, que culminaram na criação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), em 2003, e ganhou força em 2009 com o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). O PAA e o PNAE sofreram alterações, em 2012, que facilitaram a administração direta e indireta a adquirir alimentos da agricultura familiar por meio de chamadas públicas. Assim, com seus próprios recursos financeiros e com a dispensa de licitação, facilitando o acesso a mercados alimentares demandados por hospitais, quartéis, presídios, restaurantes universitários, refeitórios de creches e de escolas filantrópicas, entre outros, a agricultura familiar se fortaleceu (GRISA; SCHNEIDER, 2014).

3. FOMENTOS APLICADOS NA AGRICULTURA FAMILIAR

O termo “fomento” é usado de maneira genérica englobando diversas atividades relacionadas à promoção do desenvolvimento rural. A palavra fomento significa impulsionar ou estimular determinada região ou setor econômico, social ou cultural, mediante proteção ou auxílio, buscando seu desenvolvimento ou progresso (KENGEN, 2002; FISCHER, 2009; FISCHER; ZYLBERSZTAJN, 2012). Conforme Basso et al. (2012), no Brasil é comum o uso do termo fomento para caracterizar atividades centradas na promoção do desenvolvimento rural.

O fomento é um instrumento utilizado para promover e estimular o desenvolvimento e o progresso dos pequenos e médios produtores, com a finalidade de facilitar o acesso aos meios de produção, insumos, tecnologia e ao crédito (BASSO et al., 2012). Um programa de fomento pode ser desenvolvido pela iniciativa pública, privada, ou conjunta, quando envolve ações públicas e privadas (FISCHER, 2009; FISCHER; ZYLBERSZTAJN, 2012).

No Brasil, especificamente em um estudo efetuado no sul do país, os autores Basso et al. (2012) destacam que programas de fomento são praticados desde a década de 1970 em plantios de fumo e na integração dos suinocultores e avicultores com as agroindústrias locais. O governo brasileiro emprega algumas políticas públicas de fomento voltados à agricultura familiar; no ano de 1995 o governo fundou o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criando linhas especiais de crédito, destinadas ao apoio financeiro dos excluídos do sistema formal de crédito.

O PRONAF busca promover o desenvolvimento sustentável da unidade de produção familiar, fornecendo assistência financeira e técnica, na função de planejar, orientar, coordenar e monitorar a produção de alimentos em pequenas propriedades, para os pequenos produtores. Em 2004 o programa foi ampliado; os agricultores familiares conquistaram maior atenção do governo federal, bem como ações específicas destinadas a promover a melhoria das suas condições de vida (SERAFIM-JUNIOR et al., 2017). Antes do PRONAF, o apoio a essa categoria estava pulverizado em diferentes políticas setoriais - política agrícola, programas de colonização, política de combate à pobreza rural etc. - e em categorias operacionais (BUAINAIN, 2006).

Outros exemplos de políticas públicas são o Programa Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) que buscam gerar ações orientadas para criação de mercados institucionais focados em segurança alimentar e sustentabilidade (SERAFIM-JUNIOR et al., 2017). O PAA foi a primeira política pública de compra governamental de alimentos da agricultura familiar, instituída no país em 2003, com objetivo de estimular o consumo de alimentos da agricultura alimentar e promover o abastecimento alimentar (DOS SANTOS et al., 2019). O PNAE é uma política pública que gera um mercado

institucional e de incentivo para auxiliar a agricultura familiar, criando a obrigatoriedade¹ na aquisição de alimentos para abastecimento das escolas de rede pública em um percentual de no mínimo 30% para alimentos advindos da agricultura familiar (DOS SANTOS et al., 2019).

Segundo o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2021) para o Plano Safra 2021/2022, que atende ao pequeno e médio produtor, o governo reservou R\$ 251,2 bilhões de reais, liberando, pois, mais verbas para fomento de crédito dos pequenos produtores. Ainda de acordo com o MAPA (2021) o Plano Safra prevê aos beneficiários do PRONAF R\$ 39,2 bilhões à disposição para custeio, comercialização e investimento, um aumento de 19% nas verbas.

O Tesouro Nacional alocou mais recursos para fomentos do programa em relação aos demais, também foram restabelecidas condições de financiamento de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) ao agricultor familiar (MAPA, 2021). O agricultor familiar conta atualmente com seguro para cobertura da perda da safra no caso de seca, chuva excessiva, granizo, geada e outros problemas climáticos. Com esse fomento financeiro, mais de 10 milhões de hectares estão segurados; o seguro garante até 60% de subvenção para banana, maçã, uva, milho e soja (MAPA, 2021).

A literatura apresenta diversos indícios sobre a relação entre o recebimento de fomentos e a performance de organizações e de setores. Basso et al. (2012) concluíram que os programas de fomento e a integração vertical em agroindústrias contribuem para a melhoria de qualidade da produção no setor florestal. Macedo (2005) concluiu que o fomento em crédito rural foi um dos responsáveis pela modernização da pecuária de corte bovino no Brasil. Avellar (2009), ao comparar a participação de médias empresas do setor tecnológico em programas públicos de fomento voltados à inovação, em relação a empresas que não participaram de programas de fomento, concluiu que as empresas participantes ampliaram seu desempenho, indicando um aumento de 36% na receita líquida, aumento de 23% na produtividade do trabalho, aumento de 55% nos gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D) e incrementaram os gastos com atividades inovadoras em aproximadamente 40%.

Além dos fomentos fornecidos pelo Estado, as pequenas propriedades rurais possuem opções de linhas de crédito oferecidas por meio de bancos na iniciativa privada e cooperativas de crédito. O crédito pode financiar as atividades agrícolas, possibilitar o investimento em mecanização e ampliar o poder de compra na negociação de insumos, fatores que podem aumentar a competitividade das propriedades agrícolas. Outras organizações também fomentam o setor por meio de assistência técnica e gerencial, como é o caso do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR, Agência de Desenvolvimento Agrário de Extensão Rural - AGRAER, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE.

É possível verificar que o fomento ocorre por meio de diferentes tipos de investimentos governamentais (assistência técnica, assistência gerencial, assistência financeira, criação de mercados, oferta de seguros, dentre outros). Desta forma, essa pesquisa propõe levantar empiricamente e classificar os tipos de fomentos utilizados na agricultura familiar. A criação de uma tipologia sobre o fomento rural poderá auxiliar novas pesquisas sobre a temática. A seguir são apresentados os métodos e procedimentos do trabalho.

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Essa pesquisa é caracterizada como qualitativa que conforme Neves (1996) deve ser utilizada para compreender o caráter descritivo de um fenômeno complexo na sua totalidade. Ocorreu por meio de entrevistas abertas que segundo Boni e Quaresma (2005) possibilita maior proximidade entre entrevistador e entrevistado, o que permite ao entrevistador tocar em assuntos mais complexos e delicados, e posteriormente foi analisada por meio de análise de conteúdo que conforme Bardin (1977) é um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

A escolha dos entrevistados ocorreu inicialmente por conveniência e posteriormente foi utilizada a técnica "bola de neve", que segundo Baldin e Munhoz (2011), é uma técnica para pesquisas sociais que forma amostras não probabilísticas onde participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes, que

¹ Conforme o art. 14 da Lei nº 11.947/2009.

por sua vez indicam outros participantes até que seja alcançado o objetivo proposto. O critério de encerramento da coleta ocorreu ao atingir a saturação teórica dos temas. No total foram 7 entrevistas efetuadas, sendo 3 entrevistas com agentes técnicos de diferentes autarquias, 2 entrevistas com diferentes agentes financeiros, 1 agrônomo, docente e especializado em agricultura familiar e 1 agrônomo com experiência na atuação como agente financeiro e técnico no ramo de agricultura familiar.

As entrevistas com os agricultores familiares ocorreram entre agosto de 2020 a fevereiro de 2021 de forma presencial. Cada entrevistado foi abordado em local arejado, conforme as normas de biossegurança, sugerido pelo próprio, com tempo disponível para a coleta. As entrevistas com os especialistas e agentes ocorreram do formato online, devido ao agravamento da pandemia. Essas entrevistas ocorreram entre novembro de 2020 a março de 2021, houve uma breve explicação sobre o trabalho e sobre como ocorreria a coleta; foi então solicitada a permissão para gravar e coletar os áudios das entrevistas.

Após a coleta por meio das pesquisas, a análise de conteúdo foi empregada para classificar os tipos de fomentos informados pelos atores entrevistados. O procedimento da análise de conteúdo foi efetuado segundo o protocolo de Bardin (1977) por meio das fases: (1) pré-análise; (2) exploração do material; e (3) tratamento dos resultados e interpretações.

Utilizando as três fases das indicações de Bardin (1977), na fase de pré-análise (1) a leitura flutuante do corpus indicou inicialmente a formulação e as direções da análise, apontando os critérios sobre os níveis de recortes e as ideias para categorização. As categorias emergiram a posteriori da fase de pré-análise do conteúdo das entrevistas. Em seguida, na fase de exploração do material (2) os recortes foram efetuados, separados e agrupados por categorias. Para a etapa de tratamento de dados e interpretações (3), os resultados inicialmente foram sistematizados em um quadro. Posteriormente, inferências sobre as categorias foram efetuadas. Os recortes foram agrupados por similaridade visando obter uma classificação sobre os diferentes tipos de fomentos recebidos na agricultura familiar. Por fim, foram elaboradas as interpretações dos resultados finais. A seguir são apresentados os resultados das análises.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa pesquisa buscou caracterizar empiricamente os tipos de fomento voltados para a agricultura familiar. Para tal foram efetuadas análises das entrevistas elaboradas com os especialistas técnicos, especialistas financeiros, agentes públicos, agrônomos e agricultores familiares. Em todas as entrevistas foram efetuados os questionamentos: “quais tipos de fomentos existem na agricultura familiar?” “Como você agruparia esses fomentos informados, em categorias?”.

Os especialistas relataram tipos de fomentos muito próximos em suas respostas, sendo que as mesmas categorias eram relatadas por grande parte dos especialistas que geralmente alteravam apenas o nível de classificação. Uma exemplificação do que foi exposto é que todos os agentes abordaram o fomento de crédito bancário ao produtor, entretanto os agentes financeiros especificaram com maior nível de detalhes esses fomentos, distinguindo os tipos de crédito, as formas de obtenção e os regulamentos para seu acesso.

Foi utilizado como critério de agrupamento a proximidade dos fomentos e adotado como critério do nível o recorte que tratou a categoria de forma mais abrangente. Ao categorizar as respostas foram apurados dez tipos de fomentos diferentes utilizados na agricultura familiar. Os resultados são sistematizados no Quadro 1, apresentado a seguir que demonstra os respondentes, o questionamento efetuado, um recorte da resposta obtida e a categoria do fomento.

Quadro 1: Resultados da fase qualitativa da categorização de fomentos.**Entrevistado: Técnico**

Se eu pedisse para você caracterizar, de maneira geral, quais são os tipos de fomento, de ajuda, de subsídios que eles têm, e desses qual que a [agência estatal] auxilia?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
"Então quais são as grandes frentes da [agência estatal]? Temos quatro pilares aqui, vamos dizer assim, mas três são os que estão ligados direto ao produtor. Então. Então, o primeiro é o de assistência técnica e extensão rural, que é um braço muito forte da [agência estatal]. O outro é a regularização fundiária, devido a essa fusão de terras [...] aí nós temos a pesquisa, pesquisa agropecuária no Mato Grosso do Sul, que é um dos estados que ainda permanece com a pesquisa agropecuária estadual, alguns estados acabaram, ou meio que estão acabando a pesquisa, mas aqui nós temos ainda, então assistência da extensão rural, regularização fundiária e pesquisas. São essas três frentes grandes que a gente trabalha com o produtor".	Auxílio Técnico; Educação e Auxílio Documental e de Projetos
"As emendas parlamentares que justamente vêm para estruturar, para mexer com estrada, para mexer com comercialização, né? Para mexer, auxiliar na produção, no plantio, no manejo do solo, na colheita, tudo isso vem em forma de investimento, tá? Então entra os equipamentos, estruturas, agroindústria, por exemplo, né? Então o que a [agência estatal] faz? A [agência estatal], por ela estar presente ali no dia a dia com os grupos de produtores, então coleta muita demanda, certo? [...] Muitas das emendas parlamentares, boa parte vem para área rural e de preferência para agricultura familiar. Isso é algo que está aumentando a cada ano, né? Porque o público que demanda muito é o público que está no campo. Demanda dos parlamentares que eu falo, né? Então, além dessas áreas maiores de saúde, educação e justiça, muitos deles estão investindo na agricultura familiar, e tudo passa pela [agência estatal]. A [agência estatal] faz a proposta, a [agência estatal] faz o projeto, a [agência estatal] compra, a [agência estatal] licita, [agência estatal] executa, a [agência estatal] entrega e a [agência estatal] tem que acompanhar, tá? Só o que a gente faz? A gente levanta as demandas, né? Constantemente".	Crédito; Equipamentos e Máquinas; Insumos e Auxílio Documental e de Projetos
"A [agência estatal] mesmo já trabalhou muito pegando recursos do Governo Federal para atender públicos específicos da agricultura familiar".	Crédito
"Outra questão que nós somos executores aqui também são justamente de fomentos de estruturação, que são, igual você falou das [inaudível] mas têm armazéns, insumos, adubos, né? Por exemplo, calcário, hortaliça, existem algumas ações que a gente está fazendo. Já foi feito com sementes".	Equipamentos e Máquinas
"O estado subsidia o transporte para o produtor comprar o calcário que é o mais barato, entendeu? Então a gente está fazendo muito isso também".	Insumos
"Aí a parte de comercialização, que também a [agência estatal] está fazendo. Você vê, a gente está atacando muito em políticas públicas mesmo. Então, aqui é a merenda escolar e a questão da [outra instituição], que é a aquisição de alimentos. São dois grandes programas de compra, que pagam muito bem inclusive, os preços são assim, eu já vi preço acima do mercado, tá? Porque eles fazem uma média no Brasil. Então, remunera muito bem. [...] porque abre editais, então a gente orienta, a gente ajuda a fazer o projeto, né? A gente ajuda eles a se organizarem também, a como se planejar para vender escalonado, né? Então, é o PNAE e o PAA nós estamos fazendo também.	Comercialização
"A agroindústria que é da agricultura familiar, ela pode aderir a um projeto de isenção do Governo, o ICMS. Então, hoje nós temos, que chama para o pantanal, né? Programa. O que que ele é na verdade? Ele dá 100% de isenção do ICMS para quem tem a agroindústria familiar".	Comercialização

Entrevistado: Agente Financeiro

Quais tipos de fomento, tanto público quanto privado, geralmente a agricultura familiar pode receber? Que você lembre de cabeça. Quais ajudas? Quais auxílios que a agricultura familiar possui?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
"Bom, tem a [agência estatal] que é de graça. Uma assistência técnica de graça, acho que é a primeira coisa que a gente tem que pensar. A [entidade estatal], também, é de graça. Qualquer aula, esse tipo de aula é um exemplo, da moça do abacaxi, né?"	Educação
"Aí a segunda coisa que eu lembro, que eu posso te falar, são os valores de porcentagem, das taxas de juros para os financiamentos, que é bem menor para agricultura familiar. Outra coisa que é interessante é pra você pegar é um empréstimo rural, né?"	Crédito
"Olha, pela minha proximidade com algumas pessoas da [agência estatal] a gente vê que eles, a [agência estatal], tem dinheiro e tem interesse em fazer diversos cursos e diversos dias de campo para apresentar tecnologia para esse produtor [...]"	Auxílio Técnico

Entrevistado: Agrônomo

Conseguisse listar quais são os tipos de ajuda que existem para o agricultor familiar, o que existe de fomento de estado ou de prefeitura? O que existe disponível de ajuda do estado para agricultura familiar?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
"O que eu percebo que existe são linhas de crédito, tá?"	Crédito
"Em nível de estado, o que eu vejo é o que? O governo tem ajudado simplesmente com dinheiro. A parte de assistência é bem deficitária, porque não sei se você já foi na [agência estatal], é bom você fazer essa visita, né? É um verdadeiro sucateamento, né? Não tem combustível, não tem carro, você entendeu?"	Crédito
"Em nível de Mato Grosso do Sul, se eu disser para você que eu vejo acontecer é a parte de crédito. A prefeitura começou a fazer um trabalho legal não sei se você já percebeu. Pegou o ônibus né, aí vai lá, leva o produtor para poder fazer as feirinhas e vender, né?"	Comercialização
Quem tem feito a assistência em Ponta Porã? São as lojas agropecuárias. O cara procura lá, tem técnico, né? Ou às vezes tem o agrônomo, o veterinário e, a partir disso, ele faz o relacionamento de tirar dúvida, de se instruir, de se orientar, né? e tocar o processo.	Auxílio Técnico - Privado
"Então, acho que o que eu tenho conhecimento aqui é apenas o crédito, tá? Tem esse trabalho da prefeitura, mas assim não resolve. Por quê? Porque você cria a dependência do agricultor nesse processo, tá? Então se ele não tiver produção, ele não vai no ônibus, de repente ele não tem tempo de ir no ônibus. E se você for usar o meu conceito, se o cara for para uma feira dessas, alguma coisa vai deixar de ser feito na propriedade. Então acaba que ele vai uma, duas, três e depois desiste. Então acho que falta mais a parte de assistência técnica."	Crédito
"A [instituição] e a [instituição] tem cursos fabulosos que a cara faz. Mas, às vezes é um tiozinho lá, um cara um só vai o dedo no telefone digital, você entendeu? Aí é complicado".	Educação
[...] porque a casinha foi [ex-presidente] deu certo? O lote o [instituição] ou o estado deu né, que a maioria do pessoal aí assentado eles receberam a casinha da [ex-presidente] então foi lá e construiu a casinha né? E o que que ele fez além disso? Então aí eu acho que é isso que precisa ser avaliado no processo. [...]a história da casinha da [ex-presidente] se você não sabe começou com o [ex-presidente] tá? Eles colocavam um crédito de dinheiro no banco, tipo qual é a sua conta, minha conta é tal, então ele ia e colocava esse dinheiro lá, mas você só podia gastar esse dinheiro com material de construção tá? E você tinha que fazer a casa. Então que que acontece? Eh a o pedreiro né? O pedreiro que fez a casa, o electricista que fez a parte elétrica, encanador que fez a parte, isso aí não tinha como você pagar, mas o material sim, então a maioria conseguiu a casa assim, alguns são tão devagar, que digamos esse processo foi feito via associação, então foi o dinheiro na conta dele e aí vinha a associação pagaram o construtor para construir as casas tá, mas era colocado um dinheiro na do banco, tinha que ter a conta no banco e a pessoa só podia usar esse dinheiro com nota de material de construção E aí vem as coisas que você já sabe né? Se é para o governo, o cara tem que estar regulado, então nesse processo algumas lojas de material de construção, por exemplo né, se regularizaram pra estar atendendo esse povo, então é um monopólio de certa forma, se não foi, mas resolveu o cara tem a casa hoje tá?	Moradia
E tem alguns que estão recebendo tipo sacolão essas coisas até hoje, né? Eu conheço um pessoal que mora lá no [bairro da cidade] e que, de dois em dois meses vão ali no naquelas casas velhas, que você viu, lá de madeira antes de chegar no [local] para poder receber o dinheiro do governo, o auxílio do governo, o sacolão para poder se manter aí como como agricultor familiar. [...] sacolão de comida mesmo, manda a comida de tempo em tempo, e é distribuído pra quem não tem terra, para os sem-terra, mas também tem esse processo via associação para os assentados, os assentamentos mais novos, os mais velhos não tem mais, porque os mais velhos que acontece como já habilitou, alguns já pegaram PRONAF aí é cortado esse auxílio.	Alimentação
"Sim, isso aí é de associação. Esse caráter existe, tá! [...] então, boa parte dos equipamentos, você entendeu? Eles são via associação e isso tem. [existência de disponibilização de máquinas]"	Equipamentos e Máquinas

Entrevistado: Agente Financeiro

Quais tipos de fomento existe para a agricultura familiar?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
"A agricultura familiar possui um crédito muito diferente da agricultura empresarial. Você atende produtor que tem toda uma estrutura profissional, com um agrônomo especializado que é contratado, o pequeno produtor é extremamente qualificado tecnicamente, tecnológico ele é muito bem atendido no banco sobre o produto financeiro que ele adquire, seja o empréstimo, o investimento, então ele sabe muito bem o que ele está fazendo. Já a agricultura familiar não tem essa característica, porque esse pequeno produtor precisa de uma orientação técnica bem aprofundada para a atividade dele. Talvez até a atividade em si, cuidar do gado ou plantar a soja, não é algo que ele tenha tanta dificuldade, apesar de precisar de um assessoramento melhor do que o grande produtor empresarial. Mas quando se fala em negociação com bancos, por exemplo, a agricultura empresarial tem uma facilidade e um conhecimento muito mais aprofundado do que a agricultura familiar. Até por uma característica do produtor familiar ter menos conhecimento, ser mais humilde".	Crédito
"o manual do crédito rural diz que toda operação de crédito rural tem que ser sustentado por viabilidade econômica, então o produtor vai ter que contratar uma assistência técnica, pode ser uma assistência técnica privada como usuários de empresas de assessorias técnicas, ou pode ser uma empresa de assistência técnica pública como a [agência estatal], eles vão ter que construir um projeto, um plano, levantar dados de produção de clientes, o que ele vai fazer com o crédito, e se através desse plano a assessoria técnica conseguir comprovar, que aquele crédito do cliente é viável, ele vai ter o acesso ao recurso".	Auxílio Documental e de Projetos

Entrevistado: Agente Financeiro

Quais tipos de fomento existe para a agricultura familiar?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
"Posso te dizer o que existe dentro das linhas de crédito [...] para o produtor, o termo que a gente utiliza internamente na linguagem bancária com o beneficiário da agricultura familiar... normalmente dentro do sistema financeiro utilizamos o termo de PRONAFianos, então ele trabalha quase que integralmente nas linhas de crédito do quadro ligado ao plano PRONAF, eles trabalham em sua totalidade ou nas linhas de custeio ou nas linhas de investimento. As linhas de custeio são as linhas para custear uma safra específica, normalmente são linhas de um ano ou dois anos, que são linhas específicas de uma produção no ciclo de uma cultura específica, para quem trabalha com agricultura, para comprar semente, defensivo e insumo ou para quem trabalha nas linhas de investimento que são linhas de longo prazo comprar um trator, um equipamento de longo prazo. Automaticamente, hoje no banco, quando a pessoa passa pelo governo estadual ele vai ser encaminhado a alguém, uma unidade tática, que no nosso caso no Mato Grosso do Sul é a [agencia] ele vai ser enquadrado dentro do programa e vai ser direcionado de acordo com a necessidade dele, ou para um programa de custeio, se ele estiver começando, ou para um programa de investimento, ele vai poder pegar o maquinário, mas assim, fica importante frisar que pelo menos no Mato Grosso do Sul e acredito que no Brasil inteiro, todos trabalham dentro do âmbito do PRONAF e automaticamente eles procuram a [agencia estatal] e são encaminhados pra essas linhas dentro da necessidade de cada um deles."	Crédito

Entrevistado: Técnico

O que o [instituição] faz atualmente pela agricultura familiar?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
O [instituição] tem duas grandes ações, que são os cursos de formação profissional e de promoção social e tem a assistência técnica e gerencial, tem o centro de formação aqui, que é onde a gente forma técnicos. Dentro da agricultura familiar então a gente oferece as capacitações para os produtores, grande parte das capacitações que são o público de agricultura familiar, absorve são das cadeias de bovinocultura de leite da as questões de olericultura, fruticultura, que estão mais ligados aí aos hortifrúteis, alguma coisa ou outra relacionada a máquinas, mas eu não consigo te dar um número preciso assim. Mas a percepção é que eles absorvem mais essas cadeias aqui, dentro da assistência técnica nós temos doze cadeias produtivas que a gente assiste na assistência técnica em todas elas a gente tem agricultura familiar, tem a mão de obra familiar atuando nessas cadeias, só que a concentração maior também tá na bovinocultura de leite no programa aqui do horte e cultura, que engloba tanto a olericultura quanto fruticultura, alguma coisa também que grande parte também da apicultura Os produtores de apicultura são mão de obra familiar e alguma coisa da piscicultura e ovinocultura. Temos também, na agricultura familiar no grãos na bovinocultura de corte, nas outras cadeias, nos suínos e aves mas é uma concentração menor, mas em todas as cadeias estão presente a agricultura familiar	Auxílio Técnico e Educação.

Entrevistado: Agente Público

O que é fomentado na agricultura familiar efetivamente pela prefeitura?

Trechos das entrevistas/ evidência dos fomentos que emergiram	Fomentos por recorte
" [...] é a garantia que a gente tem que eles têm hoje da compra do produto deles, hoje a gente compra quarenta e sete por cento, dá três milhões ano, que está voltando diretamente para eles. Lá para o assentamento, são duas cooperativas, uma tem um contrato de dois milhões e meio e outra cooperativa é um contrato de quinhentos mil. Quinhentos mil reais somando aí três milhões no ano nessas cooperativas, a gente está falando em mais de trezentas famílias que estão sendo beneficiadas diretamente. Eu já tenho aí, dez por cento do número de assentados em Ponta Porã sendo beneficiados diretamente aí com o projeto da merenda escolar. do PNAE [...]	Comercialização
[...] temos uma feira livre aqui em Ponta Porã [...] tem cento trinta famílias que fazem parte desse projeto da feira do do agricultor. Então eles já têm a feirinha deles aí. Toda semana, quatro vezes na semana eles estão na cidade comercializando o produto deles. Em média cada produtor que faz parte aí, em forma de rodízio, dessa feira ele está tirando aí mil, mil e quinhentos até dois mil reais por semana, então você já está falando de cento famílias que estão sendo atendidas. A gente dá o transporte a prefeitura entra com o transporte. A gente tem um ônibus que foi adaptado para trazer eles pra Ponta Porã. Eles não têm despesa no traslado com o transporte, com o motorista, com nada, ele vem e vende o produto deles. E o que eles arrecadam fica para eles. O ônibus foi adaptado, eles conseguem trazer o produto, então é uma forma que a gente buscou de incentivar esses produtores.	Comercialização
[...] quarenta termos de sessões de uso entre implementos e maquinários, tratores, canteiradores, e outros implementos que ajudam eles no plantio. Esses quarenta termos de sessão de uso estão divididos em todos os assentamentos. Para você ter uma ideia, eu tenho um assentamento, Aba da Serra tem cinquenta famílias. Eu tenho duas patrulhas mecanizadas lá completa. Que eles dividiram a associação deles lá no Aba da Serra. Então as duas para não ter briga, as duas associações foram contempladas. E elas tem aí duas patrulhas mecanizadas completa que ajuda eles aí no plantio, e eles desenvolverem a produção deles. Então a gente tem aí, vamos dizer em vinte cooperativas e associações, nós temos um trator também e um e uma patrulha na aldeia Lima Campos que é uma aldeia aqui na saída pra Dourados e então a gente trabalha muito aí com a questão de da agricultura familiar [...]	Equipamentos e Máquinas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os diferentes fomentos disponibilizados para agricultores familiares no Brasil foram categorizados: fomentos de crédito; fomentos de terra; fomentos de educação; fomentos de auxílio técnico; fomentos de insumos para produção; fomentos de comercialização; fomentos de moradia; fomentos de alimentação; fomentos de máquinas e equipamentos; e fomentos de auxílio documental e projetos. De acordo com as entrevistas, as seguintes descrições dos tipos de fomentos foram apresentadas a seguir.

Os *fomentos de crédito* são valores que estão disponibilizados nas instituições financeiras públicas e privadas, além de cooperativas de crédito, em grande parte, por meio de recursos advindos do PRONAF. Conforme dados da pesquisa, o PRONAF se subdivide em duas grandes linhas: Risco União e Risco Instituição Financeira. As linhas provenientes do Risco União têm o governo federal como garantidor de crédito, possuem como foco agricultores familiares que necessitam de valores mais baixos para custeio ou investimento de suas atividades. Já as linhas de Risco Instituição Financeira, são valores maiores, mas que dependem da avaliação da instituição financeira na qual o agricultor está buscando o crédito. Conforme apontado pelos especialistas entrevistados, por se tratar de recurso público advindo do Plano Safra, as linhas provenientes do Risco União possuem uma grande necessidade de comprovações burocráticas e análises de viabilidade efetuadas por meio de projetos de custeio ou de investimento. Esses requisitos muitas vezes inviabilizam o crédito para o agricultor familiar que possui dificuldade em compreender, dispor da documentação e elaborar o projeto para conseguir o crédito.

Os *fomentos de terra* são fornecidos pelo Estado, por meio do desenvolvimento de suas políticas públicas para os agricultores familiares. De acordo com as entrevistas, incluem como beneficiados por esse tipo de fomento os assentados, índios, quilombolas, pescadores, ribeirinhos e contemplados pelo crédito fundiário.

Os *fomentos com educação* englobam as palestras, cursos, oficinas, ensino fundamental e médio, ensino técnico e profissionalizante, além do ensino superior. Esses fomentos podem ser oriundos de recursos públicos ou mesmo privados. São caracterizados na agricultura familiar pela aquisição de novas informações geralmente ligadas a inovações, tecnologia e formas de gestão. Nos resultados, as cooperativas e associações se demonstraram como agentes que também podem viabilizar esses fomentos.

Fomentos do tipo auxílio técnico são caracterizados por conhecimentos adquiridos que estão ligados ao processo produtivo do campo. Muitas vezes os auxílios técnicos ocorrem na propriedade dos agricultores familiares. Nos resultados, as cooperativas e associações se demonstraram como agentes que também podem viabilizar esses fomentos.

Fomentos de insumos de produção são caracterizados pelo recebimento de matéria prima ou de material auxiliar utilizado no processo produtivo. São exemplos advindos das análises fomentos de matéria prima ou de material auxiliar: o recebimento de sementes, de adubo e de calcário.

Os *fomentos de comercialização* são atividades ou políticas públicas que tenham como objetivo final auxiliar o agricultor familiar a vender seus produtos. Essa classificação possui uma variedade de exemplos distintos que surgiram nas entrevistas: a organização de feira municipal, o transporte de agricultores para pontos de comercialização, programas públicos como o PNAE para aquisição de alimentos dos agricultores familiares; isenção fiscal sobre a venda, dentre outros.

Os *fomentos de moradia* tratam-se de políticas públicas ligadas a aquisição de material de construção ou de serviços ligados a construção de moradia para famílias de agricultores familiares. Alguns exemplos de recursos fornecidos para a construção de material de construção foram evidenciados pelos entrevistados.

Os *fomentos de alimentação* abordam a entrega de alimentos para agricultores familiares. Segundo os resultados das análises, é preciso que as famílias se enquadrem aos requisitos exigidos pelos programas governamentais em vigência.

Fomento de máquinas e equipamentos são caracterizados pela cessão ou empréstimo de máquinas e equipamentos aos agricultores familiares. Os dados da pesquisa evidenciaram situações na qual essas máquinas e equipamentos são disponibilizadas com o operador para o agricultor familiar, entretanto, o produtor fica responsável pelo custeio da utilização da máquina, como combustível ou insumos utilizados. Geralmente essas operações ocorrem por meio de associações e cooperativas. Segundo os especialistas, o agricultor familiar que não é associado ou cooperado dificilmente tem acesso a esse tipo de fomento.

Fomento documental e projetos aborda aos serviços oferecidos por instituições e agências governamentais para regularização de terras, emissão de documentos ou elaboração de projetos. Estão incluídos nesse tipo de fomento a emissão da Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP) e a elaboração de projetos de viabilidade exigidos pelas instituições financeiras para liberação de crédito aos agricultores familiares.

A classificação sugerida, sobre as diversas formas de fomento pode auxiliar futuras pesquisas sobre a aplicação de recursos públicos para os produtores, contribuindo com sua a fixação no campo e oferecendo suporte para que eles desenvolvam suas atividades. Corroborando com os autores Ndemewah, Menges e Hiebl (2019), sem o apoio de políticas públicas, por meio de fomentos, pequenos produtores rurais desaparecerão do mercado, já que não conseguem lidar com pressões do mercado da mesma forma que as grandes corporações. Os resultados possibilitam futuras pesquisas que comparem a eficiência dos diferentes tipos de fomento, sem o recebimento de incentivos os pequenos produtores não são capazes de competir (PAUL et al., 2004; CHINNAPA; NAGARAJ, 2007; NDEMEWAH; MENGES; HIEBL, 2019). A seguir são apresentadas as considerações finais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa buscou propor uma classificação sobre os diferentes fomentos recebidos por agricultores familiares em território nacional. Para tal, foram efetuadas 7 entrevistas com especialistas e empregada análise de conteúdo.

Os resultados apontaram que os diferentes fomentos disponibilizados para agricultores familiares no Brasil são categorizados em: fomentos de crédito; fomentos de terra; fomentos de educação; fomentos de auxílio técnico; fomentos de insumos para produção; fomentos de comercialização; fomentos de moradia; fomentos de alimentação; fomentos de máquinas e equipamentos; e fomentos de auxílio documental e projetos.

Cada tipo de fomento possui suas subdivisões com atividades, atores e projetos distintos visando operacionalizar a entrega das políticas públicas aos agricultores familiares. A classificação proposta sobre as distintas formas de fomento traz maior compreensão ao tema e pode auxiliar futura pesquisas a oferecerem suporte para que o homem do campo desenvolva suas atividades.

Essa pesquisa possui como limitação o nível de detalhamento dos fomentos. Nessa pesquisa optou-se em adotar um nível mais abrangente para a categorização dos fomentos, entretanto, os fomentos possuem subdivisões a serem investigadas, estudos que respondam: quais as subdivisões de cada categoria de fomentos existem no Brasil? Ou ainda, quais formas de ensino são mais eficientes no fomento educação para agricultores familiares?

O trabalho contribui ainda, com informações que podem gerar estudos futuros sobre a aplicabilidade, impactos e detalhamentos de cada tipo de fomento.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRAMOVAY, R. O Capital social dos territórios: repensando o desenvolvimento rural. *Economia Aplicada*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 379-397, abr./jun. 2000.
- [2] AVELLAR, Ana Paula. Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. *Estudos Econômicos* (São Paulo), v. 39, n. 3, p. 629-649, 2009.
- [3] BALDIN, Nelma; MUNHOZ, Elzira M. Bagatin. Educação ambiental comunitária: uma experiência com a técnica de pesquisa snowball (bola de neve). *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 27, 2011.
- [4] BARDIN. L. Análise de conteúdo. Lisboa: Editora Edições 70, 1977.
- [5] BASSO, Vanessa Maria; JACOVINE, Laércio; GRIFFITH, James; NARDELLI, Aurea, ALVES, Ricardo; SOUZA, Agostinho. Programas de fomento rural no Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 71, p. 321, 2012.
- [6] BEZERRA, Gleicy Jardi; SCHLINDWEIN, Madalena Maria. Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil. *Interações (Campo Grande)*, v. 18, n. 1, p. 3-15, 2017.
- [7] BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. *Em tese*, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.
- [8] BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Brasília, 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629.htm>. Acesso em: 07 nov. 2019.
- [9] BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/11326.htm>. Acesso em: 07 nov. 2019.
- [10] BUAINAIN, Antônio Márcio. Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate. *CEP*, v. 71, p. 450, 2006.

- [11] BÜTTENBENDER, P. L.; BERKMANN, B. A.; SPAREMBERGER, A. Cooperativismo e crédito rural da agricultura familiar como fomento ao desenvolvimento sustentável: estudo em uma cooperativa de interação solidária. Informe GEPEC, v. 26, n. 1, p. 330-347, 2022.
- [12] CARVALHO, Leandro Vinícios; DE ALMEIDA, Roselaine Bonfim; DA SILVA, Jonathan Gonçalves. Análise dos financiamentos para a agricultura familiar na região sul e seus estados. DRd-Desenvolvimento Regional em debate, v. 12, n. ed. esp. Dossie, p. 89-116, 2022.
- [13] CHINNAPPA, B.; NAGARAJ, N. An economic analysis of public interventions for amelioration of irrigation-induced soil degradation. Agricultural Economics Research Review, v. 20, n. 347-2016-16645, p. 375-384, 2007.
- [14] DOS SANTOS, Luana Ferreira; FERREIRA, Marco Aurélio Marques; DE CAMPOS, Ana Paula Teixeira. Barreiras de desempenho e políticas públicas: análise em cooperativas de agricultura familiar. Cadernos Gestão Pública e Cidadania, v. 24, n. 77, 2019.
- [15] ESQUERDO-SOUZA, Vanilde Ferreira de; BERGAMASCO, Sonia M. Pessoa Pereira. Políticas públicas para a agricultura familiar brasileira: um estudo sobre o PRONAF nos municípios do circuito das frutas – SP. Revista Extensão Rural, Santa Maria, RS, v. 22, n. 1, jan./mar. 2015.
- [16] FISCHER, Augusto. O fomento na indústria de base florestal. Informe Gepec, v. 13, n. 2, p. 6-19, 2009.
- [17] FISCHER, Augusto; ZYLBERSZTAJN, Décio. O fomento florestal como alternativa de suprimento de matéria-prima na indústria brasileira de celulose. REAd. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre), v. 18, n. 2, p. 494-520, 2012.
- [18] GRISA, Catia; SCHNEIDER, Sergio. Três gerações de políticas públicas para a agricultura familiar e formas de interação entre sociedade e Estado no Brasil. Revista de economia e sociologia rural, v. 52, p. 125-146, 2014.
- [19] IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2017.
- [20] _____. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, 2016.
- [21] KENGEN, Sebastião. A política florestal brasileira: uma perspectiva histórica. Série Técnica IPEF, v. 14, 2001.
- [22] MACEDO, Luís Otávio Bau. Modernização da pecuária de corte bovina no Brasil e a importância do crédito rural. Agroanalysis, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 35-36, 2005.
- [23] MACEDO, Marcelo Álvaro da Silva. Eficiência Produtiva de Unidades Agrárias: o uso de Análise Envoltória de Dados na avaliação do desempenho de conversão de insumos em produtos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 5, 2005, Campinas. Anais do V Congresso da ABAR. Campinas: ABAR, 2005.
- [24] MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Sagra. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/plano-sagra>>. Acesso em: 04 de março 2021.
- [25] MARAFON, Gláucio José; RIBEIRO, Miguel Ângelo. Agricultura familiar, pluriatividade e turismo rural: reflexões a partir do território fluminense. Revista Rio de Janeiro, n. 18-19, p. 111-130, 2006.
- [26] NDEMEWAH, Sinclear R.; MENGES, Kevin; HIEBL, Martin RW. Management accounting research on farms: what is known and what needs knowing?. Journal of Accounting & Organizational Change, v. 15, n. 1, p. 58-86, 2019.
- [27] NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. Caderno de pesquisas em administração, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.
- [28] PAUL, Catherine et al. Scale economies and efficiency in US agriculture: are traditional farms history?. Journal of Productivity Analysis, v. 22, n. 3, p. 185-205, 2004.
- [29] SERAFIM-JUNIOR, Valdir; GRANDI, Adriana Maria; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor. Análise de trabalhos científicos relacionados ao desenvolvimento da agricultura familiar nas regiões brasileiras Analysis of scientific papers related to the development of family farming in the brazilian regions. AMBIÊNCIA, v. 13, n. 1, p. 245-259, 2017.
- [30] SILVA, Osvaldo Heller. Agricultura familiar: diversidade e adaptabilidade. Revista de Sociologia e Política, n. 12, p. 161-167, 1999.
- [31] SILVA, Sandro Pereira. Políticas públicas, agricultura familiar e desenvolvimento territorial. Cadernos Gestão Pública e Cidadania, v. 16, n. 58, 2011.
- [32] SILVA, G. G.; CHEUNG, T. L.; VILPOUX, O. F.; SANCHES, F. T. Capital Social e Cooperação na Agricultura Familiar: uma análise comparativa entre os estados de Mato Grosso do Sul e Santa Catarina. Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 16, n. 2, p. 153-166, 2014.
- [33] TRENTIN, Iran Carlos Lovis; QUARESMA, Alessandro Krueh. PRONAF: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar fazendo mais do mesmo no Brasil?. Extensão em Foco, n. 26, 2022.
- [34] WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. O lugar dos rurais: o meio rural no Brasil moderno. In: Resumo dos Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Natal-RN. 1997.
- [35] ZHENGFEI, Guan; OUDE LANSINK, Alfons. The source of productivity growth in Dutch agriculture: A perspective from finance. American journal of agricultural economics, v. 88, n. 3, p. 644-656, 2006.

Capítulo 4

Influência de políticas agropecuárias na arquitetura jurídica da sociedade cooperativa brasileira na Lei 5.764/71 – Panorama histórico

Igor Loureiro de Matos

Resumo: O processo de elaboração normativa é dinâmico e reflete o contexto em que a norma é produzida. O delineamento jurídico da sociedade cooperativa sofreu sucessivas alterações, no Brasil, desde o início do século XX. A atual lei geral de cooperativas do Brasil foi elaborada sob forte influência das políticas agropecuárias do regime militar (1964-1985). O objetivo deste artigo é demonstrar a influência que a política agropecuária inscrita no 1º Plano Nacional de Desenvolvimento (PND – I) teve na formulação do ainda vigente marco legal da sociedade cooperativa brasileira. O referencial teórico versa sobre cooperativismo, direito cooperativo, políticas públicas e políticas agropecuárias. Trata-se de um estudo qualitativo e descritivo que utiliza a pesquisa bibliográfica e a análise documental como procedimentos metodológicos.

Palavras-chave: Cooperativa. Política Pública. Legislação.

1. INTRODUÇÃO

Cooperativas cumprem relevante papel no campo, operando cerca de 1/3 do PIB brasileiro do setor². O presente artigo demonstra que a construção e reconstrução dos marcos legais da sociedade cooperativa foram fortemente influenciadas por políticas agropecuárias do regime militar (1964-1985).

2. SURGIMENTO ESPONTÂNEO

As práticas de cooperatividade econômica em solo brasileiro surgiram de maneira espontânea. Manifestações primitivas são verificadas em povos indígenas³ e em quilombos⁴. A apreensão moderna⁵ do fenômeno, entretanto, teria sido introduzida por imigrantes europeus. Sua ocorrência é verificada no Brasil já em meados do século XIX:

Decreto nº 5.084, de 11 de Setembro de 1872.

Autoriza a incorporação da Associação Popular Cooperativa Predial da cidade do Recife. (...)

Art. 1º. Fica de hoje em diante, estabelecida na cidade do Recife a Associação Popular Cooperativa Predial, que tem por fim adquirir, ou construir prédios solidos, de commodo preço, em lugares salubres, para serem distribuidos pelos socios effectivos⁶.

Difícil precisar em que momento e lugar se instalou, no Brasil, a primeira cooperativa agropecuária moderna. A despeito da inexatidão de sua expressão jurídica original e da variabilidade de modos de sua possível constituição, acusa-se a gênese na região sul do Brasil, na segunda metade do século XIX⁷.

A primeira norma pública geral e abstrata a versar sobre cooperativas, no Brasil, foi o Decreto 979 de 1903. Ele apontava para a existência de cooperativas, mas não cuidava de indicar o que fossem:

Art. 10. A função dos syndicatos nos casos de organização de caixas rurais de credito agrícola e de cooperativa de produção ou de consumo, de sociedade de seguros, assistência, etc., não implica responsabilidade directa dos mesmos nas transacções, nem os bens nella empregados ficam sujeitos ao disposto no nº 8, sendo a liquidação de taes organizações regida pela lei commum das sociedades civis.

Apenas quatro anos depois, o Decreto 1.637 de 1907 regulamentou o dispositivo anterior, indicando conceito, natureza jurídica e características do modelo:

² RODRIGUES, Roberto. **Cooperativismo na Modernidade in Cooperativismo: democracia e paz – surfando a segunda onda** – SP: [s.n.], 2008.

³ Produção e consumo dos povos indígenas comumente privilegiaram os princípios de reciprocidade, troca, intercâmbio, solidariedade e autonomia produtiva. Nesse sentido, veja-se LUCIANO, Gersem dos Santos. **O Índio Brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje** – Brasília: Min. da Educação/Museu Nacional, 2006.

⁴ O Quilombo dos Palmares, que entre 1600 e 1695 reuniu dezenas de milhares de habitantes na parte superior do Rio São Francisco, adotava práticas de solidariedade na exploração da terra, tida como propriedade coletiva. Nesse sentido, veja-se PINHO, Diva Benevides. **O Cooperativismo no Brasil: da vertente pioneira à vertente solidária**. São Paulo: Saraiva, 2004.

⁵ Consideramos cooperativismo moderno aquele surgido na Europa em meados do Século XIX, dotado, em suas variadas vertentes, de arcabouço teórico/filosófico e experimentação prática.

⁶ (Capturado em 18 de julho de 2014, no site <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-5084-11-setembro-1872-551394-publicacaooriginal-67905-pe.html>).

⁷ Há bastante dissenso quanto a esta informação. Querendo o leitor enveredar por essa senda, sugiro as seguintes fontes para início de perquirição: PINHO, Diva. **O Cooperativismo no Brasil: da vertente pioneira à vertente solidária** – SP: Saraiva, 2004; AMARAL, Luis. **Tratado Brasileiro de Cooperativismo** – SP: Revista dos Tribunais, 1938; GAWLAK, Albino. **Cooperativismo: primeiras lições** – 3ª Ed – Brasília: SESCOOP, 2007.

Art. 10. As sociedades cooperativas, que poderão ser anonyms, em nome colectivo ou em commandita, são regidas pelas leis que regulam cada uma destas fórmãs de sociedade, com as modificações estatuidas na presente lei⁸.

Sob a égide desse decreto surgiram cooperativas em diversos Estados, a exemplo do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Ceará e Pará⁹. A utilidade de cooperativas para fomento das atividades rurais começou a ser apreendida com instrumento de políticas públicas do campo no final da primeira década do século XX. Tanto na modalidade de cooperativas de crédito rural quanto de cooperativas agropecuárias propriamente ditas. Na Bahia, José Marcelino de Souza, Presidente¹⁰ do Estado entre 1904 e 1908, explicitamente defendia que o aumento da competitividade da agricultura baiana necessitava da disponibilização de crédito sob a forma cooperativa¹¹. Em Minas Gerais, o Presidente João Pinheiro instalou, em 1908, a Secção do Café, “departamento da diretoria da Agricultura, que deveria superintender, no Estado de Minas, o serviço de constituição e fiscalização das cooperativas¹²”.

Até o final da década de 1920 cooperativas de crédito rurais já haviam despontado em diferentes pontos do território brasileiro. Não eram propriamente cooperativas agropecuárias, mas cooperativas de crédito oferecedoras de suporte financeiro a produtores rurais. A despeito de sua concentração no sul do país, verificam-se manifestações em outras regiões do Brasil¹³.

Outros diplomas normativos foram publicados com intuito de disciplinar a constituição e funcionamento de cooperativas¹⁴. Entretanto, considerando o propósito deste trabalho, que busca descortinar o aproveitamento de cooperativas como instrumento de políticas públicas na agropecuária, centraremos foco primeiramente em um período específico: o primeiro governo de Getúlio Vargas (de 1930 a 1945).

3. ERA VARGAS. INDUÇÃO ÀS COOPERATIVAS AGROPECUÁRIAS

Antes da Revolução de 1930, os maiores centros urbanos brasileiros enfrentavam crises de abastecimento. Desde o período colonial, a economia brasileira esteve assentada sobre o modelo agroexportador. Artigos básicos de alimentação eram produzidos ou em atividade marginal dos empreendimentos agromercantis ou por pequenos produtores que comercializavam o excedente de produção para subsistência. O surto industrial e a concentração populacional na zona urbana não foram acompanhados por estratégias de produção, beneficiamento, distribuição e comercialização de gêneros alimentícios. Com isso, faltavam alimentos e seus preços subiram nos centros urbanos. O cooperativismo foi entendido pelo Estado Varguista como ferramenta útil para empreender uma “revolução branca no campo” e responder à crise de abastecimento nas grandes cidades¹⁵.

⁸ As características especiais do modelo estão dispersos em artigos posteriores. São características constantes: a) do art. 11: a.1) variabilidade de capital social; a.2) não-limitação do número de sócios; a.3) inacessibilidade das ações, quotas ou partes a terceiros estranhos à sociedade, salvo autorização da administração ou da Assembleia Geral, conforme art. 21; b) do art. 14: b.1) número mínimo de sócios para constituição (sete); e b.2) constituição de Fundo de Reserva com 10% dos lucros; c) art. 15: singularidade de voto e solidariedade dos sócios, na hipótese de omissão estatutária; d) do art. 19: indivisibilidade do Fundo de Reserva; e) do art. 21: ações ou quotas nominativas; f) do art. 24: possibilidade de as cooperativas se unirem ou federarem-se; e f) do art. 25: possibilidade de receber depósitos de terceiros, na condição de pagamento de juros.

⁹ AMARAL, Luis. **Tratado Brasileiro de Cooperativismo** – SP: Revista dos Tribunais, 1938.

¹⁰ Àquela época, ao invés de denominar-se Governador – tal qual hoje o conhecemos – o líder do Poder Executivo estadual era chamado Presidente.

¹¹ BAHIA. Governador, 1904-1908 (José Marcelino de Souza). **Mensagem apresentada à Assembléia Geral Legislativa** em 7 de abril de 1905 – Bahia: Officinas do Diário da Bahia, 1905, apud SPINOLA, Noélio Dantaslé. **A Trilha Perdida: caminhos e descaminhos do desenvolvimento baiano no século XX** – Salvador: Unifacs, 2009.

¹² SOARES, J. J. **Sociedades Cooperativas – Teoria e Prática** – Rio de Janeiro: Livraria Leite Ribeiro, 1929, apud MOURA, Valdiki. **Notícias do Cooperativismo Brasileiro** – Washington: União das Repúblicas Americanas, 1947

¹³ PALHARES, Valdecir Manoel Affonso. **Análise Histórica e Evolutiva do Cooperativismo de Crédito no Brasil in PINHO, Diva Benevides; & PALHARES, Valdecir Manoel Affonso (org). O Cooperativismo de Crédito no Brasil: do século XX ao século XXI** – Santo André: ESETec, 2004.

¹⁴ Uma boa fonte sobre a evolução da legislação brasileira atinente a cooperativas é PERIUS, Vergílio Frederico. **Cooperativismo e Lei** – RS: Unisinos, 2001.

¹⁵ FLEURY, Maria Tereza Leme. **Cooperativas Agrícolas e Capitalismo no Brasil**. São Paulo: Global Editora, 1983.

As razões para a adoção de cooperativas como veículos de interação com o produtor rural residem em suas próprias características. Elas (1) permitem adesão ilimitada de associados, sem necessidade de registro público (bastando registro privado interno em livro de matrículas), o que facilita a agregação dos rurícolas; (2) reduzem os custos da execução da política e facilitam capilarização das ações de governo, na medida em que, no cumprimento de seus próprios objetivos sociais, prestam serviço aos sócios mediante repasse de insumos, tecnologias, crédito para investimento/custeio e remuneração por venda da produção (ou seja, ao negociar com uma única cooperativa, o Estado alcança centenas ou milhares de pequenos produtores, através de um único contrato/convênio); e (3) pela própria finalidade típica do modelo, a instituição não se apropria de fração de resultado líquido financeiro das operações, visto que os transfere aos produtores, seja através de repasses dos valores auferidos por vendas, seja através de distribuição de sobras contábeis de cada exercício financeiro. Com isso, a política pública é executada a menor custo, atraindo maior número de produtores.

No primeiro governo Vargas, não menos que 13 fontes normativas alteraram disciplina sobre cooperativas¹⁶, o que, por si só, sugere a relevância emprestada ao tema. As regras alteravam-se em curto período de tempo, mas três aspectos mostraram-se relevantes e se perpetuaram nas décadas seguintes: (1) afastamento do padrão francês que vinculava cooperativas a sindicatos; (2) adoção do padrão cooperativo rochdeliano da Aliança Cooperativa Internacional; e (3) estabelecimento das atribuições estatais para registro, fiscalização, assistência e fomento a cooperativas.

Quando da criação do Departamento de Assistência ao Cooperativismo em São Paulo, no ano de 1933, o Interventor Waldomiro Lima evidenciou o modo como o Governo Federal enxergava a iniciativa:

(...) levado burocraticamente, aquele departamento será simples fonte de despesas inúteis, mas levado com dinamismo por pessoa apaixonada pelo assunto, será a maior fonte de receita do Estado, pois organizará a pequena produção valorizando-a, ao mesmo tempo valorizando os modestos orçamentos da grande massa consumidora¹⁷.

O número de cooperativas agropecuárias criadas entre 1935 e 1945 sugere que a política foi executada:

Número de cooperativas agrícolas no Brasil		
1935	15	(localizadas exclusivamente no sul/sudeste do país).
1940	369	
1945	643	

Fonte: Cooperativas e Desenvolvimento Econômico no Brasil – Diva Pinho¹⁸

O Programa de Metas do Governo Kubitschek e o Plano Trienal de Desenvolvimento Econômico e Social do Governo Goulart não trataram de cooperativas¹⁹. O padrão varguista vigeu com pequenas modificações até meados da década de 1960²⁰.

¹⁶ O Decreto nº 22.239 de 1932, por exemplo, sofreu uma série de revogações, alterações e revigorações. Ele foi: 1) revogado tacitamente pelo Dec. nº 23.661 de 1933; 2) revigorado pelo Decreto nº 581 de 1938, que inovou, dentre outros pontos, com o poder de fiscalização do Estado sobre cooperativas; 3) novamente revogado pelo Decreto Lei nº 5.893 de 1943; 4) novamente revigorado pelo Decreto nº 8.401 de 1945; e 5) definitivamente revogado pelo Decreto nº 59 de 1966.

¹⁷ JUNQUEIRA, José. **Uma Abordagem Política do Cooperativismo no Brasil** – SP: datilog, sem data, apud FLEURY, Maria Tereza Leme. **Cooperativas Agrícolas e Capitalismo no Brasil**. São Paulo: Global Editora, 1983.

¹⁸ PINHO, Diva Benevides. **Cooperativas e desenvolvimento econômico: o cooperativismo na promoção do desenvolvimento econômico do Brasil**. São Paulo: [s.n.], 1963.

¹⁹ PINHO, Carlos Marques. **O Estado Brasileiro e as Cooperativas** in UTUMI, Américo et al. **A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico** – SP: Fund Friedrich Naumann, 1974.

²⁰ Na hipótese de o leitor pretender aprofundar-se no regime jurídico da sociedade cooperativa até a primeira metade da década de 1960, sugerimos leitura de LUZ FILHO, Fábio. **O Direito Cooperativo** – RJ: s/e, 1962; e PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcanti. **Tratado de Direito Privado – Parte Especial, Tomo XLIX: Contrato de sociedade. Sociedades de Pessoas** – 2ª ed – RJ: Atlas, 1999, originalmente escrito em 1965.

4. REGIME JURÍDICO INSTAURADO NO REGIME MILITAR (1964-1985)

O Regime Militar instaurado em 1964 manteve o emprego da organização cooperativa como instrumento de políticas públicas no campo. Embora as políticas nacionais de cooperativismo tenham também servido a outras ações de governo²¹, foi no meio rural que elas se destacaram.

Os primeiros documentos fundantes da política econômica no regime militar estabeleceram objetivos gerais para a Política Agrária, dentre os quais destacamos: (1) garantir produção de alimentos para consumo das famílias; (2) diminuir o preço de produtos primários consumidos pela população, de modo a aumentar a fração de renda familiar disponível para compra de manufaturados e, por via de consequência, contribuir para desenvolvimento da indústria brasileira; (3) incrementar a pauta de exportações com produtos agrícolas não tradicionais, de modo a auferir divisas para o país e contribuir para equilíbrio da balança comercial brasileira²².

4.1. POLÍTICA AGRÍCOLA NO REGIME MILITAR (1964-1985). PROGRAMA NACIONAL DE AÇÃO ECONÔMICA (PAEG). SISTEMA NACIONAL DE CRÉDITO RURAL (SNCR)

O regime militar erigiu a política agrícola como um dos vetores do desenvolvimento brasileiro. Esse eixo foi tratado como prioridade em todos os planos e programas de política econômica do período. O chamado Processo de Modernização da Agricultura Brasileira envolvia aquisição de fertilizantes e maquinário, correção de solos, desenvolvimento de atividades de pesquisa e extensão rural, investimento em infraestrutura para plantio, armazenagem, transporte, distribuição e comercialização da produção, crédito rural para custeio e investimentos e garantia de preço mínimo para a safra²³.

O Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG), lançado oficialmente em novembro de 1964, consistia num marco definidor de política econômica a ser aplicada até 1967. O PAEG identificou a política agrária como uma ferramenta para alcançar objetivos gerais do programa, com expressa previsão de transferência de algumas operações a cooperativas, especialmente as atinentes ao crédito rural²⁴. Nos anos que se seguiram, fortaleceu-se a atuação da cooperativa como repassadora de recursos financeiros aos produtores no campo²⁵.

Em dezembro do mesmo ano, a Lei 4.595/64 identificou cooperativas de crédito como agentes do Sistema Financeiro Nacional e, em novembro de 1965, a Lei 4.829 criou o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), com expressa previsão de emprego de cooperativas de produtores rurais:

Lei nº 4.829/1965, art. 2º: Considera-se crédito rural o suprimento de recursos financeiros por entidades públicas e estabelecimentos de crédito particulares a produtores rurais ou a suas cooperativas para aplicação exclusiva em atividades que se enquadrem nos objetivos indicados na legislação em vigor.

²¹ Na prática, as Políticas Nacionais de Cooperativismo foram aproveitadas, também, para o desenvolvimento da Política Nacional de Habitação e de programas de eletrificação rural. Entretanto, não desenvolveremos temas atinentes a essas ações, porquanto alheios ao objeto do presente Trabalho.

²² BRASIL. **Programa de Ação Econômica do Governo - 1964-1966** - 2ª ed incluindo versão revista do Programa de Investimentos para 1965 - Brasília: EPEA, 1965; BRASIL. **Metas e Bases para Ação de Governo** - Brasília: ?, 1970; BRASIL. **I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) - 1972/74** - Brasília: ?, 1971.

²³ COELHO, Carlos Nayro. **70 Anos de Política Agrícola na Brasil (1931-2001)** in Revista de Política Agrícola - Ano X - nº 03 - Jul, Ago, Set - Brasília: CONAB, 2001.

²⁴ BRASIL. **Programa de Ação Econômica do Governo - 1964-1966** - 2ª ed incluindo versão revista do Programa de Investimentos para 1965 - Brasília: EPEA, 1965, p. 16 e 155 e seguintes.

²⁵ Indicam-se como fontes para estudo sobre o tema: MORAES, José Affonso de. **O Crédito Como Fator de Desenvolvimento das Cooperativas Brasileiras** in UTUMI, Américo *et al.* **A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico** - SP: Fund Friedrich Naumann, 1974; PEREIRA, Lutero de Paiva. **Financiamento Rural** - 3ª ed - Curitiba: Juruá Editora, 2014; e BITTENCOURT, Marco Antônio Floriano; e VIAL, Sophia Martini. **Crédito Rural - um desafio a céu aberto** - Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017.

Nos vinte anos que se seguiram, as cooperativas mais que duplicaram sua participação como destinatárias de Empréstimos do Governo Federal (EGF) no Sistema Nacional de Crédito Rural, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB):

Brasil: Distribuição do EGF por Categoria de Mutuário em Anos Selecionados			
	Produtores	Cooperativas	Processadores
1966/70	46,2	16,1	37,5
1971/75	33,4	26,9	39,6
1976/80	24,5	37,8	37,7
1981/85	32,3	40,2	27,5

Fonte: CONAB *in* 70 Anos de Política Agrícola no Brasil (1931-2001) – Carlos Nayro Coelho²⁶.

Não bastava, entretanto, conferir à instituição cooperativa atribuições de instrumento de Política Pública, sem antes prepará-la para o mister. Fazia-se necessário adequar a instituição aos fins a que se destinaria. Por isso, cuidou-se de formular uma política específica para o segmento cooperativo. Paralelamente à criação de vetores de financiamento, cuidou o Estado de redesenhar o modelo da sociedade cooperativa no Brasil. O legislador insculpiu um modelo próprio, adequado aos fins pretendidos.

4.2. DECRETO-LEI Nº 59 DE 1966. 1ª POLÍTICA NACIONAL DO COOPERATIVISMO

Com vistas a adaptar as instituições cooperativas à aplicação de programas de governo, o Estado reformulou a arquitetura jurídica das sociedades cooperativas e esquadrinhou políticas de cooperativismo. A tentativa inaugural foi carreada pelo Decreto-Lei nº 59 de 1966, que estabeleceu a 1ª Política Nacional do Cooperativismo e redefiniu juridicamente a sociedade cooperativa àquela época²⁷. Estabeleceram-se incentivos e restrições que praticamente direcionaram seu funcionamento. Embora formalmente compusesse o universo de direito privado, sofria forte influxo de órgãos e diretrizes de natureza pública.

À guisa de incentivos, foram estabelecidas (1) a disponibilização de recursos financeiros subsidiados; e (2) a não tributação: (2.1) dos resultados positivos obtidos nas operações sociais das cooperativas; e (2.2) de todos os atos das cooperativas, bem como títulos, instrumentos e contratos firmados entre as cooperativas e seus associados²⁸.

Todavia, foram estabelecidas regras que restringiram fortemente as atividades. Mitigou-se remuneração de capital, limitou-se a área de ação geográfica de operação, impediu-se associação com pessoas físicas ou jurídicas que exercessem atividades agrícolas ou extrativas semelhantes às da cooperativa, proibiu-se operação com terceiros não associados (ressalvado limite de 5%), e vedou-se às cooperativas a associação ou participação de capital de entidades não cooperativas²⁹.

²⁶ Vide COELHO, Carlos Nayro. **70 Anos de Política Agrícola no Brasil (1931-2001)** *in* **Revista de Política Agrícola** – Ano X - nº 03 – Jul, Ago, Set – Brasília: CONAB, 2001.

²⁷ Cuidaremos de delinear aspectos deste Decreto-Lei, ainda que apenas os essenciais para este estudo, posto que, embora não mais vigente, influenciaram sobejamente a disciplina constante da legislação posterior, de 1971, ainda em vigor, bem como a seção dedicada a sociedades cooperativas no Código Civil de 2002, cujo projeto foi escrito em 1969.

²⁸ **Decreto-Lei nº 59 de 1966, art. 2º: (...), §1º** - O Governo Federal orientará a política nacional de cooperativismo (...) para adaptá-la às reais necessidades da economia nacional e seu processo de desenvolvimento. **§2º** O Poder Público atuará, através de financiamentos e incentivos fiscais. (...) **Art. 18:** Os resultados positivos obtidos nas operações sociais das cooperativas não poderão ser, em hipótese alguma, considerados como renda tributável, qualquer que seja a sua destinação. (...) **Art. 23:** Todos os atos das cooperativas, bem como títulos, instrumentos e contratos firmados entre as cooperativas e seus associados, não estão sujeitos a tributação do imposto de selo ou de obrigações ou outros quaisquer que o substituam.

²⁹ **Decreto-Lei nº 59 de 1966, art. 3º:** As cooperativas constituem-se sem o propósito de lucro e obedecerão aos seguintes princípios: (...) **h)** faculdade (...) de atribuir juro módico e fixo ao capital social; (...) **j)** Área de ação limitada à seda e municípios circunvizinhos, extensível ao município imediatamente seguinte; (...) **§3º** Não poderão ser sócios de cooperativas pessoas físicas ou jurídicas que operem com os mesmos fins da sociedade salvo em se tratando de entidades que exerçam atividades agrícolas pecuárias ou extrativas e sindicatos. **Art. 20:** As cooperativas agropecuárias ou mistas não poderão receber ou adquirir produtos de não associados para venda a terceiros, salvo nos casos de complementação de quota de exportação ou capacidade ociosa de industrialização, até o montante de 5% (cinco por cento) do volume de comercialização de cada produto. **Parágrafo único.** As operações com terceiros não

Ademais disso, na qualidade de gestor da política pública, o Estado brasileiro avocou para si competência para autorizar, fiscalizar, intervir e cancelar o funcionamento de cooperativas.

Decreto-Lei nº 59 de 1966, art. 8º As cooperativas que operem em crédito continuarão subordinadas, na parte normativa, ao Conselho Monetário Nacional e na parte executiva, ao Banco Central da República do Brasil; as habitacionais ao Banco Nacional da Habitação; e as demais, através do Conselho Nacional de Cooperativismo ao Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrária, cabendo a êsses órgãos, dentro da respectiva competência, autorização ou cancelá-la, baixar e aplicar normas disciplinadoras da constituição, funcionamento e fiscalização das sociedades objeto dêste Decreto-lei, bem como fixar e aplicar penalidades e definir os casos de intervenção e liquidação (grifos nossos).

Da leitura do art. 8º acima transcrito, verifica-se que a lei identificava três gêneros de cooperativas objeto de interesse da 1ª Política Nacional de Cooperativismo: (1) as de crédito, subordinadas ao Conselho Monetário Nacional e ao Banco Central; (2) as de habitação, subordinadas ao Banco Nacional de Habitação³⁰; e (3) as “demais”, subordinadas ao Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário (atualmente rebatizado com o nome de Instituto Nacional de Colonização de Reforma Agrária – INCRA). Nas cidades fomentavam-se cooperativas habitacionais; no campo, tentava-se alavancar cooperativas agropecuárias e de crédito rural.

Em consequência disso, outros ramos de cooperativas foram desincentivados, a exemplo do ramo de cooperativas de consumo. Tendo atingido razoável desenvolvimento até então, as cooperativas de consumo definham a partir da vigência do Decreto Lei nº 59 de 1966. Entre o início da década de 1960 e o início da década de 1970, quase 90% das cooperativas de consumo brasileiras foram extintas.

Cooperativas Brasileiras de Consumo					
Regiões	1940	1950	1960	1970	1980
Sudeste/Sul	187	924	1626	215	294
Nordeste	80	481	692	19	33
Norte/Centro-Oeste	14	65	102	18	28
Brasil	281	1470	2420	252	355

Fonte: Reavaliação do Cooperativismo Brasileiro – Diva Pinho³¹.

Não encontramos dados acerca do número de cooperativas agropecuárias em 1964, a fim de perquirir a efetividade de política quando do exato período de vigência da 1ª Política Nacional do Cooperativismo (1964 a 1970). Entretanto, comparando-se o número de cooperativas agropecuárias em 1960 e em 1970, verifica-se que 1/3 das cooperativas agropecuárias deixaram de existir. No ano de 1960, o Brasil contava com 1.739 cooperativas agropecuárias, ao passo que em 1970 possuía 1.160³².

gozarão dos benefícios concedidos àquelas com os cooperados. (...) **Art. 22:** É vedado às cooperativas associar-se ou participar do capital de entidades não cooperativistas.

³⁰ Sobre a aplicação de cooperativas na Política Nacional de Habitação, leiam-se: BULGARELLI, Waldírio. **As Cooperativas e o Plano Nacional de Habitação** – SP: Pioneira, 1966; SILVA, Ademir Alves da. **Política Social e Cooperativas Habitacionais** – SP: Cortez, 1992; e BUCCI, Maria Paula Dallari. **Cooperativas de Habitação no Direito Brasileiro** – SP: Saraiva, 2003.

³¹ PINHO, Diva Benevides. **Reavaliação do Cooperativismo Brasileiro** – 2ª ed – SP: ?, 1980. Segundo a autora, os dados aqui transcritos foram obtidos do seguinte modo: *até 1960, utilizamos principalmente os dados do SER (Serviço de Economia Rural), como esta indicado em nosso trabalho – Cooperativas e Desenvolvimento Econômico (São Paulo, FFCL/USP, 1962); os dados referentes a 1970 foram obtidos no INCRA e completados com publicações da SUPLAN (especialmente a Pesquisa Socioeconômica das Cooperativas de Produtores e de Produção Agrícola Brasileira, Brasília, 1978, 14 vol.); relativamente a 1980 efetuamos estimativas com apoio no comportamento dos diversos setores cooperativos no último decênio.*

³² PINHO, Diva Benevides. **Reavaliação do Cooperativismo Brasileiro** – 2ª ed – SP: ?, 1980.

4.2.1. REVISÃO DA 1ª POLÍTICA NACIONAL DE COOPERATIVISMO

A disciplina do Decreto-Lei nº 59 de 1966, posteriormente regulamentado pelo Decreto nº 60.597 de 1967, foi alvo de críticas por representantes de cooperativas.

No mesmo ano da regulamentação, em 1967, foi apresentado o Projeto de Lei nº 54 de 1967, de autoria do Senador Flávio da Costa Britto (ex-Presidente da Confederação Nacional da Agricultura), sob o título de Lei Orgânica do Cooperativismo. O Projeto se contrapunha frontalmente às restrições impostas pela legislação vigente à época.

Em 1969, quando da criação da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB)³³, foi estabelecido interesse comum na *Reforma da Legislação Cooperativista*, que incluía os seguintes objetivos:

- a) Possibilidade das cooperativas operarem com terceiros, com limitação porcentual a ser estabelecida, creditando os resultados positivos a fundos compartilháveis destinados a serviços assistenciais aos associados;
- b) Conceituação exata do processo de cobertura das despesas operacionais das cooperativas, de forma a constar que tais sociedades não produzem renda e, conseqüentemente, não são sujeitas ao Imposto de Renda;
- c) Liberdade de constituição e funcionamento imediato das sociedades cooperativas, eliminando-se a exigência de autorização prévia para seu funcionamento;
- d) Fixação da área de admissão de associados e de operações, a inteiro critério do estatuto da cooperativa;
- e) Participação das cooperativas em empresas não cooperativas;
- f) Restabelecimento das atividades creditórias nas cooperativas mistas;
- g) Permissão às cooperativas centrais para manterem associados individuais³⁴.

Diante das circunstâncias, após conseguir estabelecer na OCB um interlocutor *único* perante as cooperativas, constituiu-se um grupo de trabalho congregando técnicos da OCB e do Estado brasileiro.

No ano de 1970, o Governo Federal publicou novas diretrizes para a Política Econômica. No documento denominado Metas e Bases para Ação de Governo, a então denominada *Revolução na Agricultura* consistia em uma das quatro grandes prioridades nacionais:

As grandes prioridades nacionais, para o período 1970/1973, serão:

- I – Revolução na Educação e Aceleração do Programa de Saúde e Saneamento;
- II – Revolução na Agricultura-Abastecimento;
- III – Aceleração do Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- IV – Fortalecimento do Poder de Competição da Indústria Nacional³⁵.

³³ A Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) é uma entidade representativa das cooperativas brasileiras. Seu surgimento foi induzido, a partir de 1967, pelo então Ministro da Agricultura. Apenas em dezembro de 1969, no IV Congresso Brasileiro do Cooperativismo, conseguiu-se que as duas principais entidades representativas dos segmentos cooperativos – a União Nacional das Associações Cooperativas (UNASCO) e a Associação Brasileira de Cooperativas (ABCOOP) – aquiescessem com a agregação. Sobre o tema, vejam-se: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS (OCB). **Cooperativismo brasileiro: uma história** – SP: Versão Br Comunicação e Marketing, 2004; PINHO, Diva Benevides. **O Cooperativismo no Brasil: da vertente pioneira à vertente solidária** – SP: Saraiva, 2004.

³⁴ BULGARELLI, Waldírio. **Nova Legislação Cooperativista Brasileira** in UTUMI, Américo et al. **A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico** – SP: Fund Friedrich Naumann, 1974.

³⁵ BRASIL. **Metas e Bases para Ação de Governo** – Brasília: ?, 1970.

Na seção especificamente dedicada à chamada Revolução na Agricultura, estabelecia-se o objetivo de tornar o Brasil um importante exportador de produtos agrícolas não-tradicionais³⁶, o que, segundo os próprios formuladores da política, demandava aperfeiçoamento da legislação cooperativista:

Mediante forte ação executiva, da plena utilização dos instrumentos já criados e da ampliação dos incentivos existentes, serão lançadas as bases para promover, na década de 70, um movimento renovador, de profundidade, no Setor Agrícola. Isso significará, principalmente, dotar a Agricultura brasileira de um sistema de apoio, financeiro e fiscal, capaz de produzir a transformação tecnológica e o fortalecimento acelerado de uma agricultura de mercado, sensível aos estímulos de preços: realizar a expansão de áreas, principalmente através das ocupação de espaços vazios, no Centro-Oeste (na zona dos "Cerrados"), no Norte e nos vales úmidos do Nordeste; (...) transformar o Brasil em importante exportador de carne e outros produtos agrícolas não tradicionais; efetivar a modernização do sistema de comercialização de produtos agrícolas, notadamente nos grandes centros urbanos.

(...)

São as seguintes as DEZ REALIZAÇÕES mais importantes que a ação do Governo deverá promover, no período 1970/1973: (...) - Concessão de estímulos especiais ao cooperativismo, mediante aperfeiçoamento da respectiva legislação, já em fase final de formulação³⁷ (grifos nossos).

Os objetivos gerais da Política Agrícola indicados nesse documento foram mantidos nos três Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND I, II e III). Tais objetivos devem ser lidos em paralelo com as seções concernentes à Política Científica e Tecnológica (onde se verifica a intenção de promover desenvolvimento de pesquisa e de extensão rural) e à Balança Comercial (onde se observa a pretensão de utilizar a exportação de bens primários com fonte de divisas)³⁸.

Apenas um mês após a publicação do 1º Plano Nacional de Desenvolvimento (PND - I), foi publicada a Lei 5.764/71. Este diploma normativo estabeleceu a nova Política Nacional de Cooperativismo e ofereceu contornos até hoje vigentes à sociedade cooperativa no Brasil.

4.3. LEI 5.764/1971. 2ª POLÍTICA NACIONAL DO COOPERATIVISMO

A Lei 5.764/71 (2ª Política Nacional do Cooperativismo) foi concebida como uma lei de política pública acessória de outras Políticas de Estado, derivada de revisão do Decreto-Lei nº 59/1966 (1ª PNC).

Política pública pode ser conceituada como processo articulado promovido pelo poder público para atingir objetivo relevante e politicamente determinado³⁹. Afirmamos que a 2ª Política Nacional do Cooperativismo tem caráter acessório, posto que formulada para auxiliar outras políticas, inclusive e especialmente a Política Agrária de então. Seu propósito foi promover a difusão de instituições cooperativas que agregassem produtores rurais, de modo a facilitar o acesso destes ao Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) e à Política de Garantia de Preços Mínimos.

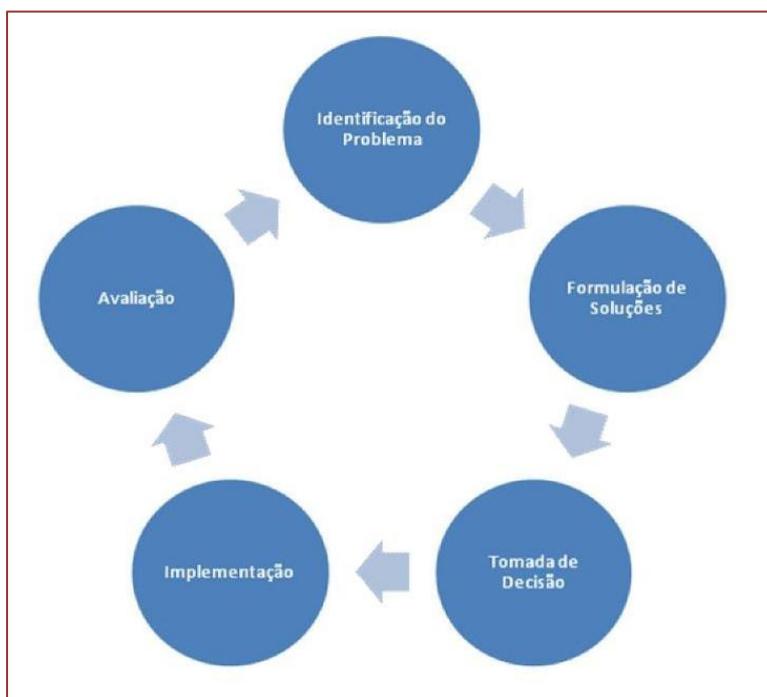
³⁶ Àquela época, consideravam-se produtos agrícolas não-tradicionais aqueles que não fossem café, cana-de- açúcar, cacau e outros produtos da tradicional pauta de exportação agrícola brasileira.

³⁷ BRASIL. **Metas e Bases para Ação de Governo** - Brasília: ?, 1970.

³⁸ Nesse sentido, vejam-se: BRASIL. **I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) - 1972/74** - Brasília: ?, 1971; BRASIL. **II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND - II) - 1975/79** - Brasília: ?, 1974; e BRASIL. **III Plano Nacional de Desenvolvimento (PND - III) - 1980/85** - Brasília: ?, 1981.

³⁹ Uma boa referência de estudo é BUCCI, Maria Paula Dallari (org). **Políticas Públicas: reflexões sobre o conceito jurídico** - SP: Saraiva, 2006. Neste trabalho, a própria organizadora propõe um conceito: *Política Pública é o programa de ação governamental que resulta de um conjunto de processos juridicamente regulados - processo eleitoral, processo de planejamento, processo de governo, processo orçamentário, processo legislativo, processo administrativo, processo judicial - visando coordenar os meios à disposição do Estado e as atividades privadas, para a realização de objetivos socialmente relevantes e politicamente determinados.*

A 2ª PNC (estabelecida pela Lei 5.764/71) decorre de uma revisão da 1ª PNC (Decreto- Lei 59/66), nos termos próprios de um Ciclo de Políticas Públicas⁴⁰:



No início da segunda metade da década de 1960, o Estado brasileiro identificou como problema a dispersão de pequenos e médios produtores rurais. Formulou alternativas de soluções, tomou a decisão de estabelecer a 1ª Política Nacional de Cooperativismo e a implementou nos anos seguintes. Em processo de avaliação, constatou problemas na 1ª PNC, constituiu grupo de trabalho para formular soluções e produziu nova tomada de decisão: estabelecer a 2ª PNC.

Conforme se depreende da leitura dos textos direcionadores da política econômica brasileira no alvorecer da década de 1970, a Política Nacional de Cooperativismo era uma política acessória às Políticas Agrária e Habitacional. Logo, não se fazia necessário estabelecer metas determinadas à política cooperativista de per si, mas apenas engendrar instrumentos para que o veículo privado de subsídios financeiros – a cooperativa – servisse ao fim proposto nas políticas principais.

4.3.1. ELEMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE COOPERATIVISMO NA LEI 5.764/71

Uma Política de Estado, quando criada por lei, normalmente estabelece no ato normativo elementos que considera essenciais à sua manutenção e funcionamento. Como não tinha um fim em si mesma – visto que acessória – a 2ª Política Nacional de Cooperativismo, definida pela Lei 5.764/71, apontava um objetivo difuso. Por outro lado, estabeleceu com bastante clareza os seguintes elementos: conceito, atores, coordenação, instrumentos, fontes de recursos, fiscalização e controle, identificação e delineamento jurídico dos beneficiários.

4.3.1.1. OBJETIVO E COORDENAÇÃO

O objetivo expresso da 2ª PNC é o *estímulo ao cooperativismo*. Sua identificação aparece esmaecida, obnubilada pela afirmação de autoridade do *Governo Federal* na coordenação da política:

⁴⁰ Academicamente, há dissenso acerca das fases do Ciclo de Políticas Públicas. Para fins de desenvolvimento deste trabalho, adota-se o esquema para um Ciclo de Políticas Públicas proposto por JONES, C. **Introduction to the study of public policy**. Belmont: Wadsworth, 1970.

Lei 5.764/71, art. 2º, caput: As atribuições do Governo Federal na coordenação e no estímulo às atividades de cooperativismo no território nacional serão exercidas na forma desta Lei e das normas que surgirem em sua decorrência.

O objetivo real, por outro lado, fica evidenciado na identificação do órgão a quem caberá a *orientação geral* da política cooperativista. O Conselho Nacional do Cooperativismo (CNC), que assumiu o comando da política, funcionava junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), explicitando a ligação da política cooperativista com a política agrária. Coadjuvando essa posição, figuravam no CNC, além de representantes do Ministério da Agricultura, representantes dos Ministérios do Planejamento, da Fazenda (por intermédio do Banco Central do Brasil), e do Interior (por intermédio do Banco Nacional da Habitação), o que denotava a relação da 2ª PNC com as políticas econômica, de crédito e de habitação⁴¹.

As cooperativas tinham um representante com assento no Conselho Nacional do Cooperativismo: a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), sobre a qual dissertaremos no tópico a seguir.

4.3.1.2. CONCEITO. ATORES E SISTEMA COOPERATIVO.

A Lei 5.764/71 define a 2ª Política Nacional de Cooperativismo como *a atividade decorrente das iniciativas ligadas ao sistema cooperativo, originárias de setor público ou privado, isoladas ou coordenadas entre si, desde que reconhecido seu interesse público*⁴².

Este conceito é melhor compreendido quando lido à luz do objetivo expresso no já indicado artigo 2º: *o estímulo ao cooperativismo*. Nesses termos, a 2ª PNC pode ser conceituada como um conjunto articulado de programas, projetos e ações de estímulo ao cooperativismo.

O conceito legal envolve, no objeto da política, as iniciativas de interesse público ligadas ao *sistema cooperativo*, originárias tanto do setor público quanto do *setor privado*. Nesse diapasão, insta verificar o que seja esse tal sistema cooperativo e de quais atores do setor privado se está a falar. Uma leitura aligeirada poderia sugerir que o sistema cooperativo seja aquele formado por cooperativas. Esta inferência não estaria de todo errada, porém incompleta.

É que a 2ª PNC conferiu papel relevantíssimo à Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e às Organizações Cooperativas Estaduais (OCES), entidades de natureza privada que foram legalmente alçadas à condição de instituições representativas de classe. Elas assumiram papel de gestão, captação de recursos e execução de ações da política pública.

A Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) foi criada a partir de indução de Luiz Fernando Cirne Lima⁴³, Ministro da Agricultura em 1967. Em dezembro de 1969, no IV Congresso Brasileiro do Cooperativismo, conseguiu-se que as duas principais entidades representativas dos segmentos cooperativos – a União Nacional das Associações Cooperativas (UNASCO) e a Associação Brasileira de Cooperativas (ABCOOP) – aquiescessem com aglutinação destas para a conseqüente criação da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB). Neste mesmo evento, os participantes aprovaram um elenco de reivindicações para *Reforma da Legislação Cooperativista*⁴⁴ o qual, meses depois, foi apresentado no Grupo de Trabalho que viria a formular o texto da 2ª Política Nacional do Cooperativismo.

⁴¹ **Lei 5.764/71, art. 95:** A orientação geral da política cooperativista nacional caberá ao Conselho Nacional de Cooperativismo - CNC, que passará a funcionar junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, com plena autonomia administrativa e financeira, na forma do artigo 172 do Decreto-Lei n. 200, de 25 de fevereiro de 1967, sob a presidência do Ministro da Agricultura e composto de 8 (oito) membros indicados pelos seguintes representados: **I** - Ministério do Planejamento e Coordenação Geral; **II** - Ministério da Fazenda, por intermédio do Banco Central do Brasil; **III** - Ministério do Interior, por intermédio do Banco Nacional da Habitação; **IV** - Ministério da Agricultura, por intermédio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, e do Banco Nacional de Crédito Cooperativo S/A.; **V** - Organização das Cooperativas Brasileiras.

⁴² Lei 5.764/71, art. 1º.

⁴³ Sobre o tema, vejam-se: ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS (OCB). **Cooperativismo brasileiro: uma história** – SP: Versão Br Comunicação e Marketing, 2004; PINHO, Diva Benevides. **O Cooperativismo no Brasil: da vertente pioneira à vertente solidária** – SP: Saraiva, 2004.

⁴⁴ As reivindicações, em face da 1ª PNC, na vigência do Decreto-Lei 59/1966 eram: a) Possibilidade das cooperativas operarem com terceiros, com limitação porcentual a ser estabelecida, creditando os resultados positivos a fundos compartilháveis destinados a serviços assistenciais aos associados; b) Conceituação exata do processo de cobertura das

Na prática, a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) consiste em uma confederação formada por Organizações Cooperativas Estaduais (OCE). Estas, por seu turno, consistem em federações de sociedades cooperativas, que viriam a ser constituídas, sendo uma para cada estado brasileiro.

Os atores do Sistema Cooperativo são, portanto, as cooperativas e suas entidades de representação. Como já dito, a 2ª PNC conferiu papel relevante à Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) e às Organizações Cooperativas Estaduais (OCEs). Ela estabeleceu: (1) que a representação do sistema cooperativista nacional cabe à OCB; (2) obrigatoriedade de registro de toda e qualquer cooperativa na OCB; (3) obrigatoriedade de a OCB prestar determinados serviços às cooperativas; e (4) criação de uma contribuição parafiscal a ser adimplida pelas cooperativas à OCB, anualmente, a fim de que esta desenvolva suas atividades, dentre outros⁴⁵.

Na prática, a OCB tornou-se responsável pela disseminação de conhecimento e pela verificação de atendimento de requisitos técnicos de regularidade. Ela foi imbuída da tarefa de contribuir para a manutenção da higidez formal das cooperativas. Seus técnicos percorriam o Brasil fazendo visitas às organizações, onde verificavam o atendimento de requisitos formais para constituição, manutenção e funcionamento de cada uma.

4.3.1.3. INSTRUMENTOS.

Instrumentos de política pública são ferramentas empregadas para a consecução de seus objetivos. A 2ª PNC adotou como instrumentos a prestação de assistência técnica e o oferecimento de incentivos financeiros⁴⁶.

A prestação de assistência técnica podia ser exercida tanto por órgãos públicos quanto pela Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB). Os incentivos financeiros tinham raiz no Sistema Nacional de Crédito Rural (SNRC), na Política Nacional de Habitação, ou nas fontes de recurso estaduais pela própria Política de Cooperativismo, apontadas abaixo.

despesas operacionais das cooperativas, de forma a constar que tais sociedades não produzem renda e, conseqüentemente, não são sujeitas ao Imposto de Renda; c) Liberdade de constituição e funcionamento imediato das sociedades cooperativas, eliminando-se a exigência de autorização prévia para seu funcionamento; d) Fixação da área de admissão de associados e de operações, a inteiro critério do estatuto da cooperativa; e) Participação das cooperativas em empresas não cooperativas; f) Restabelecimento das atividades creditórias nas cooperativas mistas; g) Permissão às cooperativas centrais para manterem associados individuais. (BULGARELLI, Waldírio. **Nova Legislação Cooperativista Brasileira** in UTUMI, Américo *et al.* **A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico** – SP: Fund Friedrich Naumann, 1974).

⁴⁵ **Lei 5.764/71, art. 105:** A representação do sistema cooperativista nacional cabe à Organização das Cooperativas Brasileiras - OCB, (...) competindo-lhe precipuamente: (...) **c)** manter registro de todas as sociedades cooperativas que, para todos os efeitos, integram a Organização das Cooperativas Brasileiras - OCB; **d)** manter serviços de assistência geral ao sistema cooperativista, seja quanto à estrutura social, seja quanto aos métodos operacionais e orientação jurídica, mediante pareceres e recomendações, sujeitas, quando for o caso, à aprovação do Conselho Nacional de Cooperativismo - CNC; (...) **g)** dispor de setores consultivos especializados, de acordo com os ramos de cooperativismo; (...) **Lei 5.764/71, art. 107:** As cooperativas são obrigadas, para seu funcionamento, a registrar-se na Organização das Cooperativas Brasileiras ou na entidade estadual, se houver, mediante apresentação dos estatutos sociais e suas alterações posteriores. **Parágrafo único.** Por ocasião do registro, a cooperativa pagará 10% (dez por cento) do maior salário mínimo vigente, se a soma do respectivo capital integralizado e fundos não exceder de 250 (duzentos e cinquenta) salários mínimos, e 50% (cinquenta por cento) se aquele montante for superior. **Art. 108.** Fica instituída, além do pagamento previsto no parágrafo único do artigo anterior, a Contribuição Cooperativista, que será recolhida anualmente pela cooperativa após o encerramento de seu exercício social, a favor da Organização das Cooperativas Brasileiras de que trata o artigo 105 desta Lei. **§1º** A Contribuição Cooperativista constituir-se-á de importância correspondente a 0,2% (dois décimos por cento) do valor do capital integralizado e fundos da sociedade cooperativa, no exercício social do ano anterior, sendo o respectivo montante distribuído, por metade, a suas filiadas, quando constituídas. **§2º** No caso das cooperativas centrais ou federações, a Contribuição de que trata o parágrafo anterior será calculada sobre os fundos e reservas existentes. **§3º** A Organização das Cooperativas Brasileiras poderá estabelecer um teto à Contribuição Cooperativista, com base em estudos elaborados pelo seu corpo técnico.

⁴⁶ **Lei 5.764/71, art. 2º, parágrafo único:** A ação do Poder Público se exercerá, principalmente, mediante prestação de assistência técnica e de incentivos financeiros e creditórios especiais, necessários à criação, desenvolvimento e integração das entidades cooperativas.

4.3.1.4. FONTES DE RECURSOS

Em que pese a 2ª Política Nacional de Cooperativismo ter caráter acessório, ela demandava recursos para execução, independentemente das políticas principais. Fazia-se necessário que as instituições cooperativas tivessem existência regular anteriormente ao proveito de uma ação da Política Agrária, por exemplo.

Em razão disso, cuidou-se de prover os gestores e executores da 2ª PNC de fontes de recursos próprios. O Conselho Nacional do Cooperativismo (CNC) tinha acesso ao *Fundo Nacional do Cooperativismo*, criado pelo Decreto-Lei nº 59/1966, que ficou mantido pela Lei 5.764/71⁴⁷.

No mesmo sentido, criou-se uma contribuição para-fiscal⁴⁸ para sustentar o funcionamento da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB). A Contribuição Cooperativista garantiu o fluxo de recursos, oriundo das próprias cooperativas⁴⁹.

4.3.1.5. AUTORIZAÇÃO DE FUNCIONAMENTO, FISCALIZAÇÃO E CONTROLE

Aspecto marcante da 2ª PNC era o nível de controle sobre as cooperativas, que se exercia mesmo antes de proceder-se ao registro em Junta Comercial.

Previamente ao registro, necessário fazia-se a submissão de minuta do ato constitutivo e de relação nominativa de pretendentes sócios ao respectivo órgão controlador (INCRA, BNH ou BCB). Apenas após aprovação, permitia-se o arquivamento⁵⁰.

Durante a existência, a cooperativa era submetida a intensa fiscalização e controle. Suas atas de Assembleia Geral e balanços anuais deviam ser formalmente apresentados para análise da Organização de

⁴⁷ **Lei 5.764/71, art. 102:** Fica mantido, junto ao Banco Nacional de Crédito Cooperativo S/A, o "Fundo Nacional de Cooperativismo", criado pelo Decreto-Lei n. 59, de 21 de novembro de 1966, destinado a prover recursos de apoio ao movimento cooperativista nacional. **§1º** O Fundo de que trata este artigo será, suprido por: **I** - dotação incluída no orçamento do Ministério da Agricultura para o fim específico de incentivos às atividades cooperativas; **II** - juros e amortizações dos financiamentos realizados com seus recursos; **III** - doações, legados e outras rendas eventuais; **IV** - dotações consignadas pelo Fundo Federal Agropecuário e pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. **§2º** Os recursos do Fundo, deduzido o necessário ao custeio de sua administração, serão aplicados pelo Banco Nacional de Crédito Cooperativo S/A., obrigatoriamente, em financiamento de atividades que interessem de maneira relevante o abastecimento das populações, a critério do Conselho Nacional de Cooperativismo. **§3º** O Conselho Nacional de Cooperativismo poderá, por conta do Fundo, autorizar a concessão de estímulos ou auxílios para execução de atividades que, pela sua relevância sócio-econômica, concorram para o desenvolvimento do sistema cooperativista nacional.

⁴⁸ Ou uma CIDE-Cooperativista, no dizer de TORRES, Heleno. A CIDE-Cooperativista devida à OCB e a Política Nacional do Cooperativismo. Publicado em 01/08/2012. Capturado em 27/11/2017, no endereço eletrônico: <http://artigoscheckpoint.thomsonreuters.com.br/a/5us0/a-cide-cooperativista-devida-a-ocb-e-a-politica-nacional-do-cooperativismo-heleno-taveira-torres>

⁴⁹ **Lei 5.764/71, art. 107:** As cooperativas são obrigadas, para seu funcionamento, a registrar-se na Organização das Cooperativas Brasileiras ou na entidade estadual, se houver, mediante apresentação dos estatutos sociais e suas alterações posteriores. **Parágrafo único.** Por ocasião do registro, a cooperativa pagará 10% (dez por cento) do maior salário mínimo vigente, se a soma do respectivo capital integralizado e fundos não exceder de 250 (duzentos e cinquenta) salários mínimos, e 50% (cinquenta por cento) se aquele montante for superior. **Art. 108.** Fica instituída, além do pagamento previsto no parágrafo único do artigo anterior, a Contribuição Cooperativista, que será recolhida anualmente pela cooperativa após o encerramento de seu exercício social, a favor da Organização das Cooperativas Brasileiras de que trata o artigo 105 desta Lei. **§1º** A Contribuição Cooperativista constituir-se-á de importância correspondente a 0,2% (dois décimos por cento) do valor do capital integralizado e fundos da sociedade cooperativa, no exercício social do ano anterior, sendo o respectivo montante distribuído, por metade, a suas filiadas, quando constituídas. **§2º** No caso das cooperativas centrais ou federações, a Contribuição de que trata o parágrafo anterior será calculada sobre os fundos e reservas existentes. **§3º** A Organização das Cooperativas Brasileiras poderá estabelecer um teto à Contribuição Cooperativista, com base em estudos elaborados pelo seu corpo técnico.

⁵⁰ **Lei 5.764/71, art. 17:** A cooperativa constituída na forma da legislação vigente apresentará ao respectivo órgão executivo federal de controle, no Distrito Federal, Estados ou Territórios, ou ao órgão local para isso credenciado, dentro de 30 (trinta) dias da data da constituição, para fins de autorização, requerimento acompanhado de 4 (quatro) vias do ato constitutivo, estatuto e lista nominativa, além de outros documentos considerados necessários. **Art. 18:** Verificada, no prazo máximo de 60 (sessenta) dias, a contar da data de entrada em seu protocolo, pelo respectivo órgão executivo federal de controle ou órgão local para isso credenciado, a existência de condições de funcionamento da cooperativa em constituição, bem como a regularidade da documentação apresentada, o órgão controlador devolverá, devidamente autenticadas, 2 (duas) vias à cooperativa, acompanhadas de documento dirigido à Junta Comercial do Estado, onde a entidade estiver sediada, comunicando a aprovação do ato constitutivo da requerente.

Cooperativas do respectivo Estado. Havia mesmo possibilidade de intervenção do Poder Público e, até mesmo, de cancelamento de autorização de funcionamento, o que provocava interrupção de suas atividades⁵¹.

5. PERFIL DA SOCIEDADE COOPERATIVA NA LEI 5.764/71

As cooperativas tiveram seu delineamento jurídico estabelecido na Política Nacional de Cooperativismo. A rigor, dos 117 (cento e dezessete) artigos da Lei 5.764/71, 89 (oitenta e nove) dedicaram-se ao regime jurídico das sociedades cooperativas. Neste trabalho, não nos propomos a discorrer sobre cada dispositivo (dada a própria limitação do escopo), mas, em linhas gerais, sublinhar os comandos mais específicos e relevantes.

A racionalidade empregada na formulação do regime jurídico da sociedade cooperativa não foi tendente a conferir-lhe eficiência econômica, mas a dotar-lhe de mecanismos de estímulo a atuar como veículo de disseminação de subsídios públicos, devidamente submetida, em contrapartida, a rígidos controles de funcionamento.

A regra de intervencionismo estatal garantiu a possibilidade de o poder público auscultar a gestão e a operação das cooperativas. As organizações submetiam-se a verificações de regularidades e adequação aos ditames então vigentes.

A regra de adesão livre estabelece que qualquer pessoa pode ingressar e manter-se nos quadros sociais de uma cooperativa, desde que esteja apta a praticar atos descritos em seu objeto⁵². Ou seja: qualquer agricultor pode ingressar na cooperativa agrícola. Esta regra é utilíssima no caso de conversão do modelo societário em veículo de disseminação de acesso de pequenos produtores à Política Agrícola. Criada uma cooperativa e aportados recursos para investimento em um silo, por exemplo, todo produtor da região poderá associar-se e lá entregar a colheita, ressalvada a hipótese de não haver capacidade de a cooperativa receber volume excedente à sua capacidade de armazenamento⁵³.

A regra de gestão democrática estabelece que todos os sócios podem participar da gestão do empreendimento coletivo, em igualdade de condições: um voto para cada sócio⁵⁴. Não há, no modelo brasileiro de sociedade cooperativa, proporcionalidade dos direitos político societários em razão da fração de quotas-partes titularizadas nem da proporção da atividade econômica realizada. As únicas exceções residem nas cooperativas centrais, federações e confederações, as quais *podem* adotar a

⁵¹ **Lei 5.764/71, art. 92:** A fiscalização e o controle das sociedades cooperativas, nos termos desta lei e dispositivos legais específicos, serão exercidos, de acordo com o objeto de funcionamento, da seguinte forma: **I** - as de crédito e as seções de crédito das agrícolas mistas pelo Banco Central do Brasil; **II** - as de habitação pelo Banco Nacional de Habitação; **III** - as demais pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **§1º** Mediante autorização do Conselho Nacional de Cooperativismo, os órgãos controladores federais, poderão solicitar, quando julgarem necessário, a colaboração de outros órgãos administrativos, na execução das atribuições previstas neste artigo. **§2º** As sociedades cooperativas permitirão quaisquer verificações determinadas pelos respectivos órgãos de controle, prestando os esclarecimentos que lhes forem solicitados, além de serem obrigadas a remeter-lhes anualmente a relação dos associados admitidos, demitidos, eliminados e excluídos no período, cópias de atas, de balanços e dos relatórios do exercício social e parecer do Conselho Fiscal. **Art. 93.** O Poder Público (...) intervirá nas cooperativas quando ocorrer um dos seguintes casos: **I** - violação contumaz das disposições legais; (...). **Art. 63.** As sociedades cooperativas se dissolvem de pleno direito: (...) **VI** - pelo cancelamento da autorização para funcionar (...).

⁵² Segundo a ACI, nos termos aprovados pelo Congresso de Manchester, em 1995, o princípio da Adesão Livre e Voluntária estabelece que *as cooperativas são organizações voluntários, abertas a todas as pessoas aptas a utilizar os seus serviços, e dispostas a assumir as responsabilidades como membros, sem discriminações de sexo, sociais, raciais, políticas ou religiosas* (ALIANÇA COOPERATIVA INTERNACIONAL (ACI). **Declaração sobre Identidade Cooperativa** – Manchester: ACI, 1995).

⁵³ **Lei 5.764/71, art. 4º:** As cooperativas são sociedades de pessoas, com forma e natureza jurídica próprias, de natureza civil, não sujeitas a falência, constituídas para prestar serviços aos associados, distinguindo-se das demais sociedades pelas seguintes características: **I** - adesão voluntária, com número ilimitado de associados, salvo impossibilidade técnica de prestação de serviços; (...).

⁵⁴ Segundo a ACI, nos termos aprovados pelo Congresso de Manchester, em 1995, o princípio da Gestão Democrática estabelece que as cooperativas são organizações democráticas controladas pelos seus membros, que participam activamente na formulação das suas políticas e na tomada de decisões. Os homens e as mulheres eleitos como representantes dos outros membros são responsáveis perante estes. Nas cooperativas de primeiro grau os membros têm igual direito de voto (um membro, um voto), e as cooperativas de grau superior são também organizadas de forma democrática (ALIANÇA COOPERATIVA INTERNACIONAL (ACI). **Declaração sobre Identidade Cooperativa** – Manchester: ACI, 1995).

proporcionalidade⁵⁵. *Prima facie* isto pode parecer bom, mas bastas vezes oculta a participação de agentes que, não sendo produtores típicos, agregam-se à cooperativa com interesses paralelos.

A regra da Distribuição das Sobras estabelece que o resultado financeiro positivo, hipoteticamente verificado no final do exercício financeiro, não deve ser apropriado pela sociedade, mas (1) devolvido aos sócios responsáveis pela sua ocorrência, (2) aplicado em serviços comuns, e (3) mantido na cooperativa para promover o desenvolvimento da capacidade técnica de prestação de serviços pela mesma⁵⁶. Isto facilita a destinação do resultado econômico da operação ao produtor, sem que haja indevidas retenções por parte da sociedade. No Brasil, não há distribuição de lucros e dividendos em cooperativa e o resultado da operação com não sócio deve ser destinado a um fundo indivisível.

A regra de limitação de taxa de juros sobre o capital social determina que seja estabelecido um teto à remuneração do aporte financeiro dos sócios na sociedade cooperativa. Este corolário figura expressamente na Lei 5.764/71, a qual limita remuneração das quotas-partes integralizadas pelos cooperados à razão de 12% (doze por cento) ao ano, mesmo assim condicionada à ocorrência de sobras e à aprovação da Assembleia Geral. Esta regra era perfeitamente aceitável num contexto em que o Estado disponibilizava recursos públicos subsidiados para investimento e custeio em cooperativas. Afinal, tal limitação evitava que o cooperado se apropriasse de fração do subsídio financeiro destinado à produção sob a rubrica de qualquer espécie de benefício ou remuneração sobre capital.

Em síntese, pode-se afirmar que, nos moldes da Lei 5.764/71, a cooperativa é uma sociedade (1) obrigada a receber quem nela quiser entrar, (2) para dela participar em igualdade de condições com todos os demais associados, independentemente de seu nível de compromisso pessoal ou participação econômica, (3) submetida a regras restritivas de governança, (4) e a limitações de remuneração de capital, (5) que, àquela época, vivia submetida à intervenção estatal.

6. HORIZONTES LEGISLATIVOS

A despeito do longo tempo passado, mantém-se em vigor a modulação jurídica engendrada na década de 1970.

A Constituição Federal de 1988 não recepcionou alguns dispositivos, a exemplo do intervencionismo estatal. Demais disso, o Conselho Nacional do Cooperativismo (CNC) e o Banco Nacional do Crédito Cooperativo (BNCC), foram extintos. Ainda assim, o cerne da arquitetura jurídica permanece inalterado. Cerceamento a regras de governança, restrições à admissibilidade de cooperados, limitações à operação com não-sócios e à remuneração de capital são exemplos de traços que careceriam reavaliação.

O Congresso Nacional possui projetos em curso com proposta de alteração do regime jurídico da sociedade cooperativa no Brasil. A partir do ano de 1999, foram apresentados ao menos três projetos de lei dedicados a remodelar o regime jurídico das sociedades cooperativas no Brasil, todos no Senado Federal⁵⁷.

Desses, o projeto de autoria do Senador Osmar Dias logrou tramitação na Casa. Ele foi arquivado em 22 de janeiro de 2007, ao fim da 2ª legislatura em tramitação, por força do art. 332 do Regimento Interno do Senado Federal⁵⁸. Quinze dias depois, em 06 de fevereiro daquele ano, o mesmo ano seu conteúdo foi reenumerado e posto em tramitação, sob nº 003/2007.

⁵⁵ **Lei 5.764/71, art. 4º:** As cooperativas são sociedades de pessoas, com forma e natureza jurídica próprias, de natureza civil, não sujeitas a falência, constituídas para prestar serviços aos associados, distinguindo-se das demais sociedades pelas seguintes características: (...) **V - singularidade de voto**, podendo as cooperativas centrais, federações e confederações de cooperativas, com exceção das que exerçam atividade de crédito, optar pelo critério da proporcionalidade; (grifos nossos).

⁵⁶ Lei 5.764/71, art. 4º, VII, VIII e X, e art. 28

⁵⁷ Houve iniciativas dos Senadores José Fogaça (PLS 428/1999), Osmar Dias (PLS 171/1999) e Eduardo Suplicy (PLS 605/1999).

⁵⁸ **Regimento Interno do Senado Federal, art. 332.** Ao final da legislatura serão arquivadas todas as proposições em tramitação no Senado, exceto: **I** - as originárias da Câmara ou por ela revisadas; **II** - as de autoria de Senadores que permaneçam no exercício de mandato ou que tenham sido reeleitos; **III** - as apresentadas por Senadores no último ano de mandato; **IV** - as com parecer favorável das comissões; **V** - as que tratem de matéria de competência exclusiva do Congresso Nacional (Const., art. 49); **VI** - as que tratem de matéria de competência privativa do Senado Federal (Const., art. 52); **VII** - pedido de sustação de processo contra Senador em andamento no Supremo Tribunal Federal (Const., art. 53, §§ 3º e 4º, EC nº 35/2001). **§1º** Em qualquer das hipóteses dos incisos do caput, será automaticamente

O PLS 03/2007 avançou e, na forma de substitutivo apresentado na Comissão de Assuntos Econômicos (CAE), foi aprovado pelo Senado Federal em 16 de dezembro de 2014. O texto final foi finalmente remetido à Câmara dos Deputados em 27 de fevereiro de 2015, onde passou a tramitar como PL 519/2015.

Uma semana depois, em 05 de março, a Mesa da Câmara remeteu o PL 519/2015 para a Comissão de Trabalho, de Administração e Serviço Público (CTASP), a qual, em 27 de março de 2015, designou como Relator o Dep. Lelo Coimbra (PMDB-ES).

Quase quatro anos depois, o PL 519/2015 segue adormecido. Ao texto que aguarda segmento, há dois projetos de lei em apenso: o PL 6.692/2013 e o PL 8.424/2017. Ambos versam sobre dispositivos específicos da Lei 5.764/71, ainda em vigor.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

À vista do exposto corrobora-se a certeza de que, no Brasil, a arquitetura jurídica aplicada a sociedades cooperativas reflete o contexto de elaboração das normas fundantes, ou seja, o desenvolvimento de políticas agropecuárias durante o regime militar havido entre 1964 e 1971.

A modulação da sociedade cooperativa, ressalvada as não recepções operadas pela Constituição Federal de 1988, permanece praticamente inalterada. As normas atinentes a estrutura societária, regras de governança, direitos, deveres e responsabilidades, remuneração de capital são as mesmas.

REFERÊNCIAS

- [1] AMARAL, Luis. Tratado Brasileiro de Cooperativismo – SP: Revista dos Tribunais, 1938.
- [2] BAHIA. Governador, 1904-1908 (José Marcelino de Souza). Mensagem apresentada à Assembléia Geral Legislativa em 7 de abril de 1905 – Bahia: Oficinas do Diário da Bahia, 1905.
- [3] BITTENCOURT, Marco Antônio Floriano; e VIAL, Sophia Martini. Crédito Rural – um desafio a céu aberto – Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2017.
- [4] BRASIL. I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) – 1972/74 – Brasília: ?, 1971.
- [5] BRASIL. II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND – II) – 1975/79 – Brasília: ?, 1974.
- [6] BRASIL. III Plano Nacional de Desenvolvimento (PND – III) – 1980/85 – Brasília: ?, 1981.
- [7] BRASIL. Metas e Bases para Ação de Governo – Brasília: ?, 1970.
- [8] BRASIL. Metas e Bases para Ação de Governo – Brasília: ?, 1970.
- [9] BRASIL. Programa de Ação Econômica do Govêrno – 1964-1966 – 2ª ed incluindo versão revista do Programa de Investimentos para 1965 – Brasília: EPEA, 1965.
- [10] BUCCI, Maria Paula Dallari. Cooperativas de Habitação no Direito Brasileiro – SP: Saraiva, 2003.
- [11] BUCCI, Maria Paula Dallari (org). Políticas Públicas: reflexões sobre o conceito jurídico – SP: Saraiva, 2006.
- [12] BULGARELLI, Waldírio. As Cooperativas e o Plano Nacional de Habitação – SP: Pioneira, 1966.
- [13] BULGARELLI, Waldírio. Nova Legislação Cooperativista Brasileira in UTUMI, Américo et al. A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico – SP: Fund Friedrich Naumann, 1974.
- [14] COELHO, Carlos Nayro. 70 Anos de Política Agrícola na Brasil (1931-2001) in Revista de Política Agrícola – Ano X - nº 03 – Jul, Ago, Set – Brasília: CONAB, 2001.
- [15] GAWLAK, Albino. Cooperativismo: primeiras lições – 3ª Ed – Brasília: Sescoop, 2007.
- [16] JONES, C. Introduction to the study of public policy. Belmont: Wadsworth, 1970.
- [17] LUCIANO, Gersem dos Santos. O Índio Brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje – Brasília: Min. da Educação/Museu Nacional, 2006.

arquivada a proposição que se encontre em tramitação há duas legislaturas, salvo se requerida a continuidade de sua tramitação por 1/3 (um terço) dos Senadores, até 60 (sessenta) dias após o início da primeira sessão legislativa da legislatura seguinte ao arquivamento, e aprovado o seu desarquivamento pelo Plenário do Senado. §2º Na hipótese do § 1º, se a proposição desarquivada não tiver a sua tramitação concluída, nessa legislatura, será, ao final dela, arquivada definitivamente.

- [18] JUNQUEIRA, José. Uma Abordagem Política do Cooperativismo no Brasil – SP: datilog, sem data, apud FLEURY, Maria Tereza Leme. Cooperativas Agrícolas e Capitalismo no Brasil. São Paulo: Global Editora, 1983.
- [19] LUZ FILHO, Fábio. O Direito Cooperativo – RJ; s/e, 1962;
- [20] MORAES, José Affonso de. O Crédito Como Fator de Desenvolvimento das Cooperativas Brasileiras in UTUMI, Américo et al. A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico – SP: Fund Friedrich Naumann, 1974.
- [21] MOURA, Valdiki. Notícias do Cooperativismo Brasileiro – Washington: União das Repúblicas Americanas, 1947.
- [22] ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS (OCB). Cooperativismo brasileiro: uma história – SP: Versão Br Comunicação e Marketing, 2004.
- [23] PALHARES, Valdecir Manoel Affonso. Análise Histórica e Evolutiva do Cooperativismo de Crédito no Brasil in PINHO, Diva Benevides; & PALHARES, Valdecir Manoel Affonso (org). O Cooperativismo de Crédito no Brasil: do século XX ao século XXI – Santo André: ESETec, 2004.
- [24] PEREIRA, Lutero de Paiva. Financiamento Rural – 3ª ed – Curitiba: Juruá Editora, 2014.
- [25] PINHO, Carlos Marques. O Estado Brasileiro e as Cooperativas in UTUMI, Américo et al. A Problemática Cooperativista no Desenvolvimento Econômico – SP: Fund Friedrich Naumann, 1974.
- [26] PINHO, Diva Benevides. Cooperativas e desenvolvimento econômico: o cooperativismo na promoção do desenvolvimento econômico do Brasil. São Paulo: [s.n.], 1963.
- [27] PINHO, Diva. O Cooperativismo no Brasil: da vertente pioneira à vertente solidária – SP: Saraiva, 2004;
- [28] PINHO, Diva Benevides. Reavaliação do Cooperativismo Brasileiro – 2ª ed – SP: ?, 1980.
- [29] PERIUS, Vergílio Frederico. Cooperativismo e Lei – RS: Unisinos, 2001.
- [30] PONTES DE MIRANDA, Francisco Cavalcanti. Tratado de Direito Privado – Parte Especial, Tomo XLIX: Contrato de sociedade. Sociedades de Pessoas – 2ª ed – RJ: Atlas, 1999.
- [31] RODRIGUES, Roberto. Cooperativismo na Modernidade in Cooperativismo: democracia e paz – surfando a segunda onda – SP: [s.n.], 2008.
- [32] SILVA, Ademir Alves da. Política Social e Cooperativas Habitacionais – SP: Cortez, 1992.
- [33] SOARES, J. J. Sociedades Cooperativas – Teoria e Prática – Rio de Janeiro: Livraria Leite Ribeiro, 1929.
- [34] SPINOLA, Dantaslé. A Trilha Perdida: caminhos e descaminhos do desenvolvimento baiano no século XX – Salvador: Unifacs, 2009.

Capítulo 5

Rentabilidade e risco da produção de algodão nos três principais estados produtores brasileiros

Ícaro Junqueira Ramires

Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Resumo: O algodão é uma das principais culturas no agronegócio brasileiro, sendo o Brasil um dos principais produtores e exportadores mundiais de algodão. Dadas as incertezas que atingem o setor é de fundamental importância analisar o desempenho da cultura em condições de risco para melhor tomada de decisão de investimento na cultura do algodão. O objetivo deste estudo é analisar a rentabilidade do algodão, sob condições de risco, nos três principais estados produtores do Brasil em termos de volume produzido no período de 2011 a 2021. Para a análise utilizou-se o método de simulação estocástica de Monte Carlo considerando como variáveis de risco os preços vigentes e as produtividades médias de cada estado. Concluiu-se que a rentabilidade do algodão no estado do Mato Grosso domina estocasticamente as demais regiões, ou seja, apresenta melhor desempenho econômico sob condições de risco. Constatou-se também que as variáveis de risco contribuem de forma diferente em cada estado.

Palavras-chave: Algodão, rentabilidade, risco, simulação estocástica, análise de risco.

1. INTRODUÇÃO

O algodão é uma cultura conhecida pela humanidade há mais de 6.000 anos, sendo cultivada pelos indígenas no Brasil antes da vinda dos portugueses. No século XVIII começou a ser produzida de forma comercial no nordeste brasileiro, mais precisamente no estado do Maranhão. Atualmente os principais estados produtores são Mato Grosso, Bahia e Goiás, que juntos produzem mais de 80% do algodão brasileiro. A cultura foi ganhando importância, de modo que o Brasil que importava algodão, hoje ocupa posição de destaque em termos de produção e participação no mercado internacional desta *commodity*.

O Brasil é o 4º país em produção e 2º em exportação, sendo um importante *player* desse mercado. Na safra 2019/20, o Brasil atingiu safra recorde na produção de algodão em pluma, produzindo 3 milhões de toneladas. Segundo a última estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), 2,71 milhões de toneladas de algodão serão colhidas na safra 21/22, apresentando um crescimento de 15,8% em comparação à safra anterior, resultado que decorre de um aumento de 5% da área plantada e a elevação de 2,1% na produtividade.

O principal uso do algodão é como matéria prima na indústria têxtil, desde a produção de vestuário até na produção de insumos médicos como máscaras. Um dos motivos pelos quais o algodão é tão valorizado na indústria têxtil é o fato de implicar em menor desperdício no processo produtivo que as fibras sintéticas. As maiores indústrias têxteis estão localizadas na China e na Índia, daí o fato de que estes dois países consumirem mais de 50% da fibra de algodão consumida no mundo.

O algodão é uma *commodity* comercializada em todo o mundo, e como tal é influenciada por fatores econômicos e geopolíticos mundiais. Por exemplo, o cenário de emergência médica causada pela Sar-Cov-2 resultou em aumento das exportações brasileiras de algodão para a China de 300 para 500 mil toneladas de 2018 para 2019. A instabilidade econômica causada pela guerra entre Ucrânia e Rússia, deverá elevar os preços do petróleo afetando os custos de frete, com impactos sobre os preços finais das commodities bem como sobre os volumes comercializados. Por outro lado, a relação estoque consumo encontra-se novamente em patamares elevados tendo chegado a 98% em 2020, o maior da década. Desta forma os preços pagos ao produtor estão sujeitos a volatilidade dos preços devido a pressões do mercado mundial, sendo um relevante fator de risco para o desempenho da cultura.

Outro fator de incerteza quanto ao desempenho econômico ao nível do produtor é a produtividade. Excesso de chuvas ou seca podem afetar a produtividade. A cultura do algodão também depende fortemente de fatores biológicos particularmente àqueles ligados ao controle de pragas e doenças.

O Cerrado, região predominante da produção de algodão no Brasil, apresenta condições climáticas e de solo que propiciam o surgimento de doenças no algodoeiro, principalmente fungos e viroses, como o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), ramulose (*Colletotrichum gossypii*), mancha angular (*Xanthomonas axonopodis pv. malvacearum*) e ramulária (*Ramularia areola*).

Outro fator biológico que afeta a produtividade do algodão são as pragas, como pulgões (*Aphis gossypii* e *Myzus persicae*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*), tripses (*Frankliniella schultzei*), bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*) e ácaros (*Tetranychus urticae* e *Polyphagotarsonemus latus*).

A conjuntura de tensão entre a Rússia e a Ucrânia pode estar introduzindo também risco nos custos de produção, particularmente aqueles ligados aos preços de fertilizantes, e ao preço do diesel, pelo elevado grau de mecanização na cultura.

Assim pode-se afirmar que a cultura do algodão está sujeita a elevados riscos de mercado do produto e dos insumos bem como aos riscos biológicos ligados a questões edafoclimáticas e de ataque de pragas e doenças. Estes fatores influenciam na variabilidade dos resultados econômicos cultura, afetando a capacidade do empreendedor de tomar as decisões ótimas. Uma análise de risco que permita identificar os resultados econômicos associados à sua probabilidade de ocorrência pode auxiliar o produtor em seu processo de tomada de decisão.

2. OBJETIVO

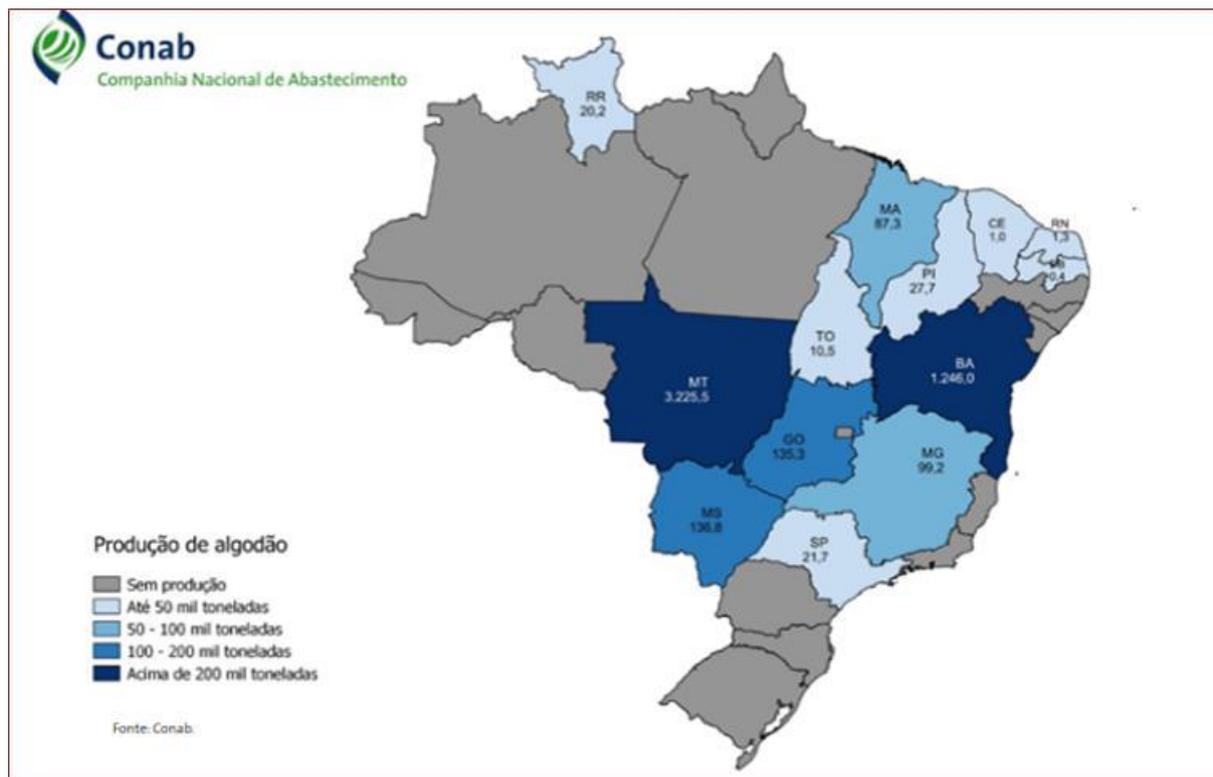
O objetivo deste estudo é analisar o desempenho econômico do algodão, sob condições de risco, nas duas principais regiões brasileiras, Centro-Oeste e Nordeste, contemplando os principais estados produtores em termos de volume produzido no período de 2011 a 2021, que são os estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estados da região Centro Oeste analisados são Mato Grosso e Goiás representados pelos municípios de Sapezal e Rio Verde, respectivamente. Na região Nordeste, foi considerado o estado da Bahia, representado pelo município de Barreiras. O principal estado produtor é Mato Grosso com 1,73 milhões de toneladas, seguido do estado da Bahia com 500 mil toneladas e Goiás com 56 mil toneladas na safra 2020/21.

A Figura 1 ilustra a importância dos estados brasileiros na produção de algodão.

Figura 1. Principais estados produtores no Brasil



Fonte: Conab(2021).

Para analisar o desempenho econômico da cultura foram levantados os custos de produção, produtividade e preços de venda do algodão em pluma nas 3 regiões anteriormente citadas. Neste estudo, os custos foram considerados como determinísticos por serem mais estruturais, uma vez que o custo de produção é composto por diversos itens, cada um com um peso relativo no custo total. Mesmo se um ou mais itens específicos sofrerem variação significativa, como os fertilizantes e o diesel, esta variação é ponderada pela participação do item no custo total, o que reduziria sua influência na variação do resultado econômico final da cultura.

Os custos foram retirados do AGRIANUAL 2021 e compõem-se de custos de operações, custos de insumos, e custos de administração. Não foram considerados os custos de pós colheita, particularmente do processamento da fibra, pois em geral o resíduo que é o caroço é cedido em troca do serviço de beneficiamento do algodão. A Tabela 1 mostra os custos em cada uma das regiões analisadas, para a safra colhida em 2020.

Tabela 1. Custos de produção do algodão em 3 regiões produtoras

Tipo de Custo	Custo MT (Sapezal)	Custo BA (Barreiras)	Custo GO (Rio Verde)
Custo de operações	R\$ 1250,73	R\$ 2650,35	R\$ 1331,74
Custo de insumos	R\$ 5765,95	R\$ 5427,28	R\$ 6644,95
Custo de administração	R\$ 333,32	R\$ 408,48	R\$ 373,31
Custo Total	R\$ 7838,04	R\$ 8995,94	R\$ 8850,38

Fonte: AGRIANUAL (2021).

Os preços de venda são mais voláteis pois dependem de fatores conjunturais de mercado, assim como a produtividade que pode ser afetada por fatores edafoclimáticos e biológicos. Desta forma, preços e produtividade foram consideradas as variáveis de risco para a análise de desempenho econômico da cultura de algodão.

O método utilizado para a análise de desempenho econômico sob condições de risco foi o Método de Simulação de Monte Carlo, que é uma técnica de seleção aleatória das variáveis de risco, associadas a uma probabilidade de sua ocorrência. Conforme Aven (2003), o método de Simulação de Monte Carlo apresenta vantagens quanto ao custo de análise, e por propiciar a vantagem de simular diferentes cenários de forma rápida. O método é constituído das seguintes etapas: 1) Seleção e identificação das distribuições de probabilidades das variáveis em estudo, 2) Seleção aleatória de um valor de cada variável em estudo, associada à probabilidade de sua ocorrência, 3) Determinação do valor do indicador de desempenho do sistema utilizando o valor da variável associada à probabilidade de ocorrência, 4) Repetição das etapas 2 e 3 até que a distribuição de probabilidade do indicador de rentabilidade satisfaça as exigências dos tomadores de decisão.

Na etapa 1 foram selecionadas os preços e produtividade como variáveis de risco. Os preços de venda referem-se às cotações mensais do algodão em pluma e foram coletados junto ao site Agrolink (AGROLINK, 2021) para cada região. Os preços foram deflacionados pelo índice IGPM, com base em 2021 e foram convertidos em reais por kg no período de janeiro de 2015 a outubro de 2021. A título de ilustração das diferenças de preços entre as regiões são apresentados os preços médios anuais na Tabela 2.

Tabela 2. Preço médios anuais do algodão em pluma em 3 regiões brasileiras em R\$/kg

Ano	Preço MT (R\$/kg)	Preço BA (R\$/kg)	Preço GO (R\$/kg)
2015	6,78	7,12	6,17
2016	7,63	7,96	5,89
2017	7,80	8,28	6,89
2018	8,92	8,86	8,52
2019	7,16	7,62	7,22
2020	7,25	7,80	7,63
2021	9,48	9,96	9,69

Fonte: AGROLINK (2021).

A produtividade do algodão em pluma nas três regiões foi coletada junto à Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (2021) e são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Produtividade de algodão em pluma em kg/ha em 3 regiões brasileiras

Safras	Produtividade MT	Produtividade BA	Produtividade GO
2011/12	1442,00	1158,00	1436,00
2012/13	1539,00	1315,00	1525,00
2013/14	1564,00	1513,00	1548,00
2014/15	1638,00	1546,00	1544,00
2015/16	1466,00	1052,00	1182,00
2016/17	1611,00	1717,00	1598,00
2017/18	1658,80	1890,00	1615,70
2018/19	1661,60	1800,00	1615,40
2019/20	1799,90	1902,00	1692,23
2020/21	1682,23	1911,00	1721,39

Fonte: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (2022).

Cada uma das variáveis de risco foi ajustada a uma função de distribuição de probabilidade pelo teste de Chi-Quadrado, que associa cada valor a uma probabilidade de ocorrência. Esta etapa assim como as subsequentes foram realizadas no software *@Risk (trial version)*.

O indicador de desempenho econômico utilizado foi o lucro operacional, que consiste na receita bruta (produtividade multiplicada pelos preços de venda), subtraindo-se os operacionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processar os dados foram obtidos os seguintes resultados: medidas estatísticas do lucro operacional, mapeamento de risco do lucro operacional, distribuição de frequência do resultado econômico, dominância estocástica e sensibilidade do lucro às variáveis de risco.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados estatísticos do lucro operacional obtidos após 10.000 interações dos dados simulados nas 3 regiões.

Tabela 4. Resultados estatísticos do lucro operacional da cultura do algodão em 3 regiões brasileiras

Lucro operacional	MT R\$/ha	BA R\$/ha	GO R\$/ha
Mínimo	379,10	- 9.253,93	- 15.503,16
Máximo	15.381,72	26.649,73	12.165,57
Média	5.291,62	4.470,19	2.347,52
Desvio Padrão	1.961,70	3.208,22	3.998,30
Variância	3.848.254,44	10.292.686,98	15.986.396,64
Assimetria	0,54688	0,35516	-0,77374
Curtose	3,4341	4,2997	3,47079
Mediana	5.113,14	4.317,25	2.986,39
Moda	5.366,01	4.211,84	4.735,13

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

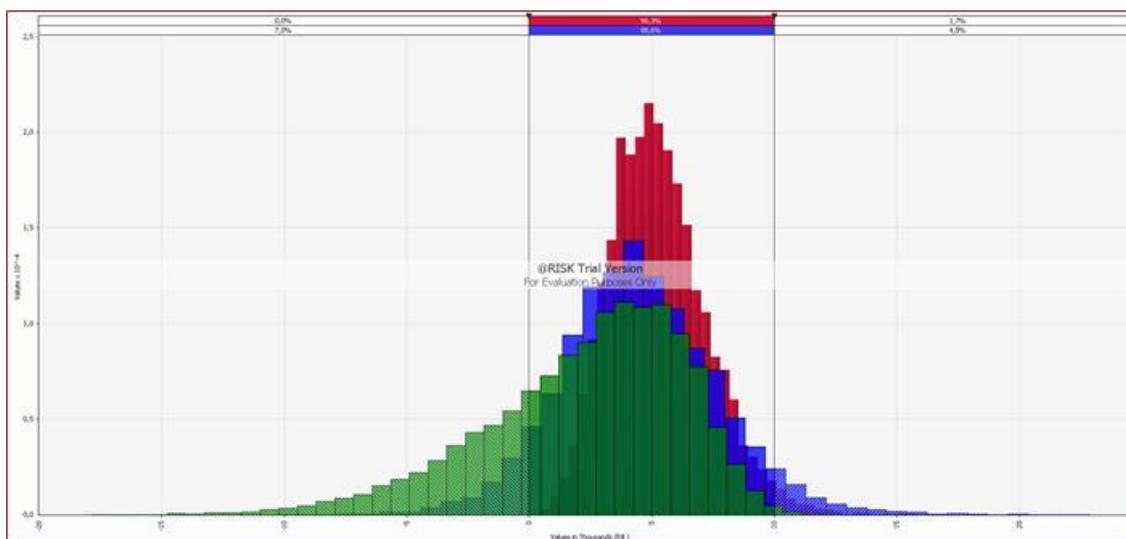
Com exceção do estado do Mato Grosso a cultura do algodão pode apresentar prejuízo em montantes relativamente elevados: de 9.253 reais na Bahia e de 15.503 em Goiás. Em MT o lucro operacional mínimo é positivo, mas reduzido. É importante ressaltar que estes valores apresentam baixa probabilidade de ocorrência. Quanto aos valores máximos destaca-se a produção de algodão na Bahia, que pode chegar a R\$ 26.649,73/ha, enquanto Goiás pode chegar a R\$ 12.165,57/ha e no estado do Mato Grosso, o valor máximo do lucro operacional pode chegar a R\$15.381,72/ha. Vale a observação anterior de que os valores máximos também apresentam baixa probabilidade de ocorrência. Verifica-se também que a variabilidade dos resultados dado pelo desvio padrão e variância é maior no estado de Goiás, seguido da Bahia e em níveis bem inferiores a variabilidade dos resultados do lucro operacional em Mato Grosso.

Em relação à assimetria verifica-se que a distribuição do lucro operacional de Mato Grosso e Bahia apresentam-se relativamente simétrica com algum grau de assimetria positiva enquanto o lucro operacional no estado de Goiás apresentou assimetria negativa.

Os valores da curtose para o resultado de lucro operacional para as três regiões mostram que as 3 curvas são leptocúrticas e os resultados de Mato Grosso e Goiás mais se assemelham a uma distribuição normal.

A Figura 2 ilustra a distribuição dos resultados de lucro operacional para as 3 regiões, que mostra uma distribuição mais concentrada para o estado de Mato Grosso em torno de R\$5.000,00 por ha. Os sistemas produtivos do algodão na Bahia e em Goiás concentram-se em valores ligeiramente menores, em torno de R\$4.000,00 por ha. No estado do Mato Grosso há 98,3% de probabilidade do valor do LO ficar entre 0 a R\$10.000,00, no estado da Bahia está probabilidade é de 88,6% e no estado do Goiás, apenas 74,7. A Figura 2 mostra ainda que os resultados de LO concentram-se na faixa de 0 a R\$5.000,00 por ha.

Figura 2. Probabilidade de ocorrência dos 3 principais estados produtores de algodão



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os percentis de risco indicam o lucro operacional máximo em diferentes níveis de risco, estratificados de 5% a 95%, divididos em classes de 5%. Este resultado deriva do critério da distribuição de probabilidade acumulada do lucro operacional e permite a escolha da alternativa com base em determinada possibilidade de garantir um lucro operacional compatível com o risco que o tomador de decisão aceita tomar.

Tabela 5. Mapa de risco do lucro operacional (LO) para 3 regiões produtoras de algodão

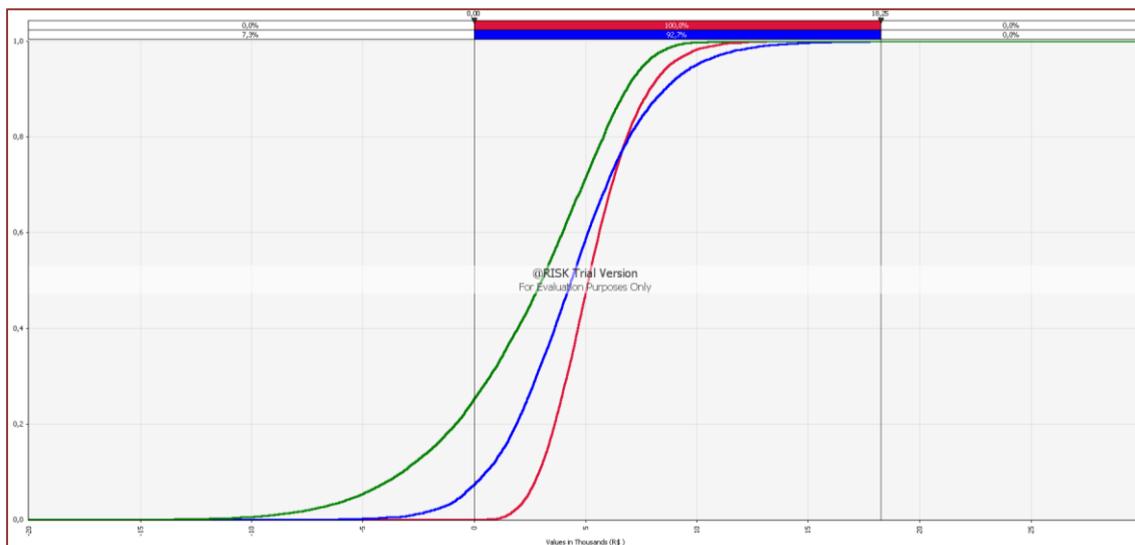
Percentil de Risco	MT (R\$/ha)	BA (R\$/ha)	GO (R\$/ha)
5%	2.401,95	-498,22	-5.249,41
10%	2.908,08	605,35	-3.213,03
15%	3.294,88	1.321,78	-1.938,60
20%	3.622,07	1.910,24	-860,79
25%	3.882,31	2.639,31	0,69
30%	4.151,39	2.820,10	721,01
35%	4.380,36	3.200,92	1.363,98
40%	4.636,49	3.591,80	1.936,90
45%	4.875,13	3.935,45	2.471,40
50%	5.113,13	4.317,26	2.986,38
55%	5.346,89	4.722,38	3.493,47
60%	5.620,28	5.087,12	3.939,41
65%	5.889,51	5.499,94	4.429,21
70%	6.180,12	5.954,95	4.856,62
75%	6.513,38	6.412,54	5.334,28
80%	6.911,53	6.958,56	5.803,97
85%	7.337,86	7.650,97	6.316,82
90%	7.860,26	8.489,74	6.951,70
95%	8.775,33	9.843,00	7.678,97

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para os investidores menos afeitos ao risco o melhor estado pra se investir no algodão é o Mato Grosso, já que apresenta valores de receita líquida maiores aos menores níveis de risco. Por exemplo tomando-se um nível de risco relativamente baixo, 15%, o lucro operacional é maior para a produção de Mato Grosso (R\$3.294,88/ha), seguindo-se a produção da Bahia (R\$1.321,78/ha) e pôr fim a produção de Goiás que indica prejuízo a este nível de risco (-R\$1.938,70). Para investidores com maior tolerância ao risco, o sistema produtivo da Bahia parece ser o mais indicado, pois em níveis mais elevados de risco, os valores são mais elevados neste estado. Por exemplo, tomando-se um nível maior de risco, por exemplo, 90% a produção de algodão na Bahia apresenta valores maiores de LO (R\$8.489,74/ha), seguida da produção em Mato Grosso (R\$8.860,26/ha) e da produção de Goiás (R\$6.951,70/ha).

Para comparação do retorno e risco foi elaborado o gráfico de dominância estocástica em relação às três regiões (Figura 3).

Figura 3. Distribuição de probabilidade acumulada do lucro operacional dos 3 principais estados produtores de algodão



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Verifica-se que o lucro da produção de algodão do estado de Mato Grosso (linha vermelha) domina estocasticamente as demais regiões, a não ser em maiores níveis de risco, onde a produção da Bahia apresenta melhores resultados (linha azul). O pior desempenho é da produção do estado de Goiás, que é dominado estocasticamente pelas demais regiões. Os resultados indicam que a produção de algodão do estado de Mato Grosso apresenta os melhores resultados de retorno e risco da cultura. Muito embora em maiores níveis de probabilidade (acima de 75%) os resultados econômicos da produção na Bahia sejam melhores, o nível de risco relacionado a este resultado é considerado elevado.

O único estado que apresentou probabilidade nula da lucratividade do algodão ser segativa, ou seja, foi o estado do Mato Grosso, no estado da Bahia esta probabilidade é 6,8% de apresentar prejuízo, e o estado do Goiás, com o pior resultado, apresentou 25,4% de probabilidade de o algodão gerar prejuízo. Este resultado é corroborado por NETO, A. *et al.* (2017) que mostrou que a partir da safra 12/13 a cultura do algodão apresentou rentabilidade positiva no estado do Mato Grosso.

Os fatores que mais afetam o risco em cada um dos sistemas são apresentados na Tabela

6, em ordem de importância em cada um dos sistemas. Os coeficientes mostram a contribuição das variáveis para o risco do sistema.

Tabela 6. Coeficiente de regressão do lucro operacional

Fator de Risco	Coefficiente MT	Coefficiente BA	Coefficiente GO
Preço Pluma	0,863	0,546	0,969
Produtividade Pluma	0,501	0,836	0,227

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A análise de regressão linear mostrou que o preço do algodão em pluma é a variável que apresenta a maior influência sobre o lucro operacional do Mato Grosso e do Goiás. A cada 10% de aumento no preço da pluma, mantidas as demais variáveis constantes, o lucro operacional aumenta no Mato Grosso em 8,6% e no Goiás em 9,7%. A segunda variável que mais influencia positivamente no lucro operacional do Mato Grosso e do Goiás é a produtividade. No estado da Bahia a produtividade do algodão é a variável que apresenta a maior influência sobre a variabilidade do lucro operacional. A cada aumento de 10% na produtividade do algodão, o lucro operacional aumenta em 8,3%. A segunda variável que mais influencia positivamente no lucro operacional na Bahia é o preço da pluma. ALVES *et al* (2021) indicam que as

oscilações da produtividade refletem no preço, gerando também uma influência entre os dois fatores de risco do algodão.

5. CONCLUSÃO

De uma forma geral a produção de algodão é rentável. A chance de a cultura apresentar prejuízo com o histórico de variabilidade de preços e produtividade no período analisado é baixa nas três regiões em estudo. Os melhores resultados combinando retorno e risco são do sistema de produção de Mato Grosso, seguido da produção da Bahia e os piores resultados são da produção em Goiás. É importante ressaltar que os resultados se referem aos dados históricos de preços de produtividade, mas mudanças no mercado mundial de *commodities* como as que vem ocorrendo podem inserir mais volatilidade no sistema produtivo.

REFERÊNCIAS

- [1] JUNIOR, B. de O. M. Setor têxtil: produção, comércio internacional e perspectivas para Brasil, nordeste, Ceará e Pernambuco em 2021. Caderno Setorial ETENE. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/954/1/2021_CDS_185.pdf. Acesso em: 02 dez. 2021.
- [2] ARAÚJO, A. E. de; SUASSUANA, N. D. Guia de identificação e controle das principais doenças do algodoeiro no Estado de Goiás. Campina Grande. 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/272982/1/DOC113.PDF>. Acesso em: 12 jan. 2022.
- [3] ABRAPA: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. Preço de Algodão Cepea/Esalq. 2021. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/preco-de-algodao-cepea-esalq.aspx>. Acesso em: 04 dez. 2021.
- [4] COÊLHO, J. D. Algodão: produção e mercados. Caderno Setorial ETENE. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/808/1/2021_CDS_166.pdf. Acesso em: 05 dez. 2021.
- [5] PAIVA, A. As principais pragas do algodão e quando atacam a lavoura. 2021. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/algodao/as-principais-pragas-do-algodao-e-quando-atacam-a-lavoura.html>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- [6] AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. 21. ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos. 2021. p. 130-134.
- [7] ALVES, L. R. A. et al. Cadeia agroindustrial e transmissão de preços do algodão ao consumidor brasileiro. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 59, n. e232806, Jan 2021.
- [8] ISSN 1806-9479. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.232806>. Acesso em: 2 jan. 2022. agroindustrial e transmissão de preços do algodão ao consumidor brasileiro. Revista de Economia e Sociologia Rural, 59(3), e232806. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.232806>
- [9] CONAB. A Cultura do Algodão: análise dos custos de produção e da rentabilidade nos anos-safra 2006/07 a 2016/17. Compêndio de estudos Conab, Brasília, p. 1 – 33, 2017. ISSN 2448-3710. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.232806>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- [10] AGROLINK. Cotações algodão. 2021. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/diversos/algodao/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

Capítulo 6

Uma investigação sobre os desafios da produção de soja na Região Norte brasileira

Ágata dos Santos Conceição

Salomão Franco Neves

Michele Lins Aracaty e Silva

Resumo: A região Norte do Brasil em sua extensão territorial abriga uma das regiões com a maior riqueza natural do planeta. O país desempenha papel de destaque em desenvolvimento e crescimento econômico na América do Sul - e atualmente o Brasil ocupa a segunda posição entre as maiores nações produtoras de grãos e carrega o peso de ser uma forte referência na produção de commodities. No entanto, é visível que a região Norte do país enfrenta desafios para produzir culturas granoleiras. Logo, esta pesquisa tem o objetivo de investigar os principais desafios da produção de soja na região Norte brasileira. Para tal, inicialmente será descrita a evolução da produção de grãos no período 2008-2018 e em seguida será verificado, a partir de evidências empíricas e da literatura, as limitações logísticas do objeto de estudo, além disso o modelo estrutural diferencial: shift-share foi utilizado para evidenciar variáveis de desempenho produtivo da soja- como resultados foi possível notar que a região Norte no geral vem garantindo espaço na produção de soja, com destaque para os estados de Tocantins, Pará e Rondônia- bem como o fator logística e tecnologia detendo grande peso no tocante de variáveis que precisam ser melhoradas para o desenvolvimento da soja no Norte do Brasil.

Palavras-chave: Produção de soja; Logística; Tecnologia; *Shift-Share*;

1. INTRODUÇÃO:

No corpo deste trabalho serão apresentados um painel sobre a potencialização da produção de soja na Região Norte bem como a sua evolução ao longo dos anos, a contribuição que a cultura da soja representa no PIB brasileiro também faz parte deste painel- e que é possível avistar no futuro o norte do país como um grande produtor do grão em questão.

É debatido os desafios que tratam de dificultar o crescimento e a expansão da cultura da soja na região, tais como logística, tecnologia, o próprio crédito rural que auxiliaria o pequeno produtor em recursos para adesão de materiais e até mesmo qualificação mais aguda sobre a plantação da soja. É delicado falar de expansão agrícola no Norte quando estamos falando da região com o bioma mais rico do Brasil- questões ambientais, e o próprio cuidado com a demarcação das terras indígenas são pontos que merecem ser cirurgicamente discutidos.

Um método essencial para embasar os resultados do estudo proposto está na análise do shift-share que foi usado para evidenciar variáveis de desempenho produtivo da soja, é um mecanismo muito utilizado para correlacionar variáveis e assim traçar resultados mais precisos para diversas questões, e nesta pesquisa o modelo econométrico tem a intenção de trabalhar com as variáveis quantitativas: área plantada, quantidade produzida e rendimento da produção.

E por fim o leitor irá mergulhar em pautas como a função da logística como divisor de águas para desenvolver questões como escoamento do grão, entrada e saída de insumos para uma região é que isolada do restante do Brasil, e isso inclui os interiores da região Norte, para tanto o fator tecnologia se faz essencial para o incremento da plantação do grão- melhores fertilizantes, até mesmo qualificação profissional proporciona um quadro de melhora para o crescimento da linha de soja nos sete estados do Norte do Brasil. As fontes do trabalho são dadas pelo IBGE, que proporcionou os dados que possibilitaram o uso do shift-share, além de outros autores especialistas na área da econometria, desenvolvimento rural, economia e outros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A região Norte é composta por sete estados e detém uma parcela de recursos naturais que a torna um vetor significativo para o desenvolvimento econômico brasileiro. Por sua vez, em termos setoriais, a atividade agrícola é digna de destaque. Conforme dados da CEPEA (Centro de Estudos Aplicados ESALQ/USP) em união com a CNA (Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil) o PIB de janeiro a março de 2020 deste setor somou crescimento de 3,29% equivalente a 55 bilhões de reais, atribuindo 34 bilhões para o setor pecuário e 21 bilhões ao setor agrícola.

A agricultura, de fato, contribui para geração de trabalho e renda. Em meio a esta atividade, encontra-se a produção granoleira compreendendo commodities como soja, feijão, arroz, café, milho, sorgo, algodão, amendoim e outros. Nesse sentido, estimativas da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) apontam que, até 2030 o crescimento no setor agropecuário pode chegar a 255 milhões de toneladas de grãos na região norte. Alguns estados promissores como Tocantins e Pará possuem como principal propulsor de trabalho e renda as atividades de cultura agrícola destaque para a produção dos grãos e oleaginosas.

No entanto, a produção na região Norte, quando comparada às demais, pode apresentar diferenciais significativos por conta tanto de fatores tecnológicos quanto de ordem logística. A produção de soja, por exemplo, se tornou uma cultura de destaque no Brasil e a sua expansão se dá para regiões mais afastadas do Sul onde o cultivo é extremamente amplo e massivo chegando a 41,07% em 2008 (PADRÃO; GOMES; GARCIA, 2012).

Existem vários fatores de atrofia para a fomentação dos grãos na parte norte do país, para tanto, em uma avaliação mais densa mostra o grande potencial dessa região para as questões agrícolas, por justamente já ser uma realidade moldada nesse território com as atividades extrativistas e destaque para a pecuária bufalina- além da extração de minério no estado do Pará que atribui muito prestígio ao lado do Amazonas com as suas reservas de gás natural e zona franca- fatores atrativos para grandes investidores nacionais e internacionais.

Um método muito útil usado para mensurar crescimento produtivo de determinado produto é o modelo shift-share, sua principal função é medir o desempenho das regiões brasileiras no quesito agricultura, as variáveis em questão são- tamanho das áreas produtoras, rendimento produtivo, produção total,

facilidade de aquisição de fatores de produção e integração. O processo de produção agrícola possui duas questões que sem elas a sua prática se torna extremamente fatigante.

Logística e tecnologia ambas se tornaram instrumentos essenciais para tornar a produção agrícola uma extensão em larga escala- no entanto as duas são pontas de obstáculo quando direcionadas aos estados do norte do Brasil, começando pela logística- o norte é uma extensão que possui canais de escoação direta para Europa e Ásia os modais mais usados são as rodovias e hidrovias além das ferrovias e portos localizados em Itacoatiara (AM) que escoam oceano a fora, no entanto a falta de infraestrutura nas estradas e até mesmo rotas que poderiam facilitar o tráfego das mercadorias nem se quer começaram a sair do papel para a construção efetiva, todo esse retardo faz com que os investidores fiquem desestimulados a investirem nas região amazônica.

A mecanização no campo faz parte da maturação produtiva de qualquer produto, inclusive a produção de grãos; atualmente é muito comum ver os grandes campos do centro-sul equipados com que há de melhor na indústria maquinífera, as grandes searas de soja contam não só com o apoio das máquinas, mas também toda a equiparação de pesquisas sobre as espécies oleaginosas, assim como o solo e toda parte científica dos grãos, importante mencionar que os solos amazônicos carecem de nutrientes e nem todo grão se desenvolve na terra, alguns tratamentos especiais são necessários como fertilizantes. Outro problema é a falta de equipamentos de ponta que muitas das vezes não são distribuídos nos estados nortistas.

Diante de tais questões cabe a seguinte reflexão o que impede uma região tão promissora como o norte do Brasil ser uma opção tão descartável na visão dos investidores? Algumas variáveis já podem ser vistas até o presente momento no correr desta introdução que serão trabalhadas e estudadas ao longo da produção científica.

A fim de mensurar o crescimento produtivo da soja produzida nos solos norte-brasileiro a ferramenta que tem colaborado para a melhor precisão de dados é o método shift-share que trabalha também com vantagens comparativas. Para um melhor desempenho comparativo dos dados; a primeira parte da avaliação consiste na atuação da tecnologia voltada para a agricultura que são divididas em três pontos, estes são: inovação mecânica, biologia e química, daí se vem a parte analítica que mede a localização de um produto e seu destaque no setor, tudo isso em uma esfera nacional- esse parâmetro mostra se o grão é um produto viável e se está sendo parcial na questão do custo-benefício, esses números proporcionam segurança quando o investidor coloca sua confiança nas ações de grãos na região norte.

Para Silva e Menezes (2018, p.172) o método shift-share é muito utilizado nos estudos investigativos para indicar setores com vantagens comparativas. Outros pesquisadores como Pereira e Campanile (1999), usaram a ferramenta para traçar a dinamicidade do emprego no Rio de Janeiro, Silveira, Delfini e Fochezaatto (2005) já abordaram as causas das diferenças da produtividade do trabalho entre as regiões brasileiras.

Dentro do campo econômico de exportação da soja é possível verificar a grande saída do produto que é considerado uma *commoditie*, de alta desenvoltura para Maristella Svampa (2013, p. 31), o termo commodities se refere a “produtos indiferenciados cujos preços se fixam internacionalmente, ou como produto de fabricação, disponibilidade e demanda mundial, que tem um alcance de preço internacional e não requerem tecnologia avançada para sua fabricação e processamento”.

Mesmo sendo um país de referência no assunto agrícola, o Brasil não trabalha com uma produção organizada de maneira igualitária em seus estados, as regiões sul e sudeste produzem cerca de 70% de todos os produtos agrícolas brasileiros, deixando as demais regiões em baixa vantagem. Por serem regiões de alta produtividade o Sul e Sudeste brasileiros, acabaram se desenvolvendo mais rapidamente que as demais, ficando bem óbvia a grande diferença do poderio de produção dessas regiões, por isso as melhores tecnologias, estradas, especialistas e estudos estão concentradas nessas localidades, a região Norte é uma grande aposta para a produção de grãos no futuro pois existem fatores que se forem bem lapidados farão da região uma grande impulsionadora de grãos do país, mas para isso precisa-se entender as dificuldades que o Norte enfrenta para atingir a tão almejada autonomia na produção de soja, que é o foco da pesquisa.

De acordo com a pesquisa regida por Padrão et al., (2020). A região norte em si agrega diferenciais únicos para exercício do plantio de grãos; em sua metodologia a teoria da modernização, mais profundamente o modelo neoclássico de inovação induzida propõe uma análise sobre a tecnologia dita que a mesma passou de um fator exógeno dentro da agricultura para um fator endógeno essencial para o sucesso da cultura.

“Segundo a análise neoclássica, os meios de produção são fixos no curto e médio prazo e variáveis no longo prazo e podem ser limitados ou não. Nesse sentido, a tecnologia é vista como deslocadora da função de produção, permitindo que, com uma mesma quantidade de insumos, obtenham-se maior quantidade de produto, resultando num efeito redutor de custo em razão do aumento da produtividade e não em decorrência do produto”. (PADRÃO et al., 2020).

Um dos assuntos preponderantes nos desafios dos grãos da região norte, é o fator logística. Há as grandes fronteiras naturais que isolam o território nortista de uma interação mais íntima com o resto dos estados da federação, no alto norte brasileiro existe a facilidade para exportar os grãos pelas águas amazônicas rumo a Ásia e Europa a rota fluvial torna a entrega dos grãos e outros produtos de demanda externa, mais funcional para o exterior, mas quando a situação é enviar a matéria prima do norte para o resto do Brasil a situação é bem caótica, devidos principais rotas terrestres ainda estarem em processo de construção, o escoamento por meio das rotas fluviais ainda é prematuro e se encontra longe de ser um modelo de envio de ponta.

Para Souza (2012) em seu artigo pela Universidade de São Paulo (USP) dissertou sobre a rota da logística na região Norte e Nordeste, para a soja que é um dos principais grãos produzidos pelo Brasil e de consumo mundial. Pois bem, sobre as principais rotas Souza afirma “O escoamento na parte norte do país tem como os principais modais o rodoviário, ferroviário e hidroviário, este último a sua infraestrutura no Norte atende a produção do Centro Oeste por proximidade aos consumidores europeus.” E a autora faz questão de lembrar sobre a importância da rodovia Norte-Sul, que liga o pátio intermodal de Palmas/Porto Nacional até Guaraí que garante uma ligação aos portos Itaqui no Maranhão que tem como destino os Estados Unidos da América e Europa.

É importante ressaltar a conjuntura do ciclo de contribuição dos desafios na produção de grãos, que vai muito além de somente pontos tecnológicos e naturais. Há muito tem-se debatido na comunidade nacional e internacional sobre a preservação do verde Amazônico, já que este bioma abrange parte significativa da região norte e como a Amazônia é visada como um patrimônio mundial, representantes e ativistas ambientais sempre apontam para o bem estar da esfera Amazônica, inclusive com o aumento das queimadas e outros desastres naturais que sempre despertam debates ao redor do mundo, fica cada vez mais delicado trazer o debate da expansão da agricultura na região.

O Instituto de pesquisa econômica aplicada, o IPEA trouxe exatamente a questão mencionada acima, em seu relatório de setembro de 2020- o trabalho desenvolvido por César Nunes de Castro exibiu ao público a importância que o novo código florestal aprovou em 2012, sobre a esfera de fala ambiental. Para Costa (2012), “A importância de se preservar o meio ambiente regional, há de se conciliar esse objetivo com o de gerar emprego e renda para a população que habita esta vasta região. De acordo com dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2012), aproximadamente 15,8 milhões de pessoas vivem na região Norte e desenvolver modos de sustentar essas pessoas, ou aprimorar os já existentes, é condição sine qua non para a preservação dos recursos ambientais da floresta”.

Fatores como atividades ilegais são recorrentes na região norte devido a sua enorme extensibilidade territorial, manter um contínuo controle sobre as atividades extrativistas é desafiador onde exige a integridade dos fiscais, o comprometimento dos parceiros extrativistas e o mais importante um método eficiente de controladoria seja através de recursos de TI ou Inteligência artificial. Acontece que o Brasil ainda tem muito a caminhar para implantar um modelo de gestão e controle eficiente para tornar as atividades ilegais como fase do passado nos solos brasileiro. Com o passar do tempo o governo viu que já estava na hora de ajudar aqueles que mais careciam então resolveu traçar estímulos que pudessem ajudar o pequeno produtor, então surgiu o crédito rural.

Portanto o objetivo da pesquisa é investigar os principais desafios, no que se tange a produção de soja na região norte brasileira e em paralelo descrever a produção de grãos no período 2008-2018. Além de verificar as evidências empíricas e da literatura, e como as limitações logísticas do objeto de estudo influenciam nos desafios produtivos das culturas representadas na pesquisa. E por fim fazer uma pontuação sobre a influência da agricultura familiar e o crédito rural dentro do aspecto produtivo da soja.

2.1. CRÉDITO RURAL

O crédito rural tinha como princípio fazer com que o público principal a ser alcançado fossem os agricultores de baixa renda, assim o governo fornecia o investimento necessário que aquele determinado produtor necessitasse, isso incluindo uma facilitação no pagamento seja estendendo o prazo de devolução do empréstimo ou até mesmo diminuindo e zerando os juros para o pequeno agricultor.

Para Ramos e Junior (2010) às atividades agrícolas se desenvolvem em um cenário de riscos e incertezas que podem comprometer o desempenho econômico. As principais fontes de instabilidade para o setor agrícola associam-se aos riscos de produção, decorrentes de problemas climáticos e sanitários, e de preço. A história do benefício teve início na década de 60 e surgiu com a intenção de proporcionar os então instrumentos de modernização, “Nesse programa se destacam três políticas: crédito subsidiado, principalmente para a adquirir insumos modernos e financiamento de capital; a extensão rural; e a pesquisa agropecuária, liderada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)” (ALVES et al.) O crédito rural é um instrumento de política agrícola muito importante. “A base foi o Governo Federal, principalmente via Banco do Brasil e Banco do Nordeste. As taxas de juros foram subsidiadas com maior intensidade no Brasil, especialmente no período de 1970 a 1985” (COELHO,2001).

Em sua pesquisa Alves et al apresentou uma pauta sobre o mecanismo embutido de auto seleção, pela qual os agricultores que não se encaixavam eram excluídos pelo governo, e isso só exhibe o quão falho o sistema se mostrou para aqueles que mais precisavam, e infelizmente essa mesma falha perdura ainda nos dias de hoje, o pequeno produtor do interior do norte ainda não possui conhecimento sobre esse benefício que pode ser grande propulsor para a renda da região e claro da família interiorana; ressaltando também que nesta seleção a região Nordeste muito perdeu pelo baixo índice de escolaridade, maiores complicações quanto aos títulos de posse da terra e agricultores com aversão ao risco.

Em 1952 surgiu no Brasil o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) uma ferramenta poderosa do governo federal de financiamento para todos os segmentos da economia, o programa do BNDES conta com planos de modernização e expansão de negócios, pois a partir desse incentivo é possível gerar renda, emprego e inclusão social no país. O próprio banco tem vários programas para auxiliar o produtor rural. De acordo com a página oficial do BNDES eles respaldam o seguinte ponto que é justamente o impacto ambiental.

“Por ser uma empresa pública e não um banco comercial, o BNDES avalia a concessão do apoio com foco no impacto socioambiental e econômico no Brasil. Incentivar a inovação, o desenvolvimento regional e o desenvolvimento socioambiental são prioridades para a instituição.” (BNDES, 2020, 18).

Hoje tem-se o crédito rural como um desafio no que tange a produção de grãos no Brasil, devido às dificuldades no acesso ao recurso do crédito por parte do pequeno produtor, que muitas vezes se encontra isolado por barreiras geográficas como os agricultores do interior da Amazônia. Ramos e Junior (2010) abordaram essa temática do raro acesso ao produtor de culturas do interior, além disso a credibilidade entre o financiado e o financiador tem cada vez mais se impondo em um cenário de incerteza que será abordada no correr do artigo.

3. METODOLOGIA

De forma a cumprir os objetivos levantados por esta pesquisa, se parte do método analítico, dado o seu objeto. De natureza aplicada, o estudo é descritivo e se procederá de pesquisa bibliográfica e documental de forma a contemplar o primeiro objetivo específico, serão utilizadas informações do Levantamento Sistemático da Produção agrícola (LSPA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), organizadas sob a forma de tabelas e gráficos.

Por sua vez o modelo analítico shift-share, denominado modelo estrutural diferencial, desenvolvido por Dunn (1960) para analisar alterações das variáveis setoriais e regionais à mudança das mesmas variáveis em uma ampla escala- ou seja um modelo para quantificar mudanças ocorridas em determinados períodos nesta análise consta a variável estrutural ou proporcional caracterizando setores ou produtos em dinamicidade de produção que reflete na taxa de crescimento de uma região em relação à economia como um todo.

Já o efeito diferencial diz respeito à localização de determinado setor ou produto em determinada região em relação ao crescimento nacional. Essas equações contribuem para uma alocação na análise de crescimento de um setor ou região. A partir desses ajustes, o modelo shift-share é usado em todos os setores da economia, tais como agricultura, indústria, desenvolvimento regional, mercado de trabalho, entre outros.

Um exemplo voltado para o setor produtivo da agricultura do uso do modelo em questão, foi a análise da dinâmica de crescimento da cafeicultura em Minas Gerais, nas regiões Sudoeste e Cerrado com dados cedidos pelo IBGE e da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) para os anos de 1990 a 2006 investigação coordenada por Oliveira et al. (2008). A metodologia do Shift- Share é totalmente maleável para estudar qualquer variável comparativa, por isso esse método foi selecionado neste estudo. Como índice de parâmetro- para o presente trabalho irá ser utilizado na mesma base de pesquisa de Felipe (2008), cujo modelo é aplicado na dinâmica da agricultura no estado de São Paulo no período de 1990 a 2005, porém para esta pesquisa a variável produção de soja no Norte do Brasil será a avaliação principal. Bem como o peso da logística e tecnologia, para traçar uma vantagem comparativa para a região.

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A região norte é composta por sete estados, organizados em Acre (AC), Amapá (AP), Amazonas (AM), Pará (PA), Rondônia (RO), Roraima (RR) e Tocantins (TO). A sua extensão territorial está calculada em 3.853.575,6 Km² o que garante o título de maior área territorial do Brasil, tão extensa que faz fronteira com sete países da América do Sul, como Bolívia, Peru, Venezuela, Colômbia, Suriname e Guianas. O clima da região é o equatorial com alta umidade e temperatura elevada.

3.2. FONTES DE DADOS

Foram analisados os bancos de dados do LSPA (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola) no correr de 10 anos (2008 a 2018) sobre a soja. A cultura para o estudo foi selecionada a partir de três requisitos: O primeiro é a intensidade da produção do grão em escalada nacional, incluindo o peso que o grão tem para o Produto Interno Bruto (PIB), o segundo requisito é alta demanda no consumo do grão no dia a dia do brasileiro, levando em consideração sua essencialidade no conteúdo nutricional ao consumidor local e por fim; o terceiro e último requisito é o quanto o grão é versátil na produção de derivados de volátil em movimento de exportação e importação.

Após realizar o filtro das variáveis quantidade produtiva, área de cultivo e rendimentos médios, todos os dados foram tabelados no Excel e assim obteve os gráficos que serão apresentados ao longo desta pesquisa.

Quadro 1: Indicadores da pesquisa

Indicador	Área Plantada	Rendimento Médio	Produção Obtida
Conceito	Área plantada de cada produto agrícola, no ano de referência da pesquisa	Razão entre a produção obtida e a área colhida de cada produto agrícola, no ano de referência da pesquisa.	Quantidade de cada produto agrícola obtida na área colhida, no ano de referência da pesquisa.
Unidade	Hectares (ha)	Quilograma por hectare (kg/ha)	Toneladas (t)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do LSPA-IBGE

Importante destacar que os indicadores da pesquisa dependem da duração do ciclo do cultivo do produto. A soja, é uma cultura de curta e média duração com ciclo vegetativo inferior a um ano, além disso os

indicadores são dados por área plantada, rendimento médio e produção obtida. Ressalta-se também que nos dados do LSPA as áreas são divididas em área I e II, para o trabalho apresentado- serão usados os dados da área II; por motivos de homogenia de informações e pelo fato da área II ser a que finaliza o processo de cultivos da soja, em culturas inferiores a um ano de plantação.

3.3. DESCRIÇÃO DO MODELO *SHIFT-SHARE*

Esta sessão do trabalho está levando como base a obra de Felipe (2008); cuja pesquisa envolve as fontes de crescimento da produção agrícola em São Paulo entre 1990-2005. A ideia de Felipe (2008) era comparar os setores produtivos de São Paulo com as mesorregiões paulistas utilizando modelo diferencial estrutural *shift-share*.

Para o estudo presente, o modelo *shift-share* será aplicado na cultura de soja, onde o seu maior pico produtivo foi no mês de julho, avaliando o período de 10 anos. O estado do Pará mais especificamente, foi o estado que mais colheu soja em julho de 2008-2018 é importante citar os fatores que levaram a esta afirmação, que fora objeto de estudos pelas entidades responsáveis pela mensuração do crescimento agrícola no Brasil, com isso, fatores essenciais destacam a sojicultura paraense comparada aos outros seis estados da região Norte.

“Dados do IBGE mostram que o estado do Pará plantou, em 2018, cerca de 560 mil hectares de soja, sendo mais 300 mil na região de Paragominas, que é o principal polo produtor de grãos do estado. A produção paraense, em 2018, ficou em 1 milhão e 640 mil toneladas do grão, e a expectativa é que sejam colhidos 1 milhão e 800 mil t na safra deste ano, segundo o IBGE. O estado é o segundo maior produtor de soja da região Norte, atrás somente do Tocantins, que em 2018 produziu 2 milhões e 500 mil toneladas, e o 13º do Brasil.” (EMBRAPA, 2019, 32.).

Utilizando o modelo *shift-share* será possível quantificar as variações ocorridas no período de 2008-2018 e assim avaliar o desempenho de cada um elaborando uma análise a partir das fontes:

- Variações da área cultivada (efeito área- E_a)
- Variações no rendimento das culturas (efeito rendimento- E_r)
- Variações na quantidade produzidas (efeito produção- E_p)

O efeito da área (E_a) cultivada irá proporcionar a dimensão produtiva da sojicultura no estado do Pará e nos outros estados da região norte, isso é importante para avaliar traços de expansão territorial e debater sua problemática. O efeito rendimento (E_r) trará apontará as variações da produção em relação a produtividade e por último o efeito da quantidade (E_p) demonstrará em números os resultados produtivos da soja e assim auxiliar na conclusão da observação do trabalho aqui apresentado.

3.4. VARIÁVEIS UTILIZADAS

Entendendo que para uma compreensão mais aguçada sobre as variáveis usadas no modelo, serão apresentados e detalhados os índices e subíndices da pesquisa. O estado do Pará detém destaque produtivo na soja comparado aos demais estados da região Norte, por isso usa-se o Pará como parâmetro comparativo, bem como Felipe (2008) usou em sua pesquisa, no caso o estado de São Paulo de parâmetro as mesorregiões paulistas.

Prosseguindo adotemos as seguintes observações:

- O subíndice s indica a soja, que irá variar de 1 a l ($l=12$).
- O subíndice Y representa todos os estados da região norte (exceto o Pará) que varia de 1 a j ($j= 6$)
- já o subíndice t define o período em anos, que vai de 0 (zero) a w , o período inicial é dado por 0 e o período final pelo índice f .

As variáveis são:

Q_{st} = quantidade produzida da sojicultura no Estado do Pará, no período t , ($l = 1,2,3,\dots,12$);

Q_{syt} = quantidade produzida da sojicultura na Região Norte, no período t , ($l = 1,2,3,\dots,12$);

A_{st} = área total cultivada da sojicultura no Estado do Pará, no período t

A_{syt} = área total cultivada da sojicultura na Região Norte, no período t

R_{st} = rendimento médio da sojicultura no Estado do Pará, no período t

R_{syt} = rendimento médio da sojicultura na Região Norte, no período t

α = É o coeficiente que mensura a modificação na área total cultivada de soja no estado do Pará entre o período final e inicial ($A_f - A_i$)

3.5. APLICAÇÃO DO MODELO ECONOMÉTRICO

Neste primeiro momento avaliou-se a ótica da quantidade produzidas Q_{sf} e Q_{s0} da soja no Estado do Pará, no período final (2018) e inicial (2008). Portanto para o período inicial (0):

(1)

$$Q_{s0} = \sum_{y=1}^l (A_{sy0} R_{sy0}) = \sum_{y=1}^l (\alpha_{sy0} A_{s0} R_{s0})$$

Nota-se que a quantidade produzida no período inicial (2008) deve ser igual ao somatório da área cultivada de soja na região norte vezes o rendimento médio da soja na região norte, que por sua vez deve ser igual ao somatório do produto da área cultivada de soja no Pará vezes a área cultivada de soja no Pará e o rendimento médio da soja no Pará.

E no período final (f):

(2)

$$Q_{sf} = \sum_{y=1}^l (A_{syf} R_{syf}) = \sum_{y=1}^l (\alpha_{syf} A_{sf} R_{sf})$$

Onde se repete o mesmo raciocínio da quantidade produzida inicial, no entanto com os dados do período final, que para esta pesquisa é o ano de 2018.

Para alterações na área total em cultivo da soja Paraense no período inicial, a produção (Q_{sf}^A)

É dado por:

(3)

$$Q_f^A = \sum_{y=1}^l (\alpha_{sy0} A_{sf} R_{sy0})$$

Onde o somatório representa os produtos no coeficiente de modificação na área total de soja no Pará, em sequência tem-se a Área total cultivada no Pará e o Rendimento médio da soja na região Norte- esclarecendo ainda sobre as modificações na área total- elas podem ser desde uma diminuição de território devido ao desgaste natural, como perda em queimada ou plantações que não vingaram em 100% do território de plantio.

Para variações na área e rendimento no período final:

(4)

$$Q_f^A = \sum_{y=1}^l (\alpha_{sy0} A_{sf} R_{syf})$$

Aplica-se a mesma ideia da equação 3 referenciando o período final- ano de 2018.

Por último, no caso de uma mudança total na quantidade produzida da sojicultura, entre o período inicial (0) para o período final (f) ($Q_{cf} - Q_{c0}$):

(5)

$$Q_{cf} - Q_{c0} = \sum_{y=1}^l \alpha_{syf} A_{yf} R_{syr} - \sum_{y=1}^l \alpha_{sy0} A_{s0} R_{sy0}$$

Esta equação apresenta a diferença entre os somatórios do período final menos o inicial usando as respectivas variáveis: efeito modificação na área total de produção no Pará, a área total de produção e os rendimentos médios da produção de soja nos anos 2018 e 2008, atenta-se ainda que há diferença entre a área modificada (α) e a área cultivada (A). Abaixo tem-se a versão simplificada da equação 5.

$$(6) \quad Q_{sf} - Q_{s0} = (Q_{sf}^{AR} - Q_{s0}) + (Q_{sf}^{AR} - Q_{sf}^A)$$

Onde:

$(Q_{sf}^{AR} - Q_{s0})$ = Representa variação total na quantidade produzida no estado do Pará na cultura de soja entre o período inicial (0) e o final (f), alterando somente a área total cultivada, ou seja, o efeito área (Ea).

$(Q_{sf}^{AR} - Q_{sf}^A)(Q_{sf}^{AR} - Q_{sf}^A)$ = Representa a variação total na quantidade produzida da sojicultura entre o período inicial (0) e o período final (f), levando em consideração mudanças no rendimento, ou seja, o efeito rendimento (Er).

A metodologia apresentada no presente trabalho tem como base o trabalho de Felipe (2008) em que o mesmo usou a linha metodológica de Igreja (1987). Onde os dados foram apresentados em taxas anuais de crescimento;

“Quando se apresentam os resultados, os valores dos efeitos isolados se apresentaram na forma de taxas anuais de crescimento, sendo, portanto, expressas de forma individual como uma porcentagem da mudança total na produção” (FELIPE, 2008, 65).

Silva e Menezes (2018) utilizaram o método shift-share para analisar a dinâmica de empregos nas microrregiões de Minas Gerais entre 2005-2015 e as chaves de estudo foram os dados de levantamento de empregados, valor produto de produção e valor utilizado, apesar da aplicação não envolver a agricultura em si, percebe-se que a metodologia do cálculo é semelhante ao proposto por Felipe (2008).

A obra de Garcia, Gomes e Padrão (2012) apresenta a evolução dos principais grãos brasileiros e dentre eles estão a soja, milho e o feijão como culturas cerne do objeto de pesquisa, o modelo shift-share foi manipulado por adição e subtração simultâneas de taxa de crescimento levando em consideração x local e uma y região. Variáveis como estrutural ou proporcional somado ao efeito diferencial evidenciaram efeitos locativos e modificações no espaço plantado.

Cruz (2018) estudou a produção de grãos de 1990-2016 no estado de Tocantins e como ferramenta metodológica fez uso do shift-share para mensurar o incremento de grãos no estado, fez uso das variáveis de efeito área e rendimento, com destaque maior para as culturas de soja, milho e feijão; o instrumento que proporcionou a decomposição da produção total dos grãos, trouxe uma visão sobre o crescimento da cultura de grãos em Tocantins além de mapear as áreas que mais precisam de investimentos para o impulsionamento de cultivo como um todo no estado.

Caldarelli (2018) aborda a evolução do valor da produção e área cultivada com grãos entre 1967-2007 utilizando o modelo estrutural diferencial shift-share, dividindo-se em duas partes a primeira a análise dos componentes totais no valor da produção- efeitos área, rendimento e preço; na segunda e última parte a decomposição do efeito área, efeitos escala e substituição. Ao final da pesquisa é exibido o poder que o efeito área exerce na influência do crescimento agrícola no Brasil.

Andrade, Lobo, Ribeiro e Silva (2020) apresenta um estudo sobre os municípios do MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) decompondo o crescimento do VAB setorial no período de 2010-2015, aplicando o *shift-share* agregando o detalhamento da descrição do crescimento econômico da região em termos de estrutura produtiva, observando todas as identidades da pesquisa, foi possível verificar os pontos de destaques em crescimento regional e setores dinâmicos.

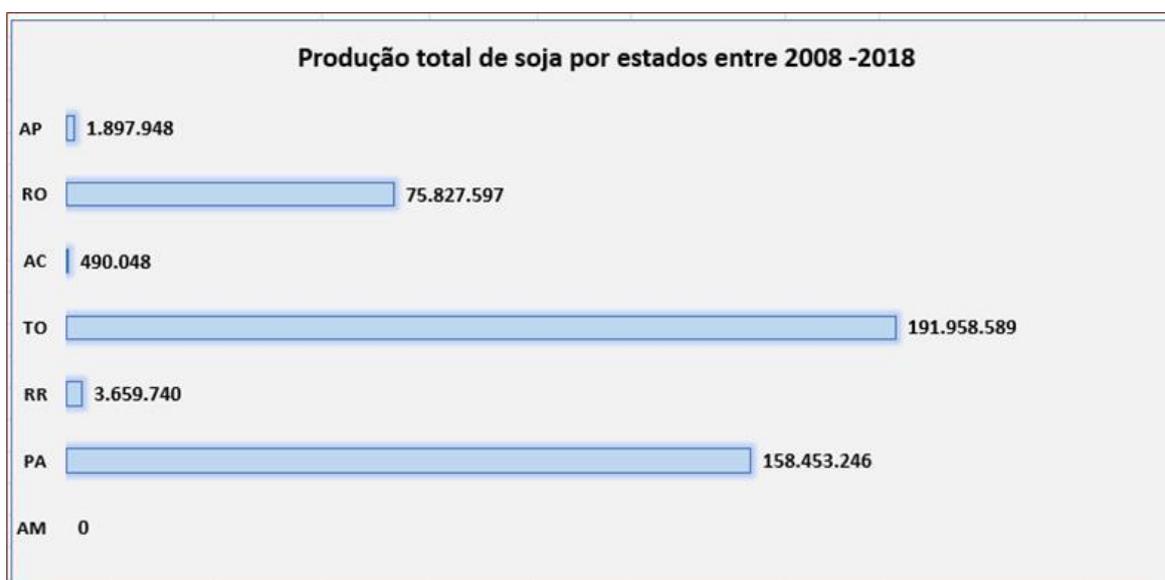
4. RESULTADOS

4.1. O MAPA DO CRESCIMENTO DA SOJA

O gráfico 1 apresenta a produção total de soja em milhões de toneladas na região Norte, no período de dez anos que contempla os anos de 2008 a 2018- é possível observar o grande destaque dos estados do Pará e Tocantins que detêm a maior parcela produtiva do Norte e Tocantins apresentando quase 192 milhões de toneladas e por pouco poderia ter chegado a 200 milhões de toneladas. Os estados menos produtivos são Amapá, Acre, Roraima e o Amazonas que não produziu soja entre 2008-2018 e o estado de Rondônia teve uma produção mediana, não tão grande se comparada ao Pará e Tocantins e não muito pequena quanto os demais estados.

Durante o levantamento foi observado que os estados do Pará, Tocantins e Rondônia abrangem juntos 80% da força granoleira produtiva deste grão na região norte. No entanto o estado de Rondônia como o terceiro maior produtor tem se mostrado uma grande potência, podendo até superar os dois estados a sua frente. Atualmente o estado é o 14^o maior produtor de grãos no Brasil.

Gráfico 1: Total produtivo em milhões de toneladas de soja de 2008-2018 por estado



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do LSPA-IBGE.

No Gráfico 2 é possível observar o desempenho dos estados por anos, e notar quais foram os maiores anos produtivos da sojicultura, percebe-se que no ano de 2008 o desempenho foi minimamente maior comparado ao ano de 2009 que ainda estava em um clima ruim para negócios de compra e venda pós-crise das imobiliárias em 2008. O ano de 2010 teve um salto significativo mostrando a recuperação do mercado o que refletiu em boas safras no Norte e a ampliação no espaço produtivo, principalmente em Tocantins e Pará.

Entre os anos de 2010 a 2012 houve crescimentos exponenciais e em 2013 novamente queda produtiva, com recuperação em 2014 e em seguida 2015 atingindo um salto de mais de 50 milhões de toneladas de soja em toda a região. Em 2016 a colheita foi menor se comparada ao ano anterior e em 2017 e 2018 novamente o Norte se deparando a crescimentos escalares.

Ainda sobre a produção de soja é importante ressaltar que somente três estados ganham destaques expressivos. Na liderança o estado de Tocantins, seguido respectivamente por Pará e Rondônia. Os estados- como Amapá, Acre e Roraima se tornaram produtores assíduos da cultura a partir de 2013 enquanto Pará, Tocantins e Rondônia produzem desde o período 1 da pesquisa aqui desenvolvida, nesse caso o ano de 2008. O Amazonas é o único estado da região norte que não produziu soja no correr dos 10 anos, justificativas como as políticas ambientais, isolamento logístico, desnutrição do solo e outros tópicos; são alguns dos motivos que levaram o Amazonas a produção zero de soja.

Gráfico 2: Desempenho produtivo por milhões de toneladas de soja na região Norte por ano

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do LSPA-IBGE

4.2. ANÁLISE DO MODELO ESTRUTURAL DIFERENCIAL: *SHIFT-SHARE*

Primeiramente serão apresentados os efeitos para quantidade produzida tanto no período inicial quanto no período final; em seguida abordaremos os efeitos na área total de cultivo na soja paraense. Será exposto os resultados para possíveis variações no rendimento e área produzida e para finalizar, no cálculo usando o modelo shift-share, será tratado os resultados em quantidade produzida de toda a região Norte, e após isto a discussão do papel da logística e tecnologia sobre tais variáveis.

Para a quantidade produzida em 2008 na região do Pará em termos de rendimento e área a influência destes fatores colaborou para que o estado produzisse cerca de 60.218 toneladas de grãos; enquanto o restante da região norte produziu 435.054 toneladas com o peso maior dos estados de Rondônia e Tocantins como principais propulsores agrícolas do Norte.

Em 2018 os efeitos da quantidade produzida já sofreram com alterações nas áreas e conseqüentemente nos rendimentos produtivos, o Pará em 2018 apresentou 552.483 toneladas de grãos de soja, quantidade essa superior a todos os 6 estados da região Norte (AM, RR, RO, TO, AC e AP) enquanto o restante dos estados nortenhos abarcou mais de 1.199.769 toneladas do grão. Isto quer dizer que somente o estado do Pará produziu mais da metade de grãos que os outros 6 estados juntos conseguiram, deixando claro o potencial produtivo paraense para a sojicultura.

Expresso em 552.559 toneladas de soja, é importante frisar que se houvesse uma alteração na área no que tange a expansão da seara o crescimento produtivo do Pará em 2018 se daria pela solução acima, ou seja, quanto mais extensa for o campo produtivo maior seria os resultados para o ano de 2018; no caso de uma variação nos efeitos rendimentos e área entre 2008 e 2018 tem-se um total produtivo de 552.628 toneladas, valor muito próximo da variação da área, portanto conclui-se que tanto área quanto rendimento tem papéis entrelaçados na conjuntura dos resultados.

Por fim para uma variação na quantidade produzida em toda a região Norte que fechou em 3.897.077 mil toneladas de soja para o ano de 2008- 2018 o cálculo levou em consideração o efeito rendimento e efeito área e ao final pode-se afirmar que a região norte no correr de 10 anos tem como produção média 3.897.077 apesar de ainda não ser super representativa no mapa da sojicultura brasileira, esse número só tende a crescer no passar dos anos, principalmente quando há a inserção de melhorias em pontos estratégicos como a logística e a tecnologia.

5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES

Considerando o período analisado 2008-2018 é possível concluir que é notável o avanço e crescimento produtivo da soja na região Norte como um todo, salvo alguns estados que ganham protagonismo na sojicultura como Pará, Rondônia e Tocantins. O destaque é fruto da extensão de área plantada que juntos somam mais de 70% de toda área plantada com soja, feijão e milho da região Norte.

Abordando ainda a inexpressiva produção de soja no estado do Amazonas em termos de plantação e colheita, observou-se no fim da pesquisa que o papel do estado neste cenário é mais como uma região de rota de escoação do produto ou até mesmo in natura para os grandes canais hidroviários.

Para tanto, faz parte deste ensaio apontar as dificuldades encontradas que o produtor nortenho encontra e que acabam por reduzir o desempenho produtivo das culturas. A logística da região atrelado as más condições das estradas e o pouco investimento em alternativas de tráfego produtivo como o passe fluvial, apontam para o grande impasse enfrentado entre produtores e que acabam desestimulando os investidores.

Outro fator é o crédito rural, posto que se fosse mais facilitado aos pequenos produtores da região Norte, as chances de um aumento significativo na produção de grãos seriam maiores. Fatores como logística, facilitação de crédito e tecnologia representam a tríade dos desafios do produtor na região Norte. O modelo de análise diferencial estrutural shift-share no trabalho exposto apontou para taxas de crescimento sob as variáveis pertinentes para o estado do Pará.

Para tanto é significativo dizer que o modelo pode ser estendido e avaliado por outras perspectivas como para o estado do Amazonas, cuja dinâmica é pautada sob outros regimes produtivos e assim verificar novos pontos de atração e fazer um balancete quantitativo de perdas e ganhos na produção de grãos e não somente para o feijão, milho e soja mas também, para produtos regionais que demonstram alto crescimento como mandioca, banana e laranja.

Pensando em toda a estrutura produtiva, desafios e tantas outras variáveis que compõe a serie de estudos sobre a soja no Norte do Brasil, é inegável a potencialidade da região, tão vasta em territórios, fauna e flora tão poderosas, que criam uma barreira natural- que em um futuro não tão distante pode alavancar e despertar todo o seu potencial produtivo, com melhorias tecnológicas, pesquisadores e profissionais capacitados e empenhados em tornar a região uma referência na produção da sojicultura. Importante investigar no futuro sobre os retornos de uma economia agrícola de ponta na região Norte, pontuando os retornos e benefícios sociais e econômicos de geração de renda e bem-estar na vida dos nortistas.

REFERÊNCIAS

- [1] BASTOS, S.Q., GOMES, J.E. Dinâmica da Agricultura no Estado de Minas Gerais: Análise estrutural-diferencial para o período 1994-2008. Revista do Centro de Estudos Rurais, UNICAMP. v.5, p.45-76, 2011.
- [2] CARVALHO, L.E.; VASCONCELOS, P.M., CARVALHO, P.M., TEXEIRA, C.P.M., CAVALCANTE, A.M. Floating Crane: Porto Sustentável: Uma Solução Eficiente Para o Escoamento de Grãos pelo Norte do Brasil. Fundação Dom Cabral, Belém, ano 2018, p. 2-60, 10 ago. 2018. Disponível em: <http://repositório.itl.org.br>. Acesso em: 8 fev. 2021.
- [3] COSTA, S.M.G. Grãos na Floresta: Estratégia Expansionista do Agronegócio na Amazônia. Repositório - UFPA, 2012. Disponível em: <http://repositório.ufpa.br/jspui/handle/2011/11157>. Acesso em: 20 de Mar.2020.
- [4] COELHO, J.D. Produção de Grãos- Feijão, Milho e Soja. Caderno Setorial ETENE, ano 3, n.33, 19 jun.2018.
- [5] FELIPE, F.I. Dinâmica da Agricultura no Estado de São Paulo entre 1990 e 2005: Uma análise através do modelo shift-share. Revista de Economia Agrícola de São Paulo, São Paulo, ano 5, 11 jul.2008. 55, p. 61-73.
- [6] GAZZONI, D.L., DALL'AGNOL, A. A Saga da Soja- de 1050 a.C a 2050 d.C. Embrapa, Brasília, 2018. 199 p. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em: 16 de Out. 2020.
- [7] GASQUES, J.G., SOUZA, G.S., BASTOS, E.T. Brasil: Tendências do Agronegócio 2017-2030. Cátedra Luiz de Queiroz, ELSAQ, 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/valorbruto-da-producao-agropecuaria-vbp>. Acesso em: 22 de Out. 2020.
- [8] GARCIA, J. Determinantes Estruturais do Crescimento da Produção Brasileira de Grãos por Estados da Federação: 1989/90/91 e 2006/07/08. Ibcit oasisbr- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2012. Disponível em: <http://oasisbr.ibcit.br>. Acesso em: 16 de Mar.2020.
- [9] PADRÃO, G., GOMES, M., GA, J.GARCIA. CGEA/DCEE/SPA/MAPA. Valor Bruto da Produção-Lavouras e Pecuária- Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 5 de Abril. 2021.

- [10] RAMOS, S., JUNIOR, G. Evolução da Política de Crédito Rural Brasileiro. Revista EMBRAPA, Distrito Federal, nº documento 307.1412; 2010.
- [11] SILVA, C.A.F. Corporação e Agronegócio da Soja na Amazônia. Revista Acta Geográfica, Roraima, v.2,n.3,2008.
- [12] SILVA, D., Menezes, G. Análise Shift-Share: Um Estudo Para as Mesorregiões Mineiras no Período 2005-2015. Revista Estudo&Debate, Rio Grande do Sul, v.25, n.1, 2018.
- [13] SOUZA, L. A Logística da Soja na Fronteira Agrícola Norte e Nordeste. ESALQ-LOG- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP, 2012. Disponível em: <http://esalqlog.esalq.usp.br> . Acesso em: 16 de Mar.2020.
- [14] WRIGHT, C.L. Método Econométrico: Algumas Reflexões Sobre a Obra Pioneira se Von Thuner. Biblioteca digital da FGV, 1982. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br> . Acesso em: 10 de Maio, 2020.

Capítulo 7

Pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia no setor cafeeiro: Uma análise bibliométrica (2002-2022)

Thais Santana do Nascimento

Wanderson Alves Ferreira

Alexandre Morais Borges

Ana Kelly Mota Barbosa

Elmo Pereira Ramos

Vinicius Miotto Fardim

Edney Leandro da Vitória

Resumo: A cultura do café se destaca como produto de grande comercialização no mundo, sendo a América do Sul o principal produtor e o Brasil como expoente. Desta forma, assume um papel de importância no que se refere ao desenvolvimento de pesquisas, pois se tornou representativo em economias de muitos países. O objetivo central deste foi identificar a partir do banco de dados Scopus a evolução das pesquisas científicas na cafeeicultura no período do ano de 2002 a 2022. As publicações em torno dos termos (coffee, agricult, nutrition, phytosanitary, genetics e irrigation) dos últimos 20 anos foram consideradas e analisadas por meio do software VOSviewer. As análises apontam a vasta produção científica em torno da cultura do café, principalmente referindo-se a área da genética e bioquímica. Dados mostraram a evolução das publicações durante os anos chegando ao pico em 2020 com 131 publicações. Além disso, mostrou o destaque do Brasil na produção de documentos e no número próximo a 800 produções durante este período com principais colaboradores Estados Unidos e França o que também mostrou a força das instituições de pesquisas brasileiras, pois das 10 instituições que estão no topo, 8 são brasileiras, mas ainda com pouca colaboração entre si. A rede de coautoria identificada mostra grande colaboração entre grupos brasileiros e franceses mostrando uma grande rede de autores conectados.

Palavras-chave: Coffea. Bibliometria. Manejo. Genética. Agricultura.

1. INTRODUÇÃO

O café é um importante produto na economia mundial (CARVALHO *et al.*, 2017). Os países produtores constituem um componente fundamental no produto interno bruto, sendo responsável pela ocupação de milhões de pessoas, geração de renda e a formação de divisas econômicas, por outro lado, nos países importadores há uma forte agregação de valor (UTRILLA-CATALAN *et al.*, 2022).

A projeção apresentada nos anais da *Agriculture in 2050 Project* é de que a população mundial atingirá cerca de 10 bilhões em 2050. Tornando-se necessário expandir a produção de alimentos para o consumo humano. Refletindo em um aumento de cerca de 70% em diversos setores, como higiene, beleza, medicamentos entre outros (HUNTER *et al.*, 2017). Com inúmeros desafios a serem vencidos para se atingir esta produção.

Na produção de café não é diferente, sendo de extrema necessidade o desenvolvimento de pesquisas e transferência de tecnologias relativas ao setor da cafeicultura, dado a importância da participação deste nas exportações agrícolas brasileiras (LINS, 2013). Já se observa um grande avanço de pesquisas relativas ao melhoramento genético, fisiologia, controle de pragas e doenças, qualidade e quantidade de água utilizada na produção, nutrição e manejo nutricional, qualidade da bebida e outros (KRISHNAN *et al.*, 2021; UGILES-GÓMEZ *et al.*, 2021; CABRERA; CALDARELLI, 2020).

As diferentes linhas de pesquisas científicas na cafeicultura variam desde a produção do grão à bebida, envolvendo diversos pesquisadores e instituições de diferentes países. Identificar as tendências e o avanço de estudos científicos em meio diverso requer uso de técnicas apuradas. A revisão literária permite a pesquisa uma abordagem mais sistemática e é uma importante etapa do processo de produção científica (SEURING; GOLD, 2012). O uso de revisões sistemática de literatura é bastante aceito como base para resumir a pesquisa primária (KOUTSOS *et al.*, 2019). Algumas técnicas como as análises bibliométrica e cientométrica, têm sido empregadas para se conhecer os temas das pesquisas realizadas, bem como a transformação ou desenvolvimento das aplicabilidades sobre os mais variados temas. No entanto, a bibliografia acadêmica ainda carece de uma análise bibliométrica aprofundada das publicações sobre a cafeicultura (KOTSEMIR, 2019).

A análise bibliométrica é uma importante metodologia para auxiliar os pesquisadores a encontrar literatura científica específica, tendências emergentes, reconhecimento de padrões de colaboração e componentes da pesquisa (VERMA; GUSTAFSSON, 2020), além de instituições e países que mais publicam (MADRID-CASACA *et al.*, 2021).

Na cafeicultura alguns estudos científicos bibliométricos evidenciam a importância desta metodologia. Com destaque para SANTANA *et al.* (2021) que avaliou a cafeicultura de precisão no período de 20 anos, enquanto CABRERA *et al.* (2020) a pesquisa científica de cafés certificados no período de 10 anos.

Diante do exposto, objetivou-se com esse estudo identificar a partir do banco de dados *Scopus* a evolução das pesquisas científicas na cafeicultura no período do ano de 2002 a 2022 com foco na pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologias.

2. MATERIAL E MÉTODO

A base de dados *Scopus* foi consultada para a pesquisa bibliométrica da evolução de pesquisas. O estudo bibliométrico permitiu identificar tendências teóricas assim como áreas de estudos a fim de demonstrar a evolução e qualificação das publicações correlacionadas ao tema. Justifica-se a escolha da base de dados *Scopus* por ser mais completa que outras bases de dados, por exemplo, a *Web of Science*. A base de dados *Scopus* apresenta um sistema objetivo para identificadores exclusivos de autor e indicadores de organização das informações pesquisadas, funcionalidade que não é oferecida pela base de dados *Web of Science* (KOTSEMIR & SHASHNOV, 2017; VIEIRA & GOMES, 2009).

O dicionário de sinônimos *thesaurus* foi consultado para verificar os sinônimos utilizados para se referir ao principal termo da pesquisa, assim como abreviações para esses termos sendo a coleta de dados realizada em junho de 2022. Neste sentido, foram realizadas buscas dos termos nos títulos dos artigos, nos resumos e nas palavras-chave.

Os termos utilizados na base de pesquisas foram: Coffee, Agricult, Nutrition, Phytosanitary, Genetics e Irrigation. Os operadores booleanos *OR* e *AND* foram utilizados para direcionar e restringir a pesquisa na base de dados ao tema de interesse. Assim, inseriu-se o código de pesquisa: (TITLE-ABS-KEY(coffe*) AND TITLE-ABS-KEY(agricult*) OR TITLE-ABS-KEY(nutrition) OR TITLE-ABS-KEY(phytossanity) OR TITLE-ABS-KEY(genetics) OR TITLE-ABS-KEY(irrigation)).

A fundamentação da análise bibliométrica apresenta a seguinte sequência lógica: recuperação dos dados, extração da rede de dados, normalização e visualização e análise dos mapas temáticos e de conexões. Tal sequência foi utilizada na pesquisa na base *Scopus* para o pré-processamento dos dados e 1.749 documentos foram encontrados.

O software bibliométrico *VOSviewer* (<https://www.vosviewer.com/>) foi utilizado na análise com objetivo de identificar as possíveis conexões entre os dados bibliográficos (VAN ECK & WALTMAN 2010). Os dados bibliográficos foram exportados da base de dados *Scopus*, em seguida foi realizada uma classificação de relevância dos termos encontrados no pré-processamento e analisou-se os grupos relacionados ao domínio de investigação das publicações (WALTMAN *et al.*, 2010).

O software *VOSviewer*, organiza os dados bibliométricos em função das indicações e limitantes selecionadas durante o pré-processamento da rede de dados e gera mapas temáticos. Nestes, o tamanho dos rótulos circulares de um item é determinado por pesos sinápticos definidos a partir da relevância do item. Além disso, os grupos ou *clusters* gerados e organizados nos mapas são apresentados em diferentes cores. As linhas entre os itens representam conexões. Quanto mais forte for a conexão entre dois itens, mais espessa é a linha utilizada para exibir a conexão no mapa temático (VAN ECK e WALTMAN 2020).

Identificou-se os principais autores, coautores, tipos de documentos, instituições e os países de origem que são geradores de conhecimento sobre a temática de utilização de veículos aéreos não tripulados na aplicação de defensivos e fertilizantes na agricultura. Para analisar as conexões entre países e entre revistas científicas, realizou-se uma análise de coautoria, filtrando por um número mínimo de cinco documentos. Para a análise das palavras-chave, conduzimos uma análise de co-ocorrência, utilizando um número mínimo de limiar de ocorrência igual a 5 (cinco), ou seja, o número de vezes que uma palavra-chave deve estar presente no conjunto de dados a ser utilizado na análise.

Resumidamente, a sequência metodológica utilizada na análise bibliométrica foi a seguinte: análise de co-ocorrência de palavras-chave, análise das co-autoria entre autores, co-autoria entre países e análise das citações entre revistas. Para análise e desenvolvimento desta etapa, o software *VOSviewer* foi utilizado. A Figura 1 apresenta o fluxograma da metodologia proposta.

Figura 1. Metodologia adotada para a geração dos dados utilizados na pesquisa



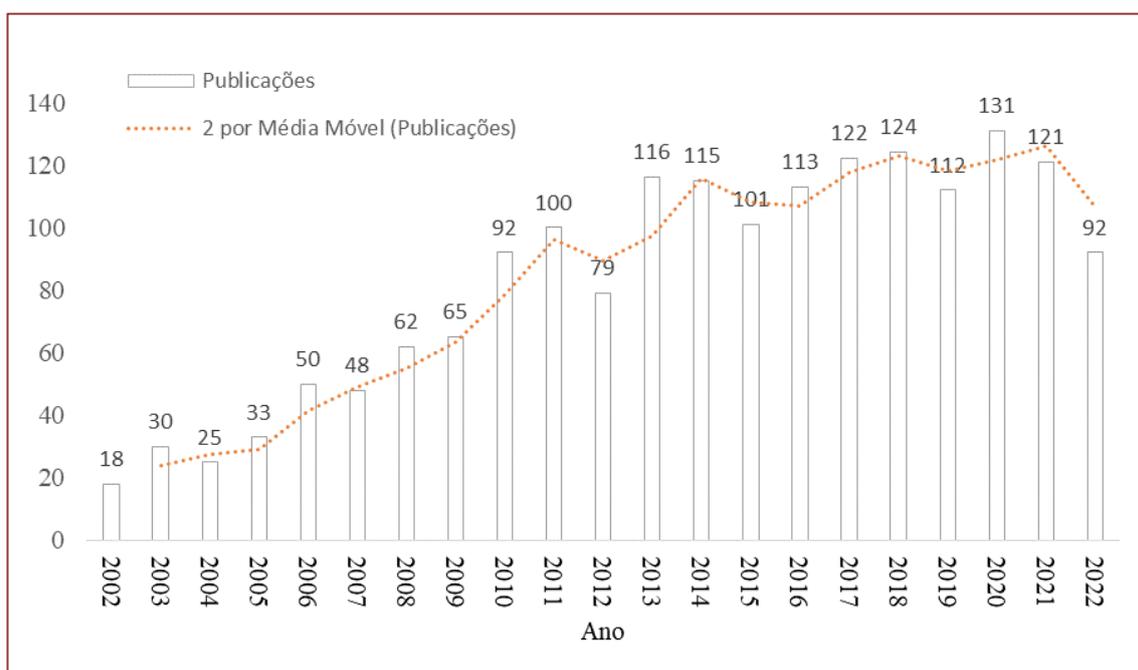
Produzido pelos autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES

A análise das publicações por meio da bibliometria encontraram 1749 artigos demonstrando a evolução das pesquisas científicas na cafeicultura nos períodos de 2002 a 2022/1º semestre, com média de publicações de 83,29 neste período. A alta procura pelo grão no mundo tem impulsionado um número crescente em pesquisas como observado na figura 01, confirmando o avanço de publicações indexadas na base de dados Scopus, com tendência de crescimento ao longo dos anos. Podendo ser explicado pelo avanço tecnológico na agricultura e a variedade de mercados que o grão possibilita. A alta demanda mundial por variedades de café de alta qualidade também explica a tendência de crescimento de pesquisas na área (CABRERA *et al.*,2020).

Figura 01. Evolução do Número de Publicações sobre pesquisas científicas na cafeicultura em 20 anos

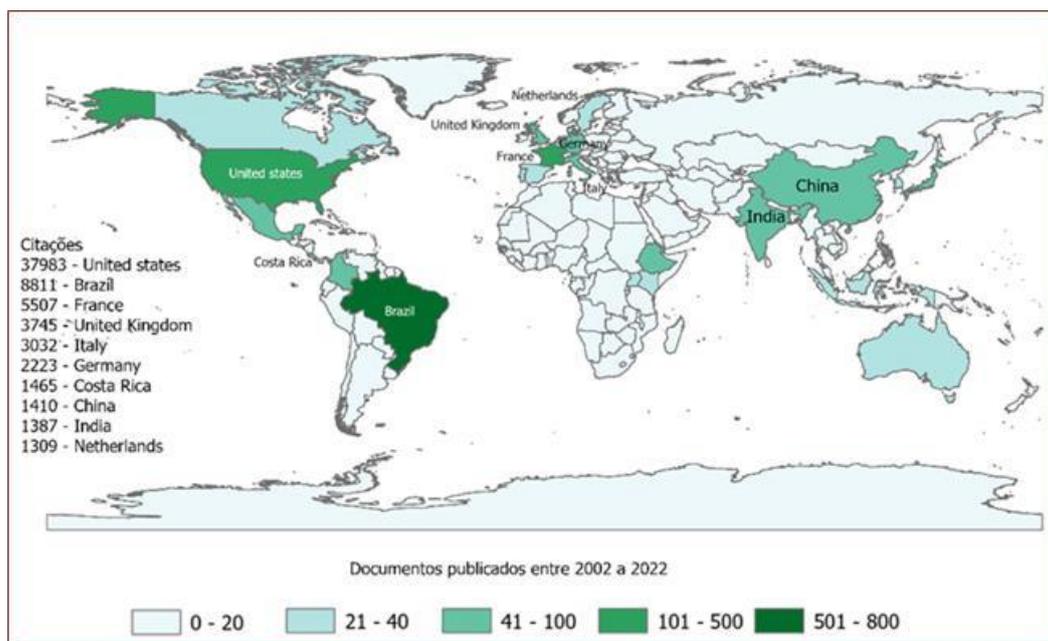


Do total encontrado no periódico 74,4 % dos artigos se referem a ciências agrárias/biológicas e 24,6 % bioquímica, genética e biologia molecular. A primeira publicação na base de dados do periódico foi realizada por Damatta *et al.* (2002) que trabalha na área da Ecofisiologia do cafeiro e possui importante contribuição na área.

3.2. CONTRIBUIÇÃO E COAUTORIA ENTRE PAÍSES

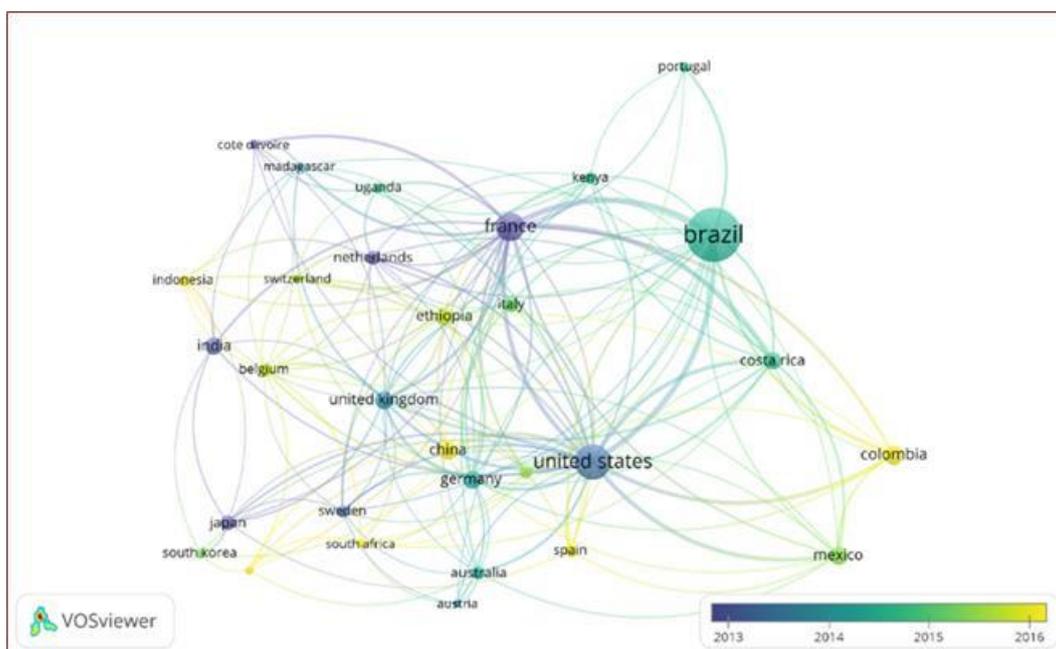
Os principais países com produção de conhecimento científico a respeito da cultura do café em número de publicações, permitiu a classificação de acordo com o número de citações ao longo dos 20 anos. os Estados Unidos, Brasil e França em número de citações (37983,8811 e 5507 respectivamente), apresentado na figura 2. Já em documentos publicados o Brasil se encontra em primeiro lugar, devido ao alto investimento em pesquisas e a abundante presença de pesquisadores e periódicos brasileiros (SANTANA *et al.*,2021).

Figura 02. Número de citações e produção de documentos em cafeicultura pelos países em período de 20 anos



Brasil, Estados Unidos e França se destacam em números de publicações e citações não sendo diferente em coautoria entre países (figura 03), que está estritamente ligado. O destaque para os dois primeiros países se deve ao fato de que o Brasil é o maior exportador de café do mundo e os Estados Unidos um dos maiores importadores mundiais do grão, ficando atrás apenas da União Europeia (ICO, 2019). Os EUA possuem vários centros de pesquisas relacionados a ciências agrárias e uma área cafeeira na região do Haváí (SANTANA *et al.*, 2021). Já a França pertence ao grupo de importadores da via de comércio mundial de café, que ocorre entre os países produtores de café que apresentam níveis de renda baixo ou médio e os chamados países desenvolvidos, que possuem alta tecnologia de processamento e elevados níveis de renda per capita (CABRERA *et al.*, 2020).

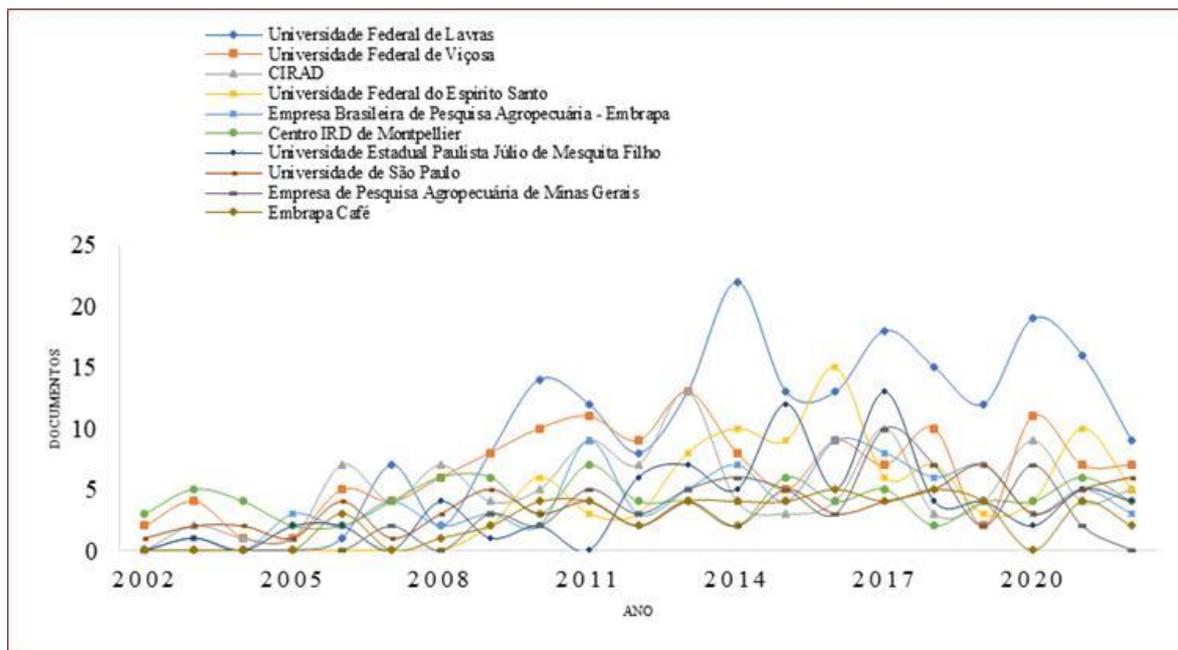
Figura 03. Rede de contribuição entre países durante os anos de 2002 a 2022



3.3. AVANÇO NA PRODUÇÃO E COLABORAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÕES

A figura 04 mostra o ranking das 10 instituições que mais publicaram durante os anos de 2002 a 2022 com um total de 977. Sobre os termos pesquisados, 160 instituições apresentaram documentos específicos na área cafeeicultura, totalizando 1746 documentos até o segundo semestre de 2022. As 10 instituições apresentaram um total de 56% dos documentos publicados e 150 instituições apresentaram 44%. Desta forma, é notório a participação de forma intensa das instituições que estão elucidadas no gráfico, principalmente as brasileiras.

Figura 04. Ranking das 10 instituições com maior volume de publicações de 2002 a 2022

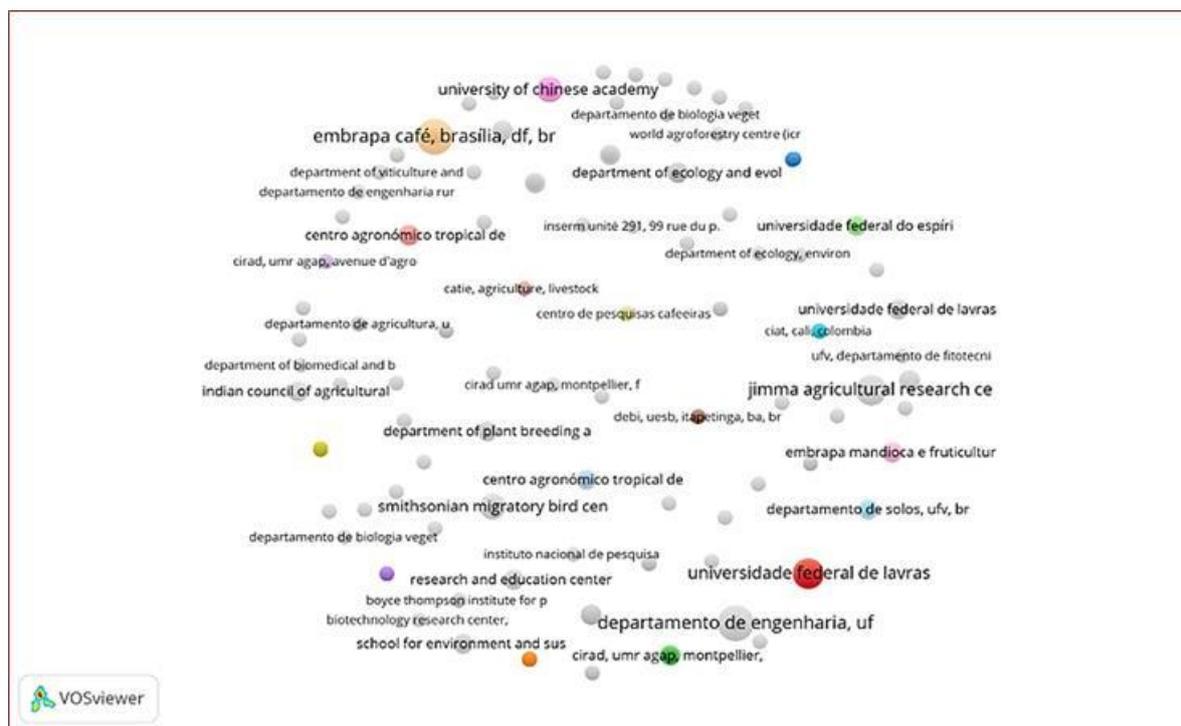


Dos 977 documentos, a Universidade Federal de Lavras, a que está em primeiro na lista é responsável por 202 documentos, cerca de 21% do total, seguida pela Universidade Federal de Viçosa com 14% e a Universidade International Center for Research and Decision Support com 11%. As três somadas apresentam quase metade dos documentos publicados entre o ranking, mostrando a importância e avanço das pesquisas em cafeeicultura produzidas pelas instituições citadas. As demais universidades do ranking apresentam médias de 5% a 9% das publicações do ranking.

Como já descrito, a Universidade de Lavras apresenta o maior número de documentos, isso se deve devido à grande importância dos autores que desenvolve pesquisas na instituição, destacando-se: Guimarães, R.J. com 27 publicações, Pozza, E.A. com 25 publicações e Scalco, M.S. com 21 publicações. Ainda, estes autores estão entre os 10 autores com maior número de publicações, fator que contribui intrinsecamente para seu destaque de primeiro lugar no ranking de publicações por instituições.

O gráfico mostra o potencial das Instituições brasileiras em produção científica, pois das 10 que se apresentaram, 8 são brasileiras. Isso mostra que as instituições brasileiras têm um papel fundamental no que tange o fortalecimento da agricultura no Brasil, pois estão localizadas em estados de maior produção de café sendo Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Rondônia, que são os cinco maiores estados produtores de café no país (TEIXEIRA *et al.*, 2015). De acordo com o MAPA (2017), as regiões brasileiras que produzem café, possibilitam que sejam produzidos com diferentes condições climáticas, altitudes e tipos de solo, tanto café arábica quanto robusta possibilitando uma vasta área de pesquisa, sendo que o Brasil é o maior produtor mundial de café arábica e o segundo maior na produção do robusta (USDA, 2020).

Figura 05. Rede de colaboração entre instituições que produzem conhecimentos sobre cafeicultura com citações entre instituições com pelo menos 2 documentos



No cluster podemos ver a rede de coautoria entre instituições reunindo um total de 163. São 89 clusters que envolvem instituições de ensino, pesquisa, departamentos etc. Destacaram-se a Universidade Federal de Lavras, CIRAD, Embrapa Café, Universidade Federal do Espírito Santo, University of Chinese Academy, Departamento de Solos da UFV.

O tamanho das esferas no cluster indica a quantidade de produção das instituições, mas além disso, as cores indicam a formação de clusters, esferas cinzas mostram que existem várias instituições isoladas que não fazem parte da rede de colaboração. Existe um total de 35 clusters em rede de colaboração, mas esse alto valor mostra a pouca colaboração entre as instituições sendo que eles não estão juntos, pois se há muitos clusters e eles se encontram separados mostra que quase não existe uma rede de colaboração em pesquisas entre as instituições.

Como dito, algumas instituições mostram rede de colaboração, uma delas é a Universidade Federal de Lavras que se articula entre seus departamentos de engenharia, agricultura e solos, mas também mostra grande colaboração entre a Embrapa de Minas Gerais e a Universidade Paulista em pesquisas de desenvolvimento na área de solos e agricultura. Este cluster é composto por 3 instituições e seus departamentos com uma conexão forte mostrada pela linha de conexão.

Tabela 1. Ranking dos 5 artigos mais citados durante os anos de 2002 a 2022

R	Título	Autores	Ano	Revista	NC
1	Dietary (poly)phenolics in human health: Structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases	<u>Del Rio</u> , et al.	2013	<u>Antioxidants and Redox Signaling</u>	1597
2	<u>Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science</u>	<u>Tan</u> , et al.	2012	<u>Journal of Experimental Botany</u>	430
3	<u>The Biology of Xylem Fluid-Feeding Insect Vectors Of Xylella fastidiosa and Their Relation to Disease Epidemiology</u>	<u>Redak</u> , et al.	2004	<u>Annual Review of Entomology</u>	395
4	<u>The Tea Tree Genome Provides Insights into Tea Flavor and Independent Evolution of Caffeine Biosynthesis</u>	<u>Xia</u> , et al.	2017	<u>Molecular Plant</u>	335
5	<u>Inhibition of DNA methylation by caffeic acid and chlorogenic acid, two common catechol-containing coffee polyphenols</u>	<u>Lee</u> , et al.	2006	<u>Carcinogenesis</u>	297

3.4. PRODUÇÕES CIENTÍFICAS DE MAIOR RELEVÂNCIA

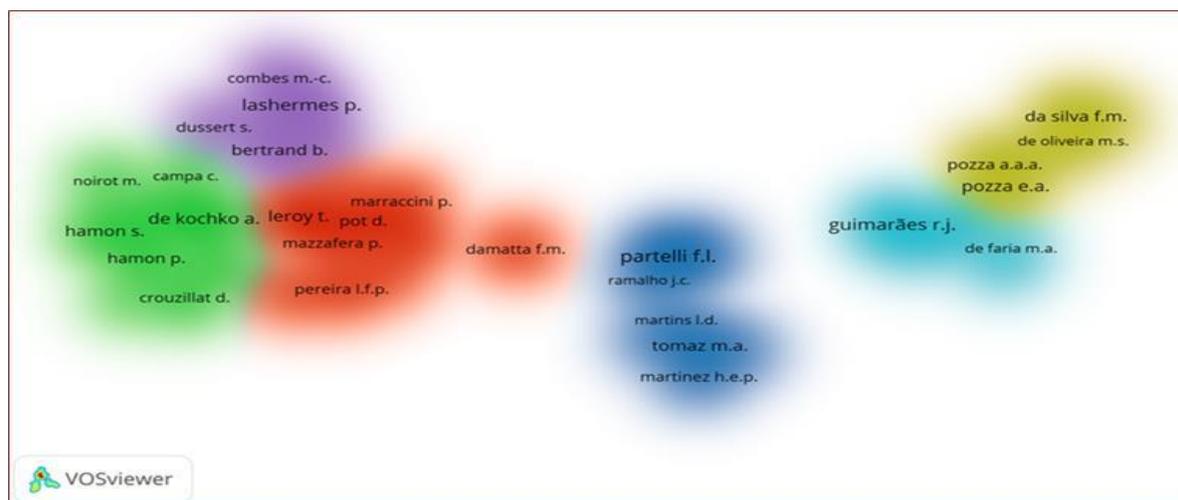
Na tabela 01 vemos o ranking com os cinco documentos mais citados durante o período de 2002 a 2022. Se destacam os autores Del Rio, Daniel do Laboratório de Fitoquímicos em Fisiologia, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade de Parma, Parma, Itália; Tan, Dun-Xian do Departamento de Biologia Celular e Estrutural, Universidade do Texas, Centro de Ciências da Saúde em San Antonio, San Antonio, TX 78229, 7703 Floyd Curl, Estados Unidos; Redak, Richard A. do Departamento de Entomologia, Universidade da Califórnia, Riverside, CA 92521, Estados Unidos; Xia, En-Hua do Plant Germplasm and Genomics Center, Germplasm Bank of Wild Species in Southwestern China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming, 650201, China e Lee, Won Jun do Departamento de Ciências Farmacêuticas Básicas, Faculdade de Farmácia, Universidade da Carolina do Sul, Columbia, SC 29208, 700 Sumter Street, Estados Unidos.

Dos 5 artigos apresentados com maior número de citações, 3 são de autores de universidades dos Estados Unidos, o restante da Itália e China. Tal dado corrobora com a distribuição geográfica de citações descrita no mapa acima, mostrando a importância dos trabalhos exteriores. Nessa perspectiva, os artigos no geral, tratam sobre assuntos voltados à genética e bioquímica, com pouca representatividade no que se refere ao manejo ligados à cafeicultura.

3.5. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA ENTRE AUTORES

Ao analisar a rede de conexão, observa-se 6 clusters que agrupam os 27 principais autores que realizam pesquisas sobre cafeicultura no mundo.

Figura 06. Rede de autores conectados por coautoria, com no mínimo 9 documentos publicados de 2002 a 2022



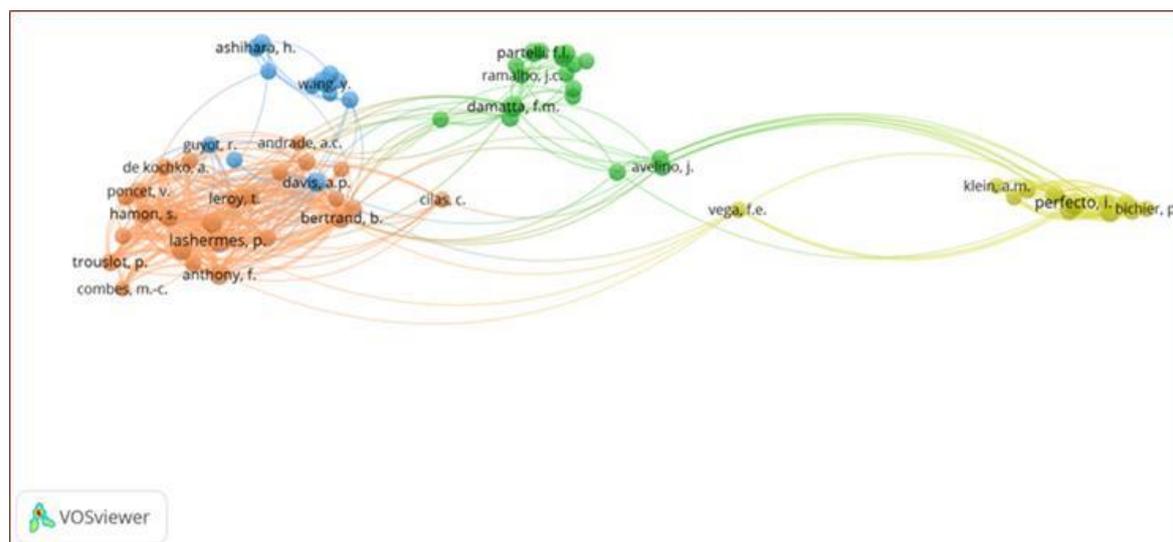
Percebe-se que a nacionalidade entre os autores é um dos principais fatores que determinam a produção de trabalhos em forma de coautoria. O cluster amarelo e azul claro são exclusivamente de autores brasileiros, o cluster azul escuro possui predominância de autores brasileiros, exceto o pesquisador Ramalho, J. C. que é português. Os clusters verde e roxo são exclusivamente de autores franceses. Entretanto, o cluster vermelho destaca-se por possuir uma maior conexão entre autores franceses e brasileiros, onde do total dos 6 autores que compõem o cluster, 3 são franceses (Leroy T., Pot D., Marracini P.) e 3 são brasileiros (DaMatta, F. M., Pereira, L. F. P., Mazzafera, P.).

Quanto ao volume de autores que estão conectados em redes de coautoria, os clusters: verde, roxo e vermelho, predominantes composto por franceses, possuem um quantitativo maior de conexões entre os autores, evidenciando uma maior produção de conhecimento em forma de coautoria entre os principais pesquisadores de café do mundo. Em contrapartida, apesar do Brasil também possuir os principais pesquisadores de café do mundo (SANTANA *et al.* 2021), ao observar os clusters: azul escuro, azul claro e amarelo, os autores possuem menores conexões de coautorias entre eles, o que significa uma menor produção de documentos publicados sob forma de coautoria entre os brasileiros.

Vale destacar, que o Fábio Murilo DaMatta, Doutor em Fisiologia Vegetal, professor titular da Universidade Federal de Viçosa, onde realiza trabalhos relacionados à ecofisiologia da fotossíntese e respostas a fatores de estresses abióticos do *Coffea Arabica* e *Coffea Canephora*. É o principal autor que desenvolve trabalhos em forma de coautoria com os dois principais clusters do presente estudo: o vermelho e o azul escuro.

Com intuito de visualizar os autores que estão ligados em rede de co-citação, foi gerado um mapa considerando somente os autores que publicaram um número mínimo de 9 artigos, com o número mínimo de 40 citações, durante o período de 2002 a 2022 (figura 07). Ao analisar a rede de conexão, observa-se 4 clusters que agrupam os principais autores que realizaram pesquisas sobre cafeicultura no mundo.

Figura 07. Rede de autores conectados com no mínimo 9 documentos publicados e 40 cocitações de 2002 a 2022



Percebe-se que existe uma densidade maior de autores que estão conectados por rede de cocitação no cluster laranja, evidenciando que nesse agrupamento os autores possuem maiores conexões por cocitações entre eles. Um dado que chama atenção para esse resultado é que a maioria desses autores são de nacionalidade francesa, e estão vinculados à Universidade de Montpellier e ao CIRAD (Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agrônômica para o Desenvolvimento) da França. Por outro lado, o cluster amarelo apresenta um agrupamento de autores mais restrito na variável cocitação, com somente 4 autores, sendo estes 3 norte-americanos, 1 alemão.

O cluster central, em verde, é predominantemente formado por pesquisadores vinculados a Universidades Federais Públicas, evidenciando que no Brasil, assim como no mundo, a pesquisa em cafeicultura é fomentada pelo setor público. No cluster azul, percebe-se que sua composição possui uma grande diversidade de autores, com destaque à autores chinês, japonês e inglês, o que chama atenção, visto que esses países não figurarem entre os principais produtores/pesquisadores de café no mundo, indicando que independentemente da localidade tais autores são referências para serem co-citados em artigos relacionados a café.

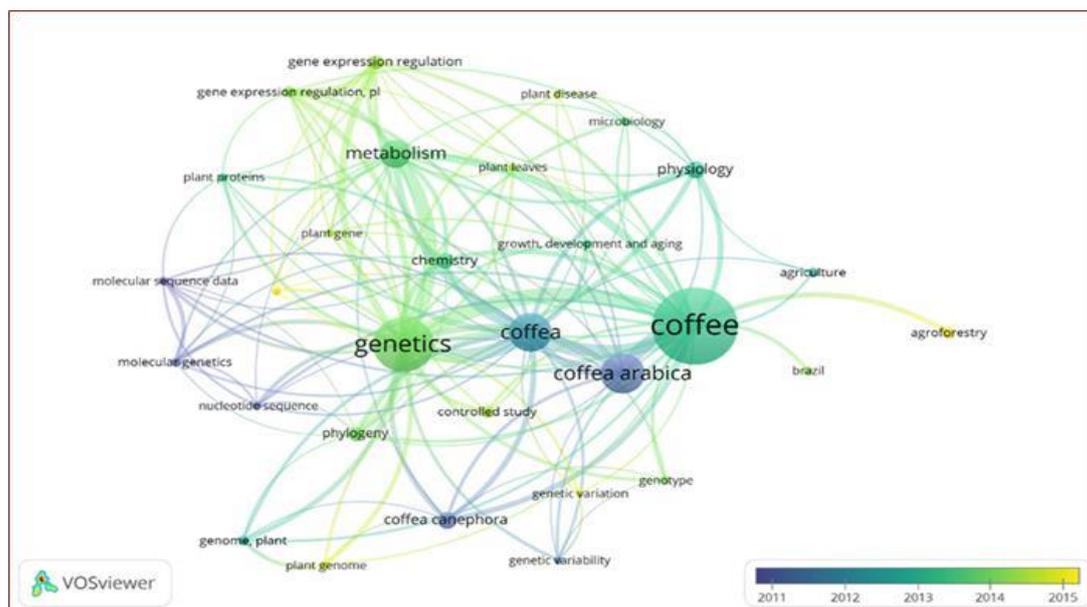
3.6. REDE DE CONEXÕES ENTRE PALAVRAS

Nos *clusters*, cada círculo representa um termo utilizado como palavra-chave, onde seu tamanho é proporcional ao número de vezes que o termo apareceu, e a proximidade e ligações entre esses círculos mostram a conexão dos termos chaves dos artigos analisados. Além destas informações, na Figura 08, as cores diferenciam os termos de acordo com os anos das publicações a que pertencem.

As palavras-chaves são utilizadas para identificar os assuntos principais do documento, para direcionar a pesquisa e o leitor. A escala da Figura 08, representa a intensidade da ocorrência das palavras chaves mais utilizadas no período de 2011 até 2015. Os termos: “coffee”; “genetics”; “coffea” e “coffea arabica” formam, respectivamente, as palavras-chave com maiores ocorrências. Estes termos possuem os maiores círculos, e são os que apresentaram maior similaridade com os demais termos utilizados, visto que formam inúmeras conexões a partir deles.

Duas palavras-chaves que aparecem na figura 08 são *Coffea arabica* e *C. canephora*, essas são as espécies de *Coffea* que sustentam o mercado e indústria da cafeicultura, com 58,8% e 41,5% da produção anual, respectivamente, em 2020 (ICO, 2021). Isso se relaciona com a produção científica trazida nesse artigo, o *C. arábica* apresenta um círculo de maior tamanho no mapa, ressaltando um volume maior de pesquisa sobre a espécie. Outra característica que pode estar relacionada com o fato de seu destaque no mapa, é o fato de ser uma espécie suscetível ao maior ataque de pragas e doenças frente ao *C. Canephora*. Apesar disso, é uma espécie que apresenta maior valor econômico, se destaca por produzir bebidas de alta qualidade, sabor e aroma pronunciados, e tem distribuição geográfica na América Latina, na América Central, na África Oriental, na Índia e, até certo ponto, na Indonésia (CARVALHO *et al.*, 2018).

Figura 08. Palavras-chaves que mais apareceram entre os anos de 2011 a 2015. A escala de cores representa a predominância das palavras dos anos



Dentro de uma das regiões antenas, que pode ser representada por pesquisas que envolvem genética, as palavras “genetics”, “nucleotide sequence”, “molecular genetics” e “molecular sequence data” aparecem em azul escuro, indicando que seriam termos mais utilizados até por volta de 2013. Já uma outra parte relacionada a essa mesma região é constituída das palavras “phylogeny”, “genome, plant”, “controlled study”, “chemistry” e “genect variation”, e aparecem em cores mais próximas de verde e amarelo, indicando que os estudos relacionados a genética do cultivo do café estão relacionados a estudos controlados, envolvendo a filogenia, genoma e genética. Nesse mesmo sentido a palavra “metabolism” é outro ponto ligado a essa área da genética, que forma partir dela uma rede com palavras como “plant proteines”, “plant gene”, “plant leaves”, “gene expression regulation” e “gene expression regulation, pl”, que apresenta coloração de verde a amarelo, indicando termos mais utilizados nas pesquisas mais atuais, a partir de 2014.

A “physiology” forma outra região antena com as palavras “agriculture”, “microbiology” e “plant disease”, que se ligam a região de antena maior da palavra “coffee”, que segue cores entre azul claro e amarelo, demonstrando certa distribuição entre os anos e talvez atualizações dentro da área da fisiologia.

Um destaque interessante é para a palavra “agroforestry”, que não está próxima de áreas de antenas, mas se liga às palavras centrais, e apresenta um cluster de coloração mais amarelada. Isso significa que a cultura do café vem sendo pesquisada no sistema agroflorestal (ARAÚJO *et al.*, 2015).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade das publicações observadas nesta análise aponta avanços nas pesquisas relativas à inovação e transferência de tecnologia em diferentes linhas de pesquisa

O número de publicações sobre cafeicultura vem aumentando ao longo de 20 anos com grande número de pesquisas ligadas à genética, sendo o Brasil o principal expoente no que se refere a produção de documentos, tanto no país quanto nas instituições Brasileiras de ensino e pesquisa com colaboração intensa da Costa Rica, França e Estados Unidos, principalmente no que se refere ao número de citações.

A nacionalidade entre os autores é um dos principais fatores que determinam a produção de trabalhos científicos em rede de coautoria e cocitação. O Brasil e a França são os países que apresentaram o maior número de pesquisadores sobre cafeicultura no mundo.

O estudo mostra a importância das pesquisas em cafeicultura, pois as principais publicações se baseiam em genética e bioquímica, isso afirma-se pelo número de citações nos trabalhos científicos produzidos e é confirmado pelas palavras-chaves de maior importância.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, André Vasconcelos et al. Microclimatic and vegetative growth in coffee and banana intercrop. *Coffee Science*, v. 10, n. 2, p. 214-222, 2015.
- [2] CABRERA, Lilian Cervo; CALDARELLI, Carlos Eduardo. ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA DE CAFÉS CERTIFICADOS NA WEB OF SCIENCE. *Revista Reuna*, v. 25, n. 2, p. 1-19, 2020.
- [3] CARVALHO, André Cutrim et al. Panorama e importância econômica do café no mercado internacional de commodities agrícolas: uma análise espectral. *Revista Agroecossistemas*, v. 9, n. 2, p. 223-249, 2018.
- [4] DAMATTA, Fábio M. et al. Limitations to photosynthesis in *Coffea canephora* as a result of nitrogen and water availability. *Journal of Plant Physiology*, v. 159, n. 9, p. 975-981, 2002.
- [5] INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. World coffee consumption. 2019.
- [6] KRISHNAN, Sarada et al. Vulnerability of coffee (*Coffea* spp.) genetic resources in the United States. *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 68, n. 7, p. 2691-2710, 2021.
- [7] KOTSEMIR, Maxim. Unmanned aerial vehicles research in Scopus: an analysis and visualization of publication activity and research collaboration at the country level. *Quality & Quantity*, v. 53, n. 4, p. 2143-2173, 2019.
- [8] KOTSEMIR, Maxim; SHASHNOV, Sergey. Measuring, analysis and visualization of research capacity of university at the level of departments and staff members. *Scientometrics*, v. 112, n. 3, p. 1659-1689, 2017.
- [9] KOUTSOS, Thomas M.; MENEXES, Georgios C.; DORDAS, Christos A. An efficient framework for conducting systematic literature reviews in agricultural sciences. *Science of The Total Environment*, v. 682, p. 106-117, 2019.
- [10] LINS, Hoyêdo Nunes. Vinte anos de Mercosul: uma nota. *Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política*, 2013.
- [11] MADRID-CASACA, Héctor et al. Global trends in coffee agronomy research. *Agronomy*, v. 11, n. 8, p. 1471, 2021.
- [12] MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Café no Brasil*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica_agricola/cafes/cafecultura-brasileira>. Acesso em: 24 de julho de 2022.
- [13] SANTANA, Lucas Santos et al. Advances in Precision Coffee Growing Research: A Bibliometric Review. *Agronomy*, v. 11, n. 8, p. 1557, 2021.
- [14] SEURING, Stefan; GOLD, Stefan. Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2012.
- [15] TEIXEIRA, Rudolph Fabiano Alves Pedroza; BERTELLA, Mario Augusto. Distribuição espaço-temporal da produtividade média do café em Minas Gerais: 1997-2006. *Análise Econômica*, v. 33, n. 63, 2015.
- [16] URGILES-GÓMEZ, Narcisca et al. Plant growth-promoting microorganisms in coffee production: from Isolation to field application. *Agronomy*, v. 11, n. 8, p. 1531, 2021.
- [17] USDA - United States Department of Agriculture. *Coffee: World Markets and Trade*. Release - June - 2020. Disponível em: <<https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/m900nt40f/6m3129089/r494w654j/coffee.pdf>>. Acesso em: 24 de julho de 2022.
- [18] UTRILLA-CATALAN, Rebeca et al. Growing Inequality in the Coffee Global Value Chain: A Complex Network Assessment. *Sustainability*, v. 14, n. 2, p. 672, 2022.
- [19] VAN ECK, Nees; WALTMAN, Ludo. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010.
- [20] VERMA, Surabhi; GUSTAFSSON, Anders. Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach. *Journal of Business Research*, v. 118, p. 253-261, 2020.
- [21] VIEIRA, E.; GOMES, J. Uma comparação entre Scopus e Web of Science para uma universidade típica. *Cienciometria*, v. 81, n. 2, pág. 587-600, 2009.
- [22] WALTMANN, L., et al. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, v. 4, n. 4, p.629-635, 2010.
- [23] Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>

Capítulo 8

Observação comportamental da broca-do-café (Hypothenemus hampei) (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae)

Sany Karla Faria Trigo

Pedro Luiz Teixeira de Camargo

Felipe da Silva Alves

Ane Kelly Fernandes Guedes Silva

Kayky Miazaki Brito

Resumo: A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) é um pequeno besouro que causa enormes prejuízos a todo parque cafeeiro mundial. Para melhor compreensão da temática que a broca se insere, foram realizadas pesquisas bibliográficas para a comparação de informações descritas em caráter acadêmico, buscando desenvolver uma possível solução para este inseto-praga, que possa ser ambientalmente eficaz. O ciclo de vida da broca deixa um intervalo de tempo muito curto para que medidas possam ser tomadas. O combate à praga se torna ainda mais difícil devido a inúmeros fatores externos que afetam o tamanho da sua população. No entanto, o animal demonstra pequenos, mas prováveis pontos fracos, diante disso, um estudo aprofundado sobre essas oportunidades pode vir a auxiliar no estabelecimento de protocolos de manejo da praga.

Palavras-chave: broca-do-café, café, praga agrícola.

1 INTRODUÇÃO

Com uma área de plantio superior a dois milhões de hectares espalhados por todo território, o Brasil, que possui uma geografia heterogênea, é capaz de produzir uma variedade de grãos ampla, que resulta em diversos gostos e sabores, que são produzidos para suprir as demandas de degustação, sendo elas internas e externas. Além disso, a atividade cafeeira nacional é realizada seguindo diversas legislações ambientais e também trabalhistas, o que torna o país um dos mais rigorosos dentre os produtores de café, pois tem como objetivo um cultivo cada dia mais sustentável (MAPA, 2017).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC - 2020, o Brasil aparece em diversas posições relevantes no mercado mundial do café. O país detém: o primeiro lugar no *ranking* de exportações para o comércio internacional; o segundo, quando se refere ao consumo dessa *commodity*, além de também ser o maior produtor mundial desse fruto.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB - 2020, as estimativas para safra 2020 com a bienalidade⁵⁹ positiva foram entre 30,31 e 32,89 de sacas por hectare plantado e a estimativa total de sacas beneficiadas varia entre 57,15 e 62,02 milhões. O que indicou um aumento de produção entre 25,8% em relação a produção de 2019. Entre os estados produtores de café: os maiores, com 31,07 milhões de sacas (aproximadamente 70% do café arábica) e 9,8 milhões de sacas (aproximadamente 68% do café conilon) estão Minas Gerais e Espírito Santo, respectivamente. O Sul de Minas, juntamente com Centro-Oeste, produziu na safra 2020 de 17,03 a 17,79 milhões de sacas, de acordo com a estimativa da CONAB - 2020.

Entretanto:

“Praticamente em todas as regiões produtoras vem ocorrendo elevação da incidência de broca do café (*Hypothenemus hampei*), já percebida na safra anterior. Muitos produtores começam a procurar métodos de controle, seja químico ou biológico. Esse fato tomou maior ênfase a partir do momento em que o ataque da broca passou a contar como defeito separado na hora dos compradores avaliarem a amostra do café” (CONAB, 2020, pág. 30).

Para o controle da praga Campanhola & Bettiol (2003) trazem dados que comprovam que os produtores em sua maioria não aderem a controles alternativos, e sim aos agrotóxicos, tal ação não é restrita apenas a uma localidade, mas a todo país, independente das pragas e das intensidades de ataque. Apesar disso, é de amplo conhecimento que “os agrotóxicos tornaram-se um problema em termos ambientais e para saúde humana, principalmente, se a aplicação for indiscriminada”, o que caracteriza então um problema maior do que o propósito para o qual eles foram criados (PAES, 2012). Outras pragas como a broca-da-cana-de-açúcar e pulgões do trigo, são avançadas na utilização de métodos alternativos sustentáveis. No entanto a broca-do-café é um dos insetos onde esses métodos não são utilizados como poderiam ser (CAMPANHOLA & BETTIOL, 2003).

Quando se trata do controle da *H. hampei*, os desafios que os métodos alternativos possuem são inúmeros e Campanhola & Bettiol (2003, p. 272) os dividem em várias categorias, sendo elas: “técnico-científicos, institucionais, econômicos, sociais, legais e educacionais”, diante de tantos pontos desfavoráveis faz-se necessário a busca por informações que possam explicar porque os agrotóxicos chegam sempre na frente quanto ao quesito controle de pragas.

O cenário exposto, se enquadra na região onde o Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) - Campus Avançado Piumhi está inserido, sendo assim, foi elaborada a Pesquisa Científica - Observação comportamental da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) - cujo objetivo foi a realização de uma revisão bibliográfica para identificação do comportamento da broca tendo em vista sua sobrevivência e por consequência anseia-se encontrar uma solução para o inseto em questão que assola o parque cafeeiro mundialmente, entretanto uma simples resolução não é suficiente, uma vez que se busca um recurso limpo e ambientalmente viável.

⁵⁹ Bienalidade: De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - 2020, “o ciclo bienal é uma característica do cafeeiro e consiste na alternância de um ano com grande florada, seguido por outro com florada menos intensa. Essa característica natural permite que a planta se recupere para produzir melhor na safra subsequente. Contudo uma adversidade climática pode alterar o ciclo”.

2 METODOLOGIA

Tendo em vista ser este um trabalho teórico, de revisão bibliográfica, a metodologia de pesquisa se deu com base em levantamento acerca do tema, seu respectivo fichamento e consequente obtenção de resultados acerca da temática apresentada.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Para a obtenção de uma solução eficaz e ambientalmente legítima para a broca-do-café, *Hypothenemus Hampei* (Ferrari, 1867), é primordial a compreensão de toda esfera que a mesma se inclui. Tal afirmação foi explanada por Cure *et al.*, (1998).

[...] visando elaborar estratégias para o manejo da broca, é preciso inter-relacionar os conhecimentos sobre a biologia e a dinâmica populacional do inseto com a dinâmica de produção de frutos pela planta e, futuramente, com a dos quatro parasitóides conhecidos, para poder estimar o impacto de cada um deles no controle da praga. Isto implica na análise conjunta da dinâmica de três níveis tróficos, sob um determinado clima e condições agronômicas de manejo [...] (CURE *et al.*, 1998, pág.326).

3.1. HISTÓRICO

A broca-do-café, *Hypothenemus Hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) considerada uma das principais pragas da cultura cafeeira, tem origem africana e foi introduzida no Brasil através de sementes de café contaminadas. No estado de São Paulo, ocorreram os primeiros relatos datados no ano de 1913 e posteriormente a disseminação aconteceu no restante do país (FORNAZIER *et al.*, 2019).

O atributo de “praga” já era associado ao inseto quando este chegou em território brasileiro, visto que os cultivos no Sudeste asiático já eram vítimas do animal. Assim, condutas para obtenção de uma solução já haviam sido tomadas na região (SILVA, 2006).

Em Campinas, no primeiro semestre de 1924, os periódicos da época publicaram que havia preocupação com um besouro muito pequeno, mas com alto potencial de dano que se alimentava das cerejas de café. Tal inquietação resultou na convocação dos cientistas Arthur Neiva e Costa Lima para a criação de uma comissão científica denominada Comissão de Estudo e Debelação da Praga Cafeeira, responsáveis por: caracterização/estudo e expedição em combate ao inseto, respectivamente (SILVA, 2006).

Segundo o mesmo autor, o problema se agrava e se torna crônico fazendo com que se crie o Instituto Biológico em 1927 como parte da ampliação da comissão criada anteriormente. Daquele ano em diante, o controle e manejo da *H. hampei* fica como responsabilidade da defesa sanitária da agropecuária paulista. Por volta de 1928, os meios alternativos de controle não eram eficazes necessitando de um controle biológico, o que resultou no envio de Adolpho Hempel a Uganda - origem do *H. hampei* - para buscar os predadores naturais do inseto. Nas palavras de Silva (2006, pág. 215), “o uso da vespa de Uganda foi visto como solução para uma grave questão da cafeicultura paulista que, em novembro daquele mesmo ano, viu-se às voltas com outro problema, de ordem estritamente econômica: a crise de 1929”. No tempo que se seguiu, houve uma debilitação da sociedade cafeeira, porém o combate à broca consolidou o pioneirismo do país em combate a diversas outras pragas (SILVA, 2006).

3.2. CARACTERIZAÇÕES GERAIS

A broca-do-café presente em culturas ao redor de todo mundo possui a seguinte árvore taxonômica (CAB Internacional - CABI⁶⁰ - 2020)

⁶⁰ CABI: De acordo com a própria instituição CAB Internacional - 2020, “CABI é uma organização internacional, intergovernamental e sem fins lucrativos que melhora a vida das pessoas em todo o mundo, fornecendo informações e aplicando conhecimentos científicos para resolver problemas na agricultura e no meio ambiente”.

Domínio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Filo: Arthropoda

Subfilo: Uniramia

Classe: Insecta

Ordem: Coleoptera

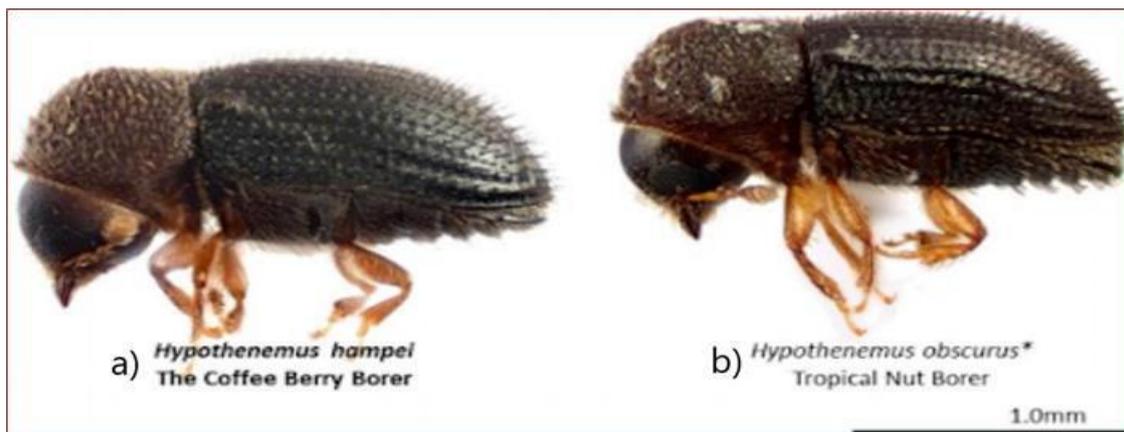
Família: Scolytidae

Gênero: *Hypothenemus*

Espécie: *Hypothenemus hampei*

De acordo com Reis & Souza (1986); Souza & Reis (1997) conforme citado por Laurentino & Costa (2004), encontram-se dois tipos de broca-do-café: a *Hypothenemus Hampei* (Ferrari, 1867), Figura 1a e *Hypothenemus obscurus* (Fabricius, 1801) Figura 1b. Elas se diferenciam principalmente porque a falsa broca não é considerada um inseto-praga e além disso quando se trata do café a mesma se alimenta somente da polpa sem atingir os cotilédones e também se alimenta de galhos e frutos secos de outros hospedeiros.

Figura 1: Exemplos de espécies de *Hypothenemus* encontradas na Nova Guiné: a) *Hypothenemus hampei* e b) *Hypothenemus obscurus*



Fonte: Johnson (2017), adaptada pelos autores.

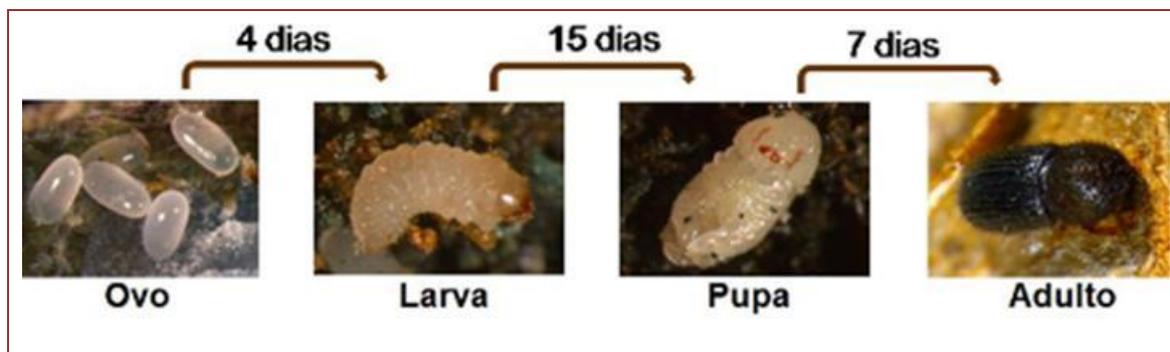
Como aponta Reis & Souza (1986) e Souza & Reis (1997) citado por Laurentino & Costa (2004, pág. 8), morfologicamente a broca-do-café “[...] possui cerdas espatuladas, mais largas e com cinco a seis estrias longitudinais, [...]” enquanto a falsa broca “[...] possui cerdas e escamas filiformes [...]”

De acordo com Benassi (2000) conforme citado por Zorzetti (2015), a perpetuação da broca-do-café ocorre apenas no gênero *Coffea*, o que caracteriza o inseto como monófago embora apresente hábitos alimentares distintos. Segundo Filho; Mazzafera (2003) citado por Zorzetti (2015), a broca ataca principalmente duas espécies a *Coffea arábica* e a *Coffea canephora* contudo por apresentar uma floração desigual e ser produzida em regiões com elevadas temperaturas, a última espécie é mais suscetível ao ataque do inseto.

3.3. CICLO DE VIDA

Segundo Souza & Reis (1997) citado por Laurentino & Costa (2004, pág.8), “a broca-do-café sofre metamorfose completa (holometabolía) passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto”, como pode ser visto na Figura 2. Segundo Fornazier *et al.*, (2019, pág.2), o “ciclo de vida, de ovo-larva-pupa e adulto, pode variar de 21 a 63 dias, dependendo das condições climáticas”, podendo chegar a sete gerações por ciclo de acordo com Gallo *et al.*, (2002).

Figura 2: O ciclo de vida da broca-do-café. Fase juvenil: ovo (4 dias), larva (15 dias) e pupa (7 dias), até a fase adulta



Fonte: Bezerra *et al* (2013).

Como aponta Fornazier *et al.*, (2019, pág.2), “a fêmea adulta perfura os frutos, de preferência na região da coroa e cava galeria em direção às sementes, onde é realizada a postura dos ovos”. Assim:

Os ovos são pequenos, brancos, elípticos e com brilho leitoso. A fêmea põe em média dois ovos por dia. Depois de 10 a 20 dias, passa a colocar um ovo por dia, durante mais 10 a 12 dias, e depois um ovo a cada dois dias; uma fêmea, cuja longevidade é de 156 dias, deposita de 31 a 119 ovos (GALLO *et al.*, 2002, pág.434).

De acordo com Moraes (1998); Souza & Reis (1997) citados por Laurentino & Costa, (2004), uma única fêmea deixa múltiplas descendências em todo o ciclo do café, posteriormente à postura dos ovos, a mesma retorna a galeria criada no início da perfuração do fruto permanecendo no local - com parte do corpo para fora - até que suas proles se desenvolvam, em seguida a broca abandona o grão e vai em busca de um novo para continuar sua perpetuação.

Para Bastos (1985) citado por Laurentino & Costa, (2004, pág.10), “o período de incubação é de 4 dias”. A Figura 3a) e Figura 3b) ilustram como são os ovos da broca-do-café.

Nas palavras de Fornazier *et al.*, (2019, pág.2), “as larvas se alimentam das sementes e dos frutos remanescentes nos cafeeiros ou no solo, que são os principais locais de sua multiplicação na entressafra”.

Após seu nascimento, as larvas alimentam-se de partes da câmara de nascimento, no decorrer dos dias a semente já perdeu quase todo seu peso, o que caracteriza as larvas em completo desenvolvimento (GALLO *et al.*, 2002).

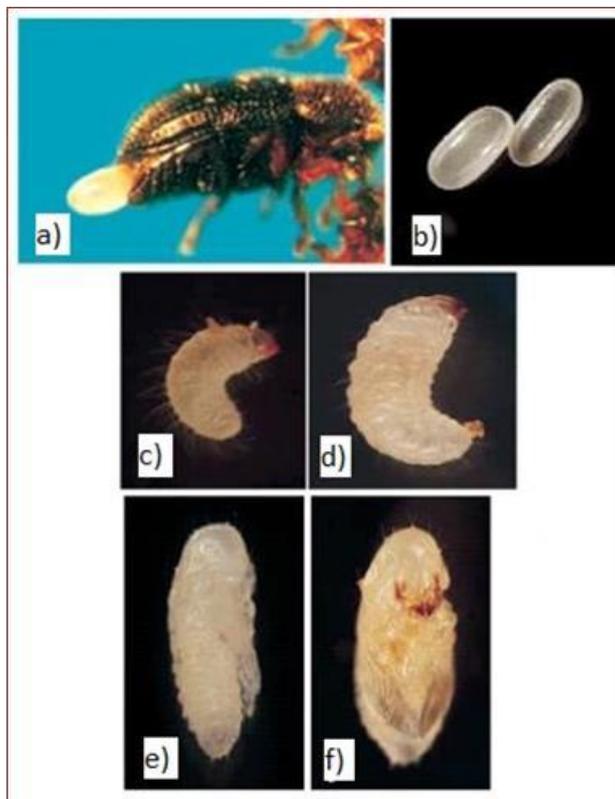
De acordo com Benassi (1989); Moraes (1998); Souza & Reis (1997) *apud* Laurentino & Costa, (2004, pág.9), “[...] a larva é ápole, recurvada, de cor branca, com a cabeça e as peças bucais pardacentas. O corpo é provido de pêlos esparsos, longos, dirigidos para trás, com uma sutura mediana longitudinal visível [...]”.

De acordo com Gallo *et al.*, (2002), a fase larval (Figura 3c e Figura 3d) ocorre de 4 a 10 dias da postura dos ovos e sua duração se dá em torno de 14 dias.

Após se tornar pupa, a coloração ainda permanece branca, entretanto com o passar do tempo, antenas, asas e peças bucais ganham um novo tom até chegar em castanho-claro (GALLO *et al.*, 2002).

Figura 3: a) Vista lateral de uma fêmea em processo de oviposição; b) vista geral da forma e coloração do ovo, em processo de desenvolvimento embrionário; c) Vista lateral da larva de primeiro ínstar; d) Vista lateral da larva de larva de segundo ínstar; g) Vista lateral da pupa; h) Vista da região ventral de uma pupa madura, onde se distinguem as mandíbulas na região anterior da cabeça e os olhos compostos ao lado das mandíbulas.

Fonte: Rubio; David (2009), adaptada pelos autores



De acordo com Bastos (1985); Moraes (1998); Souza & Reis (1997) *apud* Laurentino & Costa, (2004, pág.9), “[...] a larva transforma-se em pupa no interior da semente destruída, fase do ciclo em que não se alimenta. O comprimento varia de acordo com o sexo: fêmeas medem, em média, 1,8 mm de comprimento e os machos, 1,3 mm [...]”.

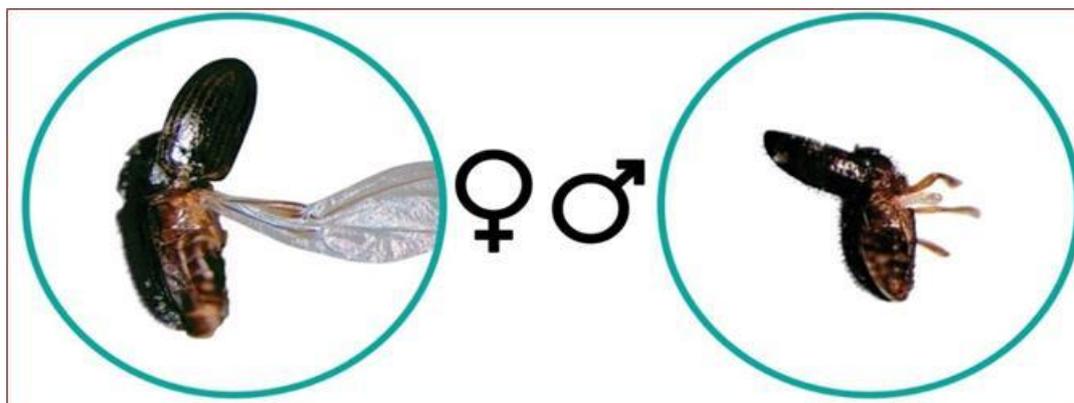
Para Bastos (1985) citado por Laurentino & Costa, (2004, pág.11), “o estágio pré-pupal é curto, sendo apenas de dois dias (22°C - 27°C). O período pupal, em média, é de 8 dias”.

Contudo Gallo *et al.* (2002), relatam a fase de pupa com duração de sete dias em média. A Figura 3e) e Figura 3f) retratam a fase pupal supramencionada.

Para Fornazier *et al.* (2019, pág.2), “o adulto é um pequeno besouro preto de cerca de 2 mm de comprimento, com o corpo cilíndrico e ligeiramente recurvado para a região posterior”. Gallo *et al.* (2002, pág. 434) afirma que “os élitros são revestidos de cerdas e escamas características, os machos possuem os mesmos caracteres morfológicos das fêmeas, sendo, entretanto, menores e com asas rudimentares”.

Os adultos machos, portanto, nunca deixam o fruto onde foram concebidos e também não voam. Outra característica do adulto, nesse caso a fêmea, é que posteriormente ao acasalamento, ela perfura o grão em um local denominado coroa e inicia a destruição do mesmo e a consequente danificação das sementes (GALLO *et al.*, 2002).

Para Bastos (1985) citado por Laurentino & Costa, (2004, pág.11), “macho: o período de vida é curto, cerca de quarenta dias; fêmea: a duração média de vida é de 156,5 dias”. A fração entre os sexos é de 10 fêmeas para cada macho. (MORAES, 1998 *apud* LAURENTINO & COSTA, 2004). A figura 4 retrata os tamanhos entre fêmea e macho deste inseto.

Figura 4: Broca-do-café dimorfismo sexual e tamanho comparado ao grão de café

Fonte: Reis (201-), adaptada pelos autores.

3.4. PREJUÍZOS CAUSADOS/ DANOS AOS CAFEZAIS

Para Souza & Reis (1997) citado por Laurentino & Costa, (2004), a broca é uma adversidade fitossanitária na maioria dos territórios produtores de café dado seu ciclo possuir duração breve e com rápida propagação. As frações de insetos e presença de micotoxina nas exportações brasileiras são parte da adversidade supramencionada (FORNAZIER *et al.*, 2019).

Fanton (2001) explica que mesmo existindo outros insetos atacando concomitantemente o café - cochonilhas, mosca-das-frutas, falsa broca, etc - somente a *H. hampei* atinge as sementes; tal fato não aparenta gerar competição entre os animais mencionados anteriormente, portanto apenas os predadores naturais da broca teriam real importância em estudos, visto que eles reduzem a sua população.

De acordo com Fornazier *et al.* (2019, pág.3), “seu ataque começa a ocorrer entre outubro e dezembro, quando aparecem os primeiros frutos do estágio chumbão e vai até a colheita”. Entretanto para Gallo *et al.*, (2002, pág.433-434), “a broca-do-café é bastante prejudicial ao cafeeiro, pois ataca os frutos em qualquer estado de maturação, desde frutos verdes pequenos (chumbinhos) até maduros (cerejas) ou secos” o que pode ser visto na Figura 5.

Figura 5: Ataque da broca-do-café

Fonte: Carvalho; Souza (2016).

O café beneficiado pode ser dividido em categorias distintas, por isso Gallo *et al.* (2002, pág.434) recorda que “[...] pode-se distinguir três categorias de grãos: sadios, broqueados e o café escolha. Altas infestações diminuem a porcentagem de grãos perfeitos e aumentam a de grãos perfurados, escolha e grãos quebrados, com sensível perda de peso [...]”.

Segundo Gallo *et al.* (2002), o café denominado broqueado, tem graves prejuízos, do ponto de vista comercial, uma vez que além da perda de peso perde na classificação por tipo (Figura 6). A título de exemplificação: 5 grãos perfurados equivalem a um defeito de classificação (GALLO *et al.* 2002).

Figura 6: Média de perda de peso de café beneficiado, número de defeitos e classificação por tipo, segundo o grau de infestação pela broca do café

Porcentagem de Infestação	Perda de Peso de Café Beneficiado (g/60kg)	Média de Defeitos	Tipo
0	0	0	2
1	14,9	4	2
3	418,1	7	2
5	851,2	12	3
7	1179,7	15	3
10	1269,3	19	3
20	2508,7	39	4
40	4569,4	83	6
50	6032,8	91	6
80	10348,4	167	7
100	12633,2	228	7

Fonte: Adaptado de Souza & Reis, 1993 - EPAMIG, 1979.

Tais danos também são abordados por Souza & Reis (1997) citados por Laurentino & Costa, (2004, pág.12-13):

“Os prejuízos causados pela broca-do-café: Perda de peso do café beneficiado, devido a sua destruição pelas larvas. Perda da qualidade, pela depreciação do produto na classificação por tipo, pois cinco sementes broqueadas constituem um defeito. Queda prematura de frutos quando perfurados. Apodrecimento de sementes em frutos broqueados, que apresentam maturação forçada, caindo precocemente no chão. Inviabilidade de produção de sementes de café, já que os frutos broqueados são descartados. Perda de mercado externo, já que os países importadores de café não aceitam nenhum café broqueado” (SOUZA & REIS, 1997 *apud* LAURENTINO & COSTA, 2004, pág.12-13).

Visando ter menos danos com a *H. hampei*, muitos produtores recorrem à antecipação da colheita, o que por outro lado leva a outros defeitos no grão, gerando novamente um problema (FORNAZIER *et al.*,2000).

3.5. FATORES DE INTERFERÊNCIA

Para Souza e Reis (1997) citados por Costa *et al.*, (2002), existem alguns tipos de fatores influenciadores sobre a proliferação da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), são eles: condições de colheita, de sombreamento, clima, espaçamento e, por fim, altitude. Tal afirmativa anteriormente mencionada vem de encontro aos estudos realizados por Moraes (1998); Souza & Reis (1997) e Guharay & Monterrey (1997) citados por Laurentino & Costa (2004) em suas documentações.

A maneira como é realizada a colheita nas lavouras de café é diretamente responsável pela porcentagem de brocas presentes no ciclo do ano posterior. A maneira que o inseto encontra de sobreviver é se alojar nos grãos que caem no solo, pois parte do ano os pés do gênero *Coffea* não apresentam mais frutos para que possam ficar. Quando o cenário supramencionado ocorre, a incidência inicial é rápida, ocasionado um aumento populacional altíssimo. A forma mais simples de erradicar a broca é a realização de uma rigorosa colheita que consiste na retirada total de grãos presente nos pés e chão das lavouras produtoras de café (MORAES, 1998; SOUZA & REIS, 1997; GUHARAY & MONTERREY, 1997; *apud* LAURENTINO & COSTA, 2004).

A duração do ciclo de vida da broca-do-café é afetada pela altitude, em grandes elevações, os adultos vivem menos e a infestação normalmente não consegue superar a marca de 10%. Matematicamente, pode-se dizer que existe uma razão inversa entre altitude e perpetuação da espécie (MORAES, 1998; SOUZA & REIS, 1997; GUHARAY & MONTERREY, 1997; *apud* LAURENTINO & COSTA, 2004).

Para Moraes, 1998; Souza & Reis, 1997; Guharay & Monterrey, 1997; *apud* Laurentino & Costa, 2004; quando se trata da maneira como a lavoura foi plantada, os tipos conhecidos como: adensada (Figura 7) e fechada auxiliam na perpetuação da broca-do-café.

Figura 7: Linha central intercalar de catuaí, entre 2 linhas de Acaiaí, estas já com poda herbácea, indo para a 3ª safra, na Fazenda Mamonal, em Andradás-MG



Fonte: Matiello; Almeida; Ferreira (2014).

Segundo os mesmos autores, tal acontecimento é devido ao sombreamento causado pela diminuição da luminosidade e aumento da umidade na lavoura; os métodos desses plantios ainda corroboram para o espalhamento entre uma planta e outra.

As afirmações anteriores levam à conclusão que o plantio mais espaçado (Figura 8) que permita um maior cuidado da lavoura, somando-se à melhor luminosidade, auxiliam na redução do inseto-praga (MORAES, 1998; SOUZA & REIS, 1997; GUHARAY & MONTERREY, 1997; *apud* LAURENTINO & COSTA, 2004).

Figura 8: Colheita do café em Minas Gerais



Fonte: Autores (2022).

De acordo Moraes (1998); Souza & Reis (1997) e Guharay & Monterrey (1997) citados por Laurentino & Costa (2004) dentro do clima, existem três fatores importantes que devem ser avaliados quando se trata da colaboração para o aumento/perpetuação da broca-do-café nas respectivas lavouras.

- **Chuvas:** a interferência ocorre de maneira direta ou indireta: sempre que na temporada de frutificação e maturação dos grãos ocorrem grandes períodos de chuva, o número de brocas diminui. Entretanto, alterações no período, intensidade e duração das chuvas afeta a colheita como um todo.
- **Temperatura:** a maior facilitadora da procriação deste inseto são as altas temperaturas, pois atinge diretamente seu ciclo de vida. O mesmo fica mais curto o que acarreta o aumento de gerações e consequentemente a maior danificação dos grãos.
- **Umidade relativa do ar:** esse fator ocorre entre uma colheita e outra - entressafra - na estação do inverno. A umidade pode ajudar como também atrapalhar a sobrevivência da broca: invernos secos com baixa umidade dificultam; em contrapartida, úmidos e com orvalho, favorecem. O ressecamento dos grãos devido à baixa umidade, minimiza o aumento do inseto, estagna a oviposição do mesmo e causa sua morte.

3.6. PREDADORES NATURAIS

Os predadores naturais da *H. hampei* citados pela CAB Internacional - 2020 são: *Beauveria bassiana*; *Botrytis stephanoderes*; *Cephalonomia stephanoderis*; *Crematogaster curvispinosa*; *Heterospilus coffeicola*; *Hirsutella eleutheratorum*; *Karnyothrips flavipes*; *Metaparasitylenchus hypothememi*; *Metarhizium anisopliae*; *Paecilomyces javanicus*; *Phymastichus coffea*; *Prorops nasuta*. Dentre os nomes mencionados anteriormente, os mais importantes no território brasileiro, serão sucintamente descritos baseando-se em um dos documentos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA escrito por Laurentino & Costa no ano de 2004.

3.6.1. HETEROSPILUS COFFEICOLA (SCHMIEDKNECHT, 1923)

O parasita possui a seguinte árvore taxonômica (CAB International - 2020):

Domínio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Filo: Arthropoda

Subfilo: Uniramia

Classe: Insecta

Ordem: Hymenoptera

Família: Braconidae

Gênero: *Heterospilus*

Espécie: *Heterospilus coffeicola*.

Nas palavras de Benassi (1989) apud Laurentino & Costa (2004), o inseto mantém-se no grão de café - há pouco tempo acometido pela *H. hampei* - apenas o período necessário para colocação de somente um ovo, visto que *H. coffeicola* apresenta vida livre. A sua descendência tem como alimentação: ovos, larvas e pupas da broca.

3.6.2. CEPHALONOMIA STEPHANODERIS (BETREM, 1961)

O parasitoide possui a seguinte árvore taxonômica (CAB International - 2020):

Domínio: Eukaryota

Reino: Metazoa

Filo: Arthropoda

Subfilo: Uniramia

Classe: Insecta

Ordem: Hymenoptera

Família: Bethylidae

Gênero: *Cephalonomia*

Espécie: *Cephalonomia stephanoderis*.

Sua origem é a África e foi trazido para o território brasileiro em 1994 - pela Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária - e ficou conhecido como vespa-da-Costa-do-Marfim e apresenta características análogas a *Prorops nasuta* quando se trata de parasitismo (BENASSI, 1995 apud LAURENTINO & COSTA, 2004).

Benassi (1989) citado por Laurentino & Costa (2004, pág.16) ainda reitera que “a fêmea coloca um ovo por larva de broca-do-café. As pupas são envoltas por casulo sedoso e permanecem juntas, umas ao lado das outras. As vespas adultas alimentam-se de brocas adultas”.

3.6.3. POLYNEMA SP.

Costa *et al.* (2000) e Lima (1962) citados por Laurentino & Costa (2004); descrevem que a *Polynema* sp., vespa (microhimenóptero), integra a família *Mymaridae*. Tal família, tem como característica ser endoparasita de ovos da classe *Insecta*, o que inclui os *Coleoptera* da qual a broca-do-café faz parte.

A espécie supramencionada foi encontrada em amostragens de café, entretanto, ainda não foi classificada como parasita de ovos da *H. hampei* visto que sua reprodução em laboratório ainda não foi viável (COSTA *et al.* 2000; LIMA, 1962 apud LAURENTINO & COSTA, 2004).

3.6.4. BEAUVERIA BASSIANA

O fungo em questão possui a seguinte árvore taxonômica (CAB International - 2020):

Domínio: Eukaryota
 Reino: Fungi
 Filo: Ascomycota
 Subfilo: Pezizomycotina
 Classe: Sordariomycetes
 Subclasse: Hypocreomycetidae
 Ordem: Hipocreales
 Família: Cordycipitaceae
 Gênero: *Beauveria*
 Espécie: *Beauveria bassiana*.

Benassi (1989); Le Pelley (1968) *apud* Laurentino & Costa (2004, pág.16) apresentam que: [...] “a espécie *Beauveria bassiana* é um fungo e tem sido relacionado infectando a broca-do-café” [...]; os mesmos autores ainda reiteram que [...] esse fungo pode ter grande valor em condições particularmente favoráveis, mas, em condições que não podem ser modificadas para a sua sobrevivência, é improvável que a disseminação possa ocorrer [...]” .

3.6.5. PROROPS NASUTA WATERSTON (1923)

O parasita conhecido como vespa-de-Uganda possui a seguinte árvore taxonômica (CAB International-2020):

Domínio: Eukaryota;
 Reino: Metazoa;
 Filo: Arthropoda;
 Subfilo: Uniramia;
 Classe: Insecta;
 Ordem: Hymenoptera;
 Família: Bethylidae;
 Gênero: *Prorops*;
 Espécie: *Prorops nasuta*.

Pelas palavras de Benassi (1996) citado por Laurentino & Costa (2004, p. 15), a procriação laboratorial da *P. nasuta* - origem: Uganda/África - acontece no Brasil após sua chegada no ano de 1929; no ano seguinte - 1930 - a sua entrega é feita aos produtores de café das redondezas de Campinas. Portanto:

“As vespas adultas penetram no fruto do café, através do orifício feito pela broca, e todo o processo de parasitismo se processa no interior do fruto. Elas atacam os adultos da broca através de uma ferroadada, geralmente na região da intersecção da cabeça com o tórax, onde injetam o seu veneno e, em seguida sugam todo o conteúdo do corpo. As fêmeas também se alimentam dos estágios jovens da broca, principalmente das larvas pequenas” (BENASSI 1996; FERREIRA 1980 *apud* LAURENTINO & COSTA, 2004, p.15).

Os mesmos autores ainda complementam com maiores detalhes o ciclo de ações da *P. nasuta* dentro do fruto, que são:

“Nas larvas maiores e nas pupas, se realizam as posturas, após a injeção do veneno em diversos locais do corpo, para que permaneçam anestesiadas. Um ovo é colocado na superfície ventral do tórax da larva completamente desenvolvida ou na região dorsal do corpo das pupas. Depois de três a quatro dias, eclode a larva da vespa, cuja cabeça e parte do corpo penetram no interior das larvas e pupas da broca, onde permanecem até completar o seu desenvolvimento, sugando-lhes todo o conteúdo interno do corpo. Após esse período, a larva tece um casulo de seda de cor branca e transforma-se em pupa. Cerca de 24 a 32 dias depois ocorre a emergência das vespas adultas que abandonam o fruto” (BENASSI 1996; FERREIRA 1980 apud LAURENTINO & COSTA, 2004, pág.15-16).

3.7. CONTROLE

Os tipos mais frequentes de controle da broca-do-café são os biológicos, culturais e químicos que serão explicados abaixo, entretanto existem meios alternativos como por exemplo, armadilhas. Tais meios são muito comuns e encontram-se explicados para os agricultores através de cartilhas.

3.7.1. CONTROLE BIOLÓGICO

Nas palavras de Fornazier *et al.* (2019, pág.7) “a aplicação do inseticida biológico *Beauveria bassiana* no momento de trânsito da broca, direcionando a pulverização para os frutos [...] somente é aplicado se a umidade relativa for superior a 65%”.

Costa *et al.* (2002, pág.3) complementam o estudo dizendo que “é comum encontrar o referido fungo envolvendo uma broca morta no interior do fruto [...] recomenda-se não fazer aplicação de agroquímicos a não ser que a infestação da broca ultrapasse 5% de frutos broqueados sem infecção de *B. bassiana*”.

O pioneirismo do controle biológico ocorre no estado de São Paulo com a chegada da *P. nasuta*.

Inicialmente a vespa-de-Uganda apresentou um desenvolvimento excelente contra a broca-do-café, porém com o surgimento dos produtos químicos por volta do ano de 1947, o controle biológico passou a ser deixado em segundo plano (BENASSI,1989 apud COSTA *et al.* 2002).

A vespa-da-Costa-do-Marfim, vem tendo bons resultados em pesquisas contra a broca-do-café feitas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural do Espírito Santo - INCAPER e pela Embrapa Rondônia (COSTA *et al.* 2002).

3.7.2. CONTROLE QUÍMICO

Para Fornazier *et al.* (2019, pág.7), a pulverização deve ser em: “novembro-dezembro, caso se constate populações de adultos da broca-do-café nas armadilhas ou verificação das brocas na coroa de frutos “chumbões”, quando a porcentagem de frutos brocados em relação aos sadios chegar a 3%”.

O mesmo autor complementa que os produtos aplicados devem ter receituário assinado por um agrônomo além de ser aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA.

Costa *et al.* (2002, pág.3) dizem que “detectada a necessidade de controle da praga, recomenda-se o inseticida Endosulfan 350g/l CE (Dissulfan CE, Endofan, Endosulfan Fersol 350 CE, Thiodan CE) na dosagem de 1,5 a 2,0 l/ha”; entretanto, segundo a Resolução-RDC nº 28, de 9 de agosto de 2010 (Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR - 2010); art 2º inciso V “ 31 de julho de 2013 - cancelamento da comercialização de todos os produtos formulados à base de endossulfam” pela justificativa que “o ingrediente ativo endossulfam apresenta características genotóxicas, neurotóxicas, imunotóxicas e provoca toxicidade endócrina ou hormonal e toxicidade reprodutiva sobre o desenvolvimento embrionário”.

3.7.3. CONTROLE CULTURAL

Para Costa *et al.* (2002), o ataque das brocas pode ser reduzido seguindo alguns passos básicos: colheita bem-feita; repasse na lavoura; deve-se destruir os cafezais velhos e abandonados; alertar o vizinho para que controle a praga, evitando focos para outras lavouras.

De acordo com Veneziano 1996 citado por Laurentino & Costa (2004, pág.14), “o controle cultural consta de cuidados por ocasião da colheita, evitando-se a permanência de frutos na planta ou no solo, impedindo assim, a sobrevivência da broca nos frutos remanescentes de café na entressafra”.

3.7.4. CONTROLE ALTERNATIVO

Villacorta-Mosqueira *et al.*, (2001) afirmam que é possível o uso de armadilhas com semioquímicos para o controle do inseto. As armadilhas consistem em um sistema capaz de capturar as brocas. Para tal é utilizado uma mistura de etanol/ metanol + óleo de café. Os resultados observacionais dos autores indicam uma redução de 50% do dano causado por brocas em plantações com armadilhas comparadas a sem o uso da técnica.

No entanto Fernandes *et al.*, (2014) que utilizaram uma densidade de 30 armadilhas por hectare afirmam que apesar da técnica ser capaz de reduzir a percentagem de frutos vítimas da broca em 57%, isoladamente a técnica não foi capaz de manter a densidade populacional da broca abaixo de 5%.

Além da redução significativa do broqueamento no café, as armadilhas fornecem dados importantes para o monitoramento do tamanho da população adulta de brocas. Esses dados de monitoramento são essenciais para a decisão de outras formas de controle, como por exemplo do uso de controle biológico ou químico. Por fim, soma-se como benefício dessa técnica o fato da armadilha poder ser construída a baixo custo reutilizando garrafas descartáveis do tipo PET (Villacorta-Mosqueira *et al.*, 2001 e Fernandes *et al.* 2014).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a construção de uma breve revisão bibliográfica sobre a broca-do-café *Hypothenemus Hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) é de fácil constatação que a mesma está inserida em uma esfera muito complexa quando se trata do seu controle/extinção ou simplesmente a criação de uma solução ambientalmente eficaz.

O ciclo de vida da broca deixa um intervalo de tempo muito pequeno para que medidas possam ser tomadas. Sua resolução se torna ainda mais difícil devido a inúmeros fatores externos que aumentam ou diminuem a população da praga em questão.

Outro ponto preocupante é que existe uma discrepância nos dados da *H. hampei*, especialmente no seu ciclo de vida, possivelmente se deve à heterogeneidade dos territórios produtores de café em todo o mundo.

Como a broca sofre diversas interferências e sua sobrevivência depende de uma gama de incógnitas; um melhor estudo do Centro Oeste Mineiro deve ser realizado. Sendo de grande auxílio, para poder filtrar melhor os dados obtidos e assim configurar o cenário da região supramencionada, uma pesquisa em campo com dados de engenheiros agrônomos e produtores.

A broca demonstra pequenos, mas prováveis pontos fracos, diante disso, um estudo aprofundado sobre essas “brechas” é de extrema urgência, uma vez que podem vir a ser de auxílio para uma possível solução. Os fatores em questão são: não se adaptar aos extremos do clima, altitude e umidade reduzida.

Buscar uma solução para broca-do-café em todo mundo pode de início ser complicado, mas para a região de Piumhi, local desta pesquisa, uma ideia viável pode ser o rastreamento da área, associando com pesquisas de geoprocessamento de modo a se criar ou propor um plano de controle eficiente.

A compreensão da composição dos inseticidas e estudo em laboratório com produtos permitidos por lei de maneira a se testar a qual componente químico da fórmula a broca possui resistência, pode também ajudar a conseguir, quimicamente, uma saída ambientalmente eficaz para a infestação de *Hypothenemus hampei*.

Por fim, a combinação de diferentes formas de controle (biológico, cultural e alternativo) pode levar a uma solução definitiva e sustentável, capaz tanto de reduzir a população da praga a níveis desejáveis de controle quanto de diminuir o uso de inseticidas, que como já exposto traz malefícios para além do controle da broca.

REFERÊNCIAS

- [1] Agência de Defesa Agropecuária do Paraná - ADAPAR. Resolução-rdc Nº 28, De 9 De Agosto De 2010. Regulamento Técnico para o Ingrediente Ativo Endossulfam em decorrência da Reavaliação Toxicológica. Disponível em: http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GSV/Agrotoxicos/lf_6_resolucao_RDC_28_de_2010.pdf. Acesso em: 29/05/2020.
- [2] Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC. Sumário Executivo do Café a partir de 2017. Disponível em: <https://www.abic.com.br/estatisticas/sumario-executivo-do-caffe/>. Acesso em: 15/06/2020.
- [3] Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC. O café brasileiro na atualidade. Disponível em: <https://www.abic.com.br/o-caffe/historia/o-caffe-brasileiro-na-atualidade-2/>. Acesso em: 21/05/2020.
- [4] BEZERRA, C. A. et al. Plantas de café GM para resistência à broca-do-café: avaliação de biossegurança alimentar. 2013.
- [5] CAB International - CABI. Knowledge for life. Disponível em: <https://www.cabi.org/about-cabi/>. Acesso em: 27/05/2020.
- [6] CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W.: Situação e principais entraves ao uso de métodos alternativos aos agrotóxicos no controle de pragas e doenças na agricultura. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1076556/1/Campanholasituacao.pdf>. Acesso em: 15/07/2020.
- [7] CARVALHO, J. P.; SOUZA, J. C. Manual de prevenção e combate a broca-do-café. 2016. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. O café brasileiro na atualidade. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/caffe>. Acesso em: 21/05/2020.
- [8] CURE, J. R. et al. Fenologia e dinâmica populacional da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferr.) relacionadas às fases de desenvolvimento do fruto. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. Londrina, v. 27, n. 3, p. 325-335, Sept. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aseb/v27n3/v27n3a02.pdf>. Acesso em: 25/05/2020.
- [9] COSTA, J. N. M., et al. Principais Pragas do Cafeeiro em Rondônia: Características, Infestação e Controle. Porto Velho: EMBRAPA Rondônia, 2002. 12 p. (Embrapa - Rondônia. Circular Técnica, 59). Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Emb_rond_CT59_lagartadoscafezais.pdf. Acesso em: 28/05/2020.
- [10] FANTON, C. Ecologia da Broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Scolytidae) na Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa, 2001. 48 f. Tese (Título de "Doctor Scientiae") - Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/395/168479f.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28/05/2020.
- [11] FERNANDES, F. L. et al. Controle massal da broca-do-café com armadilhas de garrafa Pet vermelha em cafeeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, p. 587-594, 2014.
- [12] FORNAZIER, M. J. et al. Manejo da broca-do-café. EMCAPER, 2000. 6 p. 1 Folder., 2000.
- [13] FORNAZIER, M. J.; et al. Manejo da broca-do-café. Vitória: INCAPER, 2019. 8 p. (INCAPER. Documentos, 266). Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/123456789/3950/1/Broca-caffe-Incaper.pdf>. Acesso em: 21/05/2020.
- [14] GALLO, D.; et al. Manual de entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. Disponível em: <https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agrc3adcola-jonathans.pdf>. Acesso em: 21/05/2020.
- [15] JOHNSON, A.; BATEMAN, C.; HULCR, J. Draft guide to Identification of Coffee berry borer from similar bark beetles in Papua New Guinea. 2017.
- [16] LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA, 2004. 26 p. (EMBRAPA. Documentos, 90). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916028/1/doc90brocadocafe.pdf>. Acesso em: 21/05/2020.

- [17] MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; FERREIRA, I.B.. Cultivo intercalar de café temporário e definitivo. CaféPoint, 2014. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/cultivo-intercalar-de-cafe-temporario-e-definitivo-90448n.aspx>. Acesso em: 21/05/2020.
- [18] Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. O café no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafecultura-brasileira>. Acesso em: 21/05/2020.
- [19] PAES, C. M. D. Desenvolvimento de método LC/MS/MS para análise multirresíduo de agrotóxicos em café. Belo Horizonte, 2012. 98 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Química. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA-8YBQJP/1/dissertacao_mestrado_claudia.pdf. Acesso em: 21/07/2020.
- [20] RUBIO, G.; DAVID, J. Morfología externa de los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae). Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, v. 12, n. 2, p. 157-161, 2009.
- [21] SILVA, A. F. C. Ciência nos Cafezais: a Campanha contra a Broca do Café em São Paulo (1924-1929). 2006. 229 f. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e da Saúde) - Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ppghcs.coc.fiocruz.br/images/teses/silvaafc.pdf>. Acesso em: 21/05/2020.
- [22] VILLACORTA-MOSQUEIRA, A. et al. Um modelo de armadilha com semioquímicos para o manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) no Paraná. 2001.
- [23] ZORZETTI, J. Seleção e caracterização morfológica e molecular de isolamento de *Bacillus thuringiensis* virulentos a *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:Curculionidae: Scolytinae). Londrina, 2015. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000202200>. Acesso em: 21/05/2020.

Capítulo 9

*Influência de três níveis de luminosidade no desenvolvimento vegetativo de plantas de *Physalis angulata* L.*

David Santana Guimarães

Marilza Neves do Nascimento

Lourival Palmeira Gonçalves Neto

Resumo: O gênero *Physalis* L (Solanaceae) se destaca por possuir espécies que apresentam grande potencial econômico, produzindo frutos com alto valor comercial, e medicinal, através da produção de substâncias de interesse farmacológico com diversas propriedades terapêuticas comprovadas, como vitaesteróides, fisalinas, flavonóides simples ou glicosilados, esteróides, ácidos graxos de cadeia linear, carotenóides, ácido ascórbico e alcalóides. (LORENZI & MATOS, 2008; TOMASSINI et al.,2000). A *Physalis angulata* L. é a espécie de maior ocorrência no Brasil, onde também é popularmente conhecida como camapú, balãozinho ou juá-de-capote (LORENZI &MATOS,2008). Devido à potencialidade econômica que apresenta e por produzir frutos ricos em vitaminas A e C, além da presença de substâncias com atividades farmacológicas, a espécie vem despertando um grande interesse de consumidores e produtores (SILVA, 2007). Vários fatores ambientais influenciam no desenvolvimento vegetal, incluindo as condições abióticas, dentre esses fatores a luz chama bastante atenção dos pesquisadores. A luz tem papel primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também, por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento através de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades (CARVALHO, 2004). As diferentes condições de luminosidade influenciam nos processos fisiológicos das plantas. No Brasil, os estudos com o cultivo de *Physalis angulata* L. ainda são incipientes, portanto avaliar a influência da adubação nitrogenada em diferentes condições de luminosidade é de fundamental importância para a determinação das melhores condições de cultivo para espécie.

Palavras-chave: Pequenos frutos, camapú, luminosidade.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Physalis* L (Solanaceae) se destaca por possuir espécies que apresentam grande potencial econômico, produzindo frutos com alto valor comercial, e medicinal, através da produção de substâncias de interesse farmacológico com diversas propriedades terapêuticas comprovadas, como vitaesteróides, fisalinas, flavonóides simples ou glicosilados, esteróides, ácidos graxos de cadeia linear, carotenóides, ácido ascórbico e alcalóides. (LORENZI & MATOS, 2008; TOMASSINI *et al.*,2000).

A *Physalis angulata* L. é a espécie de maior ocorrência no Brasil, onde também é popularmente conhecida como camapú, balãozinho ou juá-de-capote (LORENZI & MATOS,2008). Devido à potencialidade econômica que apresenta e por produzir frutos ricos em vitaminas A e C, além da presença de substâncias com atividades farmacológicas, a espécie vem despertando um grande interesse de consumidores e produtores (SILVA, 2007).

Vários fatores ambientais influenciam no desenvolvimento vegetal, incluindo as condições abióticas, dentre esses fatores a luz chama bastante atenção dos pesquisadores. A luz tem papel primordial para o crescimento das plantas, não só por fornecer energia para a fotossíntese, mas também, por fornecer sinais que regulam seu desenvolvimento através de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades (CARVALHO, 2004). As diferentes condições de luminosidade influenciam nos processos fisiológicos das plantas.

No Brasil, os estudos com o cultivo de *Physalis angulata* L. ainda são incipientes, portanto avaliar a influência da adubação nitrogenada em diferentes condições de luminosidade é de fundamental importância para a determinação das melhores condições de cultivo para espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental Horto Florestal da UEFS, em Feira de Santana, Bahia no período de setembro de 2016 a abril de 2017. As mudas de *Physalis angulata* foram obtidas por semeadura em copo descartável de 300 ml. As plantas foram transplantadas quinze dias após a semeadura para vasos com capacidade de 8 litros, sendo transplantada uma muda por vaso.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. A unidade experimental foi composta de cinco repetições de 10 plantas para cada tratamento. O desenvolvimento da espécie foi analisado ao distribuir-se parte dos vasos em condições de 100% de luminosidade, 50% de luminosidade e 25% de luminosidade, sendo realizadas estas análises aos 30 dias após o transplante. Para as avaliações de crescimento e desenvolvimento das plantas foram obtidos os dados de: altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) com, número de folhas, número de botões florais, número de flores e número de frutos. A área foliar total foi obtida a partir do uso do medidor de área foliar modelo LI 3100.

As plantas foram separadas em folhas, caules e raízes e colocadas para secagem e posteriormente determinada a razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e área foliar específica (AFE) foram determinadas a partir dos valores de área foliar total (AFT), expressos em cm², da massa seca da planta (MSP) e da massa seca das folhas (MSF).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey e análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável altura (Tabela 1) as plantas de *P. angulata* cultivadas sob maior sombreamento apresentaram-se mais altas em relação a aquelas cultivadas a sombreamentos menores, onde foi observado um incremento de 20% no valor da altura. Tanan (2015) trabalhando com *P. angulata* em diferentes épocas de semeadura encontrou resultados semelhantes com alturas máximas de 63,3cm e 57,1cm.

Tabela 1 – Altura (ALT), Diâmetro do caule (DC), Número de Folhas (NFOL), Número de botões (NBOT), Número de flores (NFLO) e Número de frutos (NFRU) de plantas de *Physalis angulata* cultivadas em diferentes condições de luminosidade. UEFS - Feira de Santana, BA, 2018

LUZ	VARIÁVEL					
	ALT (cm)	DC (mm)	NFOL	NBOT	NFLO	NFRU
100% Luminosidade	33,68c**	10,15 ^{ns}	66,88b**	8,96a**	0,40b**	6,32a**
50% Luminosidade	41,76b**	10,01 ^{ns}	90,92a**	4,52b**	2,60a**	3,00b**
25% Luminosidade	52,81a**	10,03 ^{ns}	78,44b**	5,16b**	1,96a**	1,88b**
CV (%)	8,34	14,09	23,07	47,40	62,30	52,45

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P=0,01).**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Algumas espécies quando submetidas a ambientes com falta ou diminuição de luminosidade tendem a aumentar a altura para melhorar a captação de luz. Segundo Moraes et al. (2003) esse crescimento proeminente é um mecanismo denominado estiolamento, que otimiza esta captação. O que pode ter ocorrido nas plantas de *P. angulata* cultivadas no tratamento a 25% de luz, acarretando em maiores valores de altura.

Em relação ao número de folhas (NFOL) foi observado que as plantas cultivadas no ambiente a 50% de luminosidade obtiveram maiores médias (Tabela 1). O número de botões florais (NBOT) e o número de frutos (NFRU) demonstraram serem maiores no tratamento a 100% de luminosidade. O número de flores (NFLO) foi maior nos tratamentos a 25% e 50% de luminosidade, mas foi observado através dos resultados que as plantas cultivadas em ambiente a 100% de luminosidade obtiveram valores maiores tanto de número de botões florais como de número de frutos, logo, pode ter ocorrido que na época de análise as plantas neste tratamento dispunham de uma baixa quantidade de flores pelo processo de frutificação.

Observa-se na tabela 2 que a variável massa seca da parte aérea (MSPA) não demonstrou dados significativos, já a massa seca da raiz (MSR) apresentou maiores valores de média em 100% de luminosidade, onde foi observado que o cultivo neste tratamento incrementou a produção biomassa para o sistema radicular.

Segundo Oliveira (2014), quanto maior os valores de massa seca de raiz, maior poderá ser a eficiência na aquisição de biomassa, logo, as raízes precisam de maior quantidade de nutrientes, precisando crescer para aumentar a sua área de superfície de absorção. Isso se deve provavelmente ao fato de que sob condições de alta luminosidade e temperaturas elevadas às plantas adquirem a necessidade de desenvolver maiores quantidade relativas de raízes para supri-las com água e nutrientes.

Tabela 2 – Massa seca da parte aérea (MSPA) e Massa seca da raiz (MSR) de plantas de *Physalis angulata* cultivadas em diferentes condições de luminosidade. UEFS - Feira de Santana, BA, 2018

LUZ	VARIÁVEL	
	MSPA (g)	MSR (g)
100% Luminosidade	3,87a ^{ns}	1,19a**
50% Luminosidade	3,82a ^{ns}	0,91b**
25% Luminosidade	4,26a ^{ns}	0,83b**
CV (%)	23,31	30,18

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P=0,01).**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se na tabela 3 que as variáveis área foliar (AF) e razão da massa foliar (RMF) os tratamentos com menores luminosidades (50% e 25%) demonstraram maiores resultados e que as plantas cultivadas em tratamento a 25% de luminosidade apresentaram diferença significativa das cultivadas nos outros tratamentos.

Segundo Lacerda *et al.* (2010) a maior área foliar de plantas cultivadas em ambientes sombreados trata-se de uma resposta típica à baixa luminosidade, constituindo um ajuste morfológica da planta na tentativa de aumentar a área de captação dos raios solares, quando sob restrição de luz. Logo, o aumento da área foliar vem a sugerir que possa ser uma estratégia adotada pela espécie em estudo para compensar a restrição de luminosidade no ambiente de cultivo ajustando o aparelho fotossintético a essa condição, ampliando a superfície de interceptação luminosa das folhas.

A área foliar específica foi maior para as plantas cultivadas no tratamento a 25% de luminosidade. Este fato pode ser resultado de uma resposta das plantas cultivadas neste tratamento com menor luminosidade para compensar o maior sombreamento entre as folhas, pois, as plantas sombreadas tendem a investir uma maior proporção dos seus fotoassimilados para o aumento da área foliar, buscando maximizar a captação da luz disponível. Segundo Lambers *et al.* (1998) as plantas em ambiente sombreado geralmente possuem folhas delgadas, menor densidade de massa e maior área foliar específica (AFE).

Tabela 3 – Área foliar (AF), Área foliar específica (AFE), Razão da massa foliar (RMF) e Razão da área foliar (RAF) de plantas de *Physalis angulata* cultivadas em diferentes condições de luminosidade. UEFS - Feira de Santana, BA, 2018

LUZ	VARIÁVEL			
	AF (cm ²)	AFE (cm ² . g ⁻¹)	RAF (cm ² . g ⁻¹)	RMF
100% Luminosidade	397,20b**	103,10c**	78,38c**	0,76b**
50% Luminosidade	570,54a**	151,02b**	121,91b**	0,80a**
25% Luminosidade	539,02ab**	207,30a**	171,90a**	0,83a**
CV (%)	47,26	25,38	24,89	5,37

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P=0,01).**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. nsNão significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A razão de área foliar é a relação entre a área foliar e o peso de toda planta, através desta variável é possível estimar a área foliar disponível para fazer fotossíntese (CAIRO *et al.*,2008). Os resultados indicam que a área foliar necessária para produzir a mesma quantidade de massa seca nas folhas cultivadas nos tratamentos de 100% e 50% de luminosidade são menores que aquelas cultivadas em tratamento a 25% de luminosidade. Lacerda *et al.*, (2010) encontrou resultados parecidos com plantas cultivadas em ambientes sombreados, que apresentam maiores valores da RAF.

Os menores valores de RAF indicam maior eficiência das folhas em produção e exportação de biomassa (DANTAS *et al.*.2009). Logo, as plantas cultivadas a 25% de luminosidade tendem a ter uma maior eficiência para produzir e exportar biomassa em relação as plantas cultivadas em 50% e 100% de luminosidade.

Segundo Santos (2015), a razão do peso foliar representa a capacidade de translocação de fotoassimilados da fonte para outras partes da planta. Foi observado que a RPF das plantas cultivadas em tratamento a 100% de luminosidade mostrou-se inferior em relação às cultivadas em ambiente sombreado.

4. CONCLUSÃO

A luminosidade influencia no desenvolvimento vegetativo da *P.* e o tratamento a 25% de luminosidade é o mais indicado para o cultivo da espécie quando o intuito é a produção de massa seca para fins medicinais.

REFERÊNCIAS

- [1] CAIRO, P. A.R.; OLIVEIRA, L. E. M. de. MESQUITA, A.C.; Análise de Crescimento de Plantas. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008.
- [2] CARVALHO, N. O. S. Germinação e Crescimento Inicial de Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) Submetidas a Diferentes Níveis de Luminosidade. 2004. 51 p. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Estadual de Feira de Santana.
- [3] DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M.
- [4] M. M.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. *Rev. Árvore*, v.33, n.3, p.413-423, 2009. LACERDA, C. F.; VIEIRA, M. R.; CARVALHO, C. M. de.; NOBRE, J. G. A.; NEVES, A.
- [5] L. R.; RODRIGUES, C. F. Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.* v.5, n.1, p.18-24, 2010.
- [6] LAMBERS, H.; CHAPIN III, F.S., PONS, T.L.1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer, New York.
- [7] LORENZI, H.; MATOS, M. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. 2. ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2008. 512 p.
- [8] MORAIS, H.; MARUR, C. J.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. de A.; GOMES, J.C.
- [9] Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1131- 1137, 2003.
- [10] OLIVEIRA, M.I.; CASTRO, E.M.; COSTA, L.C.B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisiavulgaris*L. cultivada sob telas coloridas. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, Botucatu, v.11, n.1, p.56-62, 2009.
- [11] SANTOS, M. M. de. O. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de plantas jovens de *Amburana* (*Amburana cearensis* (Fr.All) A.C. Smith) e *Umbuzeiro* (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). Tese (doutorado). Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós- Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. 2015.
- [12] SILVA, A. H. B. Seleção e variabilidade Genética para caracteres qualitativos e quantitativos em progênie de *Physalis angulata* L. (Solanaceae), 2007. Dissertação (Mestrado em Botânica), UEFS, Feira de Santana. 78 p.
- [13] TANAN, T. T. Fenologia e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano. 2015. 58 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.
- [14] TOMASSINI, T. C. B.; BARBI, N. S.; RIBEIRO, I. M.; XAVIER, D. C. D. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vittaesteróides. *Química Nova*. v. 23. n.1 p. 47-57, 2000.

Capítulo 10

*Anormalidades mitóticas em alface (*Lactuca sativa*; Asteraceae) em diferentes concentrações de ácido pirolenhoso de cambará (*Qualea* sp.)*

Andréa Beatriz Diverio Mendes

João Victor da Silva Cremm

Marina Moura Morales

Eliane Papa Ambrósio Albuquerque

Resumo: O ácido pirolenhoso é um subproduto da carbonização de biomateriais. Na agricultura, tem sido utilizado como inseticida, melhorador do solo e fertilizante foliar. O uso do ácido pirolenhoso de Cambará como fertilizante vem crescendo em muitas culturas. Este bioproduto não é utilizado como substituto, mas complementando a fertilização do solo. Apesar do aumento da utilização deste produto, pouco se sabe sobre os riscos de contaminação do solo e da água, toxicidade e impacto na microbiota do solo. Levando isto em consideração, o presente trabalho teve como objetivo investigar as possíveis alterações citogenéticas em *L. sativa* expostas à diferentes concentrações de PAcam. As sementes de alface foram germinadas em placas de Petri com as concentrações 0%, 0,5%, 1,25%, 5%, 25%, 50% e 100% de PAcam. As lâminas foram preparadas pela técnica de esmagamento. Apenas o controle e a concentração de 0,5% não inibiram a germinação das sementes e o índice mitótico foi bastante semelhante entre ambos os tratamentos. Na concentração de 0,5% foram observadas as anormalidades mitóticas em baixa frequência. Foram observados cromossomos não orientados nas metáfases, c-metáfases, pontes cromossômicas simples ou múltiplas nas anáfases e telófases, fragmento de pontes nas telófases e fragmentação e aderência nuclear.

Palavras-chave: c-metáfase; índice mitótico; pontes cromossômicas; potencial citotóxico; toxicidade.

1. INTRODUÇÃO

O extrato ácido (EA) ou vinagre de madeira é obtido pela condensação da fração líquida gerada no processo de queima de biomassa, como o Cambará (*Qualea* sp.) Trata-se de um líquido aquoso de cor amarela a marrom avermelhada, com baixo pH, contém componentes biologicamente ativos, como ácidos orgânicos e compostos fenólicos e tem sido amplamente aplicado em diversas áreas.

Na agricultura, o EA tem sido amplamente utilizado como repelente de insetos, melhorador do solo e fertilizante foliar (WEI; MA; DONG, 2010). Alguns estudos indicam que o EA melhora a taxa de germinação de sementes e acelera o crescimento de raízes, caules, folhas, flores e frutos. Nas culturas de arroz (TSUZUKI et al., 2000), sorgo (ESECHIE et al., 1998) e batata doce (SHIBAYAMA et al., 1998) o EA já foi utilizado como fertilizante orgânico. O EA pode também ser usado como desinfetante de solo (DORAN, 1932). De acordo com Kulkarni et. al, (2006) o uso como fertilizante e no controle de plantas daninhas tem sido estudado em relação a tipos de matéria prima e efeitos no solo.

No entanto, sua utilização é frequentemente baseada no conhecimento empírico e não em resultados de pesquisas científicas. Desta forma, uso de extrato ácido pode apresentar riscos ambientais como, por exemplo, a contaminação do solo e da água, toxicidade e impacto na microbiota do solo, principalmente no que diz respeito a dose segura do produto.

Considerando a falta de informação sobre os efeitos da dose do EA no solo, é importante a realização desse tipo de estudos e seus efeitos citotóxicos, de forma a melhor orientar seu uso na agricultura. De acordo com Andrade et al (2010) as avaliações microscópicas feitas através de ensaios citogenéticos podem auxiliar os parâmetros macroscópicos como por exemplo, tempo e velocidade de germinação das sementes. Os ensaios citogenéticos que se baseiam na avaliação do ciclo celular podem revelar possíveis alterações durante a proliferação celular das raízes, ou seja, durante a mitose e também podem identificar se o extrato ácido apresenta efeitos citotóxicos, genotóxicos ou mutagênicos (LEME e MARIN-MORALES, 2009).

Diferentes técnicas são usadas para investigar a toxicidade. Entre elas, os bioensaios citogenéticos são uma importante ferramenta para identificar os efeitos de substâncias tóxicas a nível cromossômico e também no ciclo celular. Mudanças no índice mitótico e alterações cromossômicas observadas durante a mitose são parâmetros usados em avaliações de citotoxicidade e genotoxicidade.

Entre os modelos biológicos existentes para esses estudos, destaca-se a espécie *Lactuca sativa* (CAMPOS et al, 2008), por apresentar alta proliferação, alta taxa de germinação e tem sido amplamente utilizada na análise de parâmetros citogenéticos para análise de toxicidade. Além disso, os procedimentos laboratoriais para esses testes geralmente têm baixos custos operacionais e permitem a geração de resultados em pouco tempo. Considerando o exposto, o presente trabalho teve como objetivo investigar as possíveis alterações citogenéticas sob exposição de sementes de *L. sativa* à diferentes concentrações de EA produzido a partir da espécie florestal Cambará (EACam).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de *L. sativa* ($2n = 2x = 18$) (FeltrinSeeds), foram usadas como sistema teste para avaliar a toxicidade e o potencial citogenotóxico do extrato ácido extraído de madeira Cambará. As sementes foram geminadas em placa de Petri com papel germitest embebido com 5mL de solução de PACam a 0,5%, 1,25%, 5%, 25%, 50% e 100%. No controle negativo foi utilizada água destilada. As placas foram incubadas a 25°C com fotoperíodo de 12h em BOD.

As raízes foram coletadas e fixadas em etanol e ácido acético (3:1 v/v). Para preparar a lâmina, a região meristemática foi fervida em orceína acética 2%, transferida para uma lâmina, coberta com uma lamínula e cuidadosamente esmagada com uma gota de solução de orceína acética 2%. As lâminas foram analisadas sob microscópio óptico e foram contadas em torno de 3.000 células por tratamento.

Os parâmetros analisados foram o Índice Mitótico (IM), o Valor Limite de Toxicidade (VLC) e as aberrações cromossômicas (expressos em porcentagem). O Índice Mitótico foi obtido por meio da divisão do número de células em mitose pelo número total de células e multiplicando-se por 100. Para o cálculo o Valor Limite de Citotoxicidade foi realizado a divisão do Índice Mitótico das diferentes concentrações de Extrato Ácido de Cambará (EACam) pelo Índice Mitótico do tratamento controle e multiplicado por 100.

A documentação das anormalidades mitóticas mais significativas foi feita por meio de captura de imagem. As imagens foram capturadas através do software *AnalySIS getIT* e câmera SC30 acoplada ao microscópio Óptico Olympus CX31 com aumento de 400x.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferentes técnicas são usadas para investigar a toxicidade. Entre elas, os bioensaios citogenéticos são uma importante ferramenta para identificar os efeitos de substâncias tóxicas a nível cromossômico e também no ciclo celular. Mudanças no índice mitótico e alterações cromossômicas observadas durante a mitose são parâmetros usados em avaliações de citotoxicidade e genotoxicidade. No presente estudo, a toxicidade de diferentes concentrações do ácido pirolenhoso de Cambará foi avaliada em alface (*L. sativa*) que se demonstrou um bom bioindicador. De acordo com Campos et. al, (2008), o grande número de sementes, a grande área de contato com os extratos, a alta sensibilidade e o grande tamanho dos cromossomos de *L. sativa* fazem com que esta espécie seja muito usada em análises citogenéticas.

Entre as concentrações avaliadas apenas o controle e a concentração de 0,5% não inibiram a germinação das sementes. Para as demais concentrações avaliadas o EAcam demonstrou efeitos antiproliferativos, uma vez que não houve emissão das raízes. O índice mitótico foi bastante semelhante entre o controle e a concentração 0,5% (Tabela 1), o que demonstra que nesta concentração o extrato ácido de Cambará não apresenta potencial citotóxico. Usualmente o crescimento e o Índice Mitótico são parâmetros correlacionados, isto é, o Índice Mitótico está relacionado com a proliferação celular. Os tecidos meristemáticos têm maior ou menor suscetibilidade a muitos estresses bióticos e abióticos, tornando possível testar a toxicidade de algumas substâncias (MOLINA et. al, 2006). De acordo com Souza, Silva e Viccini (2010) o Índice Mitótico pode ser menor quando exposto a substâncias citotóxicas porque estas podem inibir o ciclo celular. Entretanto, o potencial citotóxico pode variar dependendo da concentração usada.

O Valor Limite de Citotoxicidade foi de 90,48%. Uma redução do VLC inferior a 22% do valor do controle negativo causa efeitos letais, enquanto reduções abaixo de 50% usualmente tem efeitos sub-letais (MIGID et. al, 2007; OLIVEIRA, 2013). Como o VLC foi alto isto demonstra que na concentração de 0,5% o EAcam não apresenta efeitos letais e/ou subletais. Em estudos feitos com extratos aquosos de *P. ipecacuanha*, o valor limite de citotoxicidade, quando usados em altas concentrações ou por longo período, mostrou efeitos letais ou subletais, demonstrando possuir um efeito citotóxico e antiproliferativo (DAMAZIO, 2016).

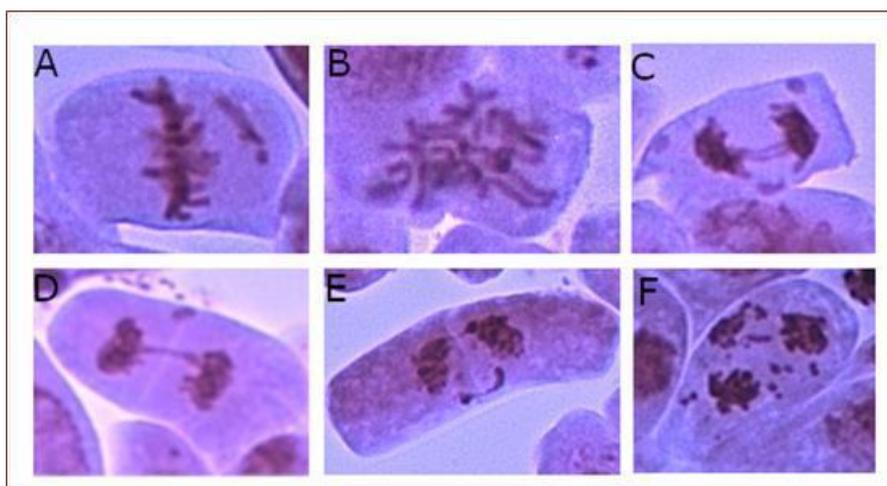
Apesar do alto IM, anormalidades cromossômicas foram observadas na concentração 0,5%. A Tabela 1 apresenta a porcentagem de anormalidades encontradas por fase da mitose no tratamento controle e na concentração de 0,5%.

O potencial genotóxico pode ser obtido a partir de estudos das alterações cromossômicas no ciclo de celular, tal potencial é caracterizado pela capacidade de um agente promover alterações no DNA de uma célula. As anormalidades mitóticas observadas na concentração de 0,5% consistiram em cromossomos não orientados nas metáfases (Figura 1A), c-metáfases (Figura 1B), pontes cromossômicas simples ou múltiplas nas anáfases (Figura 1 C e D) e telófases, fragmento de pontes nas telófases (Figura 1E) e fragmentação e aderência nuclear (Figura 1F). Em estudos com extrato pirolenhoso de *Tectona grandis*, Moura et al (2011) observaram células com cromossomos isolados e células com micronúcleos, decorrente de alteração estrutural nas células somáticas do bioindicador, demonstrando que as substâncias induziram as mutações cromossômicas.

Tabela 1. Número de células normais e porcentagem de células anormais nas diferentes fases do ciclo celular, total de células analisadas e Índice Mitótico no tratamento controle e na concentração de 0,5% de extrato ácido de Cambará

Concentrações		0% (Controle)		0.5%	
Fases do ciclo celular		Número de células	% de células	Número de células	% de células
Intérfase	Normal	3506	89,67	2988	90,35
Prófase	Normal	134	3,43	62	1,87
	Abnormal	0	0,00	3	0,09
Metáfase	Normal	93	2,38	55	1,66
	Abnormal	0	0,00	15	0,45
Anáfase	Normal	49	1,25	32	0,97
	Abnormal	0	0,13	27	0,82
Telófase	Normal	44	1,13	43	1,30
	Abnormal	0	0,00	9	0,27
Total		3826		3234	
Índice Mitótico		8,4%		7,6%	

Figura 1. Anormalidades mitóticas na concentração de 0,5% de EAcam. A) metáfase com cromossomo não orientado; B) c- metáfase; C) anáfase com ponte cromossômica; D) telófase com ponte cromossômica; E) telófase com fragmento de ponte cromossômica; F) fragmentação e aderência cromossômica



As anormalidades podem ter origem na disfunção do fuso mitótico e quebras ao longo do cromossomo, especialmente perto das regiões teloméricas. Estes eventos interferem na segregação cromossômica, resultando na formação de células filhas com mudanças na estrutura e/ou no número total de cromossomos. Deste modo, a presença de anormalidades cromossômicas indica o efeito genotóxico de certas substâncias. Algumas anormalidades observadas nas células, indicam que estes extratos nas concentrações testadas provocam danos aneugênicos e clastogênicos. Esses dois modos de ação também foram observados em células meristemáticas de *L. sativa* expostas a diferentes concentrações de *Lepidaploa rufogrisea* (Asteraceae) (ANDRADE-VIEIRA, 2012). Os eventos aneugênicos são caracterizados pela perda de cromossomos resultando da formação de c-metáfases, perda ou não orientação dos cromossomos, indicando que a célula tem componentes que evitam a polimerização de microtúbulo evitando a formação do fuso mitótico. Por outro lado, os eventos clastogênicos causam a quebra cromossômica, formando pontes e aderência cromossômicas. A quebra de segmentos de cromossomos pode ocasionar a fusão inter ou intracromatínica, gerando formas irreversíveis de aderência ou levando a morte celular (CHIAVEGATTO et. al, 2017). As pontes cromossômicas podem quebrar em regiões ao acaso, gerando cromossomos sem telômeros que podem ser transferidos para a próxima geração e dar início ao ciclo quebra-fusão-ponte. O aumento da condensação e da fragmentação nuclear são o primeiro sinal de apoptose. Esses eventos podem ser responsáveis pelo decréscimo do índice mitótico observado na concentração 0,5%.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que uso do extrato ácido de Cambará utilizado até a concentração de 0,5%, embora acarrete em ocorrência de anormalidades mitóticas, não apresenta potencial citotóxico. Cabe ressaltar aqui que estes são resultados preliminares e que novos ensaios devem ser feitos utilizando estas e outras concentrações.

REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE-VIEIRA, L. F. In: G.B.C. CABRAL e B. A. E. Botelho (Eds.) Landfills: Waste Management, Regional Practices and Environmental Impact. pp. 319-330. New York, USA, 2012.
- [2] CAMPOS, J. M. S. et al. Mutagenic effects due allelopathic action off em (Gleicheniaceae) extratcts. Allelopath. v.122, p. 143-152, 2008.
- [3] CHIAVEGATTO, R. B. et al. Cytotoxic and genotoxic effects of solanum lycicarpum St.-Hil (Solanaceae) on the cell cycle os Lатуca sativa and Allium cepa. Acta Scientiarum Biological Sciences. v. 9, p. 201-210, 2017.
- [4] DANAZIO, J. F. análise citogenética, genotóxica e citotóxica de Psychotria ipecacuanha em populações do estado do Mato Grosso, Brasil. Alta Floresta: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2016, 95p. (Dissertação de Mestrado Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas).
- [5] DORAN, W.L. Acetic acid and pyrolygneous acid in comparison with formaldehyde as soil desinfectants. Journal of Agriculture Research, Washington, v.44, n.7, p.571-578,1932.
- [6] ESECHIE, H.A.; DHALIWAL, G.S.; ARORA, R.; RANDHAWA, N.S.; DHAWAN, A.K. Assessment of pyrolygneous liquid as a potential organic fertilizer. In: Ecological agriculture and sustainable development, 1997, Chandigarh, India. Proceedings...Chandigarh: Center of Research in rural and Industrial Development,1998, v.1, p. 591-595
- [7] MAEKAWA, K. Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura (APAN - Associação dos produtores de Agricultura natural).2002. Apostila.
- [8] MIGID, H. M.A.; AZAB, Y. A.; IBRAHIM, W. M. Use of plant genotoxicity bioassay for the evaluation of efficiency of algal biofilters in bioremediation of toxic industrial effluent. Ecotoxicology and Environmental Safety, 6: 57-64, 2007.
- [9] MOLINA, T. F. et al. Criopreservação de sementes de cebola. Revista Brasileira de Sementes. v. 28, p. 72 -81, 2006.
- [10] MOURA, R. T.; KARSBURG, I. V. Citogenotoxicidade o licor pirolenhoso de Tectona grandis pelo Allium cepa. Alta Floresta: Universidade do Estado de Mato Grosso, 2011, 11p. (Monografia Bacharelado em Engenharia Florestal).
- [11] OLIVEIRA, G. L. S. Avaliação da toxicidade de efluente kraft após tratamento por processos oxidativos avançados. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013, 42p. (Monografia- Tecnologia em Processos Ambientais).
- [12] SHIBAYAMA, H.; MASHIMA, K.; MITSUMORI, M.; ARIMA, S. Effects of application of pyrolygneous acid solution produced in Karatsu city on growth and free sugar contents of storage roots of sweet potatoes. Marine and Highland Bioscience Center Report, Phukel, v.7, p.15-23. 1998.
- [13] SOUSA, S. M.; SILVA, P. S., VICCINI, L.F. Cytogenotoxicity of Cymbopogon citratus (DC) Stapf (lemon grass) aqueous extracts in vegetal test systems. Anais da Academia Brasileira de Ciências. v. 82, p. 305-311, 2010.
- [14] TSUZUKI, E.; MORIMITSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyrolygneous acid on root growth in rice plant. Japan Journal Crop Science, Tokyo, v.66, n.4, p.15-16, 2000.
- [15] WEI, Q.; MA, X.; DONG, J. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyrolygneous acids from walnut tree branches. J. Anal. Appl. Pyrolysis. v. 87, p. 24-28, 2010.
- [16] KULKARNI, M.G.; SPARG, S.G.; LIGHT, M.E.; VAN STADEN, J. Stimulation of rice (Oryza sativa L.) seedling vigour by smoke-water and butenolide. J. Agron. Crop Sci. v. 192, p. 395-39, 2006.

Capítulo 11

Aferição da marcha de absorção de nutrientes de soja com hábitos de crescimento diversificados

Samara Cavalli Piana

Renata Cristiane Pereira

Evandro Antônio Minato

Alessandro Lucca Braccini

Affonso Celso Gonçalves Júnior

Marcelo Augusto Batista

Resumo: O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem aumentado e pouco tem sido relatado a respeito das necessidades nutricionais das cultivares mais recentes. As tabelas de adubação para a soja foram desenvolvidas entre as décadas de 70 e 80 com cultivares que alcançavam baixas produtividades. As possíveis diferenças fisiológicas e nutricionais entre os hábitos de crescimento determinado e indeterminado das cultivares atuais motivam a curiosidade para a determinação da marcha de absorção dos nutrientes nas plantas. Para tanto, neste trabalho, o delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, em que as cultivares CD 2610 IPRO (determinada) e CD 2611 IPRO (indeterminada) ficaram alocadas nas parcelas e, as coletas pré-determinadas, ficaram nas subparcelas. Em laboratório, as plantas foram separadas em folhas, caules, vagens e grãos para análise da matéria seca e teores de nitrogênio, fósforo e potássio. A diferença de acúmulo na planta inteira foi observada somente para o potássio, em que a cultivar de hábito determinado (CD 2610 IPRO) necessitou maior quantidade do nutriente para atingir a máxima eficiência fisiológica. O máximo acúmulo para todas as variáveis ocorreu no estágio R6 e o maior acúmulo diário foi no início da formação dos grãos, período em que há maior necessidade da disponibilidade de nutrientes. Dentre os componentes de produtividade, o número de ramos laterais e o número de vagens por planta tiveram desempenho superior na cultivar de hábito determinado. Por outro lado, para o número de sementes por vagem e massa de mil sementes, a cultivar de hábito indeterminado posicionou-se como melhor opção. Entretanto, a produtividade foi semelhante em ambas as cultivares.

Palavras-chave: Acúmulo de nutrientes. Cultivares determinadas e indeterminadas. *Glycine max* (L.) Merrill.

1. INTRODUÇÃO

A soja é um dos grãos mais cultivados no mundo pela sua grande diversidade de aplicações, tanto na alimentação humana, quanto na alimentação animal, o que faz com que a cultura apresente importância social e econômica relevante.

Para garantir o melhor aproveitamento de uma área, diversos estudos são feitos com o objetivo de aumentar a produtividade da cultura. Neste sentido, a adequação das doses dos nutrientes a serem fornecidos às culturas tem se tornado alvo de muitas pesquisas, tendo em vista que a insuficiência ou o excesso provocam o desequilíbrio entre os nutrientes minerais, o que pode resultar em uma absorção deficiente de alguns e excessiva de outros, prejudicando o desenvolvimento da planta.

Assim, para se conhecer as necessidades nutricionais de uma cultura é realizada a análise dos nutrientes nas diferentes partes da planta, em diversos estádios fenológicos, obtendo-se, assim, a marcha de absorção ou a taxa de acúmulo dos nutrientes. Com o conhecimento da curva da marcha de absorção pode-se determinar a melhor forma de aplicação do nutriente, conforme o estágio de maior exigência da planta e grau de mobilidade do fertilizante no solo. Ainda, com a quantificação de nutrientes nas diferentes partes da planta, determina-se a exportação e a reciclagem dos minerais.

Em virtude do avanço constante na produção de soja, características introduzidas recentemente, tais como o hábito de crescimento indeterminado, a tolerância às lagartas desfolhadoras e aos herbicidas à base de glifosato, o manejo tradicional da cultura foi sendo modificado. Como ainda são poucos os trabalhos publicados que determinam a marcha de absorção de nutrientes de cultivares mais recentes de soja, as recomendações de adubação utilizadas são referenciadas por dados obtidos na década de 1980.

Diante do atual cenário, são necessárias pesquisas para aperfeiçoar a oferta de nutrientes e, assim, otimizar a produtividade. O objetivo deste trabalho foi determinar a marcha de absorção dos macronutrientes primários, e verificar se houve diferença de acúmulo desses nutrientes em cultivares de soja com hábitos de crescimento determinado e indeterminado, submetendo-os as mesmas condições fitotécnicas e nutricionais. Foram avaliadas a produtividade ao final do ciclo, bem como os componentes de rendimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento de campo foi instalado no município de Maringá, Estado do Paraná. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 2013). Para a semeadura foram utilizadas as cultivares CD 2610 IPRO e CD 2611 IPRO, as quais são diferenciadas pelo hábito de crescimento, sendo a primeira de hábito de crescimento determinado e a segunda de hábito indeterminado.

2.2. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E AVALIAÇÕES

A semeadura direta da soja foi realizada mecanicamente dez dias após a dessecação com glifosato. A densidade de semeadura foi de 18 sementes por metro linear, obtendo-se, por meio de desbaste no estágio V1, um estande final de 15 plantas por metro linear e, aproximadamente, 333.330 plantas por hectare. No dia anterior à semeadura foi realizado o tratamento de sementes, utilizando-se os produtos comerciais recomendados.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com dois tratamentos e nove repetições. Os tratamentos foram arrançados no esquema de parcelas subdivididas no tempo de coleta, em que as cultivares fizeram parte da parcela e as coletas pré-determinadas foram alocadas em subparcela. As unidades experimentais foram constituídas de 14 linhas espaçadas a 0,45 metros entre fileiras de 8 metros de comprimento, totalizando uma área de 50,4 m². Os tratamentos culturais foram realizados no decorrer do desenvolvimento da cultura com pulverizações sistemáticas até o final do ciclo da soja (Embrapa, 2013).

Para a obtenção do acúmulo de matéria seca e dos macronutrientes primários foram realizadas coletas semanais, identificando-se o estágio fenológico pelo sistema proposto por Fehr e Caviness (1977) e Ritchie et al. (1982), obtendo-se o total de doze coletas, nos diferentes estádios: V3, V5, V7, R1, R2, R3/R4, R5.2/R5.3, R5.4, R5.5, R6, R7.2 e R9. Foram coletadas plantas de um metro linear, cortando-as ao nível do solo.

Assim, não se estabeleceu o número de plantas a ser amostradas, ao passo que esse número foi obtido em laboratório, por meio da contagem em cada amostra (repetição) de um metro de linha.

Em laboratório, as plantas foram separadas manualmente em caule, folha, vagem e grão. Estes tecidos foram lavados com água deionizada e, em seguida, colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante, e posteriormente foram moídas.

Para obter a quantidade acumulada de nutriente, em kg ha^{-1} , foi feita a multiplicação das concentrações dos elementos minerais, fornecidas em g kg^{-1} , pelas massas secas referentes a cada parte da planta (kg ha^{-1}); o valor obtido em gramas foi dividido por mil para transformar a unidade em quilogramas. Os valores de matéria seca de cada parte da planta foram convertidos para quilos por hectare, considerando a densidade de 333.330 plantas por hectare.

Para as determinações dos macronutrientes utilizou-se a metodologia de Sarruge e Haag (1967), sendo digestão sulfúrica para o Nitrogênio (N) e nítrico-perclórica para fósforo (P) e potássio (K). A determinação do N foi feita pela adaptação da metodologia Kjeldahl, realizada por Galvani e Gaertner (2006). O P foi determinado por colorimetria de vanadato-molibdato; e o K, por fotometria de chama.

As variáveis número de vagens por planta, número de sementes por vagens e número de ramos laterais (todas as estruturas com pelo menos dois nós por planta) foram determinadas em dez plantas colhidas aleatoriamente na área útil da parcela no estágio de maturação plena (estádio R8). A colheita foi realizada aos 116 dias após a emergência (DAE), manualmente, em uma área útil de 10,8 m², em que se avaliou a massa de mil sementes e a produtividade, com a correção da umidade para 13% base úmida.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

Para os caracteres acúmulo de matéria seca e de nutrientes, inserção da primeira vagem, altura da planta, número de ramos laterais, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, massa de mil sementes e produtividade, ambos com apenas um grau de liberdade, o teste F foi conclusivo, em nível de 5% de probabilidade (Banzatto & Kronka, 2008). Para o efeito da interação hábitos de crescimento com os estádios fenológicos, procedeu-se a análise de regressão e o ajuste das equações com auxílio de modelos de regressão Sigmoidal ou Gaussiano.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. MATÉRIA SECA

A análise de variância dos dados relativos ao acúmulo de matéria seca (MS) das folhas, caules, vagens, grãos e total foi realizada e todos os valores de matéria seca foram significativos para as épocas de amostragem e apenas a matéria seca do caule foi significativa para as cultivares, da mesma forma para a interação cultivares e época.

O coeficiente de variação (CV) é o quociente entre o desvio padrão e a média, expresso em porcentagem. Cada variável possui uma escala própria de CV, que está relacionada à sua variabilidade intrínseca. Haja vista a experiência em trabalhos conduzidos em campo, Pimentel-Gomes e Garcia (2002) consideraram como baixos CVs inferiores a 10%, médios entre 10 e 20%, altos até 30% e muito altos acima de 30%. Assim, os CVs para acúmulo de matéria seca nas folhas, caules e vagens foram considerados altos, ao passo que, a matéria seca dos grãos e total, foram considerados muito altos. Embora elevados, os CVs encontrados apresentaram precisão dentro da normalidade, em comparação com outros trabalhos com a cultura da soja, realizados por Gonçalves et al. (2014) e Oliveira Júnior et al. (2014). Explicam-se os valores muito altos às primeiras coletas, nas quais não havia ocorrência de vagem e grão e, portanto, os valores eram considerados iguais a zero.

Os parâmetros dos modelos ajustados podem ser observados na Tabela 1. Os coeficientes de determinação (R^2) foram elevados e variaram de 0,90 a 0,98 (Tabela 1), demonstrando o bom ajuste dos modelos aos valores medidos, além dos mesmos serem altamente significativos ($p < 0,02$). A máxima produção de matéria seca total foi de 7.805,4 kg ha^{-1} , alcançada aos 95,9 DAE (R6). A máxima taxa de acúmulo diário de matéria seca total ocorreu aos 67 DAE (R5), sendo que, a partir desta data, a taxa de acúmulo de matéria seca total diminuiu (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de matéria seca, em função do tempo, e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI)

		Estimativa dos parâmetros do modelo						
Parte da planta ⁽¹⁾	Cultivar	a ⁽²⁾ kg ha ⁻¹	x ₀ ⁽³⁾ ----- DAE -----	b ⁽⁴⁾	PI ⁽⁵⁾	R ²	P-value	Modelo ⁽⁶⁾
Folhas		1.697,9	71,9	19,5	52	0,91	<0,0001	G
Caules	CD 2610 IPRO	2.923,9	82,9	25,4	58	0,90	<0,0001	G
	CD 2611 IPRO	2.204,5	82,8	26,9	56	0,91	<0,0001	G
Vagens		1.463,3	101,9	36,2	66	0,93	0,0197	G
Grãos		3.624,8	82,9	5,9	77	0,94	0,0065	S
Total		7.805,4	95,9	29,3	67	0,98	<0,0001	G

⁽¹⁾ Modelo Gaussiano: folhas, caules, vagens e total; Modelo Sigmoidal: grãos. ⁽²⁾ valor de máximo acúmulo de matéria seca; ⁽³⁾ corresponde ao DAE que proporciona o máximo de acúmulo; ⁽⁴⁾ constante de ajustamento; ⁽⁵⁾ ponto de inflexão; ⁽⁶⁾ G: gaussiano, S: sigmoidal.

Resultados semelhantes foram encontrados por Zobiole et al. (2012), com acúmulos máximos variando de 6.877,1 a 8.336,6 kg ha⁻¹, de acordo com os tratamentos utilizados, obtidos entre 112 e 116 DAE (R7). Lazarini et al. (2000) verificaram o acúmulo crescente de MS total até o final do período R6, obtendo o valor máximo de 8.515 kg ha⁻¹. Francisco (2002) também observou valores crescentes de matéria seca total ao longo de todo o ciclo da cultura da soja, com um pico de acúmulo de MS de 9.350 kg ha⁻¹ no estágio R6.

Os valores máximos de MS dos caules são distintos para cada cultivar (Tabela 1), porém, ambos ocorrem ao final da granação (R5.5). Costa e Costa (1982) também observaram diminuição da matéria seca do caule a partir de R5, assim como Hanway e Weber (1971a), em que o decréscimo de MS iniciou após 80 a 95 dias da germinação e foi até a maturidade, indicando, segundo os autores, uma translocação de carboidratos solúveis ali acumulados para o desenvolvimento dos grãos.

No estágio R6, caracterizado pelo maior acúmulo de MS (Francisco, 2002; Zobiole et al., 2012), do total obtido para a cultivar CD 2610 IPRO cerca de 17, 31, 18 e 33% foram alocadas nas folhas, nos caules, nas vagens e nos grãos, respectivamente. Por outro lado, para a cultivar CD 2611 IPRO a distribuição da MS no estágio R6 foi de 19% para folhas, 26% para caules, 18% para vagens e 37% para grãos.

3.2. NITROGÊNIO

Os resultados obtidos na avaliação do teor de nitrogênio nas diferentes partes da planta das cultivares CD 2610 IPRO e CD 2611 IPRO, por meio da análise de variância dos dados, permitiu inferir que houveram diferenças significativas ($p < 0,05$) no acúmulo de nitrogênio no caule e na vagem para as cultivares e na interação cultivares e época de amostragem. Por outro lado, todos os valores de N foram significativos para as épocas de coleta. Os coeficientes de determinação (R^2) foram elevados e variaram de 0,87 a 0,95.

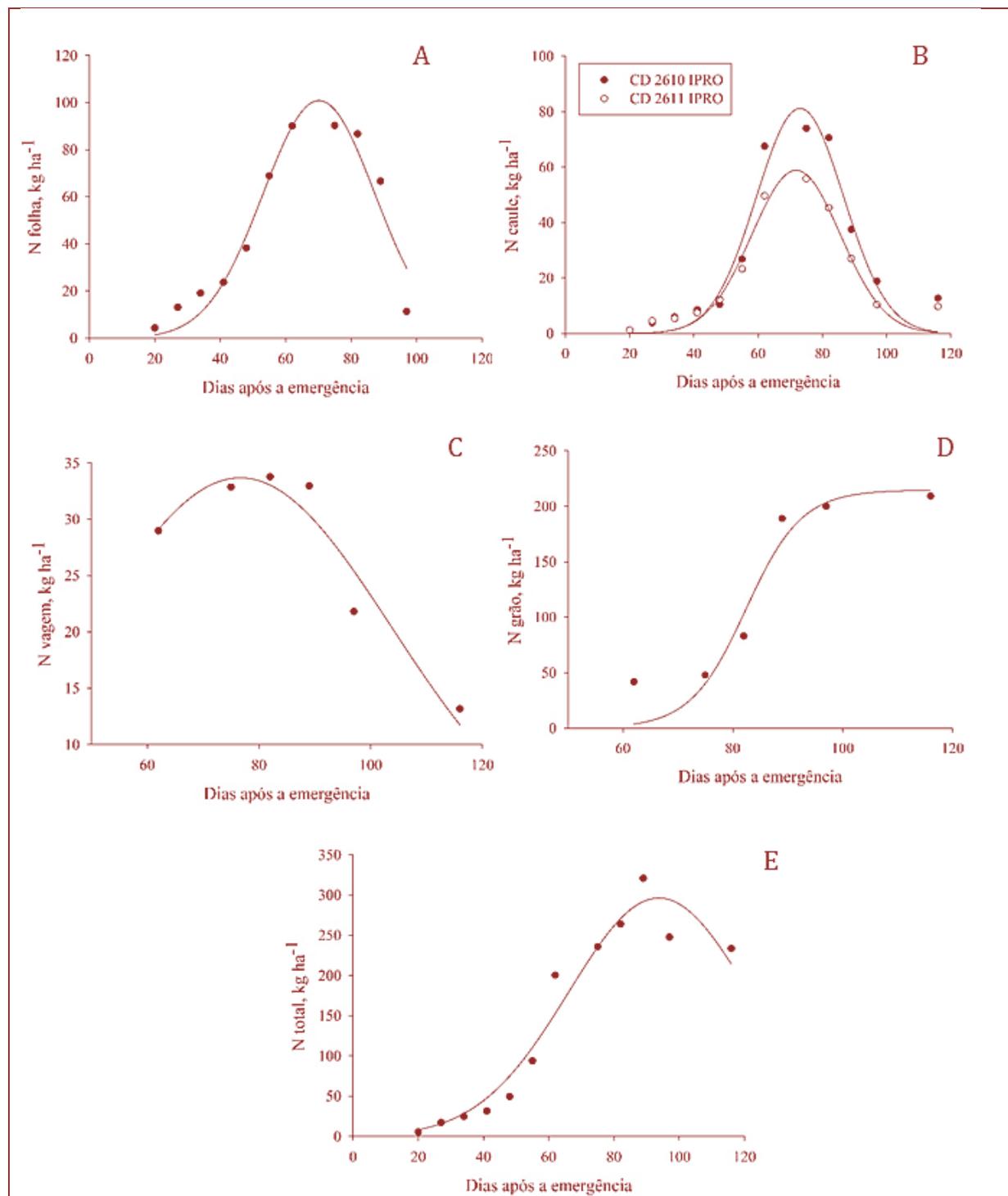
Com um acúmulo da ordem de, respectivamente, 20 e 7 kg ha⁻¹ no caule e na vagem, a cultivar de hábito determinado superou os valores observados na cultivar de crescimento indeterminado, indicando que a primeira pode requerer um nível maior de nitrogênio para atingir a eficiência fisiológica.

O acúmulo de nutrientes em soja é influenciado pelo acúmulo de matéria seca (Bataglia et al., 1992). O nitrogênio, especificamente, provém da absorção preferencialmente de formas de N inorgânico via sistema radicular (Williams & Miller, 2001), da fixação biológica (Hungria et al., 2001) e da translocação de outras partes da planta (Bender et al., 2015). Para a soja, Salvagiotti et al. (2008) e Mastrodomenico e Purcell (2012) apontam que entre 86 e 90% do N requerido pela cultura é suprido pela fixação biológica de N.

Para fornecer nitrogênio a cultivares com alta produtividade, tem-se investido na seleção de estirpes com maior capacidade de fixação de N₂ e melhorias na técnica de inoculação. Com isso, patamares superiores a 4.000 kg ha⁻¹ são obtidos exclusivamente pela inoculação, não sendo necessária nenhuma complementação com fertilizantes nitrogenados (Hungria et al., 2001).

Em folhas e caules, o acúmulo de N foi contínuo até alcançar seu máximo, próximo aos 70 DAE (R5) (Figuras 1A e 1B). Após este, observou-se um decréscimo do teor do nutriente nas partes vegetativas, o qual passou a alocar-se nas vagens e grãos (Figuras 1C e 1D), comportamento explicado pela elevada mobilidade do nitrogênio na planta (Malavolta, 1980).

Figura 1. Acúmulo de nitrogênio nas A) folhas, B) caules, C) vagens, D) grãos e E) total das cultivares CD 2610 IPRO e CD 2611 IPRO, em função da época de coleta



Os teores de N nas partes reprodutivas (vagens e grãos) foram maiores, quando comparados às médias obtidas nas partes vegetativas (folhas e caules), corroborando com Bataglia et al. (1981) e Behling et al. (2009).

Embora o acúmulo de nitrogênio esteja relacionado ao de matéria seca, a distribuição da mesma nas diferentes partes da planta tem pouca influência na distribuição do nitrogênio (Gaspar et al., 2017). No estágio R4, por exemplo, o acúmulo médio nas folhas (73,4%) foi consideravelmente superior ao dos caules (26,6%). Esse padrão também foi observado por Bataglia et al. (1976) em soja de hábito de crescimento determinado e por Gaspar et al. (2017) em soja de crescimento indeterminado.

Aos 93 DAE (R6), o acúmulo de nitrogênio total alcançou seu patamar máximo, ponto a partir do qual iniciou a remobilização do nutriente da parte vegetativa para a parte reprodutiva (Figura 1E). Embora o padrão de absorção seja similar, a quantidade remobilizada encontrada no presente trabalho é maior, quando comparada àquela de Bataglia et al. (1976). Tal diferença pode ser explicada pela menor exigência de nitrogênio das cultivares utilizadas na década de 70 e 80 (Cregan & Yaklich, 1986), comparativamente às atuais (Oliveira Júnior et al., 2014), principalmente no que diz respeito aos elevados níveis de N exigido na fase de enchimento de grãos das cultivares mais recentes (Bender et al., 2015).

Após o estágio R6, o acúmulo de N nas folhas diminui, comparativamente aos caules, vagens e grãos. Esse fato é coerente com estudos anteriores, que sugerem a importância das folhas como órgão de armazenamento de nitrogênio (Hanway & Weber, 1971b; Sinclair, 1998). Em função da remobilização do N foliar para o desenvolvimento das inflorescências, aumenta a exportação de aminoácidos das folhas, enriquecendo, com esses compostos, o floema que entra nas raízes (Imsande & Touraine, 1994). Ao final do ciclo (116 DAE), 89% do nitrogênio estava alocado nos grãos, resultado semelhante a Bataglia et al. (1976), que encontraram valor na casa dos 88%.

O máximo acúmulo diário (PI) nas vagens ocorreu, em média, aos 55 DAE e aos 77 DAE nos grãos. Todavia, para o acúmulo total, o PI ocorre aos 65 DAE, no estágio de média granação (R5.2), o qual constitui, portanto, a fase de maior demanda nutricional de N pelas plantas. Nas vagens, o ponto de inflexão corresponde ao início da formação das mesmas, aos 55 e 56 DAE (R3/R4) e, nos grãos, este ponto é indicado, quando a maioria das vagens no terço superior da haste principal está entre 50 e 75% da granação máxima (R5.4), aos 77 DAE. No entanto, outros autores identificam o estágio R4 como sendo o período em que o acúmulo diário do nitrogênio chegou ao seu valor máximo (Zobiolo et al., 2012; Oliveira Júnior et al., 2014; Bender et al., 2015; Gaspar et al., 2017).

3.3. FÓSFORO

De acordo com a classificação de Pimentel-Gomes e Garcia (2002), o acúmulo de fósforo nas diferentes partes da planta teve seu coeficiente de variação classificado como alto, com exceção do caule, para o qual o CV foi considerado muito alto. Ainda assim, os CVs encontram-se abaixo da faixa relatada nos demais trabalhos relacionados à marcha de absorção do fósforo na cultura da soja (Gonçalves, 2012; Oliveira, 2011).

A interação cultivar e época de coleta foi significativa em todas as partes analisadas separadamente (folha, caule, vagem e grãos) quanto ao teor de fósforo, mostrando que, em pelo menos uma coleta, o acúmulo do nutriente foi diferente em função das cultivares utilizadas. Por outro lado, a soma do acúmulo de fósforo da planta inteira não apresentou diferença significativa para a interação.

O efeito das épocas de coleta foi observado em ambas as cultivares e para todas as partes da planta e apenas o acúmulo de fósforo em caule e vagens foi significativo para cultivares. Os parâmetros dos modelos ajustados podem ser observados na Tabela 2. Os coeficientes de determinação (R^2) variaram de 0,87 a 0,93, demonstrando o bom ajuste dos modelos aos valores medidos, além dos mesmos serem altamente significativos ($p < 0,0001$).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo de fósforo, em função do tempo, e os respectivos valores do ponto de inflexão (PI).

Estimativa dos parâmetros do modelo								
Parte da planta ⁽¹⁾	Cultivar	a ⁽²⁾	x ₀ ⁽³⁾	b ⁽⁴⁾	PI ⁽⁵⁾	R ²	P-value	Modelo ⁽⁶⁾
		kg ha ⁻¹ --- DAE ---						
Folhas	CD 2610 IPRO	7,7	70,4	17,3	52,3	0,93	<0,0001	G
	CD 2611 IPRO	6,3	70,1	19,2	50,9	0,93	<0,0001	G
Caules	CD 2610 IPRO	8,9	72,5	13,2	59,4	0,87	<0,0001	G
	CD 2611 IPRO	6,4	72,3	15,1	57,2	0,88	<0,0001	G
Vagens	CD 2610 IPRO	7,0	76,4	15,9	65,2	0,91	<0,0001	G
	CD 2611 IPRO	5,3	77,1	15,9	65,5	0,88	<0,0001	G
Grãos	CD 2610 IPRO	20,8	86,2	7,34	90,9	0,93	<0,0001	S
	CD 2611 IPRO	15,9	81,1	7,54	84,3	0,92	<0,0001	S
Total		26,8	90,4	26,1	63,2	0,92	<0,0001	G

(1) Modelo Gaussiano: folhas, caules, vagens e total; Modelo Sigmoidal: grãos; (2) valor de máximo acúmulo de fósforo; (3) corresponde ao DAE que proporciona o máximo de acúmulo; (4) corresponde à amplitude no valor de x, em DAE, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo; (5) ponto de inflexão; (6) G: gaussiano, S: sigmoidal.

Observa-se que o máximo acúmulo de fósforo para folhas, caules e vagens ocorreu entre os 70 e 77 DAE (R5), ao passo que, para os grãos, o máximo foi observado ao final do ciclo, no estágio R6. Quando se considera a planta inteira, o acúmulo máximo ocorreu na granação plena, com, aproximadamente, 27 kg ha⁻¹ de P (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Zobiolo et al. (2012), no qual o ponto máximo de soja com hábito de crescimento indeterminado variou de 20 a 26 kg ha⁻¹ de P entre o estágio R6 e R7, de acordo com o tratamento utilizado. Nos mesmos estádios fenológicos, Oliveira Júnior et al. (2014) e Bender et al. (2015) encontraram uma média do acúmulo máximo de fósforo próximo a 22 kg ha⁻¹.

Em casa de vegetação, Pedrinho et al. (2004) verificaram que o valor máximo de P em uma cultivar de soja de hábito de crescimento determinado foi de 102 mg planta⁻¹ aos 108 DAE, uma diferença de cerca de 20 mg a mais por planta do nutriente. Essa diferença pode ser explicada pelo experimento ter sido conduzido em ambiente com ótimas condições para a cultura.

O acúmulo total de P até o estágio R1 foi de, aproximadamente, 12% (3,14 kg ha⁻¹ de P), valor muito próximo dos 3,0 kg ha⁻¹ de P reportado por Farmaha et al. (2012). Depois do início da fase reprodutiva, a absorção de fósforo aumentou drasticamente, alcançando o total de 50% no estágio R4, corroborando com os resultados de Gaspar et al. (2017), Bender et al. (2015) e Hanway e Weber (1971b).

O ponto máximo de acúmulo foi atingido no estágio R6 (Zobiolo et al., 2012; Gonçalves et al., 2014), mais precisamente aos 90 DAE neste estudo. A alocação do nutriente nesse estágio estava concentrada 19,3% nas folhas, 14,9% nos caules, 20,0% nas vagens e 45,8% nos grãos para a cultivar CD 2610 IPRO (hábito determinado) e 20,2% nas folhas, 13,1% nos caules, 15,9% nas vagens e 50,8% nos grãos para a cultivar CD 2611 IPRO (hábito indeterminado) (Tabela 2).

O ponto de inflexão, além de representar o maior acúmulo diário do nutriente, indica, na prática, o melhor estágio fenológico para realizar a amostragem de folhas. Assim, para o P, recomenda-se que a amostragem de folhas seja feita no estágio R2 (Tabela 2), dados confirmados pelo experimento de Oliveira Junior et al. (2014). Ressalta-se, entretanto, que, como a dinâmica de desenvolvimento da soja de hábito de crescimento indeterminado pode dificultar a identificação do estágio R2, é recomendável que a amostragem das folhas seja realizada também com base no estágio vegetativo (V8-V10).

Com base nos resultados do presente estudo, o período no qual a soja mais necessita do fósforo é no início do enchimento de grãos, fase em que há o maior acúmulo diário do nutriente para as vagens e total da planta, de modo que, para grãos, esse acúmulo concentra-se no estágio final de granação (Tabela 2).

O fósforo na planta tem dinâmica menos dependente do armazenamento do nutriente na folha, quando comparado ao nitrogênio, por exemplo, o qual tem a folha como principal órgão de armazenamento (Hanway & Weber, 1971b; Bender et al., 2015; Gaspar et al., 2017). O equilíbrio da distribuição do acúmulo de P entre folhas e caules no período reprodutivo fica evidente nas pesquisas realizadas por Gaspar et al. (2017), que compara a concentração de N e P nos tecidos vegetativos: enquanto as folhas concentram 28,6% de P e 43,7% de N, nos caules essa proporção é de 26,7 e 16,2% para P e N, respectivamente, no estágio R5.5. Neste trabalho, no mesmo estágio, o acúmulo de P ficou em 24,5% nas folhas e 25,2% nos caules na cultivar CD 2610 IPRO e 23,0 e 20,6% para folhas e caules, respectivamente para a cultivar CD 2611 IPRO.

3.4. POTÁSSIO

O acúmulo de potássio foi influenciado pela cultivar nos caules, vagens e total. A interação entre a época de coleta e a cultivar foi significativa para todas as partes da planta, analisadas separadas ou conjuntamente, indicando que, em pelo menos uma coleta, os valores divergiram significativamente pelo teste F, a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Da mesma forma, para época de amostragem, a significância foi observada em folhas, caules, vagens, grãos e total. Quanto aos coeficientes de variação, todos foram considerados médios, de acordo com a classificação de Pimentel-Gomes e Garcia (2002).

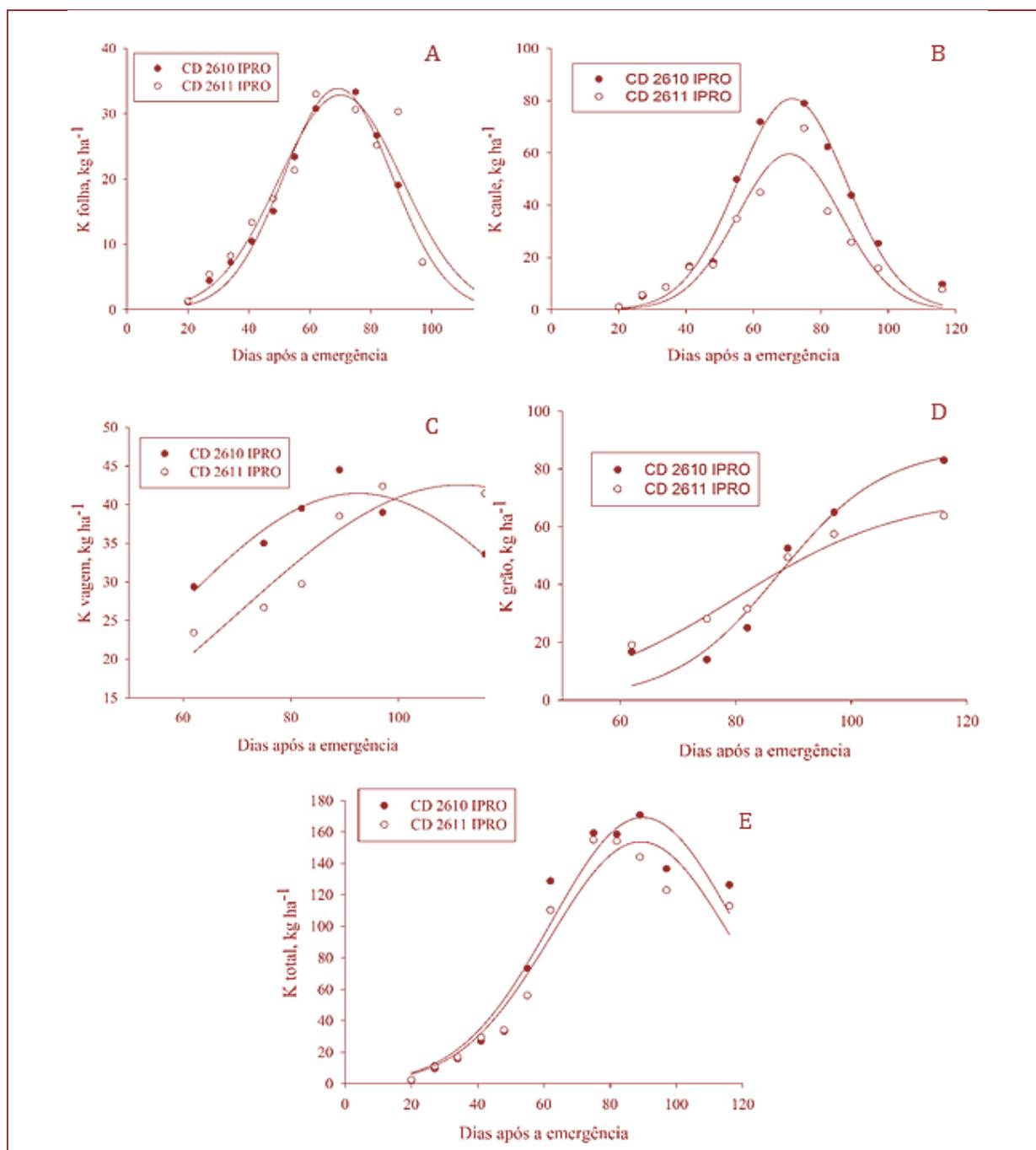
Os coeficientes de determinação foram elevados e variaram de 0,90 a 0,97, demonstrando o bom ajuste dos modelos. Os valores medidos foram considerados altamente significativos ($p < 0,0001$).

Nota-se que o acúmulo do K nas folhas e caules foi crescente até o início do enchimento de grãos (R5.2), ponto a partir do qual o nutriente começou a ser translocado para os grãos (Figuras 2A, 2B, 2C e 2D). Quando se discute quantidade, os caules superam as folhas em 47 e 27 kg ha⁻¹ para cultivares determinadas e indeterminadas, respectivamente. Essa mesma dinâmica também foi observada por Hanway e Weber (1971b) em cultivares indeterminadas e por Sojka et al. (1989), em cultivares determinadas.

O acúmulo de K nos grãos é sempre crescente, atingindo o ponto máximo ao final do ciclo, alcançando 91 kg ha⁻¹ para a cultivar CD 2610 IPRO e 71 kg ha⁻¹ para a CD 2611 IPRO. Estudos realizados por Oliveira Júnior et al. (2014) indicaram valores inferiores para cultivares de hábito indeterminado, bem como Bataglia et al. (1976) para cultivares determinadas. Estes mesmos autores encontraram 80,2 kg ha⁻¹ como absorção máxima aos 110 DAE para a planta inteira, drasticamente diferente dos 170 kg ha⁻¹ aos 90 DAE aferidos neste trabalho. Estudos recentes, entretanto, encontraram valores mais próximos, variando de 140 a 190 kg ha⁻¹ (Bender et al., 2015; Gaspar et al., 2017).

Aos 41 DAE (R1), a quantidade total acumulada de potássio chegou a 16% na cultivar determinada e a 19% na de hábito indeterminado (Figura 2E), patamares equivalentes aos encontrados por Gaspar et al. (2017) para cultivares de elevada produtividade.

Figura 2. Acúmulo de potássio nas A) folhas, B) caules, C) vagens, D) grãos e E) total das cultivares CD 2610 IPRO e CD 2611 IPRO, em função da época de coleta.



Aos 82 DAE (R5.5), mais de 90% do acúmulo total já havia sido atingido, corroborando com os dados de Gaspar et al. (2017), Hanway e Weber (1971a) e Bender et al. (2015). Por essa razão, são escassas as respostas de produtividade, ao se aplicar o potássio após o estágio final de granação (Sale & Campbell, 1986).

Os valores máximos de K variaram de acordo com a cultivar. Para as folhas, caules, grãos e total, a cultivar CD 2610 IPRO teve maior acúmulo do nutriente, ao passo que para as vagens, o maior acúmulo ocorre na cultivar CD 2611 IPRO. Em folhas e caules, o ápice do acúmulo foi registrado entre o 68 e o 71 DAE (R5.2); já para as vagens, o máximo do nutriente foi obtido aos 94 e 108 DAE (R6 e R7.2, respectivamente) para as cultivares determinada e indeterminada, respectivamente. Assim como para os outros nutrientes já discutidos, em relação aos grãos, o máximo foi obtido ao final do ciclo, ao passo que na planta inteira o maior acúmulo de K foi observado entre o 80 e 89 DAE (R6). Corroboram com esses resultados os trabalhos de Parvej (2015) e Bender et al. (2015).

Observa-se que a máxima demanda diária de K (PI) total ocorreu aos 61 DAE, estágio R3 para a soja determinada e R4 para a indeterminada. No mesmo sentido, Henderson e Kamprath, (1970), Flannery (1986), Oliveira Junior et al. (2014), Bender et al. (2015) e Gaspar et al. (2017) encontraram as maiores taxas de acúmulo variando entre os estádios R1 e R4. Na prática, o ponto de inflexão corresponde à melhor época para se fazer a amostragem das folhas. Recomenda-se analisar o K do tecido foliar no estágio R2. O estágio vai de encontro com a teoria, que indica este período como sendo um dos que mais absorve o nutriente, bem como tem a vantagem operacional de coincidir com a época de análise do fósforo.

A redistribuição entre as partes da planta aos 61 DAE nas plantas determinadas ficou em 39% para folhas e 61% para caules, ao passo que para as indeterminadas se concentram 45% em folhas e 55% em caules. Gaspar et al. (2017), que separaram folhas, pecíolos e caules, encontram em R1, 43, 26 e 31% de K, respectivamente.

3.5. COMPONENTES DE PRODUÇÃO

Os componentes primários do rendimento da soja compreendem o número de plantas por área, o número de legumes por planta (ou área), o número de grãos por legume e o peso do grão (Thomas & Costa, 2010). Considerando que o número de plantas por área utilizado no experimento está de acordo com o descrito para cada cultivar, serão discutidos os demais componentes de rendimento, em função das cultivares utilizadas.

Os componentes de produção número de ramos laterais e número de vagens por planta tiveram desempenho superior na cultivar CD 2610 IPRO. Por outro lado, para o número de sementes por vagem e massa de mil sementes, a cultivar de hábito indeterminado posicionou-se como melhor opção. No tocante a produtividade, não se observou diferença entre as cultivares.

O número de vagens por planta é o componente de produção mais importante, quando se busca aumentos no rendimento de grãos. A plasticidade fenotípica é garantida por esse componente, que tem uma grande faixa de variação, pois o mesmo depende da quantidade de flores produzidas e fixadas durante a fase reprodutiva da cultura (Mundstock & Thomas, 2005). Neste trabalho, a cultivar de hábito determinado apresentou praticamente o dobro de vagens por planta, comparada à indeterminada.

A quantidade de sementes por vagens (NSV) é o componente que apresenta menor variação entre as diferentes condições de cultivo (Mundstock & Thomas, 2005). Entretanto, houve diferença entre as cultivares neste componente, de maneira que a quantidade de sementes por vagem foi maior na cultivar CD 2611 IPRO, de hábito indeterminado.

A massa de mil sementes (MMS) é intrínseca de cada cultivar, porém, isso não impede que haja variação dependendo das condições ambientais e de manejo, as quais a cultura seja submetida. Neste componente, a cultivar CD 2611 IPRO, de hábito indeterminado, superou em cerca de 50 g à de hábito determinado. Os resultados apresentados indicam que a MMS e o NSV balancearam os outros componentes de produção e, assim, não foi observada diferença significativa na produtividade. A este respeito, Perini et al. (2012) aponta que esta característica não apresenta relação com o tipo de crescimento.

O número de ramos laterais é um componente secundário de produtividade, porém, foi uma característica marcante, em que o maior número de ramificações da cultivar de hábito determinado foi observado visualmente. Por outro lado, as cultivares de hábito indeterminado são caracterizadas por apresentarem haste afunilada, com pouco ou nenhum crescimento lateral secundário perto do topo da haste principal. O genótipo

br1br1 br2br2, com alelos recessivos em homozigose, é responsável por ramificações apenas nos nós inferiores (Vernetti & Vernetti Junior, 2009). O resultado apresentado neste trabalho vai de encontro com tais conceitos e com os resultados obtidos pela pesquisa de Vaz Bisneta (2015), que, estudando a interação da época de semeadura com as cultivares de diferentes hábitos de crescimento, concluiu que, independente da época de semeadura, as plantas com crescimento determinado apresentaram maior número de ramos laterais na haste principal.

A altura da planta de soja é considerada um parâmetro importante pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica. Apesar de terem fatores como temperatura, fertilidade do solo, época de semeadura e densidade de plantas que afetam este componente, vale salientar que esta é uma característica controlada geneticamente (Vernetti & Vernetti Junior, 2009). Para este caráter, a cultivar CD 2611 IPRO apresentou maior altura, corroborando com os dados de Perini et al. (2012), em que cultivares de hábito indeterminado superaram em altura às de hábito determinado. Assim, pode-se inferir que a altura de planta está relacionada com o tipo de crescimento.

Acredita-se que, pelo fato de parar o crescimento ao início do estágio reprodutivo e apresentar menor altura, a cultivar de hábito determinado (CD 2610 IPRO) compensou o número de flores com as ramificações laterais. Assim, a maior altura alcançada pela cultivar indeterminada e o maior número de ramos laterais lançados pela determinada acabaram equivalendo-se.

A produtividade também pode ser afetada pela altura da inserção da primeira vagem, pois podem ocorrer perdas na colheita mecanizada, caso as vagens se encontrem muito próximas ao solo (Medina, 1994). Segundo Costa (1996), para proporcionar rendimentos elevados, a planta de soja deve reunir, entre outras características, a estatura de planta igual ou superior a 0,60 m e a inserção dos primeiros legumes superior a 0,10 m. Ambas as cultivares correspondem a estes critérios, de maneira que, a cultivar indeterminada, além de maior altura de planta atingida, sem apresentar acamamento, teve maior altura da inserção da vagem, o que facilita a colheita mecânica e reduz as perdas.

Neste sentido, observa-se que a cultivar com hábito de crescimento determinado, apesar de ter tido alguns destaques na absorção de nutrientes e em alguns dos componentes de produtividade, não demonstrou retorno em produtividade, o que leva a sugerir que as vantagens dos componentes de produtividade, obtidas pela cultivar indeterminada, compensaram os componentes de produção que se destacaram na outra cultivar. Por ter tido maior absorção de alguns nutrientes em específicas partes da planta de soja, pode-se dizer que a eficiência em utilizar seu aporte a favor da produção é baixa, entretanto, considera-se o sistema radicular bem desenvolvido, porém, não mensurado neste trabalho, sendo objetivo de estudo para os próximos experimentos.

Gaspar et al. (2017) estudaram três níveis de produtividade (de 3.000 a 6.000 kg ha⁻¹) e relatou diferenças na absorção de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio para cada faixa de produtividade encontrada. A fim de comparação, este trabalho encontrou-se no nível baixo de produtividade e a dinâmica de absorção dos nutrientes foi muito parecida à encontrada por Gaspar et al. (2017).

4. CONCLUSÃO

A cultivar CD 2610 IPRO, de hábito de crescimento determinado, obteve maior acúmulo de matéria seca nos caules; maior acúmulo de nitrogênio nos caules e nas vagens; maior acúmulo de fósforo nas folhas, caules, vagens e grãos e; maior acúmulo de potássio nas folhas, caules, vagens, grãos e total. As cultivares apresentaram diferenças nos componentes de produção, porém, esses não resultaram em diferença na produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

- [1] BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F.; TISSELI FILHO, O. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, cultivar Santa Rosa. *Bragantia*, v.35, n.21, p.237-247, 1976.
- [2] BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S. Extração e níveis de nutrientes. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.156-167.
- [3] BEHLING, M.; DIAS, F.C.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; OLIVEIRA, C.; MAZUR, N. Nodulação, acúmulo de nitrogênio no solo e na planta, e produtividade de soja em solo tratado com lodo de estação de tratamento de resíduos industriais. *Bragantia*, v.68, p.453-462, 2009.

- [4] BENDER, R.R.; HAEGELE, J.W.; BELOW, F.E. Nutrient uptake, partitioning and remobilization in modern soybean varieties. *Agronomy Journal*, v.107, n.2, p.563-573, 2015.
- [5] COSTA, J.A. *Cultura da soja*. Porto Alegre: Ed. do autor, 1996. 233p.
- [6] COSTA, J.A.; COSTA, O.M.M. Avaliação de caracteres fisiológicos associados ao rendimento da soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, Brasília, 16/21 fev. 1981. Anais... Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1982. v.1, p.50-64.
- [7] CREGAN, P.B.; YAKLICH R.W. Dry matter and nitrogen accumulation and partitioning in selected soybean genotypes of different derivation. *Theoretical and Applied Genetics*, v.72, p.782-786, 1986.
- [8] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- [9] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. *Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2013*. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2013. 12p.
- [10] FARMAHA, B.S.; FERNÁNDEZ, F.G.; NAFZIGER, E.D. Soybean seed composition, above growth, and nutrient accumulation with phosphorus and potassium fertilization in no-till and strip till. *Agronomy Journal*, v.104, p.1006–1015, 2012.
- [11] FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. *Stages of soybean development*. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p.
- [12] FLANNERY, R.L. Plant food uptake in a maximum yield soybean study. In: *Better Crops with Plant Food*. Norcross: PPI/PPIC, 1986. p.6-7.
- [13] FRANCISCO, E.A.B. *Antecipação da adubação da soja na cultura de Eleusine coracana (L.) Gaertn em sistema de plantio direto*. 2002. 58p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- [14] GASPAR, A.P.; LABOSKI, C.A.M.; NAEVE, S.L.; CONLEY, S.P. Dry matter and nitrogen uptake, partitioning, and removal across a wide range of soybean seed yield levels. *Crop Science*, v.57, n.4, 2017.
- [15] GONÇALVES, J.M. *Acúmulo de nutrientes em soja transgênica no cerrado goiano*. 2012. 62p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- [16] GONÇALVES, J.M.; SOUZA, E.R.B.; FERNANDES, E.P.; LEANDRO, W.M.; TAVARES, C.J. Eficiência nutricional da soja RR na ausência do glifosato. *Científica*, v.42, n.2, p.157-163, 2014.
- [17] HANWAY, J.J.; WEBER, C.R. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) varieties. *Agronomy Journal*, v.63, p.227-230, 1971a.
- [18] HANWAY, J.J.; WEBER, C.R. Accumulation of N, P, and K by soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) plants. *Agronomy Journal*, v.63, p.406-408, 1971b.
- [19] HENDERSON, J.B.; KAMPRATH, E.J. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. North Carolina Agricultural Experiment Station, 1970. 27p. (Tech. Bull., 197).
- [20] HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. *Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja*. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 48p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).
- [21] IMSANDE, J.; TOURAINÉ, B.N. Demand and regulation of nitrate uptake. *Plant Physiology*, Lancaster, v.105, p.3-7, 1994.
- [22] LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; FERREIRA, R.C. Acúmulo de matéria seca em plantas de soja durante os estádios reprodutivos e qualidade fisiológica de sementes colhidas em diferentes fases do desenvolvimento. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, p.153-162, 2000.
- [23] MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- [24] MASTRODOMENICO, A.T.; PURCELL, L.C. Soybean nitrogen fixation and nitrogen remobilization during reproductive development. *Crop Science*, v.52, p.1281-1289, 2012. DOI:10.2135/cropsci2011.08.0414.
- [25] MEDINA, P.F. *Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo*. 1994. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- [26] MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. *Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos*. Porto Alegre: Evangraf, 2005.
- [27] OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; FOLONI, J.S.S. *Marcha de absorção e acúmulo de macronutrientes em soja com tipo de crescimento indeterminado*. In: *Resumos expandidos da XXXIV Reunião de Pesquisa de Soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

- [28] OLIVEIRA, J.A.G. Matéria seca, teores de macronutrientes e produtividade de soja transgênica e não transgênica com diferentes manejos de plantas daninhas. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia – UNESP, Ilha Solteira, 2011.
- [29] PARVEJ, R. Defining the Potassium Nutritional Requirements and Distribution among Plant Parts of Representative Soybean Cultivars from Different Maturity Groups. 2015. 243p. Dissertação (Mestrado) – University of Arkansas, Fayetteville, 2015.
- [30] PERINI, L.J.; FONSECA JUNIOR, N.S.; DESTRO, D.; PRETE, C.E.C. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, n.1, p.2531-2544, 2012.
- [31] PIMENTEL-GOMES, F.P.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.
- [32] RITCHIE, S.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E. How a soybean plant develops. Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension, 1982. 20p. (Special Report, n. 53).
- [33] SALE, P.W.G.; CAMPBELL, L.C. Yield and composition of soybean seed as a function of potassium supply. *Plant and Soil*, v.96, p.317-325, 1986. DOI: 10.1007/BF02375136.
- [34] SALVAGIOTTI, F.; CASSMAN, K.G.; SPECHT, J.E.; WALTERS, D.T.; WEIS, A. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: a review. *Field Crops Research*, v.108, n.1, p.1-13, 2008.
- [35] SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- [36] SINCLAIR, T.R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Science*, v.38, n.2, p.638-643, 1998.
- [37] SOJKA, R.E.; ARNOLD, F.B.; MORRISON, W.H.; BUSSCHER, W.J. Effect of early and late planting on sunflower performance in the southeastern United States. *Applied Agricultural Research*, v.4, n.1, p.37-46, 1989.
- [38] THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Desenvolvimento da planta de soja e potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Org.). Soja: manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2010.
- [39] VAZ BISNETA, M. Influência do tipo de crescimento, época e densidade de semeadura em caracteres morfoagronômicos de cultivares de soja. Goiânia: UFG, 2015. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, 2015.
- [40] VERNETTI, F.J.; VERNETTI JUNIOR, F.J. Genética da soja: caracteres qualitativos e diversidade genética. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- [41] WILLIAMS, L.E.; MILLER, A.J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. *Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.52, n.1, p.659-688, 2001.
- [42] ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F.A.; KREMER, R.J.; MOREIRA, A.; ROMAGNOLI, L.M. Acúmulo de nutrientes em soja convencional e soja RR em diferentes tipos de controle de planta daninha. *Planta Daninha*, v.30, n.1, p.75-85, 2012.

Capítulo 12

Fisiologia e rendimento de genótipos de mamoneira sob lâminas de irrigação

João Henrique Zonta

Josiane Isabela da Silva Rodrigues

Erika Carla Fernandes de Macedo

Marcos Eric Barbosa Brito

Adelardo José Silva Lira

Resumo: O uso da água na irrigação de forma eficiente pode ser otimizado utilizando-se genótipos tolerantes ao estresse hídrico. Assim objetivou-se estudar o crescimento e a produtividade de seis genótipos de mamoneira, submetidos a diferentes lâminas de irrigação. O experimento foi realizado na microrregião de Sousa, PB, utilizando-se de um delineamento de parcelas subdivididas, distribuídas em faixas, sendo a irrigação o fator primário e os genótipos o fator secundário. As lâminas de irrigação corresponderam a 25%, 50%, 75% e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), e os genótipos de mamoneira foram: BRSENERGIA, CNPAM 2001 – 42, CNPAM 2001 – 49, CNPAM 2001 – 5, CNPAM 2001 – 50, CNPAM 2009-7. As maiores produtividades médias (PROD) corresponderam a BRS Energia e CNPAM 2001-50 com 1463,67 Kg ha⁻¹ e 1351,88 Kg ha⁻¹ respectivamente. Todos os genótipos tenderam a produzir melhor nos níveis correspondentes a 50% e 75% de ETc, sendo fraco o desempenho em 25% e 100%. BRS Energia teve a maior média na produção no nível de 50% de ETc com 1886 Kg ha⁻¹, o que sugere ser um genótipo de bom potencial adaptativo.

Palavras-chave: *Ricinus communis*, estresse hídrico, tolerância.

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é considerada uma das principais fontes de matéria prima para a produção de biodiesel e outros coprodutos, sendo observado um incremento na área plantada nos últimos anos, sobressaindo àquelas exploradas tradicionalmente (FAO, 2004). Tal fato pode ser relacionado a medidas de incentivo político à produção desta oleaginosa, decorrentes das diretrizes do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB).

Estudos apontam que a mamoneira é tolerante a seca e se adapta muito bem nas regiões semiáridas, assim como Nordeste do Brasil, que prevê forte participação da agricultura familiar, com a utilização de óleo extraído das sementes desta espécie (BELTRÃO & AZEVEDO, 2007). Neste contexto, a região semiárida tem sido cotada como região de grande potencial para a produção de mamona, no intuito de ser uma alternativa de emprego e renda aos agricultores (BELTRÃO et al., 2006); todavia, nesta região, os recursos hídrico são limitados tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, já que é evidente o uso inadequado, a poluição, a contaminação e o desperdício do recurso “água”, tornando de suma importância a busca por materiais genéticos adaptados a estas condições.

Tratando-se de mamoneira, nota-se que a planta necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas, o que requer manejo compatível com sua capacidade de retirada de água do solo. O estresse hídrico na mamona afeta o seu desenvolvimento e a taxa de assimilação de CO₂, desta forma as plantas apresentam estrutura foliar reduzida, conseqüentemente, afetando os componentes de produção, assim como também verificado por Lacerda et al. (2009), Logo, fazem-se necessários estudos que indiquem a lâmina de irrigação adequada para a planta, em combinação com variedades mais adaptadas, estando em conformidade com o uso eficiente da água.

As respostas das culturas à variação de níveis hídricos tem sido propósito de vários estudos, buscando o aumento na eficiência do uso de água pelas plantas, com vista à seleção de genótipos tolerantes e à otimização das práticas de manejo, bem como ao maior entendimento dos efeitos do estresse hídrico no crescimento e na produção de matéria seca (BRITO et al., 2010).

Diante disto, objetivou-se estudar o crescimento, aspectos fisiológicos e o rendimento relativo de seis genótipos de mamoneira quando submetidos a lâminas de água, visando identificar genótipos de mamoneira com potencial para cultivo e maior eficiência no uso da água.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1. LOCAL

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), no distrito de São Gonçalo, município de Sousa, PB, localizado 06° 45' 39" S e 38° 13' 51" O e uma altitude de 220 m.

A precipitação média anual registrada na região é de 894 mm, com o período chuvoso entre janeiro e maio. A temperatura média anual é de 27°C, com uma mínima de 22° C e uma máxima de 38° C. A evaporação média anual é de 3.056,6 mm. O clima da região é do tipo Bsh da classificação de Köppen, correspondente ao semiárido quente e seco.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdividas com distribuição em faixas, sendo as parcelas principais correspondentes as lâminas de irrigação e as parcelas secundárias os genótipos de mamoneira.

As parcelas principais corresponderam a quatro lâminas de irrigação relativas a 100%, 75%, 50% e 25% da evapotranspiração da cultura (ETc). A ETc foi estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET0), obtida através do método de Penman-Monteith FAO-56, pelo coeficiente da cultura Kc (FAO 56) (ALLEN et al., 1998), com turno de rega fixado em 2 dias. Ressalta-se que os dados meteorológicos para o cálculo da ET0 foram obtidos da Estação Meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, localizada na região de São Gonçalo.

As parcelas secundárias corresponderam aos seis genótipos de mamoneira, sendo eles: 1. BRS-Energia; 2. CNPAM 2001-42; 3. CNPAM 2001-49; 4. CNPAM 2001-5; 5. CNPAM 2001-50 e 6. CNPAM 2009-7. Unindo-se os fatores, obteve-se 24 tratamentos, correspondente a quatro lâminas e seis genótipos, repetidos em três blocos, totalizando 72 parcelas experimentais de 15 m² (5 x 3 m) cada, sendo a área total do experimento de 1080 m².

2.2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Antes da instalação do experimento, realizou-se a coleta de amostras de solo deformadas e indeformadas, na área experimental, para determinação das características químicas (macronutrientes) e físicas (porosidade total, macro e microporosidade, densidade do solo, curva característica de retenção de água no solo e textura); bem como amostra da água utilizada para irrigação, visando analisar a qualidade principalmente quanto à condutividade elétrica.

O preparo do solo foi realizado com subsolagem e gradagem, sendo a calagem e a adubação de fundação realizadas de acordo com a recomendação para a cultura da mamoneira em função da análise de solo. Os tratamentos culturais (controle de plantas invasoras, pragas e doenças e adubação de cobertura) foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura. O plantio das linhagens de mamoneira foi realizado em fileiras simples, com espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, com 1 linha de gotejadores por linha lateral, com gotejadores espaçados de modo a se formar uma faixa molhada. Antes da semeadura, efetuou-se a irrigação de toda a área visando elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo, e, após o plantio, a irrigação foi realizada diariamente, sendo aplicada uma pequena lâmina, de modo a garantir uma boa germinação das sementes e uniformidade de estande. Em torno de 15 dias após a germinação, iniciou-se a aplicação dos tratamentos de lâminas de irrigação, com um turno de rega de 2 dias.

2.3. FISILOGIA

Foram medidas as trocas gasosas das plantas. Nestas medidas foi utilizado, no modo diferencial, um analisador portátil de CO₂ por infra vermelho (IRGA) da ADC, modelo LCPro+ sendo obtido as variáveis concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), condutância estomática (g_s), a fotossíntese líquida (A), calculando-se, a partir deste dados, a eficiência intrínseca no uso da água (EUA) (KONRAD et al., 2005; BRITO et al., 2012; SILVA et al., 2013).

2.4. PRODUÇÃO

Após a colheita de todos os racemos do primeiro ciclo de produção, procedeu-se a secagem do material ao sol por 48 horas e pesagem dos mesmos, relativo ao peso das cascas com as sementes, em cada parcela, podendo-se estimar os valor da produtividade (PROD), com os dados obtidos em Kg ha⁻¹.

2.5. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, teste F, ocorrendo efeito significativo, procedeu-se análise de regressão para o fator lâmina de irrigação em cada genótipo de mamoneira, usando-se do programa Sisvar 4.0 (FERREIRA, 2011).

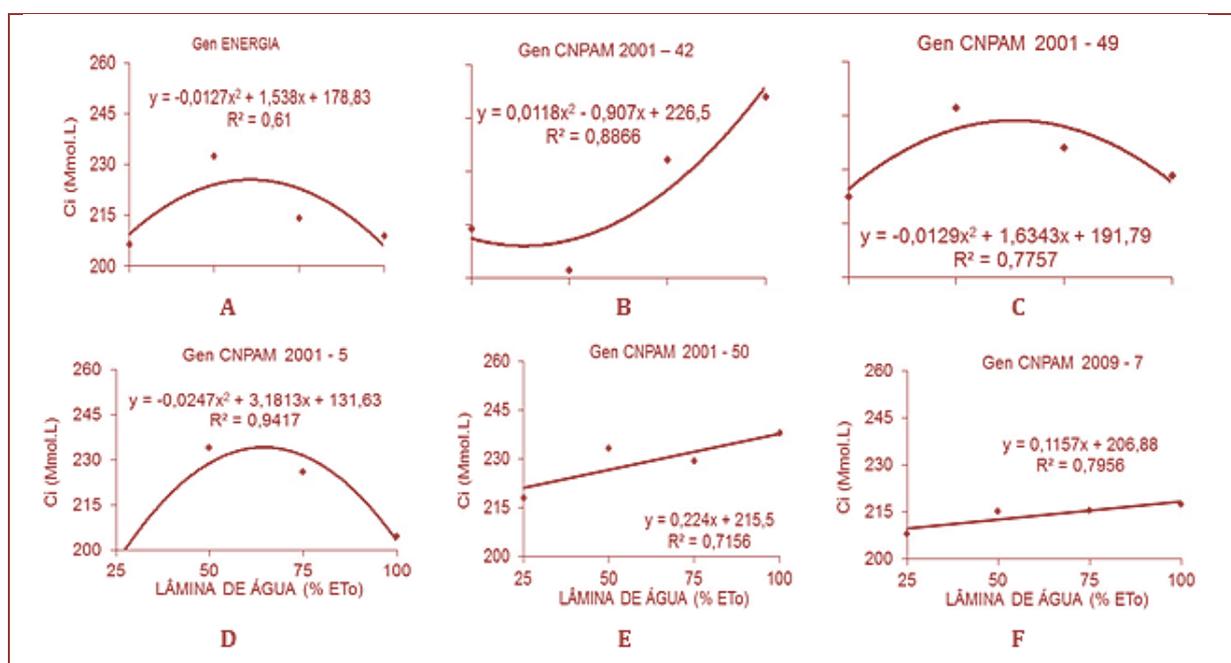
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Quando observadas as trocas gasosas entre os genótipos em relação às lâminas de irrigação, verifica-se alta variação da concentração interna de CO₂, notando-se comportando linear nos genótipos CNPAM 2001-50 e CNPAM 2009-7 (Figura 1E e 1F), onde à medida que aumentou a lâmina de irrigação, a concentração interna de CO₂ cresce, com maiores valores no nível de irrigação de 100% da ET_c, chegando atingir 217,74 μmol mol⁻¹. Já com o genótipo CNPAM 2001-42 o comportamento foi quadrático crescente, indicando que ocorre aumento no C_i com a maior disponibilidade de água. Este tipo de comportamento evidencia a ocorrência não só de dano ao aparato fotossintético na etapa de carboxilação, mas também, aumento no processo de fotorespiração, já que a Rubisco como oxigenase é quem catalisa o primeiro passo dessa rota (PEREIRA et al., 2004).

Nos genótipos ENERGIA, CNPAM 2001-49 e 2001-5, houve comportamento quadrático decrescente (Figura 1A, 1C, 1D), notando-se maiores valores na concentração de CO_2 quando se aplicou os níveis de irrigação de 60,5%, 63,3% e 64,4% da ETo, respectivamente variando de 200 a 245 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, porém na maior disponibilidade de água, referente a lamina de 100%, há o declínio considerável de concentração de carbono, girando em torno de 200 a 230 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. A redução da atividade fotossintética como decorrência da deficiência hídrica nos tratamentos submetidos às menores lâminas de irrigação pode ser melhor explicada devido ao comprometimento da absorção de CO_2 através dos estômatos em resposta às reduções na condutância estomática ou, possivelmente, devido ao dano direto do próprio déficit hídrico sobre o metabolismo fotossintético (ENDRES et al., 2010), isso, porém poderá ser observado quando se estudar a taxa fotossintética.

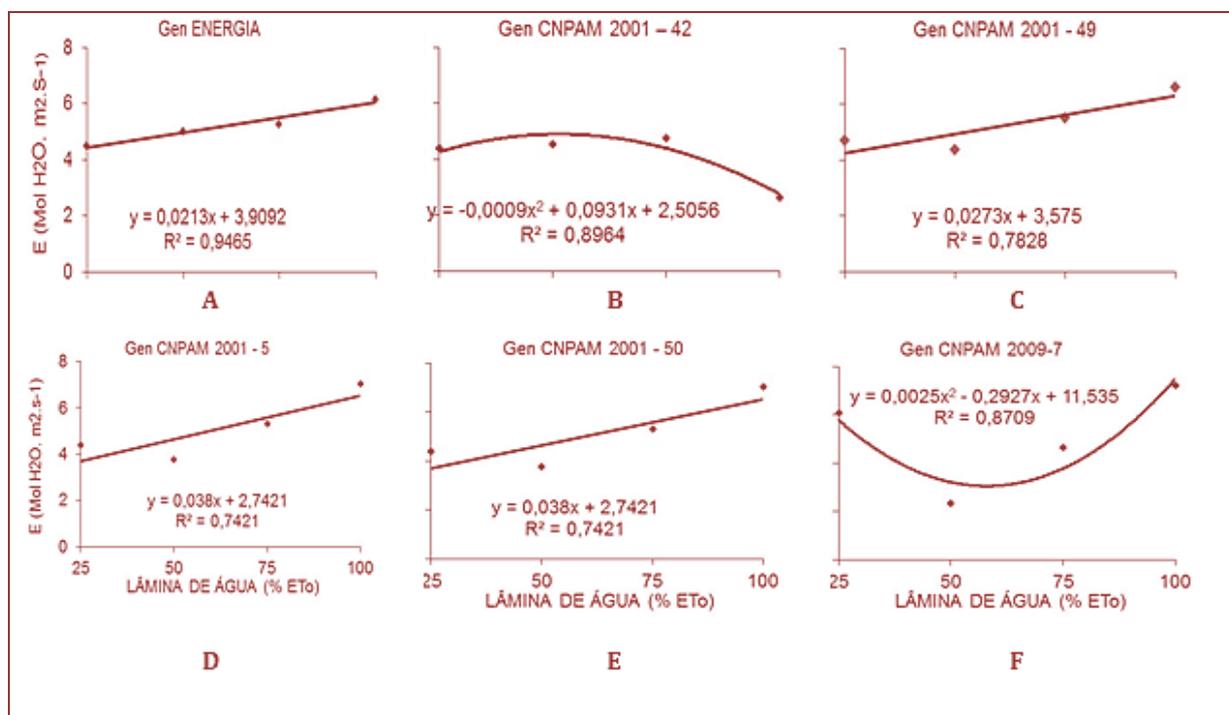
Figura 1. Efeitos das lâminas de irrigação sobre a concentração interna de CO_2 (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis L.*) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014



Ao estudar a transpiração dos genótipos, verifica-se comportamento linear crescente, nos genótipos BRS ENERGIA, CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5 e CNPAM 200-50, (Figura 2A, 2C, 2D, 2E) de acordo com o aumento dos níveis de irrigação, variando entre 4 $\text{Mol H}_2\text{O m}^2 \text{s}^{-1}$ a 6 $\text{Mol H}_2\text{O m}^2 \text{s}^{-1}$. Isto ocorre porque quando o potencial da água no solo é baixo, a abertura dos estômatos não é mais dependente da radiação solar, e sim, do potencial da água na folha, o qual é dependente da umidade do solo (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Já no genótipo CNPAM 2009-7 observou-se comportamento de forma quadrática com variações nas lâminas de 50% e 75% atingindo a menor taxa de transpiração de 2 $\text{Mol H}_2\text{O m}^2 \text{s}^{-1}$ e na lamina de 100% da ETo, a maior taxa de transpiração correspondente a de 6 $\text{Mol H}_2\text{O m}^2 \text{s}^{-1}$. No entanto, no genótipo CNPAM 2001-42 a maior transpiração foi obtida na lamina de 51,7% da ETo, ocorrendo decréscimo na maiores lâminas. As diferenças nas taxas transpiratórias entre as plantas estressadas e irrigadas podem ser explicadas pelo aumento na resistência estomática das plantas estressadas que diminui a transpiração e incrementa a temperatura foliar (NOGUEIRA et al., 1998).

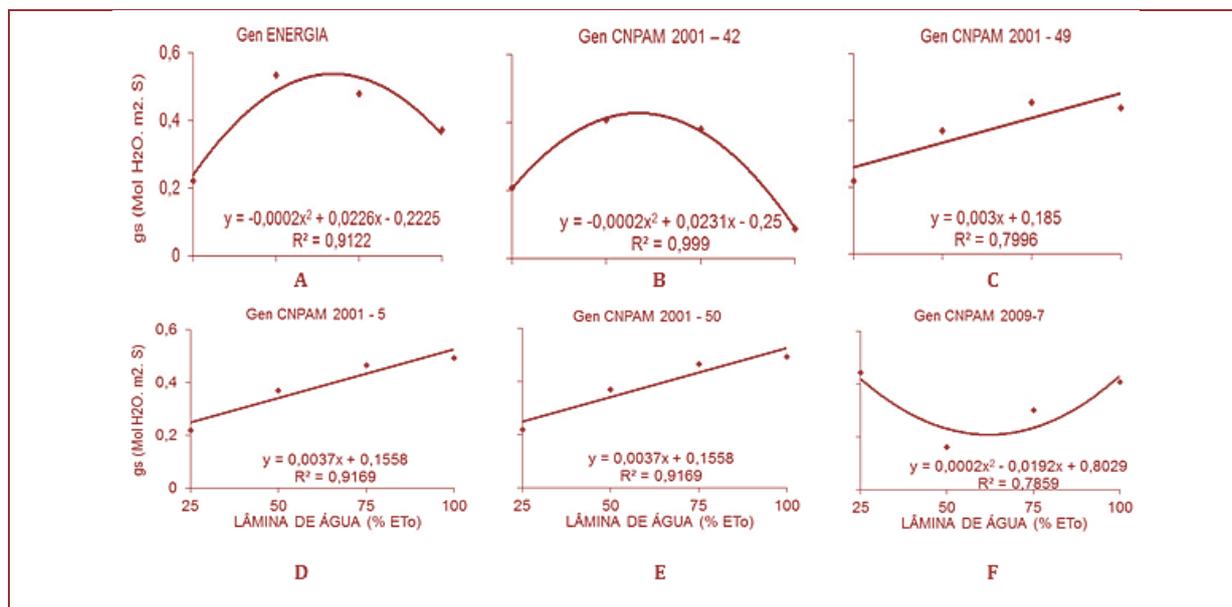
Figura 2. Efeitos das laminas de irrigação sobre a transpiração (E) (Mol H₂O m² s⁻¹) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014



Na condutância estomática constata-se comportamento semelhante aos resultados obtidos com a transpiração, indicando a ocorrência de uma estreita relação entre essas variáveis. Os valores máximos da taxa fotossintética nos genótipos CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5 e CNPAM 2001-50 (Figura 3C, 3D e 3E), que tiveram comportamento linear crescente, na ordem de 0,5 Mol H₂O m² s⁻¹ obtidos com a lamina de 100%. Nos genótipos BRS Energia e CNPAM 2001-42 (Figura 3A e 3B), houve o comportamento quadrático, com máximo em “gs” obtidos nas laminas de 56,5% e 57,8% da ETo respectivamente, indicando características de tolerância.

Já no genótipo CNPAM 2009-7 a deficiência hídrica determinou reduções na condutância estomática nos níveis de 50 e 75%. Tais decréscimos, possivelmente ocorreram em virtude da redução da condutância estomática durante a deficiência hídrica, a qual provoca redução na eficiência de assimilação através do processo fotossintético (PINTO et al., 2014). Alguns autores sugerem que o declínio no UEA, decorre da diminuição na condutância estomática, a qual afeta com maior intensidade a taxa fotossintética do que a taxa transpiratória da folha (AWAL & IKEDA, 2002).

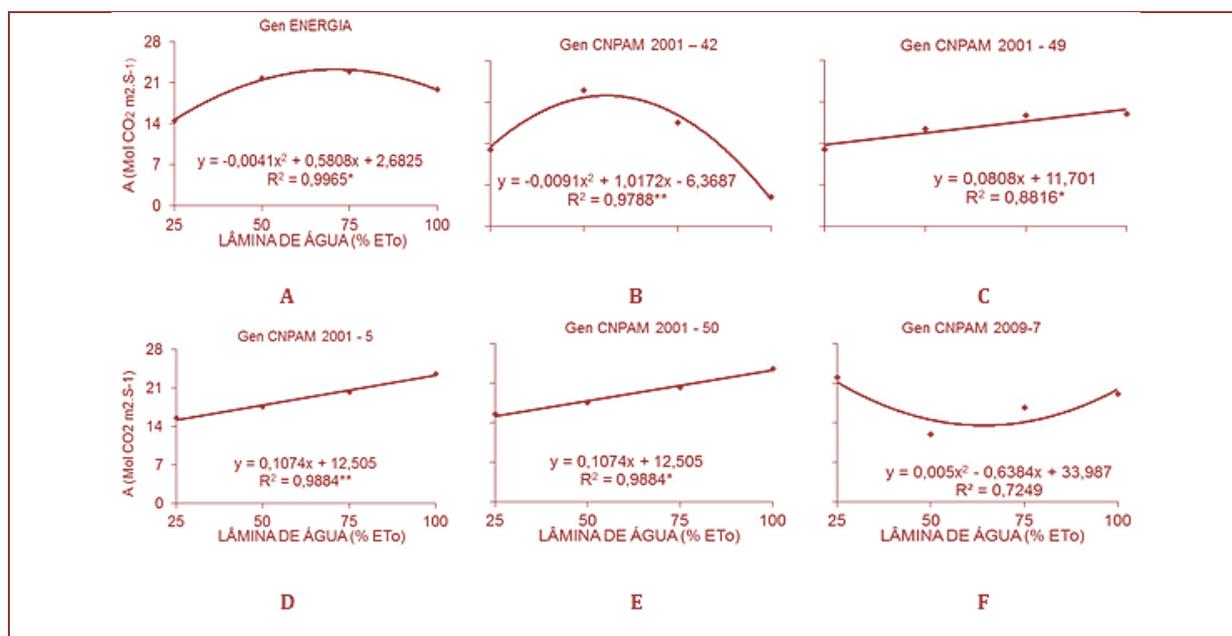
Figura 3. Efeitos das laminas de irrigação sobre a condutância estomática (gs) (Mol H₂O m⁻² s⁻¹) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014



Estudando-se a taxa de fotossíntese líquida (A) em função das laminas de água em cada genótipo por meio das equações de regressão, nota-se, resposta quadrática, no genótipo Energia onde se observou as plantas que estavam sob irrigação com nível de 75% maior taxa de fotossíntese 70,8% $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

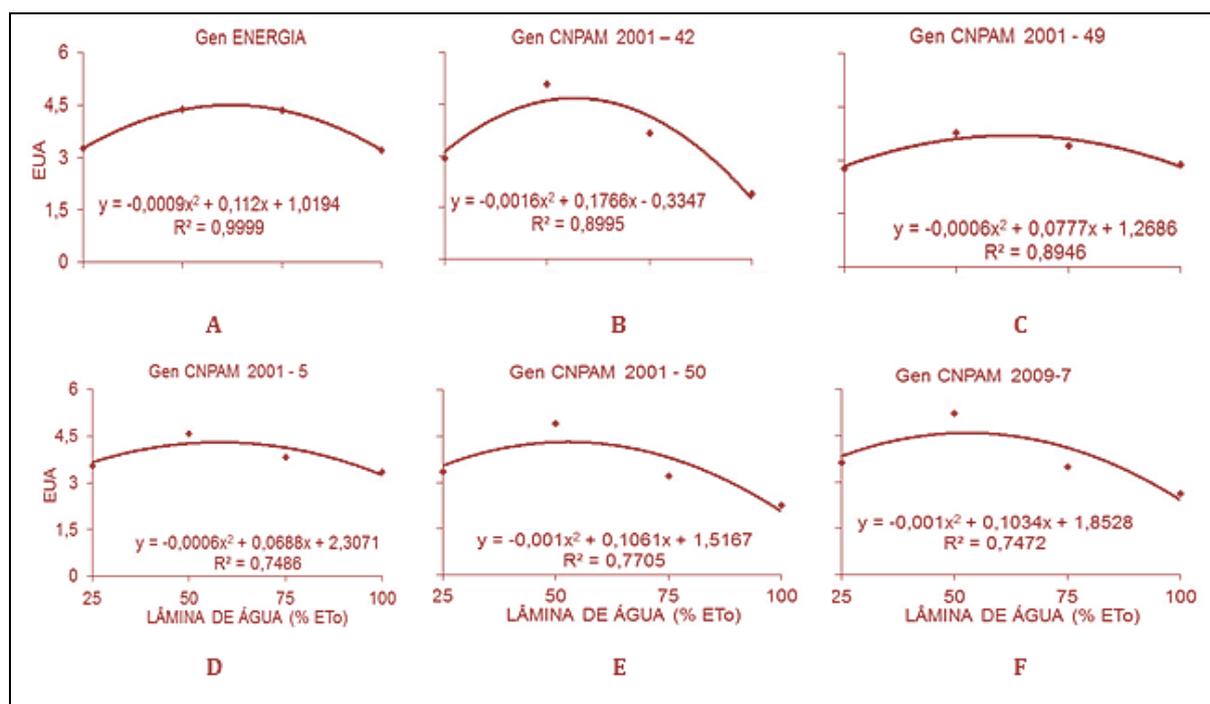
A fotossíntese líquida das plantas de mamoneira aumentou linearmente, em resposta crescente às laminas de irrigação (Figura 4C, 4D, 4F), em os três genótipos CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5 e CNPAM 2001-50, 19,8%, 23,2% e 23,2% respectivamente, atingindo 21 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fotossíntese, conforme a equação de regressão, assim como Soares et al., 2013, observaram em pesquisa com mamoneira que a fotossíntese líquida das plantas aumentou linearmente, em resposta a aplicação das doses crescentes de adubação nitrogenada submetida a estresse hídrico, indicando a coerência dos resultados.

Figura 4. Efeitos das laminas de irrigação sobre a fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014



Na eficiência do uso da água observa-se um comportamento quadrático em todos os genótipos Energia, CNPAM 2001-42, CNPAM 2001-49, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-50 e CNPAM 2009-7, apresentando variações de 64,7% a 51,7% com maior eficiência nas lâminas de 50% e 75%. Segundo Azevedo et al. (2014), a maior eficiência no uso de água observada no tratamento que recebeu a menor lâmina de irrigação da BRS Energia, pode estar associada às características genéticas da cultivar, uma vez que se trata de material originário de genótipos do tipo "arbóreo" os quais, dentre suas características, têm um alto nível de resistência à seca. No entanto o genótipo CNPAM 2001-42 nesse trabalho, destaca-se com a maior taxa de eficiência quando submetido a lâmina de 50% ultrapassando a eficiência da BRS Energia.

Figura 5. Efeitos das lâminas de irrigação sobre eficiência intrínseca no uso da água, dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014



3.2. PRODUTIVIDADE

Em relação à variável produtividade (PROD), o teste F indicou diferenças estatísticas para os fatores irrigação e genótipos, não havendo efeito na interação, como pode-se observar na Tabela 1. Em geral, o comportamento dos valores médios de produtividade através das lâminas de irrigação utilizadas no estudo acompanha uma tendência que se ajusta a um modelo quadrático (figura 6), em que as melhores produtividades aconteceram na lâmina que corresponde a 50% seguida da lâmina de 75% de ETC e por outro lado mostraram um declínio de produtividade nas lâminas extremas correspondentes a 25% e 100%. Uma possível explicação para esse fato é que, de forma geral, as plantas de mamoneira se mostraram sensíveis tanto à imposição de condições de déficit hídrico como a valores elevados de disponibilidade de umidade no solo.

Tabela 1- Análise de variância de produção (Kg ha⁻¹) para os genótipos mamona (*Ricinus communis* L.), sob lâminas de irrigação até os 180 dias após o plantio. Pombal, PB, 2014

Fontes de variação	GL	PROD
Irrigação	3	1591187,94 *
Resíduo 1	6	225601,49
Genótipos	5	1224307,84 **
Resíduo 2	10	53206,45
Irrigação x Genótipo	15	165876,63 ^{ns}
Resíduo 3	30	152130,01
CV 1 (%)	-	43,77
CV 2 (%)	-	21,26
CV 3 (%)	-	35,95
MEDIA	-	1085,06

Comportamento semelhante foi observado por Andrade Júnior et al. (2005), no município de Parnaíba - PI, onde menores valores do peso de sementes do feijão caupi, nas lâminas mais baixas de irrigação ocorrem porque o decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos.

Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que reduz a produção de tecidos e, conseqüentemente, o tamanho da semente e produtividade (REGO et al., 2004). Por outro lado, lâminas excessivas de água provocam a diminuição da pressão de oxigênio (hipoxia) ou a falta do mesmo (anoxia), dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente diminuindo assim, a produção de energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa dos mesmos (VIDAL et al., 2005).

O genótipo BRS Energia que se destaca com a maior produtividade perante os demais, acima de 1600 kg ha⁻¹, na lamina de 50%, afirmando suas características de precocidade, como também o genótipo CNPAM 2001-5, com produção próxima a 1600 kg ha⁻¹, na lamina de água correspondente a 75%. Nos genótipos CNPAM 2001-42, CNPAM 2001-50 e CNPAM 2009-7, destacam-se como sendo a lamina de maior produtividade 50% com valores correspondentes 67,2%, 58,6% e 56,3% respectivamente.

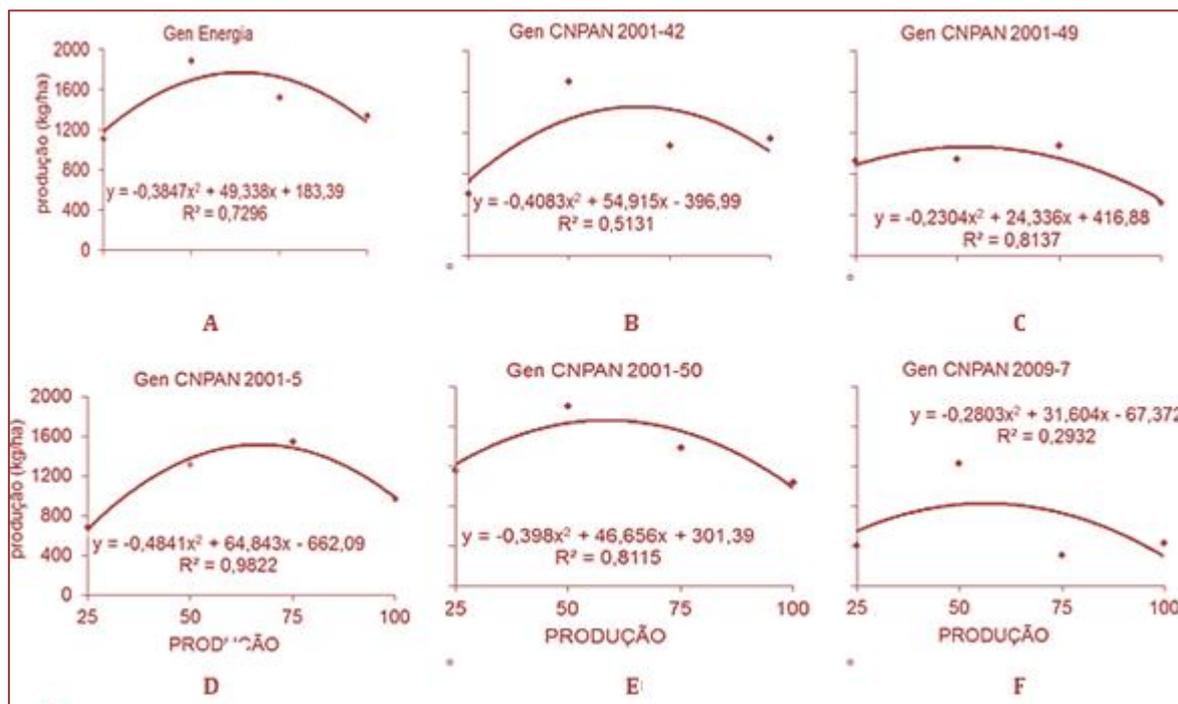
Estes resultados são próximos dos encontrados por Drumond et al. (2006), em trabalhos com os genótipos de mamoneira CNPAM 2001-2, CNPAM 2001-16, CNPAM 2001-63, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-70, BRS 188-Paraguaçu e CNPAM 2001-9, irrigados em Juazeiro, BA, que mostram uma produtividade média de 2.049 kg ha⁻¹. Em Petrolina-PE, Drumond et al. (2006) obtiveram uma produtividade média entre as cultivares em análise de 1.433 kg ha⁻¹.

Quando se compara o comportamento dos seis genótipos através das quatro lâminas de irrigação, para esta mesma variável (Figura 6), se observa que BRS Energia se mostra como o genótipo mais produtivo nas diferentes condições hídricas utilizadas, sendo esse comportamento muito semelhante ao apresentado pelo genótipo CNPAM 2001-50, mostrando, portanto um desempenho consistente desses genótipos.

Da mesma forma cabe mencionar que a maior produtividade entre os genótipos foi apresentada também por BRS Energia com 1886 Kg ha⁻¹ na lâmina de irrigação correspondente a 50% de ETc. De forma diferente, o genótipo CNPAM 2009-7 se mostrou como o mais sensível tanto em condições extremas nos níveis de 25% como de 100% de ETc, embora produzindo de forma razoável no nível de 50% de ETc.

É pertinente ressaltar que embora a produtividade total dos genótipos em estudo esteve abaixo do esperado, já que parte desses materiais tem mostrado bom potencial produtivo em avaliações realizadas em diversas localidades (Ramos e Aragão, 2010; Rivas et al. 2010), chama a atenção que mesmo em condições de baixa disponibilidade hídrica (25% de Etc) vários genótipos mostraram uma razoável produtividade, o que sugere possa existir algum grau de tolerância entre esses genótipos para essas condições.

Figura 6. Efeitos das lâminas de irrigação sobre produção (kg/ha), dos genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) aos 180 dias após a semeadura, Pombal, PB, 2014



Ressalta-se ainda que, avaliando-se a tolerância a seca, nota-se que a menor redução na produtividade com a lâmina de irrigação de 25% da ETC foi obtida com o genótipo CNPAM 2001-49, correspondendo a uma redução em 16,82 % em relação ao máximo obtido, que foi de 1059,5 kg ha⁻¹ na lâmina 50%. Por outro lado, no genótipo CNPAM 2001-42 observou-se a maior redução na produtividade, correspondendo a 50,28% quando se irrigou com a lâmina de 25% da ETC em comparação com o máximo, que foi obtido na lâmina de 50 % da ETC neste genótipo. Conforme Ayers e Westcot (1999) a tolerância a fatores abióticos pode variar entre espécies, entre fases de desenvolvimento e, ainda, entre genótipos, assim como identificado neste trabalho.

4. CONCLUSÕES

Os níveis de irrigação que correspondentes a 50% e 75% de ETC são os mais recomendados para o cultivo da mamoneira no semiárido da Paraíba, independente do genótipo.

BRS Energia é, entre os genótipos avaliados, o mais recomendado para o sistema de produção de mamona no semiárido, podendo-se usar a lâmina estimada de 64% da ETC.

CNPAM 2009 - 7 é o genótipo com menor produtividade, não sendo indicado para cultivo nas condições avaliadas.

CNPAM 2001 - 49 é o genótipo que possui maior tolerância ao estresse hídrico, sendo recomendado para compor programas de melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semiárido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. Revista Ciência Agronômica. v.36, n.2, p.143-151, mai/ago., 2005b

[2] AWAL, M. A e IKEDA, T. Recovery strategy following the imposition of episodic soil moisture deficit in stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, v.188, n.3, p.185-192, 2002. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00558.x>

- [3] AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. Qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29
- [4] AZEVEDO, P.V; DIAS, J.M; BEZERR, J.R.C; Consumo hídrico e eficiência de uso da água da cultura da mamona Irrigada. II INOVAGRI International Meeting, 2014. <http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a264>
- [5] BELTRÃO, N. E. DE M.; AZEVEDO, D. M. P. de. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. de M. (eds.). O Agronegócio da Mamona no Brasil. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. cap.5, p.117-137.
- [6] BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do; ARAÚJO FILHO, J. O. T. de; COSTA, S. G. Consórcio mamona + amendoim: opção para agricultura familiar. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 10 p. (Circular Técnica 104).
- [7] BRITO, I. N. de. Efeito do manejo da água disponível no solo sobre o crescimento de mudas do maracujazeiro, 33f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2010.
- [8] BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. da S.; MELO, A. S. Comportamento fisiológico de combinações copa/portaenxerto de citros sob estresse hídrico. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 7, suppl., p. 857-865, 2012. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7isa1941>
- [9] DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; Milani, M., MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Petrolina-PE. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006b, Aracajú, SE. Cenário Atual e Perspectiva - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Endres, L.; Souza, J. L. de; Teodoro, I.; Marroquim, P. M. G.; Santos, C. M. dos; Brito, J. E. D. de. Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14,p.11– 16, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000100002>
- [10] FAO. (2004). Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em 9 set. 2014. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência & Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.
- [11] LACERDA, R. D.; GUERRA, H. O. C.; BARROS JÚNIOR, G. Influência do déficit hídrico e da matéria orgânica do solo no crescimento e desenvolvimento da mamoneira BRS 188 – Paraguaçu. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, n.4, p.440-448, 2009. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i4a12>
- [12] NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, C. R. DOS, NETO, E. B, SANTOS, V. F. DOS. Comportamento fisiológico de duas cultivares de amendoim a diferentes regimes hídricos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.33, n.12, p.1963-1969, dez.1998
- [13] PEREIRA, F. H. F.; ESPINULA NETO, D.; SOARES, D. C.; OLIVA, M. A. Trocas gasosas em plantas de tomateiro submetidas a condições salinas. Horticultura Brasileira, v.22, n.2, sp., 2004.
- [14] REGO, J.L.; Viana, T. V. A.; Azevedo, B. M.; Bastos, F.G.C.; Gondim, R.S. Efeitos de lâminas de irrigação sobre a cultura do crisântemo. Revista Ciência Agronômica, v.35, n.2, p.302-308. 2004.
- [15] RAMOS, A.M.; ARAGÃO, W.M. Comportamento de cultivares de mamoneira nos tabuleiros costeiros de Sergipe. Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, p. 1631-1634, João Pessoa, PB – 2010.
- [16] SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-caupi. Irriga, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2013v18n2p304>
- [17] SOARES, L.A. A; LIMA, G.S; NOBRE, R,G; GHEYI, H.R; PEREIRA, F.H.F. Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada. Rev. Verde de Agroec. e Desenv. Sust.. Março-2013.
- [18] TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 722p.
- [19] VIDAL, M. S.; Carvalho, J. M. F. C.; Meneses, C. H. S. G. Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 19p. (Documentos, 142).

Capítulo 13

Modelo de horton para estimativa da taxa de infiltração de água em cambissolo na região de Irati-PR

Robert William Florentino

Ana Carolina Barbosa Kummer

João Anésio Bednarz

Kelly Geronazzo Martins

Tatiane Bonametti Veiga

Resumo: A infiltração de água no solo é um importante processo do ciclo hidrológico pois exerce influência sobre o escoamento superficial, grande responsável pela erosão hídrica. Nesse sentido, este estudo buscou avaliar o modelo de Horton na estimativa da taxa de infiltração de água em Cambissolo reservado ao cultivo agrícola, na região rural de Irati-PR, com base em dados coletados em campo. Na área experimental, após o preparo para cultivo de milho, foram realizados três testes de infiltração de água no solo. A taxa de infiltração foi determinada utilizando-se o método do infiltrômetro com aplicação de água por inundação. Para analisar o comportamento da infiltração acumulada ao longo do tempo foi utilizado o método da regressão. Os parâmetros do modelo de Horton foram estimados minimizando a soma dos quadrados das diferenças entre os valores reais e os valores estimados. A lâmina média infiltrada foi de 248,6 mm, sinalizando que o solo encontrava-se relativamente úmido no momento da realização dos testes de infiltração. O modelo subestimou os valores das taxas de infiltração iniciais, com uma diferença de 46,4 mm.h⁻¹ entre a taxa real e a observada em campo. Na região de estudo, o modelo de Horton pode superestimar ou subestimar as taxas de infiltração. A grande variabilidade dos resultados da taxa de infiltração real de água no solo influenciou o comportamento do ajuste dos parâmetros do modelo de Horton. Sugere-se mais estudos sobre infiltração de água no solo na região, com períodos de ensaios mais longos, a fim de realizar a comparação com outros modelos que possam melhor predizer o comportamento da infiltração de água no solo.

Palavras-chave: Infiltrômetro, modelo de infiltração, hidrologia.

1. INTRODUÇÃO

A infiltração é o processo de passagem de água da superfície para a parte interna do solo, constituindo-se um importante processo do ciclo hidrológico (CECILIO *et al.*, 2003), uma vez que exerce influência sobre o escoamento base e recarga de aquíferos, com reflexos nos processos erosivos e nas vazões de cursos d'água.

Nos estudos hidrológicos, a avaliação da infiltração de água no solo tem grande importância visto que é determinante para o balanço de água na zona de raízes bem como para o escoamento superficial, grande responsável pela erosão hídrica durante as precipitações (PANACHUKI *et al.*, 2006) ou irrigações.

Nesse sentido, o estudo do comportamento da água no solo, em especial da taxa de infiltração, tem influência em diversas áreas, principalmente na agricultura, visando controlar problemas relativos ao escoamento superficial, erosão hídrica, para planejamento e dimensionamento de sistemas de irrigação e drenagem, sendo relevante nos estudos de conservação e manejo adequados do solo e da água, bem como para melhor compreender o processo de infiltração e suas relações com as propriedades físicas do solo (PRUSKI *et al.*, 1997; DA PAIXÃO *et al.* 2009; GONDIM *et al.*, 2010).

Vários são os fatores que exercem influência sobre o processo de infiltração e, de forma mais pontual estão associados à água, ao manejo e às propriedades físicas do solo (SALES *et al.*, 1999), tais como: a quantidade de água presente inicialmente no sistema (umidade antecedente) (PANACHUKI *et al.*, 2006) a quantidade de água a ser infiltrada (PRUSKI *et al.*, 1997), a natureza do solo (PRUSKI *et al.*, 1997; SANTOS; PEREIRA, 2013) e o estado da camada superficial, cobertura e uso do solo (PANACHUKI *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2016; TOMASINI *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2016; MINOSSO; ANTONELLI; FREITAS, 2017).

Segundo Santos *et al.* (2016) a cobertura vegetal pode influenciar a infiltração de água, pois age como protetor do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, que tendem a favorecer o selamento da superfície do terreno; também tem ação contra a radiação direta dos raios solares, auxiliando na manutenção da umidade no solo por período de tempo mais extenso, além de aumentar a microporosidade, a qual irá influenciar diretamente nos caminhos preferenciais da água durante a infiltração.

Em sistemas agrícolas de cultivo o sistema radicular das culturas desempenha um papel importante no processo de infiltração (SOARES; SILVA; LIMA *et al.*, 2020), pois gera uma porosidade secundária, podendo aumentar a infiltração de água na zona de raízes.

Para Bertol *et al.* (2001), em solos onde há o cultivo intenso, pode ocorrer a formação de camadas compactadas, reduzindo o volume de poros ocupados pelo ar, favorecendo a retenção de água que contribui para a diminuição da taxa de infiltração de água e conseqüente para o aumento das taxas de escoamento superficial e erosão. Assim, no ciclo hidrológico, a determinação da infiltração de água no solo tem grande relevância, uma vez que é um indicativo de quanto o solo suporta de água, pois quanto maior a infiltração de água, menor é o potencial de ocorrer erosão.

A taxa (ou velocidade) de infiltração refere-se à altura da lâmina d'água que infiltra no perfil do solo por unidade de tempo e pode ser determinada por diferentes métodos, entre eles o infiltrômetro de duplo anel ou simples anel. Essa taxa pode ainda ser descrita por modelos de base física ou modelos empíricos.

Uma vez que no Brasil existe uma diversidade de solos com características intrínsecas, vários modelos são propostos na tentativa de facilitar o estudo da infiltração de água nesses meios (CECILIO, 2013).

Um modelo empírico muito utilizado é o de Horton, descrito na forma de uma função exponencial, que apresenta parâmetros que podem ser calculados a partir de equações teóricas ou serem estimados por meio de regressão a partir de dados de infiltração medidos a campo (ALVES SOBRINHO *et al.*, 2003; PANACHUKI *et al.*, 2006; DA SILVA ALMEIDA, 2017).

Os parâmetros estimados nos modelos empíricos podem ser regionalizados quando correlacionados com características do solo, com características externas da região ou bacia hidrográfica, possibilitando dessa forma, que o processo de infiltração possa ser predito em qualquer área da bacia (REICHERT; VEIGA; CABEDA, 1992) servindo de subsídio para o planejamento do manejo e uso adequados do solo.

Nesse sentido, este estudo buscou avaliar o modelo de Horton na estimativa da taxa de infiltração de água em Cambissolo reservado ao cultivo agrícola, na região rural de Irati-PR, com base em dados coletados em campo.

2. METODOLOGIA

2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Irati-PR, em uma propriedade rural pertencente à Bacia Hidrográfica do rio Guamirim, que se encontra sob as coordenadas geográficas 25° 27'56" de latitude Sul e 50° 37'51" de longitude Oeste.

O clima da região, segundo o método de Köppen, é do tipo Cfb, caracterizado como clima subtropical úmido, sem estação seca, com verões amenos e geadas severas no inverno, apresentando índices pluviométricos relativamente elevados (precipitação média anual de 1.476 mm). A temperatura média anual é superior à 22°C nos meses mais quentes e inferior a 18°C nos meses mais frios (MAACK, 1981).

A área de estudo é caracterizada por uma propriedade rural de 3,5 hectares, que vem sendo manejada em sistema de rotação de culturas com tabaco (*Nicotiana tabacum*) e milho (*Zea mays* L.), há 20 anos e que recentemente havia abrigado o cultivo de crotalária (*Crotalaria juncea*). O solo original é um Cambissolo, que, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), compreende um solo constituído por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial.

2.2. CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Após o preparo do solo para cultivo de milho (*Zea mays* L.), foram realizados três testes de infiltração de água na área experimental, denominados: T1, T2 e T3.

A taxa de infiltração de água no solo foi determinada utilizando-se o método do infiltrômetro com aplicação de água por inundação (Figura 1), conforme metodologias adaptadas, descritas por Garcez e Alvarez (1988) e Bernardo, Soares e Mantovani (2006).

Figura 1 – Infiltrômetro de duplo anel utilizado na área de teste



Fonte: O próprio autor.

Os testes T1, T2 e T3 foram realizados concomitantemente, utilizando-se 3 conjuntos compostos por um anel metálico de 30 cm de diâmetro e um anel de PVC de 10 cm de diâmetro, ambos com 15 cm de altura.

Os anéis foram inseridos concêntricamente e cravados 6 ± 1 cm no solo. Após instalação, a água foi inserida na superfície dos cilindros (interno e externo), mantendo-se uma carga hidráulica de aproximadamente 5 cm, permitindo um rebaixamento até 2 cm, com reposições de água quando necessário.

Em tempos pré-determinados (Tabela 1), a leitura da água infiltrada foi realizada na régua fixada no reservatório disposto acima dos cilindros, compreendido por um tubo de PVC de 10 cm de diâmetro, o qual foi apoiado à um tripé facilitando a inserção (reposição) de água no anel de menor diâmetro (Figura 1).

Tabela 1- Intervalos de tempo entre as leituras do rebaixamento da lâmina d'água no solo nos testes de infiltração

Período do ensaio	Intervalo de tempo para as leituras
0 a 2 minutos	2 minutos
3 a 26 minutos	3 minutos
27 a 66 minutos	5 minutos
67 a 90 minutos	6 minutos
91 a 120 minutos	10 minutos

Fonte: O próprio autor.

Com os dados dos 3 testes de infiltração realizados em campo, efetuou-se a média dos valores para determinação da infiltração acumulada e das taxas de infiltração instantâneas.

A infiltração de água no solo (Δ lâmina), para um dado intervalo de tempo (Δt), foi determinada pela diferença de leitura entre dois intervalos de tempo consecutivos. Assim, a infiltração acumulada (IA) foi descrita pela equação potencial (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006), dada por:

$$IA = k \cdot t^{\alpha}$$

Em que:

IA = infiltração acumulada (em mm);

k = constante que depende do solo;

t = tempo de infiltração (em horas); e

α = constante que depende do solo, variando entre 0 a 1.

As taxas de infiltração instantâneas reais (TIR) de água no solo foram calculadas pela equação:

$$TIR = \frac{\Delta Lâmina}{\Delta t}$$

Em que:

$\Delta Lâmina$ = representa a quantidade de água infiltrada no solo em um dado intervalo de tempo, em mm.

Δt = intervalo de tempo, em horas.

A partir dos resultados das TIR, a equação para estimativa das taxas de infiltração foi ajustada, conforme o modelo proposto por Horton (GARCEZ; ALVAREZ, 1988):

$$f = fc + (f_0 - fc) \cdot e^{-k \cdot t}$$

Em que:

f = taxa de infiltração em um instante t, em mm.h⁻¹;

fc = taxa de infiltração final, em mm.h⁻¹;

f₀ = taxa de infiltração inicial, em mm.h⁻¹;

k = constante de decaimento da infiltração;

t = tempo de infiltração considerado.

2.3. AVALIAÇÕES

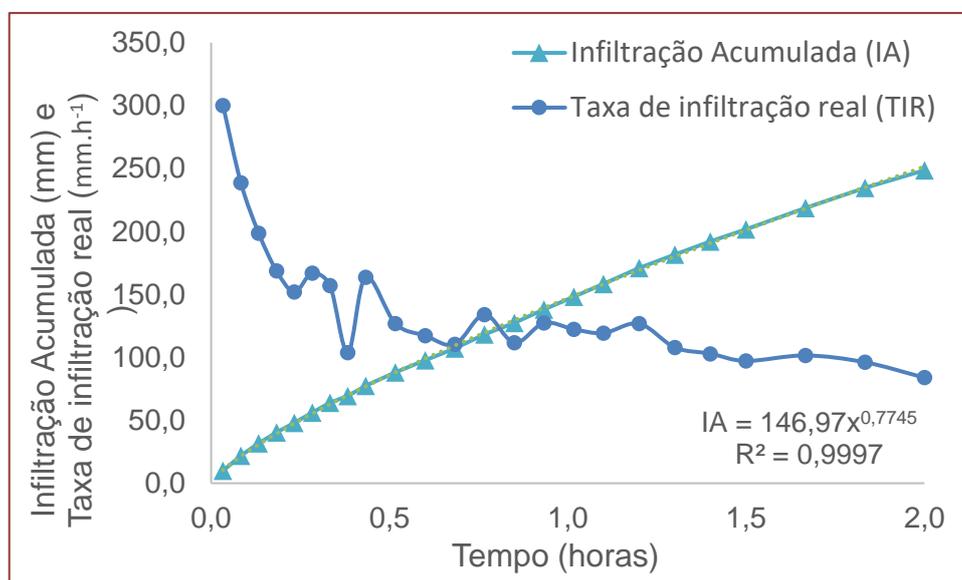
Para analisar o comportamento da infiltração acumulada ao longo do tempo foi utilizado o método da regressão.

Os parâmetros f_c , f_0 e k do modelo de Horton foram estimados minimizando a soma dos quadrados das diferenças entre os valores reais e os valores estimados, por meio da ferramenta solver do Excel. Para melhor analisar e discutir os resultados, foi gerado um gráfico com as curvas representativas das taxas de infiltração instantâneas reais (TIR) e as estimadas (TIE), em função do tempo.

3. RESULTADOS

Os resultados médios da infiltração acumulada (IA) e das taxas de infiltração observadas em campo, estão representados na Figura 2.

Figura 2 – Infiltração acumulada (mm) e taxas de infiltração instantâneas reais de água no solo (mm/h)



Fonte: O próprio autor.

A infiltração acumulada no solo reflete o inverso do comportamento da taxa de infiltração (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; DA PAIXÃO *et al.*, 2009) e o entendimento dessa, possibilita reconhecer a intensidade de precipitação e/ou irrigação que esse solo é capaz de suportar (COREZOLLA, 2014). Como esperado, a infiltração acumulada no solo e a taxa de infiltração real demonstraram comportamento inverso (Figura 2), evidenciando que, com o passar do tempo, a taxa de infiltração de água no solo tende a diminuir, enquanto a infiltração acumulada tende a aumentar.

A lâmina média infiltrada foi de 248,6 mm (Figura 2), sinalizando que o solo encontrava-se relativamente úmido no momento da realização dos testes de infiltração, provavelmente nas camadas subjacentes, uma vez que superficialmente aparentava estar seco (Figura 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Da Silva Almeida *et al.* (2020), que, trabalhando em Cambissolo no semiárido, verificaram uma infiltração acumulada de 53,09 cm em solo seco e de 20,2 cm em solo que classificaram como úmido, o que demonstra que a umidade antecedente tem efeito direto nos resultados da infiltração acumulada.

Para as condições deste estudo, a equação da infiltração acumulada apresentou um bom ajuste em relação aos dados obtidos em campo, visto que o coeficiente de determinação observado foi igual a 0,99 (Figura 2), indicando que a equação $IA = 146,47 \cdot t^{0,7745}$ (com t em horas), é uma boa preditora do comportamento da infiltração acumulada de água no solo.

Observa-se ainda uma grande variabilidade nos resultados da taxa de infiltração de água real no solo, que pode ser decorrente das características físicas, como, por exemplo a densidade, macroporosidade e umidade, as quais interferem na taxa de infiltração.

A taxa de infiltração real foi alta no início dos testes, com média de 300 mm.h⁻¹, atingindo metade desse valor nos primeiros 20 minutos dos testes, continuando a decrescer ao longo do tempo. Isso ocorre porque no início, a umidade do solo é baixa e com o passar do tempo todo o espaço poroso tende a ser preenchido por água, fazendo com que a taxa de infiltração de água no solo torne-se constante. Segundo GONDIM *et al.* (2010), ao assumir um valor mínimo e constante, a taxa de infiltração de água no solo passa a ser denominada taxa de infiltração estável, também conhecida como velocidade de infiltração básica (VIB), tendo grande importância no ciclo hidrológico, já que quanto maior a infiltração, menor é o potencial de ocorrer escoamento superficial e consequentemente erosão.

A partir dos resultados da taxa de infiltração real, foram ajustados os parâmetros f_0 , f_c e k do modelo de Horton, os quais encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros da equação de Horton ajustados para a região de estudo

Parâmetros do modelo de Horton*		
f_0	f_c	k
269,4 mm/h	83,9 mm/h	2,7

* f_0 = taxa de infiltração inicial; f_c = taxa de infiltração final; k = constante de decaimento.

Os parâmetros f_0 e f_c representam as taxas de infiltração máxima e mínima, respectivamente, em que essa última ocorre quando o solo encontra-se na condição de saturação (PINHEIRO; TEIXEIRA; KAUFMANN, 2009). Da Silva Almeida *et al.* (2020), obtiveram taxa de infiltração final igual a 17,44 cm.h⁻¹ em Cambissolo úmido (período chuvoso) e 24,95 cm.h⁻¹ em Cambissolo seco, o que indica que quanto menor a taxa de infiltração final, mais úmido encontra-se o solo.

Ainda de acordo com Brito *et al.* (1996), f_c corresponde à taxa de infiltração final ou velocidade de infiltração básica de água do solo (VIB). Neste estudo não foi observada estabilização na taxa de infiltração ao longo do tempo (Figura 2), assinalando que para a determinação da taxa de infiltração estável, seria necessário avaliar a infiltração por um período superior a 120 minutos. No entanto, por meio do modelo de Horton ajustado (Tabela 2), infere-se que a taxa de infiltração estável para as condições do estudo é de 83,9 mm.h⁻¹, indicando que o solo apresenta uma taxa de infiltração estável muito alta (superior a 3 cm.h⁻¹) (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Um fator importante a ser destacado, consiste no fato de que a área escolhida para os testes de infiltração, que antes abrigava crotalária (*Crotalaria juncea*), sofreu processo de descompactação (preparo convencional) para semeadura do milho (*Zea mays*), o que pode justificar os valores elevados das taxas inicial e final de água no solo (Tabela 2).

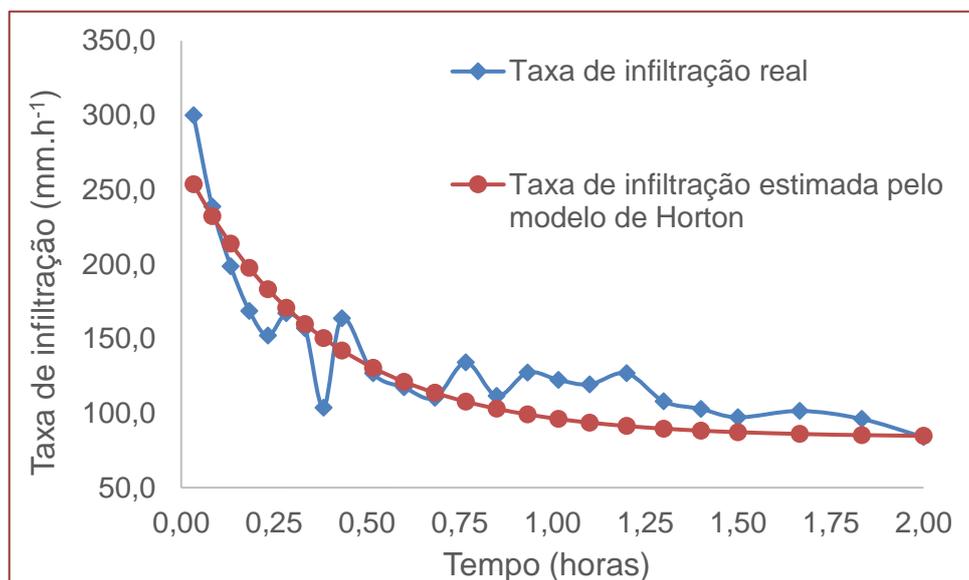
Embora Sato *et al.* (2012) mencionem que o plantio convencional pode mudar as características físicas do solo causando compactação das camadas superficiais e limitando a infiltração de água, Pinheiro, Teixeira e Kaufmann (2009), afirmam que o preparo convencional, ao promover a desestruturação do solo, favorece a infiltração de água no meio. Ao avaliar a infiltração de água em Cambissolo Húmico, em três sistemas de manejo: campo nativo, preparo convencional e plantio direto, Bertol *et al.* (2001), verificaram que as maiores taxas de infiltração, inicial e final, com valores de 194 cm.h⁻¹ e 111 cm.h⁻¹, respectivamente, ocorreram no solo manejado sob sistema convencional de preparo.

Vale mencionar que a alteração na estrutura física do solo pode ocorrer também pela presença de espécies vegetais, em especial pelo sistema radicular. Espécies como a crotalária manifestam um sistema radicular pivotante, assim as raízes penetrarem em maiores profundidades, o que pode favorecer o surgimento de caminhos preferenciais para infiltração da água no solo (Beraldo, 2011), culminando no aumento da taxa de infiltração, como observado neste estudo.

Com a equação de Horton ajustada, foram estimadas as taxas de infiltração vertical instantâneas, em que a adequabilidade do modelo para estimativa da taxa de infiltração de água no solo foi avaliada por meio da comparação das curvas da taxa de infiltração real (determinada em campo) e a curva com os valores estimados.

Na Figura 3 são representadas as curvas das taxas de infiltração real e das estimadas pelo modelo de Horton, respectivamente.

Figura 3 - Valores médios da taxa de infiltração real (TIR) determinada em campo e da taxa de infiltração estimada pelo modelo de Horton ajustado para as condições locais



Fonte: O próprio autor.

Comparando-se as curvas verifica-se que o modelo de Horton tende a subestimar os valores das taxas de infiltração iniciais (até 5 minutos), com uma diferença de 46,4 mm.h⁻¹ entre a taxa real e a observada em campo (Figura 3).

A taxa de infiltração inicial observada foi de 300 mm.h⁻¹ enquanto que a estimada pelo modelo acusou um valor de 253,6 mm.h⁻¹. Já Da Almeida *et al.* (2020), contataram taxa de infiltração inicial real de 39 cm.h⁻¹ e 24,84 cm.h⁻¹ e taxa estimada pelo modelo de Horton de 40,70 cm.h⁻¹ e 25,40 cm.h⁻¹, em Cambissolo seco e úmido, respectivamente, indicando que o modelo superestimou os valores iniciais de infiltração. No trabalho desenvolvido por Mellek *et al.* (2014), também foi observada uma tendência do modelo de Horton em superestimar os valores da água infiltrada no solo, principalmente no início do processo.

A subestimativa dos valores das taxas de infiltração pelo modelo é observada inclusive a partir de 46 minutos até o final dos ensaios, convergindo para valores muito próximos entre as taxas estimadas e as reais (Figura 3). Já no período entre 8 e 41 minutos o modelo tende a superestimar os valores das taxas de infiltração de água no solo.

Comportamento semelhante foi observado por Alves Sobrinho *et al.* (2003), que ao estudarem a infiltração de água em diferentes sistemas de manejo do solo, verificaram que o modelo de Horton tende a subestimar as taxas de infiltração iniciais. Já para as taxas finais, os valores estimados pelo modelo tendem a se aproximar dos valores reais. Os autores concluíram que o modelo de Horton apresentou-se como o mais adequado para a estimativa da taxa de infiltração quando comparado a outros modelos.

De modo geral observa-se que os valores estimados pelo modelo proposto por Horton apresentam resultados mais satisfatórios dentre outros modelos estudados, embora possa subestimar os valores das taxas de infiltração iniciais (TOMASINI *et al.*, 2010; DA PAIXÃO *et al.*, 2009), assim como constatado neste estudo.

4. CONCLUSÕES

- Na região de estudo, o modelo de Horton pode superestimar ou subestimar as taxas de infiltração de água no solo.
- A grande variabilidade dos resultados da taxa de infiltração real de água no solo influenciou o comportamento do ajuste dos parâmetros do modelo de Horton.
- Sugere-se mais estudos sobre infiltração de água no solo na região, com períodos de ensaios mais longos, a fim de realizar a comparação com outros modelos que possam melhor prever o comportamento da infiltração de água no solo.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; CARVALHO, D. F. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.2, p.191-196, 2003.
- [2] BERALDO, J. M. G. Armazenamento de água no solo em sequências de culturas de verão e inverno sob semeadura direta. 2011. 115 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.
- [3] BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Atual. E Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- [4] BERTOL, I.; BEUTLER, J.F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.3, p.555-560, 2001.
- [5] BRITO, L. T. de; LOUREIRO, B. T.; DENICULI, W.; RAMOS, M. M.; SOARES, J. M. Influência do método da determinação da velocidade de infiltração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, p.503-507, 1996.
- [6] CECILIO, R. A.; MARTINEZ, M. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. da. Modelo para estimativa da infiltração de água e perfil de umidade do solo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*. Viçosa, v. 37, n. 2, p. 411-421, 2013.
- [7] COREZOLLA, A. D. Velocidade de infiltração e infiltração acumulada em diferentes sistemas de cultivo. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- [8] DA PAIXÃO, F., ANDRADE, A. R., DE AZEVEDO, C. A., COSTA, T. L.; GUERRA, H. O. C. Ajuste da curva de infiltração por meio de diferentes modelos empíricos. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v. 2, n. 1, 2009.
- [9] DA SILVA ALMEIDA, C. C. Capacidade de infiltração em neossolo flúvico e cambissolo haplico no semiárido pernambucano. 2017. 57 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.
- [10] DA SILVA ALMEIDA¹, C. C.; PISCOYA, V. C.; BARRETO, N. A.; ROLIM NETO, F. C. Capacidade de infiltração em neossolo flúvico e cambissolo háplico no semiárido pernambucano. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 37, n. 2, 2020.
- [11] GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. Hidrologia. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 291p.
- [12] GONDIM, T. M. de S.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUZA, J. M. de; FEITOSA FILHO, J. C.; SOUSA, J. da S. Infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método do infiltrômetro de anel em solo arenoargiloso. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v.4, n.1, p. 64-73, 2010.
- [13] MAACK, R. Geografia física do estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: BADEP/UFPR/IBPT, 1981.
- [14] MELLEK, J. E.; RIZZI, N. E.; RIBEIRO, J. C.; CORDEIRO, C. R. R.; ANDRADE, E. R. de. Velocidade de infiltração da água em Cambissolo de textura argilosa sob floresta ombrófila mista. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Saber, Goiânia, v.10, n.19, p.1923-1938, 2014.
- [15] MINOSSO, J.; ANTONELI, V.; FREITAS, A.R. Variabilidade sazonal da infiltração de água no solo em diferentes tipos de uso na região sudeste do Paraná. *Geographia Meridionalis*, Pelotas, v.3, n.1, p.86-103, 2017.
- [16] PAIXÃO, F.J.R.; ANDRADE, A.R.S.; AZEVEDO, C.A.V.; COSTA, T.L.; GUERRA, H.O.C. Ajuste da curva de infiltração por meio de diferentes modelos empíricos. *Pesquisa aplicada e Agrotecnologia*, Guarapuava, v.2, n.1, p.108-112, 2009.
- [17] PANACHUKI, E.; ALVES SOBRINHO, T.; VITORINO, A. C. T.; CARVALHO, D. F.; URCHEI, M. A. Avaliação da infiltração de água no solo, em sistema de integração agricultura-pecuária, com uso de infiltrômetro de aspersão portátil. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.28, n.1, p.129-137, 2006.

- [18] PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009.
- [19] PRUSKI, F.F.; VENDRAME, V.; OLIVEIRA, E.F.; BALBINO, L.C.; FERREIRA, P.A.; WERLANG, L.; CARVALHO, L.T. Infiltração da água num Latossolo Roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.32, n.1, p.77-84, 1997.
- [20] REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, p.289- 298, 1992.
- [21] SALES, L. E.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, M. S.; CURI, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.34, n.11, p.2091- 2095, 1999.
- [22] SANTOS, I. L. N.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M.; SANTOS, K. V.; OLIVEIRA, D. T. B.; SOUZA, L. G. Velocidade de infiltração da água no solo cultivado por milho doce com cobertura de crotalária. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v.10, n.5, p.925-934, 2016.
- [23] SANTOS, J. N.; PEREIRA, E. D. Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na subbacia do rio Maracanã-MA. *Cadernos de Pesquisa*, São Luís, v.20, n. especial, 2013.
- [24] SATO, J. H.; FIGUEIREDO, C. C. de; LEÃO, T. P.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageiras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 2, p. 189-193, 2012.
- [25] SILVA, J.R.I.; TORRES, J.C.R.; SILVA, J.E.; AMARAL, E.M.; SOUSA, R.M.S.; SOUZA, E.S. Avaliação da infiltração de água no solo com simulador de chuvas em área de pastagem, terra arada e caatinga. In: III REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016, Aracaju. *Anais... Aracaju*, 2016.
- [26] Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa -SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- [27] SOARES, W. A.; SILVA, S. R. da; LIMA, J. R. de S. Efeito da mudança do uso da terra nas características hidrodinâmicas do solo no semi-árido brasileiro. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, v. 15, n. 2, e2368, 2020.
- [28] TOMASINI, B.A.; VITORINO, A.C.T.; GARBIATE, M.V.; SOUZA, C.M.A.; SOBRINHO, T.A. Infiltração de água no solo em áreas cultivadas com Cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de colheita e modelos de ajustes de equações de infiltração. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1060-1070, 2010.

Capítulo 14

Caracterização dos plantéis de reprodutores utilizados na produção de peixes na Mesorregião Sudeste do Pará

Geciele Santos Cruz

Natália Bianca Caires Medeiros

Marcela Cristina Flexa do Amaral

Caio Vitor da Conceição Costa

Daralyns Borges Macedo

Marília Danyelle Nunes Rodrigues

Resumo: Neste estudo buscou-se caracterizar o perfil do plantel de reprodutores de peixes, reunindo informações sobre as práticas de manejo, origem e as espécies produzidas na região dos Carajás. Os laboratórios de alevinagem onde os dados foram levantados, localizam-se nos municípios de Tucumã, Xinguara, Breu Branco, Parauapebas e Marabá. Os dados coletados foram tabulados e submetidos à análise estatística descritiva. Em relação aos plantéis de reprodutores, em média seis espécies são produzidas, Tambaquí (*Colossoma macropomum*), Piau (*Leporinus obtusidens*), Curimatã (*Prochilodus spp*), Pirarucu (*Arapaima gigas*), Piabanha (*Brycon insignis*) e Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), num total de 651 matrizes, onde 83,33% dos produtores possuem ciência de sua origem. A frequência de reposição dos casais utilizados, 16,67% dos entrevistados afirmaram repor os plantéis a cada 2 ou 3 anos, 16,67% realizam reposição entre 4 e 5 anos, 16,67% adicionam durante todo o ano e 33,33% dividem-se entre os produtores que não fazem reposição e os que não adquirem por meio de compra, utilizando reprodutores do próprio empreendimento. As propriedades utilizam-se de três critérios para a seleção dos reprodutores: maior estímulo à ovulação e espermiacão, conformação das gônadas e o porte do animal. Quanto a densidade de estocagem, 16,67% responderam realizar diferenciação por espécie de peixe - um peixe/m² (redondo) e um peixe/10m² (carnívoro) - e 83,33% afirmam que não o fazem. Entretanto, 100% dos produtores entrevistados não possuem informações referentes a quantidade de lipídios e de energia comestível constituinte da ração ou alimento natural. O custo mensal com ração para os produtores nessas regiões (safra 2015/2016) foi em torno de R\$ 1.667,75 ao mês, representando um alto custo para o sistema produtivo. Contudo, foi observado que um maior número de informações técnicas, juntamente com o planejamento dos sistemas de rastreabilidade, são fatores importantes para piscicultura na região, que oportunizariam significativa melhoria dos plantéis de reprodutores, visto que alguns ajustes técnicos, científicos e boas indicações práticas de manejo são capazes de garantir maior desenvolvimento para a piscicultura na região.

Palavras-Chave: Matrizes, Piscicultura, Reprodução.

1. INTRODUÇÃO

A região Norte apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de aquicultura, principalmente pelo potencial hídrico (BRANCO, 2006). O estado do Pará, bem como, a região Amazônica, tem sido favorecido principalmente pelo crescimento na produção de peixes nativos, como é o caso do pirarucu, proporcionando condições promissoras para impulsionar a economia local (PAULA, 2015).

A piscicultura continental brasileira nos últimos anos tem enfrentado uma lenta transição, entretanto, tem sido contínua, evoluindo de um estado artesanal, baseado em baixos índices e pouco controle zootécnico e econômico, para uma atividade que vem se desenvolvendo com o objetivo de atingir grandes escalas comerciais (SCORVO FILHO *et al.*, 2004).

No sistema produtivo brasileiro de uma forma geral, é comum a obtenção de alevinos e reprodutores de pisciculturas de outras regiões do Brasil (BALTISSEROTTO, 2009). Porém, poucos são os estudos até então sobre as características dos plantéis de reprodutores, desconhecendo-se os vários passos do manejo reprodutivo e até mesmo a forma com que os cruzamentos são montados.

Apesar da grande importância das unidades produtoras de alevinos e dos plantéis de reprodutores para a cadeia produtiva da piscicultura em geral, e em especial das espécies nativas, os estudos disponíveis sobre a caracterização do manejo das matrizes destes empreendimentos são restritos e pontuais. Além disso, os dados existentes não podem ter seu uso generalizado, uma vez que, a utilização da tecnologia de produção em determinadas condições ambientais e econômicas (SCORVO FILHO *et al.*, 2004) são diferentes para cada região.

Neste contexto, o objetivo deste estudo baseia-se em caracterizar o perfil do plantel de reprodutores de peixes, reunindo informações sobre as práticas de manejo, origem e as espécies produzidas na região dos Carajás.

2. METODOLOGIA

2.1. OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES DOS PRODUTORES DE PEIXES

Para sistematizar a obtenção dos dados, buscou-se junto ao SEBRAE, EMATER, prefeituras e associações ou cooperativas de piscicultores do estado do Pará informações sobre os produtores, além de observações *in loco* e abordagens diretas em forma de entrevistas aos produtores, através da aplicação de questionários, elaborado com questões objetivas e subjetivas que visou levantar os dados de produção, como: origem, manejo dos reprodutores, além de informações relacionadas à ecologia alimentar de todo o plantel das unidades produtoras de alevinos. Os laboratórios de alevinagem onde os dados foram levantados, localizam-se nos municípios de Tucumã, Xinguara, Breu Branco, Parauapebas e Marabá.

2.2. ANÁLISE DOS DADOS

Após a coleta dos dados, estes foram analisados de forma individualizada por empreendimento, a fim de diagnosticar possíveis problemas inerentes de cada propriedade (GUERREIRO *et al.*, 2015). Os dados foram tabulados para posterior análise estatística por meio do software GraphPad Prism v.7.03.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa, cerca de 6 espécies de reprodutores são produzidas na Região dos Carajás (Tabela 1), sendo o Tambaqui (*Colossoma macropomum*), a espécie com o maior número de matrizes, condizendo com estudos realizados em outras regiões do estado (TROMBETA *et al.*, 2020) onde o tambaqui e o híbrido tambatinga (*C. macropomum* x *Piaractus brachypomum*), aparecem como as espécies mais produzidas.

Tabela 1. Espécies de peixes e quantidade de reprodutores utilizadas como reprodutores em pisciculturas da Região dos Carajás, Pará, safra 2015/2016

Espécies	Quantidade de reprodutores
Curimatã (<i>Prochilodus spp</i>)	24
Piau (<i>Leporinus obtusidens</i>)	123
Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>)	59
Piabanha (<i>Brycon insignis</i>)	70
Pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)	60
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	315

No total, a região estudada conta com 651 matrizes, onde 83,33% dos produtores possuem ciência de sua origem, ou seja, de onde os reprodutores estão sendo adquiridos. No entanto, em se tratando da frequência de reposição de matrizes, muitos produtores (33%) não fazem reposição e não adquirem por meio de compra, utilizando reprodutores do próprio empreendimento (Figura 1).

Figura 1. Frequência de reposição dos casais utilizados como reprodutores em pisciculturas da Região dos Carajás, Pará

Quanto a densidade de estocagem, os produtores demonstraram pouco conhecimento técnico, onde apenas 16,67% responderam realizar diferenciação por espécie de peixe - um peixe/m² (redondo) e um peixe/10m² (carnívoro). A grande maioria dos piscicultores (83,33%) afirmaram que não realizam nenhum tipo de diferenciação no momento de estocar os reprodutores nos tanques.

Verificou-se ainda, que as propriedades utilizam três critérios para a seleção de matrizes: maior estímulo à ovulação e espermição, conformação das gônadas (através de ultrassom nos peixes redondos) e o porte do animal. Este último, utilizado exclusivamente em propriedades que não adquirem seus animais externamente.

As informações do plantel de reprodutores juntamente com a tabulação dos dados garantem aos piscicultores a identificação de potenciais matrizes, além da idade em que se inicia a senescência reprodutiva e o peso em (kg), tais informações são decisivas para o descarte de reprodutores (GUERREIRO, 2012), informações estas que não foram citadas pelos produtores entrevistados.

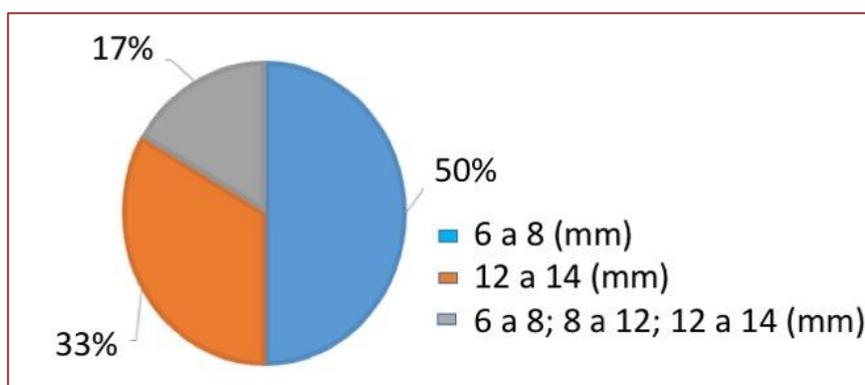
Além disso, o controle da biomassa de reprodutores é um ponto importante no empreendimento, sobretudo no monitoramento do manejo alimentar e o acompanhamento individualizado dos reprodutores (podendo ser por meio de “microchips”), que se inicia desde a entrada no plantel, dando segmento aos índices produtivos desses animais (como, número de desovas, produção de óvulos/ovos, qualidade seminal, taxas de fertilização, eclosão e sobrevivência das larvas, além da qualidade dos alevinos produzidos) (AMARAL *et al.*, 2019; GUERREIRO *et al.*, 2015).

Quanto a taxa de ração no período reprodutivo e fora deste período foram diferentes nas pisciculturas, onde em média as propriedades realizam arraçamento de 2,5 a 3% de biomassa em períodos não

reprodutivos, aumentando para 4 a 5% no período de reprodução. Na utilização de alguma dieta natural, 66,67% dos produtores não fazem uso da mesma, condizendo com os resultados encontrados em outras regiões do estado (TROMBETA *et al.*, 2020), que demonstraram que apenas 17% dos produtores alimentavam os peixes com ração. Evidenciando assim, que a utilização de alimentos alternativos reflete uma produção extensiva do setor, podendo prejudicar a qualidade da água e principalmente a qualidade do produto que é comercializado (FRACALOSSI e CYRINO, 2013).

Sobre a granulometria da ração, 50% utilizam rações de 6 a 8mm, e os demais utilizam de 12 a 14mm, ou os três tamanhos (6 a 8; 8 a 12; 12 a 14 (mm)) (Figura 2). Sobre o conhecimento quanto a porcentagem de proteína bruta das rações utilizadas, 16,67% dos produtores afirmaram utilizar ração com 40% de proteína bruta, 30% dos produtores afirmaram utilizar ração com 28% de proteína bruta, e os restantes não souberam informar. Entretanto, 100% dos produtores entrevistados não possuem informações referentes a quantidade de lipídios e de energia comestível contida na alimentação das matrizes.

Figura 2. Granulometria da ração (mm) utilizada para reprodutores na produção de peixes da Região dos Carajás



Quanto ao controle do arraçoamento, o qual deve ser preconizado segundo as boas práticas de manejo, visto que os gastos com ração representam boa parte dos custos da produção (GUERREIRO, *et al.*, 2015), os resultados deste trabalho demonstram que o custo mensal com ração para os produtores na região (safra 2015/2016) foi em torno de R\$ 1.667,75 ao mês, representando um alto custo para o sistema produtivo. Corroborando com dados obtidos em outras regiões do estado, onde a ração é um dos principais entraves da cadeia produtiva (TROMBETA *et al.*, 2020).

Foi possível observar que o número total de viveiros das propriedades é de 239, sendo 44% (106 viveiros) deste total utilizados para alevinagem e 56% (133 viveiros) empregados na estocagem de reprodutores e matrizes. Semelhantemente aos resultados de Trombeta *et al.* (2020), que demonstra que tanto o tamanho como a quantidade dos tanques, demonstram que a piscicultura ocupa pequenas áreas dentro das propriedades e que a maioria dos empreendimentos são classificados como de pequeno porte segundo a Resolução CONAMA n° 413/2009 (BRASIL, 2009).

4. CONCLUSÃO

Um maior número de informações técnicas, juntamente com o planejamento dos sistemas de rastreabilidade, são fatores importantes que oportunizariam significativa melhoria dos plantéis de reprodutores, visto que alguns ajustes técnicos, científicos e boas indicações práticas de manejo são capazes de garantir maior desenvolvimento para a piscicultura na região.

REFERÊNCIAS

- [1] AMARAL, M.C.F.; CAIRES, N.B.C.; RODRIGUES, M.; SOUSA, L. L.; JESUS, E. C.; HAMOY, I. H.; NUNES-RODRIGUES, M. D. Management and technological practices in Amazonian fish farms: A case study in the Southeast of Pará. *Aquaculture*, 507:183-189, 2019.
- [2] BALDISSEROTTO B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. *Ciência Rural*, 39: 291-299, Santa Maria, 2009.
- [3] BRANCO, O.E.A. 2006. Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-Hídrica.pdf>>. Acesso em 18 ago. 2016.
- [4] BRASIL. Resolução CONAMA nº413 de 26 de junho de 2009. Estabelece normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 30 jun. 2009. Seção 1, p.126-129.
- [5] FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira, 2013.
- [6] GUERREIRO, L. R. J. Custo de produção, análise econômica e gerencial em unidade de produção de alevinos de peixes reofílicos: Estudo de caso em Rondônia. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Porto Alegre, 2012.
- [7] GUERREIRO, L. R. J.; RODRIGUES, M. D. N.; MOREIRA, H. L. M.; STREIT JR, D. P. Characterization of unit producing fingerlings of Rio Grande of South, Brazil. *International Journal of Development Research*, v. 5, n. 6, p. 4720-4724, 2015.
- [8] PAULA, S.B. 2015. Panorama da Piscicultura no Brasil, com ênfase na Região Norte. Disponível em: <<http://www.bigal.com.br/eventos-detahes.php?cod=570>>. Acesso em 18 ago. 2016.
- [9] SCORVO-FILHO, J.D.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, L.M.S.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.; MERCADANTE, C.T.J. 2004. Desempenho do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* criado em tanques-rede e em viveiros. In: AQUÍMERC, 126, Vitória, 24-28 mai./2004. Anais... Espírito Santo: Associação Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática - AQUABIO, 2004.
- [10] TROMBETA, T. D.; SILVA, W. ZARZAR, C. A.; REIS, B. P. Caracterização produtiva e análise do ambiente institucional da piscicultura em Monte Alegre -Pará. *Brazilian Journal of Development*. Vol. 6 (2):5473-5497, 2020.

Capítulo 15

Agroindústria de frutas desidratadas: Implementação, processos e escolha do equipamento

Modesto Antonio Chaves

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo falamos sobre desidratação de frutas, apresentamos reflexões sobre o que se deve fazer no planejamento de uma agroindústria na área e mostramos os passos básicos para escolha do equipamento de secagem. O objetivo é apresentar um documento introdutório para servir de base, ou primeira leitura para aqueles que se propõem a intensificar estudos na área.

O tamanho da estrutura da agroindústria de desidratação de frutas irá variar segundo a expectativa produtiva e de vendas do empreendedor, e a forma com que será estruturado seu empreendimento. Entretanto, a parte tecnológica é um item importante, havendo possibilidade o empreendedor deverá dotar sua empresa de frutas desidratadas de todo o processo tecnológico disponível no mercado, principalmente no que se refere ao controle de estoques de matéria-prima, produtos industrializados, em condições de serem embalados e também de produtos embalados e prontos para comercialização, controle da área de fabricação, gestão administrativo-financeira, gestão comercial, enfim a gestão geral do negócio. O nível de automação não é tão expressivo. Isto porque o processo produtivo é bastante simples e pode ser manual. O ideal é que o empreendedor invista em automação visando dinamizar toda a sua área de industrialização, estocagem e para o controle da área administrativa, financeira, comercial e operacional.

O principal canal de distribuição de uma empresa de frutas desidratadas é a formação de pontos de vendas, como exemplo cita-se: supermercados (pequenos, médios e grandes), padarias, frutarias, mercearias, fornecimento para disposição em apartamentos de hotéis, dentre outros. Além desses pontos de apoio de distribuição, a empresa de frutas desidratadas também deverá atuar como ponto de venda direta, tanto em seu próprio local de fabricação quanto a vendas via telefone com entregas em domicílio.

A divulgação de uma empresa de industrialização de frutas desidratadas deverá seguir os conceitos tradicionais de divulgação existentes no mercado, via os meios de comunicação como, por exemplo: televisão, rádio, outdoors, internet, jornais e revistas especializadas.

No entanto a divulgação via meios de comunicação tradicionais, apresentam em sua grande maioria custo bastante expressivo, por isso, o empresário deverá se esforçar ao máximo para colocar sua empresa na maior quantidade de pontos de distribuição possíveis (supermercados, mercearias, padarias, quitandas, dentre outros). Além, é claro, de não dispensar alguns meios de comunicação tradicionais, por exemplo, outdoor, folders e rádio.

O empresário da área de industrialização de frutas desidratadas deve estar sempre atento ao processo de vincular o seu produto à saúde de seus consumidores, exaltando sempre a qualidade na produção e a pureza de seu produto e ainda o fato de estar atuando rigorosamente dentro das normas requeridas para esse segmento.

A agroindustrialização é uma alternativa para a agricultura familiar transformar sua produção, visando, sobretudo, a agregação de valor em sua matéria-prima, diminuindo a dependência do setor essencialmente primário. O sucesso desta alternativa depende muito do grau de comprometimento e conhecimento do produtor diante desta nova realidade.

Depois de organizados os recursos necessários, como (matéria prima, mão de obra e máquinas), torna-se necessário o controle para execução da produção (CAXITO, 2008). Deve-se sempre verificar se a produção se encontra de acordo os objetivos inicialmente planejados. Caso haja algum desvio do planejado, é imprescindível a tomada de ações, para que o trabalho volte à normalidade, isto é, ao controlar a produção, é possível corrigir desvios e, também, identificar melhorias (PEINADO; GRAEML, 2007).

O Brasil é um grande produtor de frutos tropicais consumidos e apreciados em todo o mundo, sendo que muitos são exóticos e poucos conhecidos e que representam grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos (FREITAS, 2017).

Após a colheita, as frutas sofrem alterações físico-químicas e bioquímicas que aceleram sua atividade metabólica provocando perdas de massa e do valor nutricional, além de modificações na textura, na cor e na aparência. A colheita e transporte inadequados, e embalagens impróprias também contribuem para essas perdas (CENCI; SOARES; FREIRE JUNIOR, 1997). Nas últimas duas décadas novas tecnologias de processamento de produtos agrícolas foram introduzidas com a possibilidade de evitar desperdícios desses frutos perecíveis. A desidratação é um exemplo dessas tecnologias, pois aumenta a vida útil desses produtos, devido à redução da atividade de água, inibindo o crescimento microbiano e as reações químicas. Além disso, produtos desidratados são alternativos para desenvolvimento de novos produtos com valor agregado, de fácil acondicionamento, transporte e manuseio (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-

MERCADO, 1996). Outra vantagem é que o produto desidratado não requer refrigeração em seu armazenamento e distribuição o que reduz custos de produção.

Segundo Gonçalves (2015), a desidratação é o método mais antigo de preservação dos alimentos, os primeiros povos desidratavam ervas, frutas, raízes e carnes por meio da energia solar, para garantir o alimento em períodos de escassez como invernos rigorosos, a desidratação configurava-se como vantagem devido a redução de massa para transportar durante as viagens. Os Fenícios e outros povos pescadores desidratavam suas presas ao ar, os Chineses secavam folhas de chá ao sol, os Egípcios desidratavam diversos alimentos. O autor menciona ainda que os índios dos Andes no século XIII, utilizaram técnicas de desidratação semelhantes a liofilização, eles conservaram batatas mergulhando-as na água e após pondo-as secar em altitudes elevadas e expostas ao sol.

A desidratação é uma técnica simples para conservação de alimentos e de custo inicial de implantação relativamente baixo, que pode ser aplicada a uma grande variedade de frutas e hortaliças, permitindo, com isso, aproveitar o excedente da produção agrícola, muitas vezes concentrada em determinadas épocas do ano.

Um dos fatos mais marcantes da história do processo de secagem, ocorreu em 1795 na França, quando a primeira máquina para desidratar frutas e vegetais de forma artificial foi construída. Entretanto o uso da desidratação de forma significativa só ocorreu durante a primeira Guerra Mundial, devido a necessidade de alimentos para suprir as vastas tropas na guerra. Muitos alimentos passam pela secagem para serem conservados, entretanto existem aqueles que passam pelo processo para adquirir novos sabores refinados, como é exemplo, do tomate seco (DE OLIVEIRA; SOARES; FERNANDES; DOS SANTOS, 2014).

A água está, em maior ou menor grau, presente em praticamente todos os grupos de alimentos. Alguns microrganismos também estão presentes em todos os alimentos e tendem a se multiplicar quando encontram umidade e calor. Esse fenômeno causa a deterioração. Se a água do alimento for suficientemente retirada, esses microrganismos não poderão se desenvolver, e o produto estará livre de contaminação. Tanto a desidratação quanto a secagem referem-se a um sistema de remoção de água por intermédio de um processo que, em geral, segue regras bastante simples. Em resumo, o aumento da temperatura do produto a ser desidratado força a evaporação da água, enquanto a circulação do ar remove a umidade evaporada.

Atualmente, são necessárias técnicas modernas que reduzam custos, aumentem a produtividade, agreguem valores aos produtos agrícolas e promovam o desenvolvimento da agroindústria. A desidratação ou secagem de alimentos é uma técnica que está crescendo a cada dia e, atualmente, é comum encontrarmos produtos formulados com desidratados em todos os tipos de mercados e supermercados.

Algumas vantagens da desidratação de frutas e hortaliças são a diminuição em cerca de 10 a 15% do peso original, no caso de frutas, e 6 a 8% no caso de hortaliças; diminuição do espaço em volume, diminuindo a quantidade de material de embalagem necessário por unidade do alimento; não necessidade de refrigeração durante o transporte ou armazenamento, como é o caso dos produtos frescos ou congelados; aumento do tempo de preservação devido à diminuição do teor de água disponível; conservação do valor nutritivo; dentre outros.

O consumo desse tipo de alimento é comum entre pessoas de todas as idades e classes sociais. Nos últimos anos pudemos observar seu aumento, fazendo com que esse mercado tenha grande potencial de crescimento, também por ser muito pouco explorado empresarialmente no Brasil. Em função disso tudo, muitos trabalhos com desidratação de alimentos estão sendo realizados, despontando como excelente alternativa para a redução das perdas na agricultura e como fonte de renda alternativa para produtores.

Segundo Machado et al (2012), vários fatores que têm impulsionado o consumo de frutas desidratadas e destacado seus benefícios e/ou vantagens relacionam-se a demanda crescente dos consumidores por produtos de rápida e prática preparação e consumo. Aliado a isto, está o fato de muitos consumidores apresentarem certa resistência ao uso de conservantes químicos, o que dá melhor visibilidade aos processos de desidratação que auxiliam no aumento da vida de prateleira dos produtos. Esses produtos ainda se apresentam como compactos e fáceis de manipular e transportar, possuindo ainda um valor nutricional concentrado, uma vez que ocorre a retirada da água do produto, essa retirada de água ainda reduz o desenvolvimento microbológico e com isso aumenta a estabilidade do produto durante os procedimentos de armazenamento.

Para Furtado (2011), a desidratação é a forma que garante a melhor conservação de frutas, o processamento de frutas desidratadas agrega valor ao produto, reduzindo outros custos operacionais.

Segundo este autor o mercado nacional ainda é restrito, concentrando-se nos grandes centros urbanos, onde a demanda se encontra nas classes de maior poder aquisitivo, entretanto existem uma perspectiva em comum entre os autores, de crescimento deste segmento nos próximos anos. A comercialização das frutas processadas acompanha o ritmo da produção e comercialização das frutas frescas, sendo a agroindústria um dos segmentos mais dinâmicos da economia brasileira, responsável por parte significativa das exportações e geração de empregos do país.

1.1. ESPECIFICAÇÕES E LEGISLAÇÃO

O procedimento de produção de frutas desidratadas e as instalações para este tipo de atividade, devem seguir diversas especificações técnicas para garantir o cumprimento da legislação, tanto nos termos sanitários, trabalhistas de maneira geral, bem como as normativas específicas para este tipo de atividade.

O SEBRAE citado por Brainer et. al. (2008), conceitua diversas normativas técnicas para as atividades envolvidas em Negócios de Frutas Desidratadas, dentre elas pode se destacar as citadas abaixo:

- ✓ **ABNT NBR 15635: 2015** - Serviços de Alimentação - Requisitos de boas práticas higiênico-sanitárias e controles operacionais essenciais;
- ✓ **ABNT NBR ISO 22000: 2006** - Versão Corrigida:2006 - Sistemas de gestão da segurança de alimentos - Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos;
- ✓ **ABNT ISO/TS 22004: 2006** - Sistemas de gestão da segurança de alimentos - Guia de aplicação da ABNT NBR ISO 22000:2006;
- ✓ **ABNT ISO/TS 22002-1: 2012** Versão Corrigida 2:2013 - Programa de pré-requisitos na segurança de alimentos - Parte 1: Processamento industrial de alimentos;
- ✓ **ABNT NBR 15842: 2010** - Qualidade de serviço para pequeno comércio - Requisitos gerais;
- ✓ **ABNT NBR 12693: 2013** - Sistemas de proteção por extintores de incêndio;
- ✓ **ABNT NBR 5410: 2004** Versão Corrigida: 2008 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- ✓ **ABNT NBR ISO IEC 8995-1: 2013** - Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior;
- ✓ **ABNT NBR 5419-1: 2015** - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais;
- ✓ **ABNT NBR 5419-2: 2015** - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco;
- ✓ **ABNT NBR 5419-3: 2015** - Proteção contra descargas atmosféricas -Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- ✓ **ABNT NBR 5419-4: 2015** - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;
- ✓ **ABNT NBR IEC 60839-1-1: 2010** - Sistemas de alarme - Parte 1: Requisitos gerais - Seção 1: Geral;
- ✓ **ABNT NBR 5626: 1998** - Instalação predial de água fria.

2. ESTUDOS PRELIMINARES

O correto planejamento de uma agroindústria prevê um amplo estudo de mercado para se definir a área de abrangência do empreendimento com uma indústria de frutas desidratadas não é diferente. Podem ser utilizadas pesquisas de mercado com o intuito de identificar possíveis potencialidades e fraquezas dos produtos que se desejam industrializar.

É muito importante saber quais são os atuais fornecedores de matéria-prima com o objetivo de tentar estimar os custos de produção e, conseqüentemente, identificar se o preço do produto será competitivo.

O sucesso de um empreendimento agroindustrial, assim como em outros setores, depende da organização da cadeia produtiva. O bom funcionamento de uma indústria de frutas desidratadas depende dos três setores produtivos, a saber: setor primário, setor secundário e setor terciário. Afinal, a produção depende

da disponibilidade de matéria-prima, da disponibilidade de insumos de outras indústrias e de uma rede de serviços bem estruturada proveniente do setor terciário.

A indústria de alimentos possui uma dependência inquestionável do setor primário, já que a matéria-prima básica vem do campo e esses materiais deverão ser fornecidos em quantidade e qualidade adequadas e com um baixo custo a fim de justificar o funcionamento da atividade industrial.

O setor secundário também exerce uma grande influência no funcionamento dessa agroindústria, pois alguns insumos básicos provêm de outras fábricas como, por exemplo, o fornecimento de embalagens de vidro, papelão, PET, entre outros. Reforçando a dependência da organização da cadeia produtiva, o setor terciário fornece serviços essenciais ao funcionamento da agroindústria como serviço de transporte de cargas, fornecimento de mão-de-obra terceirizada, coleta de resíduos sólidos, além de ser a responsável pela comercialização dos produtos elaborados pela unidade (supermercados e casas atacadistas).

Considerações sobre local de construção da indústria, disponibilidade de água, forma de eliminação dos resíduos, condições de escoamento de produção, proximidade e características de mercado devem ser cuidadosamente analisadas.

É importante também sabermos sobre as orientações que devemos seguir para a construção de paredes, portas, janelas, teto e piso. As paredes, portas, janelas e teto constituem elementos básicos de qualquer edificação, porém quando tratamos de uma indústria de alimentos a construção desses elementos devem seguir algumas recomendações técnicas conforme a legislação específica. Deve-se atentar para as questões de higiene nas bancadas e equipamentos a serem usados bem como em vestimentas e utensílios.

Deve-se estar atento que o ar ambiente da agroindústria deve ser renovado continuamente nas áreas de processamento. Na prática, sabe-se que a ventilação natural pode ser eficaz em algumas agroindústrias de pequeno porte, entretanto, devido à complexidade das indústrias que possuem equipamentos geradores de calor e/ou vapor, recomenda-se fazer uso da ventilação artificial com o objetivo de reduzir o calor e eliminar o ar úmido. Tecnicamente sabe-se que o ar insuflado ou comprimido que entra na área de processamento deverá ser seco, filtrado e limpo. Em áreas refrigeradas da agroindústria, o ar é renovado automaticamente pelo sistema de refrigeração central ou pelo ar-condicionado.

O aspecto de projeto de posicionamento e tipo das janelas é outro aspecto muito importante a ser considerado. A iluminação artificial deverá ser projetada adequadamente. As lâmpadas deverão ser posicionadas sobre as linhas de produção, entretanto, deverão conter dispositivos de segurança contra explosão ou quedas acidentais. As áreas externas necessitam ser iluminadas, porém, é importante tomar o cuidado de posicionar as lâmpadas longe das portas para evitar a atração de insetos. As instalações elétricas deverão ser isoladas, minimizando os riscos de curto-circuito e facilitando a limpeza. Os cabos com fios elétricos que não estiverem contidos em tubos vedados necessitam ser protegidos com placas que permitam a ventilação e limpeza. Deverão ainda ser observadas as normas de segurança para evitar sobrecargas da rede elétrica e o contato com a água ou umidade. As instalações hidráulicas poderão ser visíveis para facilitar a instalação e manutenção. Entretanto, os materiais empregados deverão ser resistentes com as tubulações bem dimensionadas para atender às necessidades do processamento.

O registro formal da atividade de industrialização de alimentos é imprescindível para o funcionamento da agroindústria, devendo os responsáveis legais pela empresa legalizar a atividade junto aos órgãos competentes de vigilância sanitária.

Um dos requisitos para registrar a indústria é constituir pessoa jurídica, pois se trata de uma atividade de natureza industrial e, como tal, está sujeita à incidência de Imposto sobre Produto Industrializado (IPI), devendo constar, no objetivo do Contrato Social, a atividade a ser desenvolvida, conforme classificação do estabelecimento.

A manutenção é outro aspecto a ser pensado de forma preliminar e após a implementação da indústria. De uma maneira geral, podemos dizer que manutenção das instalações é um conjunto de atividades aplicadas às instalações físicas e equipamentos com o intuito de preservá-las em um estado na qual ela possa desempenhar as funções para as quais foi projetada. Em outras palavras, a edificação e os respectivos equipamentos da agroindústria precisam estar funcionando perfeitamente para garantir a produção, afinal, falhas nos equipamentos podem representar desde simples prejuízos nos lucros, com a parada de produção, como também incalculáveis danos ambientais, com o vazamento de produtos tóxicos, explosões provocando ferimentos e morte de colaboradores e contaminações, dos tipos mais diversos, nos alimentos. Atualmente, mais do que apenas um simples programa de manutenção industrial, deve-se pensar sobre um sistema de gestão da manutenção, tendo em vista que a cada período de tempo, são geradas dezenas de ocorrências no sistema de registro da área de manutenção da empresa como quebra

de equipamentos, ordem de serviço, materiais requisitados etc. Nas instalações industriais, as paradas para manutenção constituem uma preocupação constante para a programação da produção. Se as paradas não forem previstas, poderão ocorrer vários problemas na agroindústria tais como atrasos no cronograma de produção, indisponibilidade de equipamentos, acidentes de trabalho etc. Para evitar esses transtornos, deve-se introduzir o planejamento e a programação da manutenção.

Para a concepção, o dimensionamento e a definição da capacidade produtiva da agroindústria, devem ser observados fatores como disponibilidade de infraestrutura, dimensionamento do mercado, disponibilidade de capital, terra, mão de obra e matéria-prima e, principalmente, interesse e aptidão do agricultor. Para tal, é fundamental definir o planejamento e o cronograma de implementação da agroindústria.

Uma pergunta norteadora de fundamental importância deve ser feita em relação ao mercado: “Existe mercado, ou melhor, existem compradores para o produto visado?” Uma resposta positiva ressalta a relevância do estudo ou da caracterização do mercado até mesmo para elaborar os objetivos e as metas.

O atendimento da legislação sanitária se dá mediante licença sanitária junto aos órgãos públicos de inspeção, fiscalização e vigilância sanitária. O licenciamento sanitário de produtos de origem vegetal, no Brasil, é obtido no Ministério da Saúde.

A licença ambiental é obrigatória para a agroindústria, e deve ser obtida antes de se iniciar a implantação desta ou qualquer atividade que possa poluir ou degradar o meio ambiente. O licenciamento é obtido no Ministério do Meio Ambiente

A planta da construção da agroindústria também auxilia na visualização do posicionamento dos equipamentos, de forma a permitir um layout, ou seja, o plano de sequência de sua localização, de forma que não ocorra contaminação cruzada dos alimentos em elaboração.

A descrição das instalações sanitárias no projeto visa a facilitar a higiene pessoal, a fim de que os manipuladores não contaminem os alimentos por falta de higiene das mãos e por falta de asseio corporal. As facilidades proporcionadas devem incluir pias para a lavagem das mãos, com torneiras de fechamento automático nos banheiros, separados das áreas de produção, e nas áreas de processamento.

Com relação à mão de obra, é necessário especificar quais pessoas serão envolvidas no trabalho da agroindústria, que tipo de relação trabalhista cada uma terá, quanto estará diretamente envolvida no processo produtivo, e quais serão a remuneração e os benefícios estabelecidos pelas leis trabalhistas no caso de mão de obra contratada, levando-se tudo isso em conta nos custos fixos do projeto. Serão necessariamente previstos, além disso, treinamentos específicos para as pessoas que forem trabalhar dentro da agroindústria, bem como nas áreas de comercialização.

O estudo de viabilidade, e fundamental e, de acordo com Santana e Pandolfi (2020), tem três objetivos básicos: (i) identificar e fortalecer as condições necessárias para que o projeto tenha êxito; (ii) identificar e tentar neutralizar os fatores que possam dificultar o êxito do projeto; e (iii) permitir que todos os participantes conheçam a fundo o projeto que estão por iniciar, comprometendo-se com suas exigências e implicações.

O estudo da viabilidade do projeto possibilita que aos empreendedores que construam individual ou coletivamente alternativas de desenvolvimento em bases sustentáveis, sem se aterem exclusivamente à análise econômica e técnica, mas levando em consideração os aspectos social, cultural e ambiental do grupo e da região.

O detalhamento do projeto da agroindústria e a análise da cadeia produtiva, com o auxílio de quadros e tabelas, ensinam aos empreendedores a apreensão de todos os passos necessários para conhecerem a viabilidade econômica e financeira da agroindústria, propiciando-lhes incluir outros elementos, e não restringir o exercício apenas ao retorno econômico do projeto

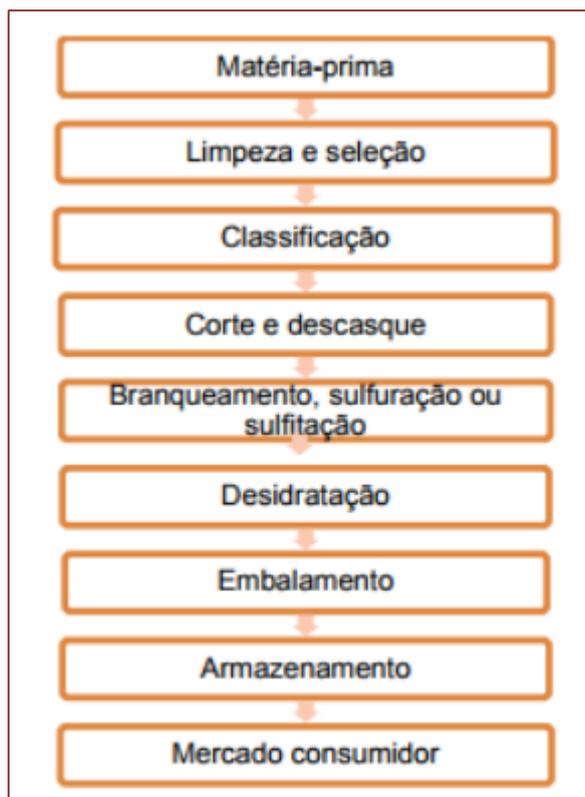
Deve-se, ainda que preliminarmente, levar em consideração a necessidade de uma marca. Segundo Cameira (2020), a marca nasce, em geral, não como tal, mas como um produto/serviço novo e único, construído a partir de uma habilidade específica de uma organização, cujas características são diferentes daquelas da concorrência e pertinentes em relação às expectativas de um determinado público-alvo. Uma consulta de marca é necessária para verificar a disponibilidade daquela que se deseja adotar.

3. PROCEDIMENTOS

A produção de frutas desidratadas, envolve diversos procedimentos e etapas que iniciam desde o momento da escolha das frutas para o processamento, passando pela higienização, redução de tamanho quando necessário, até chegar a secagem, realizada por diferentes procedimentos a depender do tipo de produto e da finalidade, até chegar a forma de embalagem e armazenamento. Visando demonstrar de forma genérica como estas etapas ocorrem, seguem-se os subitens desta secção.

Genericamente o processamento das frutas desidratadas segue o fluxo apresentado na Figura 01.

Figura 1: Fluxo de processamento de frutas desidratadas



Adaptado de Fonseca, 2019

3.1. MATÉRIA PRIMA

A qualidade do produto seco depende da qualidade da matéria-prima utilizada. Uma boa prática de processamento pode dar um produto de boa qualidade a partir de frutas frescas de boa qualidade. No entanto, o processamento não pode melhorar a má qualidade das frutas frescas. Altos padrões de limpeza, controle de qualidade e cuidados são necessários em todas as etapas, do produtor ao consumidor.

Segundo Fonseca (2019), recomenda-se que as frutas que serão desidratadas sejam coletadas em seu estado ótimo de maturação para não se apresentarem descoradas, com baixo sabor e/ ou baixa doçura. Frutas como as peras e bananas, por exemplo, podem ser colhidas no início da maturação e terminar o processo no frio. O importante é que as frutas sejam selecionadas a fim de apresentarem cor escura e sabor de fruta passa após o processo de desidratação.

Deve-se levar em conta os requisitos dos compradores desde o início, caso contrário, pode não ser possível vender os produtos que estão sendo produzidos. Eles farão avaliações de rotina e verificações na qualidade do produto para garantir que as normas comerciais locais e, se para exportação, sejam devidamente atendidas, ao mesmo tempo em que, o mais importante, alcançarão a satisfação do consumidor. Afinal, é o consumidor que, em última análise, precisa estar satisfeito com os produtos, caso contrário, não há vendas.

Existem muitas variações nos locais de produção aos produtos vegetais destinados a desidratação, existem locais que utilizam os produtos inadequados para consumo in natura para esta finalidade e outros onde o produto é produzido sendo destinado diretamente para a desidratação.

A seleção segundo Dias et.al.(2021),(DIAS; DE FREITAS; VINHA; DO NASCIMENTO, 2021) deve ser realizada em mesas, travessas e esteiras limpas localizadas em locais bem iluminados, as frutas devem ser analisadas e selecionadas, retirando as defeituosas, machucadas, podres e frutas imaturas, os procedimentos de seleção devem ser realizados durante todo o processo. São utilizados critérios semelhantes para a classificação.

Portanto, deve-se selecionar frutas de alta qualidade e totalmente maduras e descartar qualquer fruta com decomposição, hematomas ou mofo. Lavar e limpar completamente as frutas para remover a sujeira. Corte os alimentos em fatias de tamanho apropriado. Quanto maior o teor de água, maior o tamanho da fatia deve ser. Pequenas fatias de alimentos de alta umidade desapareceriam quando toda a umidade evaporasse.

3.2. LIMPEZA

Para Dias et. al. (2021), a pré-limpeza ou pré-lavagem é realizada com água após as frutas chegarem do campo, com objetivo de retirar impurezas vindas do campo, como terra, talos, folhas, entre outros. Esse procedimento auxilia na redução da temperatura das frutas, a pré-lavagem pode ser realizada em tanques, onde as frutas são imersas ou em mesas com dispersores de água tipo chuveiro, ou por outros equipamentos e procedimentos adaptáveis.

Após a seleção e classificação (quando está for realizada), realiza-se outra lavagem com água corrente ou com uso de banhos de ácido peracético para reduzir a carga microbiana

A lavagem tem como função dar um repasse, ou seja, eliminar aquelas sujeiras que não foram retiradas na pré-lavagem, além de diminuir ou eliminar a carga microbiana, a lavagem pode ser realizada de diversas maneiras destacando-se a lavagem por imersão, lavagem por imersão com agitação, nestes dois tipos as frutas são imersas em tanques separados com detergente (lavagem), água limpa (enxágue) e sanitizantes (sanitização) e o último tipo é a lavagem por jatos de água, onde as frutas se encontram em esteiras, recebendo jatos separados de água com detergente, água limpa e por fim sanitizantes, pode-se também utilizar combinações entre estes métodos. O sanitizante pode ser Hipoclorito de Sódio (NaClO) ou similares (DIAS; SASSI; MOREIRA; DE PAIVA *et al.*, 2021).

3.3. DESCASCAMENTO

Existem diversos processos que podem ser empregados no descascamento e que irão variar em função do tipo de fruta e da finalidade, sendo que existem casos onde a casca é mantida (ALMEIDA; MARTINS, 2022; BATISTA; SANCHES; SAKANAKA; NICOLETI, 2021).

Esta etapa pode ser realizada por 4 métodos principais:

- ✓ **Método Manual:** Utilização de facas, o que pode gerar desperdício de frutas, ou por fricção após pré-tratamento com água quente;
- ✓ **Método Mecânico:** Descascamento baseado na retirada da pele por meio de equipamento que giram a fruta e uma faca apoiada retira a casca de forma relativamente regular, pode-se empregar também a raspagem da pele por meios abrasivos, utilizando-se equipamentos como um cilindro vertical;
- ✓ **Método Físico:** Emprego de calor seco, calor úmido e frio. Para frutas o mais usual é o calor úmido, onde as frutas são submetidas a vapor ou mergulhadas em água quente (acima de 100°C), por cerca de 5 min ou até que a pele da fruta se desprenda, sendo retirada facilmente com as mãos;
- ✓ **Método Químico:** Utilização de substâncias químicas, sendo o método mais utilizado a lixiviação, constituída de solução de soda cáustica e água quente, onde a fruta entra em contato com esta solução por um determinado tempo, a depender da textura e grau de maturação da fruta.

3.4. CORTE

O corte é uma etapa essencial para algumas frutas, entretanto existem aquelas na qual ele é dispensado, em geral o corte é realizado cortando as frutas em cubos, rodela, fatias, metades, tiras ou fruta inteira, de acordo com a forma que se deseja apresentar o produto, a manipulação deve ser realizada em ambiente limpo, retirando-se sementes e caroços das frutas. O corte também melhora a circulação de ar entre os pedaços, maximizando o processo de secagem, devido a saída de vapor de água do interior das frutas,

fazendo as frutas secarem em um período menor de tempo (BATISTA; SANCHES; SAKANAKA; NICOLETI, 2021; BRAINER; CARNEIRO; SANTOS; SOUZA *et al.*, 2008; CARRASCO CARRASCO, 2022; CLARK, 2022).

O tamanho dos pedaços após o corte devem ser o mais uniformes possíveis para que a secagem também ocorra de forma uniforme, quando ocorre desuniformidade no tamanho do corte, pedaços que passaram pelo menos processo e período de secagem podem apresentar frutos secos e frutos parcialmente secos, o que pode favorecer o desenvolvimento de microorganismos quando os alimentos são embalados. Em geral as frutas não cortadas necessitam de maiores períodos de secagem (ARCHANJO; VEGGI ; CARRASCO CARRASCO, 2022; COSTA, 2021; DE SOUSA PINTO, 2021; DE SOUZA SILVA; PEDRO, 2018; MACHADO; SOUZA; JUNQUEIRA; SARAIVA *et al.*, 2012).

3.5. BRANQUEAMENTO

O branqueamento é o procedimento onde se realiza o aquecimento dos vegetais crus por um curto período, cerca de 5 minutos em água normalmente acima de 90°C, pode-se empregar também o vapor de água. Este procedimento dissolve muitas vitaminas, açúcares e outros sólidos solúveis, sendo recomendada a realização por vapor para minimizar tais perdas. Recomenda-se esta prática para reduzir a carga microbiana ao máximo possível, tomando-se medidas sanitárias nos procedimentos seguintes a fim de evitar a recontaminação (DE OLIVEIRA; SOARES; FERNANDES; DOS SANTOS, 2014; DIAS; DE FREITAS; VINHA; DO NASCIMENTO, 2021; MORAIS; NETO; DE SOUZA COSTA; PEREIRA *et al.*, 2021).

As finalidades do branqueamento são a inativação de enzimas que podem causar amolecimento, escurecimento da fruta, eliminação de odores e sabores desagradáveis, e fixar a coloração de alguns produtos.

O processo de branqueamento melhora estabilidade da composição do produto durante os posteriores processos de secagem, pode também além de fixar a coloração intensificar a tonalidade da mesma dentre outras vantagens (DE FRANÇA SOUSA; DA SILVA; SILVEIRA).

Destacam três métodos principais:

- ✓ **Branqueamento com Água Quente:** Consiste na imersão das frutas em água de 70°C a 100°C por cerca de 2 a 5 minutos ou até elas se tornarem macias, a depender do objetivo, em seguida realiza-se um resfriamento rápido com água fria para interromper o tratamento a fim de evitar o aquecimento prolongado do produto;
- ✓ **Branqueamento com Vapor:** As frutas ficam em contato com o vapor por alguns minutos tendo a mesma finalidade do uso da água quente;
- ✓ **Branqueamento Químico:** É o método mais recomendado para as frutas, podendo-se utilizar soluções de água com substâncias químicas, como ácido cítrico que é o mais largamente utilizado devido ao baixo custo. Outras possibilidades são a sulfitação pelo uso de bissulfito de sódio, e a sulfuração realizada por meio da queima de enxofre.

3.6. OUTROS PRÉ-TRATAMENTOS

O pré-tratamento de frutas de cor clara antes da secagem é importante para a qualidade e segurança do produto. A imersão da fruta fatiada em uma solução ácida preserva a cor e textura das frutas secas, e aumenta a destruição de bactérias potencialmente prejudiciais durante a secagem. Entre outros pré-tratamentos citamos as soluções ácidas sendo as principais o ácido ascórbico, ácido ascórbico. Muitas vezes esse pré-tratamento podem ser substituídos pode-se, por exemplo, usar suco de limão

Pré-tratamento osmótico: Tem-se tornado bastante usual o pré-tratamento osmótico (ou impregnação ou saturação) são obtidos produtos de umidade intermediária ou ainda aqueles onde se aplicam tratamentos como secagem, congelamento ou embalagem como tratamento final visando sua maior conservação. Suas principais vantagens são a redução de perdas de características sensoriais do alimento acompanhada de melhora na textura, aumento da estabilidade de pigmentos, modificação na proporção de açúcares/acidez e ganho de processamento por redução de gasto de energia em tratamentos finais. Ainda, ocorre a diminuição da umidade, dos custos com embalagem e transporte (GOMES; PAULO; VEBBER; DANTAS *et al.*, 2019). Além disso, esta etapa como pré-processamento ajuda a diminuir a quantidade de energia gasta nas etapas que seguem à desidratação osmótica (EGEA; LOBATO, 2014)

Evaporação: A evaporação consiste em concentrar os alimentos líquidos por ebulição, aumentando a concentração dos sólidos totais e reduzindo a atividade de água. Evaporar um alimento líquido traz várias vantagens, como redução do peso e volume desses alimentos, facilitando e barateando os custos de transporte, armazenamento e distribuição; ao concentrar o alimento líquido antes da aplicação de outras operações, como desidratação, congelamento e esterilização, facilita-se o processamento e obtém-se considerável economia de energia

4. ESCOLHA DO SECADOR

Para Kopf (2008), os processos de secagem se dividem em dois tipos principais: Secagem Natural e Secagem Artificial, o primeiro se refere a secagem ao sol e o segundo quando o alimento é distribuído sobre bandejas e colocados em equipamentos chamados secadores ou desidratadores, a vantagem da secagem artificial consiste na independência de condições ambientais, além de ser mais rápida e favorecer a padronização dos produtos.

Para Santos et.al (2010), a cinética de secagem é um assunto vastamente coberto pela literatura para diferentes produtos, demonstrando as variáveis como a temperatura e a velocidade do ar de secagem.

A velocidade de secagem é influenciada por estes fatores e segundo Roy et.al. (2022), a secagem é genericamente caracterizada por três períodos, sendo o primeiro onde ocorre um aumento gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água, a segundo onde as elevações se equivalem, o calor fornecido é igual a massa de água extraída (água se comporta como água livre) e por fim o período de secagem decrescente, onde a água na superfície do produto diminui e as taxas não se equivalem, se fornece muito calor e se retira pouca massa de água.

Existem muitas possibilidades de procedimentos de secagem que podem ser empregados, citados em diversos trabalhos desde a secagem convencional em fornos e estufas, secagem por convecção forçada, liofilização, pulsos de vácuo, microondas (SANTOS, 2021), pré-tratamento osmótico (DE SOUZA; CHAVES; BONOMO; SOARES *et al.*, 2009). Além disso, alguns dos procedimentos servem de pré-desidratação.

O maior valor agregado de frutas secas e produtos vegetais, comparados, por exemplo, às culturas de cereais, pode justificar o maior investimento de capital em um secador a combustível ou secador elétrico e os custos operacionais extras para o combustível ou eletricidade. Esses tipos de secador permitem taxas de secagem mais altas e maior controle sobre as condições de secagem do que a secagem solar ou a secagem ao sol e, portanto, podem resultar em uma maior qualidade do produto. No entanto, é necessário fazer uma avaliação cuidadosa do aumento esperado da receita de produtos de melhor qualidade em comparação com as despesas adicionais, para garantir que esse tipo de secador seja rentável.

A secagem solar só é possível em áreas onde, em um ano com valores climáticos médios, o clima permita que as frutas sejam totalmente secas imediatamente após a colheita. As principais vantagens da secagem solar são o baixo capital e os custos operacionais e o fato de que pouca expertise é necessária.

Os principais problemas com este método são os seguintes:

- Contaminação, roubo ou dano por aves, ratos ou insetos
- Secagem lenta ou intermitente e sem proteção contra chuva ou orvalho que molha o produto, incentiva o crescimento de mofo e pode resultar em um teor de umidade final relativamente alto
- Baixa e variável qualidade dos produtos devido à sobresecagem ou subsecagem
- Grandes áreas de terra necessárias para as camadas finas de alimentos
- Trabalhoso porque a cultura deve ser virada, movida se chover e os animais devem ser mantidos afastados
- A exposição direta à luz solar reduz a qualidade (conteúdo de cor e vitamina) de algumas frutas e vegetais verdes.

A qualidade dos alimentos secos ao sol pode ser melhorada reduzindo o tamanho das peças para obter secagem mais rápida e secando em plataformas elevadas, cobertas com tecidos ou redes para proteger contra animais e insetos.

A secagem solar tem sido estudada em detalhes por cientistas de muitos países por muitos anos, mas ainda não é amplamente utilizada comercialmente.

Não é nosso objetivo, nesse capítulo, discutir os processos que ocorrem em cada um dos tipos de secadores e processos de secagem. Entretanto, o método convencional ainda é tido como padrão e um dos mais empregados, consistindo na secagem por meio de estufas de circulação de ar. Porém, cabe até pela pouca literatura sobre o tema, a discussão sobre a escolha do secador.

A seleção de equipamentos para a secagem de produtos alimentícios e ingredientes permanece predominantemente uma arte, na qual o conhecimento, a experiência e a ciência desempenham papéis importantes. Muitas vezes, não há uma resposta "certa" no sentido absoluto, já que mais de uma solução é ao mesmo tempo técnica e economicamente viável. A escolha de um secador e a forma como ele é operado pode afetar não apenas o processo de remoção da umidade, mas também outras características do produto seco. Isso é de particular importância na secagem de alimentos, onde fatores como aparência, sabor, cor, textura, dispersão e dissolução, e propriedades de reidratação além da própria funcionalidade dos alimentos podem influenciar a visão percebida do consumidor sobre a qualidade do produto.

O primeiro passo para selecionar um secador é elaborar os requisitos detalhados para o processo. Devem ser especificadas informações qualitativas e, sempre que possível, quantitativas sobre os seguintes aspectos:

- a forma de consumo e forma do produto;
- a natureza das operações de processamento a montante e a jusante;
- O teor de umidade do produto;
- O rendimento do secador;
- Propriedades físicas do alimento e/ou do produto;
- Alterações de qualidade durante a secagem;
- A cinética de secagem.

Qualquer um ou mais dos fatores acima pode, dependendo das circunstâncias, influenciar a escolha do secador. No caso de alimentos e outros produtos biológicos naturais, é normal que considerações de qualidade se sobreponham a fatores econômicos.

4.1. MUDANÇAS DE QUALIDADE DURANTE A SECAGEM

O processo de secagem pode transmitir alterações desejáveis e indesejáveis ao alimento submetido à desidratação. Essas mudanças podem, pelo menos em parte, ser influenciadas pela escolha do secador e, em muitos casos, dependem do histórico de tempo de teor de umidade da temperatura do produto. Por exemplo, os alimentos secos congelados (liofilizados) são, em muitos casos, considerados de qualidade muito superior às suas contrapartes secas ao ar porque não estão expostos a temperaturas elevadas durante o processo de desidratação.

4.2. SELEÇÃO PRELIMINAR DO SECADOR

Uma análise rigorosa, obedecendo os itens já fornecidos, fornecerá grande parte das informações necessárias para fazer uma seleção preliminar dos tipos de secador que podem ser apropriados em um determinado conjunto de circunstâncias. Uma gama de lotes e equipamentos adequados para a secagem dos frutos é ilustrada nas Figuras 2 e 3, respectivamente. Os secadores são categorizados, em primeiro lugar, em secadores de camada e dispersão. Estes são subdivididos de acordo com o modo de aquecimento - condução (secadores de contato), convecção e outras técnicas "especiais". A técnica de seleção preliminar sugerida envolve a consideração e avaliação dos principais fatores que influenciam a seleção do secador tais como:

4.3. NATUREZA DO PRODUTO A SER DESIDRATADO

Se falamos de sucos ou outros líquidos, então a escolha é essencialmente limitada a um secador a tambor ou um secador com agitação (baixo a médio rendimento) ou a um secador atomizador (rendimentos mais altos). Se for sólido, a escolha é muito mais ampla. Podem surgir dificuldades com uma pasta ou matéria-prima gelatinosa. Se for bombeável e atomizável, um secador de atomizador pode ser a melhor escolha. Se

não for, o secador spin-flash é uma boa alternativa. Outra possibilidade é diluí-lo para tornar possível a secagem por atomização. Embora essa abordagem seja um desperdício em termos de utilização de energia, considerações sobre a qualidade do produto podem substituir essa desvantagem. Alternativamente, um secador de transporte pneumático pode ser adequado a altos rendimentos ou um de um número de secadores de contato com menor rendimento. Os liofilizadores podem lidar com alimentos líquidos e sólidos, mas o produto deve ser capaz de absorver os altos custos de processamento associados a esse método de secagem.

Várias propriedades fundamentais do produto podem ser determinadas pelo tipo de secador empregado. Estas podem incluir, por exemplo, tamanho, forma, densidade, cor e funcionalidade.

Se o tamanho do produto for superior a entrada ou a capacidade de secagem do secador, pode ser necessário um passo de granulação (aglomeração). Um granulador de leito fluidizado, no qual os sólidos são reumidificados com aglutinante é, talvez, a escolha de técnica mais óbvia. O uso de equipamentos mais básicos, como um aglomerador de discos ou tambores inclinados, seguido de um secador adequado, também é uma possibilidade.

Quando o produto a ser desidratado for um líquido, uma pasta ou uma suspensão, o tamanho e a forma do produto serão claramente ditados pelas características do secador e pelas de qualquer tratamento pós-secagem, como aglomeração, atomização etc.

Figura 2. Categorias de secadores em lote

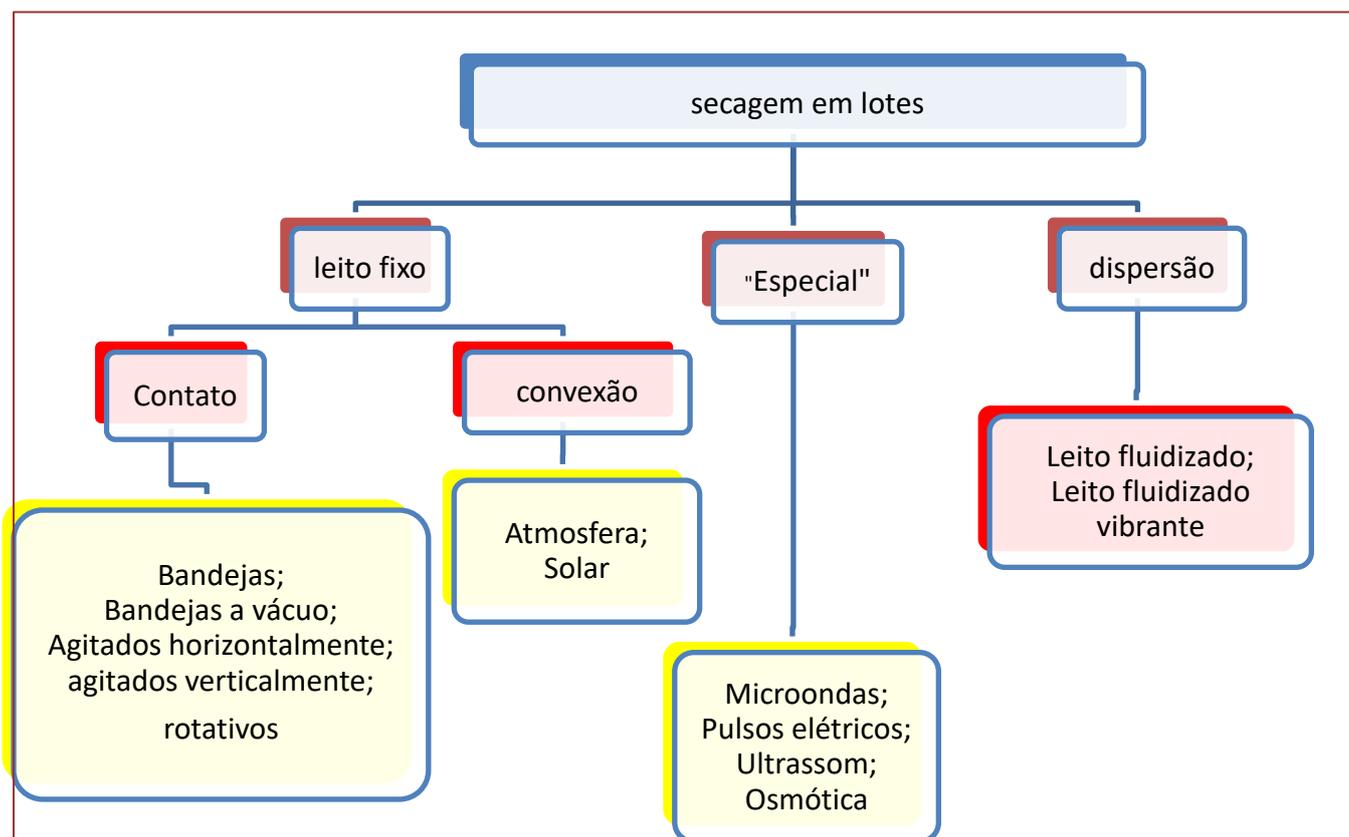
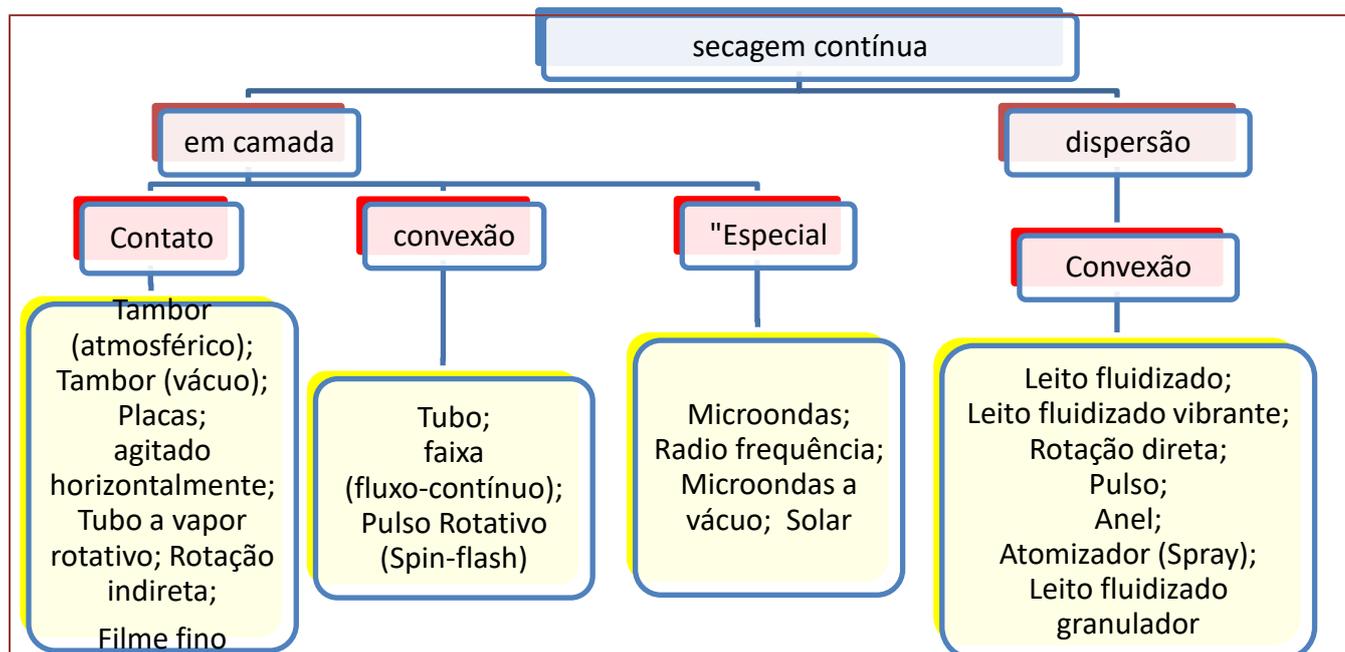


Figura 3. Categorias de secadores contínuos



As Tabelas 1 a 4 fornecem informações necessárias para fazer a seleção preliminar do secador. A Tabela 1 dá detalhes da adequação de vários secadores de camada e de dispersão para o manuseio de diferentes tipos de alimentos. Mais informações são dadas na Tabela 2 para secadores de lote e na Tabela 3 para secadores contínuos. A Tabela 3 também incluem detalhes sobre os tempos típicos de residência em escalas de operação. A tabela 4 resume cargas evaporativas típicas que podem ser suportadas por diferentes secadores.

4.4. TESTES DE EM ESCALA DE BANCADA

Os testes em escala de bancada fazem parte integrante do processo de seleção de secadores. A seleção de um secador para novo produto é sempre arriscada e, uma vez feita a escolha, é muito difícil, se não impossível, alterar essa decisão. É, portanto, claramente vantajoso fazer testes de bancada do ponto de vista de manter a confidencialidade comercial.

Tabela 1 Capacidades de manuseio de matérias-primas do secador

Tipo de secador	Operação	Classificação de aplicativos			
		Líquidos, suspensões líquidas	Pastas, bolos desidratados	Pós	Grânulos, pelotas, extrusados, pedaços
Secadores de camada, contato, secador de bandeja (vácuo)	Lote	(b,c)	a	b	b
Secador horizontal agitado	Lote/Contínuo	b	b	b	c
Secador vertical agitado (atmosférico/vácuo)	Lote	b	b	b	c
Secador de cone duplo (atmosférico/vácuo)	Lote	d	c	b	(C)
Secador de tambores (atmosférico/vácuo)	Contínuo	a	b	d	d
Secador de tambores	Contínuo	a	b	d	d

Secador de placas (atmosférico/vácuo)	Contínuo	d	c	b	a
Secador em faixa (vácuo)	Contínuo	d	(aXPastes)	d	b
Secador de tubo de vapor rotativo	Contínuo	d	c	a	b
Secador rotativo indireto	Contínuo	d	c	a	a
Secador de filme fino	Contínuo	a	d	d	d
Secadores em camada convectivo					
Secador de bandeja convectivo (atmosférico)	Lote	c	b	b	a
Secador de bandeja (fluxo cruzado) (atmosférica)	Lote	d	d	d	a
Contra fluxo					
Secador de banda (contra fluxo)	Contínuo	d	c	d	a
Secador de banda (fluxo transversal)	Contínuo	d	(C)	d	a
Secador de banda (fluxo cruzado)	Contínuo	d	d	d	a
Secador de túnel	Contínuo	d	d	c	a
Secador rotativo	Contínuo	d	d	a	a
Secador rotativo de pulsos	Contínuo	b	a	b	c
Secadores de camada, secador de micro-ondas (especial)	Lote/Contínuo	d	c	b	b
a Bom, (b) justo, (c) insatisfatório, (d) não aplicável.					
Secadores de camada, especiais					
micro-ondas (atmosférico)	Lote/Contínuo	d	c	b	b
micro-ondas (vácuo)	Lote/Contínuo	d	c	b	b
Liofilizador	Lote/Contínuo	b	b	b	b
Radiofrequência	Contínuo	d	c	b	b
Ar-radiofrequência (ARFA)	Contínuo	d	d	c	b
Rotativo aquecido por indução (Rotek)	Contínuo	d	c	b	b
Secadores de dispersão					
Secador de camada fluidizado	Lote/Contínuo	d	d	a	b
Secador de cama vibro-fluidizada	Lote/Contínuo	d	d	a	a
Granulador de camada fluidizado	Lote	d	d	a	d
Secador rotativo direto	Contínuo	d	b	b	a
Secador pneumático (flash)	Contínuo	d	b	a	b
Secador pneumático (anel)	Contínuo	d	b	a	b
Atomizador (Spray-dryer)	Contínuo	a	d	d	d
a Bom, (b) justo, (c) insatisfatório, (d) não aplicável.					

Em muitos casos, um objetivo principal na seleção de um secador não é apenas remover a quantidade adequada de umidade, mas também alcançar atributos específicos do produto. Estes podem ter sido

especificados como resultado de pesquisas de mercado ou pelo desejo de corresponder ao produto de um concorrente. De qualquer forma, do ponto de vista comercial, eles são de grande importância. Os riscos envolvidos na seleção de um secador capaz de entregar um produto com os atributos desejados podem ser minimizados pela realização de testes direcionados em equipamentos de pequena escala adequados.

Tabela 3 Características operacionais dos secadores de lote

Parâmetro de Seleção	Tipo de secador								
	Leito fluidizado	leito vibrofluidizado	Leito fluidizado Granulador	Bandeja (atmosférico)	Bandeja (vácuo)	Agitado Horizontal	Agitado Vertical	Cone Duplo	liofilizador
Tipo ou condição do alimento									
Solução/Pasta				X	X	X	X		X
Pasta				X	X	X	X		X
Partículas úmidas:									
fluxo livre	X	X	X	X	X	X	X	X	X
coeso		X		X	X	X	X		X
Tamanho*:									
(a) small. (b) medium. (c) large	(a)	(a-c)	(a)	(a-c)	(a-c)	(a)	(a)	(a)	(a-c)
Produto									
Teor de umidade final muito baixo					X				X
Frágil		X		X	X				X
*Tipicamente (a) pós finos, (b) grossos, grãos e pequenos pedaços e (c) pedaços grandes, flocos e extruda. b Operação sob vácuo é recomendada para a secagem de materiais alimentares que são particularmente sensíveis a temperatura ou para os quais é necessário um teor muito baixo de umidade do produto.									

Tabela 4 Taxas máximas típicas de evaporação em alguns tipos comuns de secador

Tipo de secador	Operação	Capacidade evaporativa máxima típica (kg/h)
Secador de bandeja (fluxo transversal)	Lote	55
Secador de bandeja (através do fluxo)	Lote	75
Secador agitado vertical (vácuo)	Lote	120
Secador agitado vertical (atmosférico)	Lote	120
Secador de cone duplo (vácuo)	Lote	300
Secador de cama fluidizado	Contínuo	910
Secador de banda (através do fluxo)	Contínuo	1820
Secador rotativo indireto	Contínuo	1820
Secador rotativo direto	Contínuo	5450
Secador de tambores (atmosférico)	Contínuo	410
Flash de spin	Contínuo	7800
Secador pneumático (flash)	Contínuo	15900
Secador de pulverização	Contínuo	15900

Os testes de escala de bancada realizados serão, na maioria dos casos, direcionados para fornecer informações sobre as propriedades físicas, os atributos de qualidade do produto, a estabilidade térmica do material sendo seco, a cinética de secagem e o teor de umidade de equilíbrio. É importante no início realizar essas medições em amostras representativas

Muitas das propriedades relevantes de ração e produto são relativamente fáceis de medir. Outras propriedades, incluindo, por exemplo, cor, textura, propriedades superficiais e funcionalidade, são mais difíceis de avaliar, e os resultados podem ser qualitativos ou, na melhor das hipóteses, semiquantitativos. Se o alimento for um líquido, provavelmente será apropriado caracterizar sua reologia

4.5. ESTIMATIVAS DE CUSTO DE CAPITAL GERADOS INTERNAMENTE

Até por razões comerciais ou outras, é necessário se chegar a uma estimativa interna do custo de capital. Existem duas etapas básicas envolvidas nesse processo, ambas podem estar sujeitas a erros consideráveis. O primeiro é determinar o tamanho aproximado do secador, e o segundo é determinar o custo do secador com base nesse conhecimento.

A estimativa do tamanho necessário de um secador é, na melhor das hipóteses, difícil, e os resultados podem não ser particularmente imprecisos, especialmente quando se tenta uma escala a partir de resultados de testes laboratoriais e/ou correlações publicadas na literatura. Secadores de leito fixo e secadores de leito fluidizado (Figuras 3 e 4) podem, no entanto, ser dimensionados de forma razoavelmente confiável mesmo a partir de dados de escala de bancada. Por outro lado, outros secadores não podem ser modelados com o mesmo grau de precisão e, portanto, os dados em escala de bancada são consideravelmente menos confiáveis.

O custo de capital de um secador é uma função de seu tamanho, sua complexidade e seu material de construção. Alguns dados sobre os custos podem ser encontrados literatura (JOARDDER; MASUD; NASIF; PLABON *et al.*, 2019; SINGH; GILL; HANS; SINGH, 2021) mas a maioria são informações confidenciais da indústria. Na utilização de dados públicos, vale ressaltar que os custos citados por diferentes fornecedores de equipamentos para uma determinada especificação de secador podem variar bastante, dependendo das condições comerciais relativas à época da localização e de outros fatores.

Existem duas abordagens possíveis para obter uma estimativa de custo de capital: quando uma empresa tem dados relevantes em seus arquivos, como, por exemplo, o custo de um tipo semelhante de secador comprado há alguns anos, isso pode ser usado para especificar um custo base. Esta é a opção preferida.

Alternativamente, se essas informações não estão disponíveis, será necessário recorrer aos dados publicados na literatura, ou pesquisados na internet ou outras fontes, como base para a estimativa. Existem modelos de análise de custos que podem ser aplicados. A consulta a um especialista é recomendável, principalmente em investimentos de maior porte

Tendo obtido uma estimativa para o custo básico do da secador, será necessário somar os custos dos equipamentos auxiliares e da instalação, a fim de fazer uma comparação realista entre possíveis alternativas. Os dados obtidos por Bekkioui (2021) e por Petersen et.al. (2017) sugerem que o custo dos equipamentos auxiliares é cerca de duas vezes o custo do secador. Os custos de instalação são tipicamente cerca de 2,5 vezes o custo do equipamento, mas estes variam um pouco de acordo com os materiais usados. Nossa experiência mostra que, o custo total de instalação é de cerca de 7,5 vezes o custo do secador

4.6. ENSAIOS DE PLANTAS-PILOTO E SELEÇÃO FINAL

Os ensaios de plantas piloto do secador escolhido em bancada são muitas vezes desejáveis e devem ser realizados em conjunto com um fabricante de secador confiável, ou por uma instituição especializada.

O propósito destes testes é triplo: em primeiro lugar, eles fornecerão dados adicionais, mais confiáveis, com os quais dimensionar e projetar o secador final. Isto é particularmente importante no caso dos secadores de dispersão, para os quais os valores obtidos em bancada não são, em geral, particularmente precisos. Em contraste, os valores de bancada obtidos para secadores de camada são consideravelmente mais confiáveis, uma vez que os sólidos e os fluxos de ar são razoavelmente bem definidos. Em segundo lugar, é provável que os testes de escala piloto destaquem quaisquer problemas de manuseio de materiais que possam ser encontrados. Por fim, estes testes darão ao comprador (interessado no investimento) a oportunidade de avaliar as facilidades e dificuldades e ter alguma experiência com o equipamento o que ajudará na escolha.

Testes de planta piloto podem ter três resultados possíveis: em primeiro lugar, eles produzirão resultados satisfatórios. Neste caso, a escolha proposta do secador pode ser confirmada e seu projeto finalizado. Em segundo lugar, podem mostrar que as propriedades geradas em escala de bancada e empregadas anteriormente no processo de seleção e, portanto, o tamanho e o custo estimados do secador, eram imprecisas. Neste caso, pode ser apropriado reavaliar as comparações econômicas e um possível retorno a etapa de comparações econômicas alternativas na Figura 1. A terceira possibilidade é que o resultado dos ensaios seja insatisfatório. Isso exigirá uma reavaliação completa do problema e uma volta para a etapa de seleção preliminar do secador (Figura 1).

REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, L.; MARTINS, F. Operador de processamento de frutas e hortaliças. Guia (EJA-Integrada-Educação de Jovens e Adultos), 2022.
- [2] ARCHANJO, B. A.; VEGGI, P. C. Determinação das cinéticas de desidratação osmótica e secagem de pêssegos. Processos Químicos e Biotecnológicos Volume, p. 7.
- [3] BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; VEGA-MERCADO, H. Dehydration of foods. Springer Science & Business Media, 1996. 0412064219.
- [4] BATISTA, P. L. T.; SANCHES, M. Z.; SAKANAKA, L. S.; NICOLETI, J. F. Utilização da técnica de descascamento químico para mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* B.) e avaliação da eficiência. Research, Society and Development, 10, n. 6, p. e26410615766-e26410615766, 2021.
- [5] BEKKIOUI, N. Performance comparison and economic analysis of three solar dryer designs for wood using a numerical simulation. Renewable Energy, 164, p. 815-823, 2021.
- [6] BRAINER, M. S. d. C. P.; CARNEIRO, W. M. A.; SANTOS, J. A. N. D.; SOUZA, G. S. D. et al. A agroindústria de alimentos de frutas e hortaliças no nordeste e norte dos estados de minas gerais e espírito santo. 2008.
- [7] CAMEIRA, S. R. Branding+ Design: a estratégia na criação de identidades de marca. Editora Senac São Paulo, 2020. 8539611406.
- [8] CARRASCO CARRASCO, J. G. Diseño y construcción de prototipo de una máquina cortadora de papaya, melón y sandía para la elaboración de ensalada de frutas. 2022. -.
- [9] CENCI, S. A.; SOARES, A. G.; FREIRE JUNIOR, M. Manual de perdas pós-colheita em frutos e hortaliças. 1997.

- [10] CLARK, P. L. Proyecto de distribución en planta e instalaciones básicas de una industria de procesado de frutas con una capacidad de 2000 kg/h localizada en Dakovo (Croacia). 2022. -, Universitat Politècnica de Catalunya.
- [11] COSTA, S. P. P. d. Desenvolvimento e valorização de vegetais desidratados, a partir de excedentes da indústria, com diferentes métodos de secagem: comparação entre o processo de secagem e o processo de liofilização de vegetais. 2021. -.
- [12] DE ANDRADE CAXITO, F. Produção: Fundamentos E Processos. IESDE BRASIL SA. 8576388553.
- [13] DE FRANÇA SOUSA, S.; DA SILVA, F. B.; SILVEIRA, K. G. DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C EM MAÇÃS DA VARIEDADE FUJI APÓS O BRANQUEAMENTO DEGRADACIÓN DE VITAMINA C EN MANZANAS DE FUJI VARIEDAD DESPUÉS DE BLANKING VITAMIN C DEGRADATION IN FUJI VARIETY APPLES AFTER BLANKING.
- [14] DE OLIVEIRA, D. C. R.; SOARES, E. K. B.; FERNANDES, H. R.; DOS SANTOS, L. d. S. N. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de pasta de alho condimentada com jambú (*Spilantes oleraceae* L.) desidratado. *Scientia Plena*, 10, n. 1, 2014.
- [15] DE SOUSA PINTO, B. Modelagem da transferência de massa unidimensional na desidratação osmótica de frutas considerando o encolhimento. 2021.
- [16] DE SOUZA SILVA, A.; PEDRO, M. A. M. Estudo da influência da desidratação osmótica na secagem de fatias de abacaxi. *Revista Científica*, 1, n. 1, 2018.
- [17] DE SOUZA, T. S. A.; CHAVES, M. A.; BONOMO, R. C. F.; SOARES, R. D. et al. Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos. *Acta Scientiarum. Technology*, 31, n. 2, p. 225-230, 2009.
- [18] DIAS, R.; DE FREITAS, J. F.; VINHA, M.; DO NASCIMENTO, P. Agroindústria familiar: orientações para implantação de agroindústrias de polpa de frutas. 2021.
- [19] DIAS, S. C.; SASSI, K. K. B.; MOREIRA, R. T.; DE PAIVA, J. d. E. et al. Implantação do plano appcc em indústria processadora de polpa de frutas Implementation of the haccp plan in fruit pulp processing industry. *Brazilian Journal of Development*, 7, n. 8, p. 80894-80903, 2021.
- [20] EGEA, M. B.; LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 73, n. 4, p. 316-324, 2014.
- [21] FONSECA, L. d. Proposta de melhoria do processo produtivo visando a otimização da performance de uma indústria alimentícia de processamento de frutas. 2019.
- [22] FREITAS, B. S. M. d. ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO E QUALIDADE FÍSICAS E QUÍMICAS DO FRUTO DE CAJÁ (*Spondias mombin* L.), E APROVEITAMENTO DA POLPA. 2017.
- [23] FURTADO, M. T. Barras mistas de frutas desidratadas: formulação, qualidade e aceitabilidade. 2011. -, Dissertação de mestrado). Universidade federal do Acre, Rio Branco.
- [24] GOMES, F. D. P. R.; PAULO, A. L. P.; VEBBER, G. C.; DANTAS, A. C. M. et al., 2019, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA DESIDRATAÇÃO CONVECTIVA DE KIWI.
- [25] GONÇALVES, O. Estudo comparativo de processos de desidratação por liofilização e secagem. Instituto Politécnico de Tomar, p. 120, 2015.
- [26] JOARDDER, M. U.; MASUD, M.; NASIF, S.; PLABON, J. A. et al., 2019, Development and performance test of an innovative solar derived intermittent microwave convective food dryer. AIP Publishing LLC. 040010.
- [27] KOPF, C. Técnicas do processamento de frutas para a agricultura familiar. Editora UNICENTRO, 2008. 8589346684.
- [28] MACHADO, A.; SOUZA, M.; JUNQUEIRA, M.; SARAIVA, S. et al. Cinéticas de secagem do abacaxi cv. Pérola. *Enciclopédia biosfera*, 8, n. 15, 2012.
- [29] MORAIS, D. Y. d. M. N.; NETO, A. F.; DE SOUZA COSTA, J. D.; PEREIRA, A. G. et al. Caracterização de uvas-passas da variedade "Crimson" submetidas a pré-tratamentos produzidas por diferentes métodos de secagem natural. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4, n. 3, p. 3240-3247, 2021.
- [30] PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção. Operações industriais e de serviços. Unicenp, p. 201-202, 2007.
- [31] PETERSEN, L. N.; POULSEN, N. K.; NIEMANN, H. H.; UTZEN, C. et al. Comparison of three control strategies for optimization of spray dryer operation. *Journal of Process Control*, 57, p. 1-14, 2017.
- [32] ROY, M.; BULBUL, M.; ISLAM, A.; HOSSAIN, M. A. et al. Study on the drying kinetics and quality parameters of osmotic pre-treated dried Satkara (*Citrus macroptera*) fruits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, n. 1, p. 471-485, 2022.

- [33] SANTANA, J. K. M.; PANDOLFI, M. A. C. ESTUDO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UMA PEQUENA AGROINDÚSTRIA NO SETOR DE DOCES EM TAQUARITINGA/SP. *Revista Interface Tecnológica*, 17, n. 1, p. 318-328, 2020.
- [34] SANTOS, C. T.; BONOMO, R. F.; CHAVES, M. A.; FONTAN, R. d. C. I. et al. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja. *Acta Scientiarum. Technology*, 32, n. 3, p. 209-313, 2010.
- [35] SANTOS, M. S. H. C. M. SECAGEM DE ALIMENTOS POR MICRO-ONDAS: DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SECADOR A VÁCUO, ANÁLISE DO PROCESSO E APLICAÇÃO SOBRE DIFERENTES TIPOS DE ALIMENTOS. 2021. -, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA.
- [36] SINGH, S.; GILL, R.; HANS, V.; SINGH, M. A novel active-mode indirect solar dryer for agricultural products: Experimental evaluation and economic feasibility. *Energy*, 222, p. 119956, 2021.

Capítulo 16

Indicadores fitotécnicos da inoculação de microrganismos e remineralizador em sementes de soja e da utilização de pó de rocha no solo

Gustavo Henrique Andrade Quintino

Gabriel de Souza Lopes

Laura Emilia de Macedo Lima

Daniela Tiago da Silva Campos

Patricia Helena de Azevedo

Virginia Helena de Azevedo

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar, em casa de vegetação, o efeito da aplicação de pó de rocha em combinação com microrganismos no desenvolvimento da soja até os 45 dias após a germinação. Utilizou-se um Latossolo Vermelho Amarelo eutrófico e soja da cultivar intacta RR2 PRO. O primeiro tratamento consistiu em sementes apenas com o tratamento químico, o segundo com *Bradyrhizobium japonicum* (BJ) e *Azospirillum brasilense* (AB), o terceiro com BJ, AB, *Bacillus Methylophilus* e *MagmaHume* e o quarto com BJ, AB e *Bacillus Methylophilus*. As plantas foram colhidas 45 dias após a germinação. Foram feitas análises fitotécnicas como altura, estágio vegetativo, índice de área foliar, biomassa fresca da planta e raiz e biomassa seca da planta e raiz. Os resultados indicaram não haver diferenças significativas entre os tratamentos em nenhuma característica fitotécnica.

Palavras-chave: substâncias húmicas; coinoculação em soja; condicionador de solo

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L) é um grão de suma importância e amplamente utilizado, pois possui diversas finalidades, tais como a produção de óleos, biocombustíveis e também está presente na nutrição animal e humana. Por esses motivos, essa leguminosa é mundialmente utilizada em diversos países, uma vez que se tornou a principal fonte de proteína para a alimentação animal (CONAB, 2021).

A área de cultivo de soja, no país, deve aumentar em 3,6% dos 38,53 milhões de hectares já cultivados resultando, assim, na estimativa de 39,91 milhões de hectares de soja cultivada no ano de 2022. Caso não haja problemas climáticos nos principais estados produtores do Brasil, 3,539 kg/ha é a média estimada para a safra de 2022. Como resultado dessa crescente demanda, a produção de 2021/22 é considerada a maior produção da história, estimando em 141,26 milhões de toneladas de soja, ou seja, com um aumento de 3,9% em relação à safra de 2020/21 (CONAB, 2021).

A cultura da soja é exigente em relação à adubação, uma vez que, durante o seu desenvolvimento, absorve cerca de 300 kg.ha⁻¹ de nitrogênio e esse nutriente, por vezes, não é disponibilizado nas proporções necessárias para uma boa produtividade. Por esse motivo, para que essa demanda possa ser suprida, bactérias que fornecem nitrogênio às plantas são introduzidas no solo por meio da inoculação (PELOZO et al. 2020).

Por esse motivo, para garantir alto rendimento no ciclo final da soja, microrganismos de forma geral têm sido alvo de constantes pesquisas a fim de descobrir novos métodos de manejo que sejam eficientes e eficazes em aumentar a produtividade. O principal microrganismo estudado tem sido as bactérias diazotróficas que são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, especificamente, e são do gênero *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* (LACERDA, 2021). Essas bactérias permitem a fixação biológica de nitrogênio por meio da associação com as raízes da planta, reduzindo o custo com fertilizantes nitrogenados e influenciando no melhoramento de outras características fisiológicas, bem como na promoção de altura devido a produção de fito-hormônios (COPETTI, 2021).

O uso de produtos biológicos em geral, bactérias e fungos está em expansão, pois são tecnologias desenvolvidas pautadas em microrganismos nativos do solo que desempenham funções benéficas quando associadas com a planta. À vista disso, descobriu-se por meio de estudos que as bactérias do gênero *Bacillus* promovem o enraizamento de plantas, podem atuar diretamente como antibiose, promover resistência à seca e ataques de nematoides, estimular solubilização de nutrientes e fito-hormônios pela planta, entre outros benefícios (KORBE, et al. 2021). A utilização de diferentes microrganismos combinados tem surtido efeito superiores quando comparados com microrganismos isolados. Essa técnica é chamada de coinoculação e é amplamente diversificada, uma vez que podem existir inúmeras combinações devido a ampla disponibilidade de microrganismos destinados a agricultura (COPETTI, 2021).

Além dos microrganismos outras produtos que favorecem o aumento da disponibilidade de nutrientes às plantas têm sido utilizados como as substâncias húmicas, o pó de rocha, conhecido como um remineralizador e o manejo adequado do solo.

A utilização de remineralizadores possui um potencial para reduzir a dependência de insumos externos e melhorar a fertilidade do solo por meio da redução no uso de fertilizantes industriais. O pó de rocha, um condicionador e remineralizador do solo, além dessas características citadas, também permite o incremento de matéria orgânica no solo e promove condições favoráveis para a sobrevivência e permanência de microrganismos do solo que, por sua vez, aceleram o processo de intemperismo quando em contato com o pó de rocha e, assim, liberam nutrientes para a solução do solo (PASSOS, 2007).

Em função da necessidade de novas estratégias para aumentar a produtividade da soja por meio de uma planta e solo saudáveis e não utilizando produtos químicos, desenvolveu-se este trabalho. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito nos atributos fitotécnicos da inoculação de remineralizador e microrganismos em sementes de soja e da utilização de pó de rocha no solo durante 45 dias após a germinação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá, localizada no município de Cuiabá no Laboratório de Microbiologia do Solo, de 22 de setembro a 06 novembro, no ano agrícola 2021/22. A caracterização química do solo apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H	Mat. Org.	Areia	Silte	Argila	Soma de bases (S)	CTC	Sat. Por bases (V)
(Água)	(mg/dm ³)						(g/dm ³)	(g/kg)			(cmol _c /dm ³)		(%)
6,1	31,1	47,5	2,4	0,91	0	2,95	23,3	823	28	149	3,43	6,38	53,76

Os tratamentos que foram realizados estão descritos no quadro 1.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos utilizados na inoculação da soja.

Tratamentos	Descrição dos tratamentos
T1	Semente só com químico
T2	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (BJ) + <i>Azospirillum brasilense</i> (AB)
T3	BJ + AB + <i>Bacillus methylotrophicus</i> + 50 kg ha ⁻¹ MagmaHume
T4	BJ e AB + <i>B. methylotrophicus</i>

As sementes de soja *Glycine max* L. da variedade Intacta RR2 PRO foram previamente tratadas com o fungicida comercial Standak Top, na dose de 2 mL kg⁻¹ de semente. Após o tratamento químico, as sementes foram secadas em temperatura ambiente e então inoculadas com microrganismos na dose de 100 mL ha⁻¹.

O MagmaHume é uma combinação de basalto, uma fonte de micronutrientes secundários e micronutrientes, e húmicos ativados, para melhorar a fertilidade e a saúde do solo e, por ser sólido, foi aplicado diretamente no solo antes da semeadura.

A inoculação consistiu em utilizar inoculantes comerciais à base de *Bradyrhizobium japonicum* Semia 5079 e 5080, *Azospirillum brasilense* abv5 e abv6, *Bacillus methylotrophicus* foi inoculado nas sementes de soja utilizando as doses recomendadas pelos fabricantes, 100 mL ha⁻¹.

O experimento foi instalado no dia 22 de setembro de 2022 e conduzido até o dia 06 de novembro de 2022. Após a inoculação, as sementes foram semeadas em vasos de plásticos contendo 3 kg de solo peneirado em peneira de 2 cm de malha.

Em cada vaso foram colocadas 4 sementes equidistantes entre si por 5 cm. O desbaste foi realizado 10 dias após a germinação das sementes, sendo deixadas 2 plantas por vaso. O solo foi mantido com 60 % da capacidade de campo, sendo realizada a irrigação quando necessária.

O desbaste foi realizado após 5 dias da germinação de todas as sementes e aos 45 dias, avaliou-se a altura das plantas, índice de área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e das raízes.

O trabalho foi instalado na casa de vegetação em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, às análises estatísticas pelo teste de Scott-Knot, no nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão na Tabela 2 e é possível verificar que não houveram diferenças significativas em nenhum dos tratamentos realizados para os atributos fitotécnicos.

Tabela 2. Valores médios para o parâmetro altura, estágio vegetativo, índice de área foliar, biomassa fresca e biomassa seca das plantas de soja. Ano agrícola 2021/22.

Tratamentos	Altura (cm)	Estádio Vegetativo	Índice de área Foliar (m ²)	Biomassa Fresca (g)		Biomassa Seca (g)	
				Planta	Raiz	Planta	Raiz
T1	30,3a	6,41a	1,43a	5,66a	2,66a	1,40a	0,70a
T2	30,6a	6,66a	1,47a	6,66a	4,00a	1,36a	0,96a
T3	30,2a	6,50a	1,58a	6,33a	4,00a	1,53a	1,30a
T4	28,8a	6,50a	1,35a	5,66a	4,33a	1,26a	1,00a
CV(%)	8,19	5,96	13,88	9,49	21,79	14,81	22,74

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade (Scott-Knott).

Sabe-se que o pó de rocha e as substâncias húmicas (SH) exercem efeitos positivos sobre a absorção de nutrientes e na fisiologia da

Quando se trabalha com o pó de rocha, substâncias húmicas e microrganismos, é sabido que há a necessidade de um tempo maior para que a mistura possa fazer efeito no desenvolvimento das plantas. O tempo maior pode ser em relação ao desenvolvimento das plantas em uma ou várias safras.

Além disso, a inoculação da soja com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* promovem o crescimento das plantas devido à sua capacidade de produzir fitohormônios em quantidades expressivas, que, por sua vez, melhora o crescimento radicular aumentando, então, a capacidade de absorção de água e nutrientes pela planta resultando em melhor crescimento e desenvolvimento vegetal (BAZZO et al. 2020).

Bazzo et al. (2020) realizou o experimento em Astorga-PR coinoculando a semente de soja com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*, entretanto, os resultados obtidos em relação à massa seca da raiz e da planta diferiram significativamente, oposto ao encontrado por este trabalho. Isso pode indicar um estresse das células bacterianas pela aplicação do tratamento químico, uma vez que a aplicação de inoculantes associadas à fungicidas podem promover o estresse das células bacterianas, e como consequência podem diminuir a atividade destas, acarretando em uma menor fixação biológica de nitrogênio. Outros fatores que podem interferir nos efeitos das bactérias é a qualidade do substrato e, como já dito, tratamentos fitossanitários de sementes. (COPETTI, 2021).

4. CONCLUSÕES

Para as condições em que o trabalho foi realizado, o uso de rocha basáltica e de microrganismos não proporcionaram incrementos no desenvolvimento inicial da soja.

REFERÊNCIAS

- [1] BAZZO, José Henrique Bizzarri; MONTEIRO, Jaqueline; MARINHO, Jéssica de Lucena. Inoculação e coinoculação de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*, via sementes e em cobertura, na qualidade fisiológica de sementes de soja. Revista Cultura Agronômica, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 426-436, 2 fev. 2021. Semanal. Revista Cultura Agronomica. <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n4p426-436>. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2020v29n4p426-436>. Acesso em: 04 abr. 2022.
- [2] CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectiva para a agropecuária safra 2021/2022. Brasília: Conab, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 04 abr. 2022.
- [3] COPETTI, Jeferson Felipe. INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* E *Bradyrhizobium japonicum*, EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO. 2021. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4315/1/COPETTI.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2022.
- [4] KORBER, Luana Patrícia Pinto; KORBER, Ângelo Henrique Canan; GRANGE, Luciana; KLAHOLD, Celestina Alflen. Eficiência de produtos biológicos na coinoculação de sementes de soja. South American Sciences Issn 2675-

7222, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 01-17, 30 set. 2021. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.52755/sas.v2i2.109>. Disponível em: <https://www.southamericansciences.com.br/index.php/sas/article/view/109/114>. Acesso em: 06 abr. 2022.

[5] LACERDA, Maíra Paes; UMBURANAS, Renan Caldas; MARTINS, Karla Vilaça; RODRIGUES, Marco Antonio Tavares; REICHARDT, Klaus; DOURADO-NETO, Durval. Vigor and oxidation reactions in soybean seedlings submitted to different seed chemical treatments. *Journal Of Seed Science*, Piracicaba, v. 43, n. 8, p. 01-05, 2021. Semanal. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v43247033>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/ygXS4BqrCxMmvcQjWqVRFWf/?lang=en>. Acesso em: 06 abr. 2022.

[6] PASSOS, Renato Ribeiro; RUIZ, Hugo Alberto; MENDONÇA, Eduardo de Sá; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; SOUZA, Adailson Pereira de. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Sete Lagoas*, v. 31, n. 5, p. 1119-1129, out. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832007000500027>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/gyrThQPg6kfwCTgSgTSwKyp/?lang=pt>. Acesso em: 04 abr. 2022.

[7] PELOZO, G.; VALE, W. G.; CHAVES, M. V. S.; VALE, P. A. C. B.; PACHECO, E. P.. Use of inoculants and nitrogen fertilization related to yield and quality of soybean grains. *Scientific Electronic Archives*, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 52, 1 jul. 2020. *Scientific Electronic Archives*. <http://dx.doi.org/10.36560/13720201017>. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1017>. Acesso em: 06 abr. 2022.

Capítulo 17

Sulfur supplementation mitigates drought-induced deleterious effects on soybean plants

Alana Cavalcante da Silva

Amanda Soares Santos

Davielson Silva Pinho

Stelamaris de Oliveira Paula Marinho

Ramilos Rodrigues de Brito

Rafael de Souza Miranda

Summary: Drought is one of the main environmental events that affect plant viability. Water deficit is one of the most common environmental stresses, resulting in reduced growth and yield in many crops. Nutrient supplementation is also considered an alternative to improve crop productivity under such conditions. To mitigate the effects of drought, the present study aims to investigate the role of sulfur (S) supplementation in soybean (*Glycine max* L.) tolerance to water stress. The experiment was carried out in an experimental field using two soybean cultivars (M8808 and BÔNUS8579) submitted to three water levels [control (irrigated at 75% of field capacity - FC), moderate stress (60% FC) and severe stress (45% FC)] and two levels of S (40 and 80 kg ha⁻¹ of S in the soil). Drought was applied 21 days after sowing, and plant material was collected at the end of the vegetative stage after 28 days of exposure to stress. At the time, the fresh and dry mass of shoots (SFM and SDM), relative tolerance to water stress (TER) and sulfur content in leaves and roots were measured. The shoot fresh mass and shoot dry mass data were reduced by water stress, and the response was dependent on the cultivar and stress level. The data showed that the M8808 cultivar under severe stress presented better growth with the increase in the S-80 dose in relation to the S-40 dose. In addition, the growth of the M8808 plants under severe stress was superior to that of the BÔNUS cultivar. At the S-40 dose, both soybean cultivars studied (M8808 and BÔNUS8579) showed drastic reductions in water deficit tolerance; on the other hand, the data clearly demonstrate that the S-80 dose increased the tolerance of M8808 cultivar plants to severe stress compared to the S-40 dose. In absolute terms, soybean plants showed greater accumulation of S in root tissues compared to leaves. The results clearly show that sulfur accumulation occurs mainly in root tissues and that this response depends on the stress level to which the plants are exposed. In all cases, supplementation with S intensifies its accumulation in plant tissues and induces different responses to water stress, including the modulation of growth processes. Therefore, cultivar M8808 supplemented with the S-80 dose was responsive to stress, demonstrating greater tolerance and biomass production, especially when subjected to severe stress, with performance close to that of control plants. Thus, S supplementation appears to be a potential strategy for the cultivation of cultivar M8808 in arid and semiarid regions.

Keywords: Water stress, sulfur, *Glycine max* L., drought tolerance.

1. INTRODUCTION

Climate change contributes to the exposure of plants to numerous abiotic stresses that include extreme temperatures, dehydration, high salinity, low nutrition and heavy metal toxicity, among others, compromising plant productivity (ZHANG et al., 2018). Thus, water deficit is one of the most common environmental stresses, resulting in decreased growth and final yield in many crops (DU et al., 2010; GHOLAMI; ZAHEDI, 2019; ZAHEDI et al., 2020).

Water deficit, a limiting factor in the process of plant growth, can impair respiration, photosynthesis, stomatal movement of plants and thus physiological metabolism (YANG et al., 2021). In this sense, several stress response genes can be activated through complex networks of signal transduction, synthesizing many functional proteins in plant resistance to the effects of water stress (ZHU et al., 2014; WANG et al., 2016).

Soybean (*Glycine max* L.) is a crop of great socioeconomic importance that presents moderate tolerance to abiotic stresses (FERRARI et al., 2015). It is a legume cultivated in several countries around the world, with different purposes, such as oil production and animal feed. In Brazil, the soybean crop continues to grow throughout the year, and production in 2022 to date is 78.83 million tons (CONAB, 2022a), with an estimate for the 2022/23 crop of approximately 152,35 million tons of soybeans (CONAB, 2022b). Despite its tolerance to stressful factors, water limitation remains one of the problems faced by the crop, compromising its production and development. In arid regions, soybean plants have their water content reduced, causing leaves wither and fall, imbalance in the water status of the plant and decreasing water potential and cell turgor (ZHANG et al., 2020).

Prolonged water restriction during plant development stages causes numerous complications, including physiological changes, decreased symbiotic fixation of atmospheric nitrogen, reduced leaf area, leaflet closure, reduced biomass, abortions and flower drop, impaired seed germination, reduction in the number of pods, increased susceptibility to pathogens and pests, stomatal closure and, consequently, a drop in production (BARBOSA, 2017).

Numerous studies have been carried out on plant morphology and physiological and biochemical characteristics to investigate the potential of soybean drought resistance to improve plant tolerance (FUJU et al., 2012; JIANG et al., 2014; WU et al., 2014; CHIMUNGU et al., 2015). In this context, nutrient supplementation is also considered an alternative to improve crop productivity (ELFERINK; SCHIERHORN, 2016), seeking to minimize the effects of water scarcity on the plant. Sulfur (S) is an essential macronutrient for plant development and is a component of metabolites such as methionine, cysteine, vitamins, iron-sulfur centers, sulfoxides, and glutathione, among others (ABDALLAH et al., 2010).

Compounds containing S may be responsible for increasing plant resistance under various abiotic stresses, such as GSH, which is considered an important antioxidant molecule (MARUYAMA-NAKASHITA, 2017; CHAN et al., 2019; ARABI et al., 2020). Some studies with water deficit have reported a coordinated action of several drought response metabolites with S assimilation in plants (CHAN et al., 2013). Supplementation with S causes a positive impact on physiological and biochemical processes, with good results in corn productivity under conditions of water deficit, having as a response the maintenance of leaf water status and improvement in gas exchange parameters and antioxidant machinery (USMANI et al., 2020).

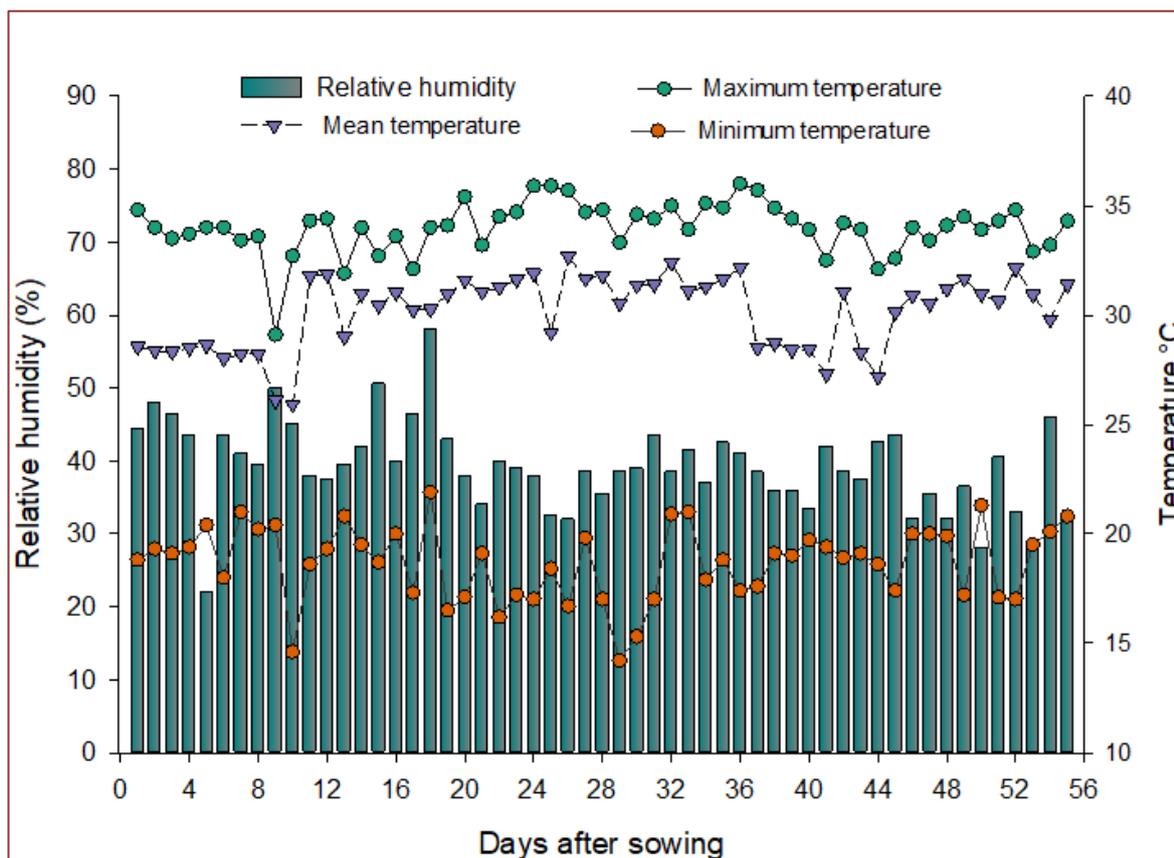
Considering the socioeconomic importance of soybeans, studies that focus on strategies to increase the plant tolerance to water stress are fundamental to mitigate the consequences of drought, in addition to the selection of cultivars with good potential for cultivation, mainly in arid and semiarid regions, favoring the development and increasing crop productivity. This study aimed to investigate the role of sulfur supplementation in soybean tolerance to water stress, analyzing aspects related to plant growth, relative tolerance and sulfur accumulation in plant tissues.

2. METHODOLOGY

2.1. ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND EXPERIMENTAL DESIGN

The experiment was carried out in the experimental area of the Federal University of Piauí (UFPI), Prof^{ca} Cinobelina Elvas campus (CPCE), in the municipality of Bom Jesus, State of Piauí, Brazil (Latitude: 9°04' South/Longitude: 44°21' West/Altitude: 650 m), from May to August 2020. The environmental conditions are shown in Figure 1.

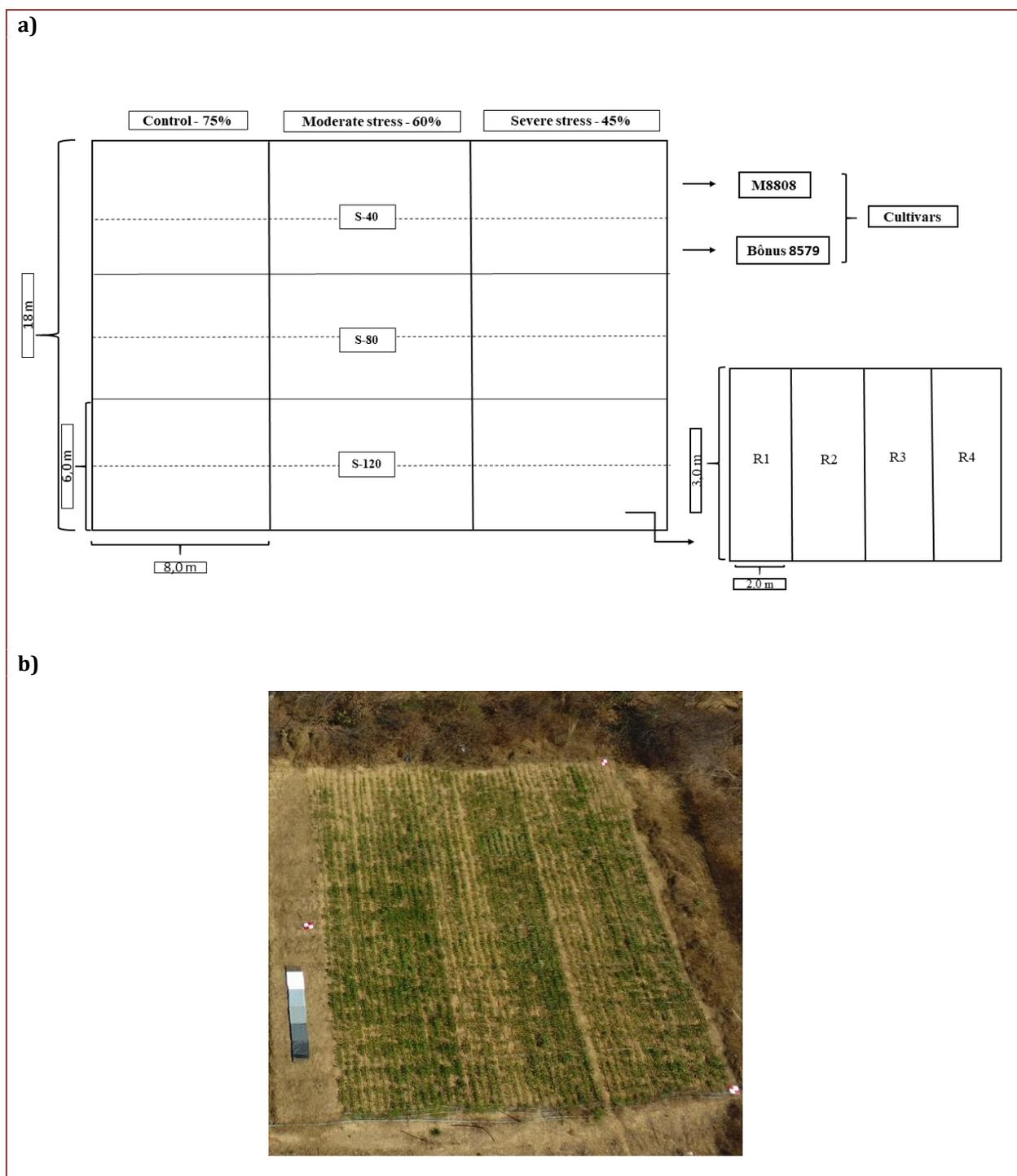
Figure 1 - Dynamics of average, maximum, minimum temperature and relative humidity during the experiment carried out with soybean cultivars in the field.



The tests were conducted in randomized blocks (DBC) in a $3 \times 2 \times 2$ factorial arrangement, consisting of three water levels [control (75% of field capacity - FC), moderate stress (60% FC) and severe stress (45% FC)], two doses of sulfur (S) (40 and 80 ha^{-1} of S in the soil) and two soybean cultivars (BÔNUS 8579 and M8808), with four replications.

The experiment had plots of 8.0×18.0 m corresponding to water treatments; subplots of 8.0×6.0 m constituting the treatments with doses of S; and 2.0×3.0 m subsubplots corresponding to cowpea genotypes (Figure 2). Each subsubplot was composed of 4 rows of 3.0 m, in which each linear meter had eight plants. Before the installation of the experiments, soil samples were collected in the experimental area, from 0 to 0.20 m, and used for chemical characterization, seeking to verify the fertility, pH and organic matter attributes.

Figure 2 – Photograph of the experimental area with soybean cultivars subjected to different water regimes of 75% FC (Control) and under water deficit (60 and 45% FC) and differential fertilization with sulfur (S-40 and S-80).



2.2. SOWING AND IRRIGATION MANAGEMENT

Sowing was performed by manual planting, considering a population of 220,000 plants per ha. In the first 21 days after sowing, the plants were irrigated, maintaining the water level in the soil at 75% of field capacity (FC). After this period, the water stress treatments were applied for another 28 days, in which a group of plants began to be irrigated with the water level in the soil reduced, with 60% and 45% FC. The water levels were defined in preliminary experiments.

The localized irrigation method was used using hoses with self-compensating drippers, with lines spaced at 0.50 m and drippers every 0.20 m. Soil water levels were maintained at 75%, 60% and 45% of crop evapotranspiration (ETc), with irrigation based on evapotranspiration calculations as recommended by Penman–Monteith-FAO, using data from the meteorological station present in the area. experimental.

The collection was performed at the end of the vegetative phase of the plants after 28 days of water stress. Thus, two plants were collected composing a repetition, and the following parameters were analyzed: fresh and dry mass of the shoot (SFM and SDM, respectively), relative tolerance to water stress (TER) and sulfur content in plant tissues. The relative stress tolerance index was calculated taking into account the SDM of the stress treatment plants compared to the SDM of the control plants, adapted by Miranda et al. (2021).

2.3. VARIABLES ANALYZED

2.3.1. SULFUR CONTENT

Crude extracts were prepared from leaf and stem samples with a digestion solution (6.0 M HCl, containing 20.0 mg L⁻¹ S and 0.5% BaCl₂). Five hundred milligrams of macerated samples were placed in porcelain crucibles and placed in an electric muffle for 3 h at 500 °C, after which 25 mL of HNO₃ was added. Then, the supernatant was subjected to absorbance readings at 420 nm, and S was estimated based on a standard curve obtained from solutions with increasing concentrations of potassium sulfate (K₂SO₄) by the turbidimetry method (SILVA, 2009).

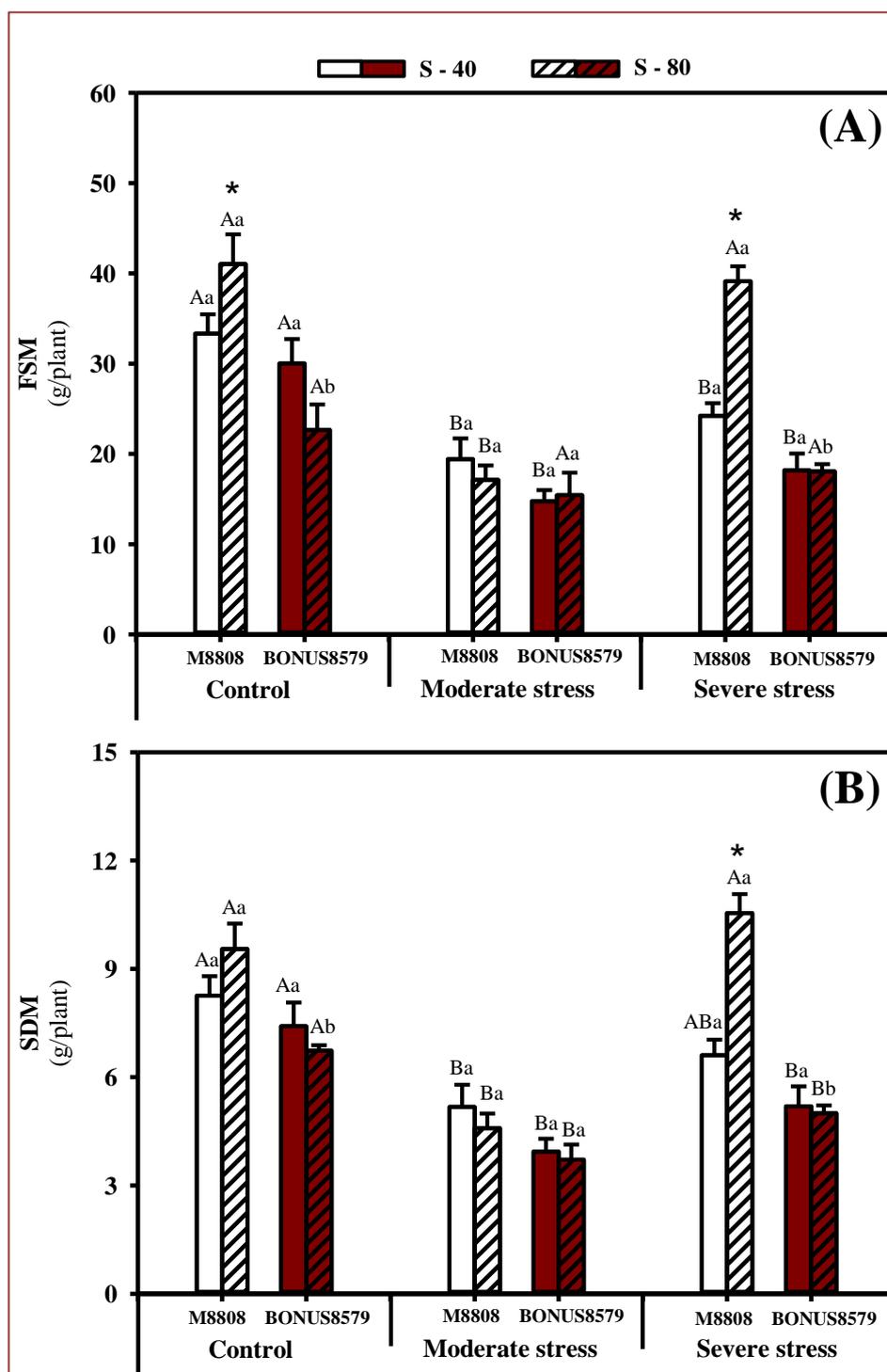
2.4. STATISTICAL ANALYSIS

The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) using the F test at 5% probability, and the means were compared using the Tukey test ($P \leq 0.05$) using the Sisvar program. Graphs were made using SigmaPlot software (version 11.0).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Shoot fresh mass (SFM) and shoot dry mass (SDM) data were reduced by water stress, and the response was dependent on cultivar and stress level (Figure 3). Under water deficit, plant growth is inhibited, leading to a reduction in cell division and plant turgor (SELEIMAN et al., 2019). However, S supplementation partially reversed the damage caused by water stress. The data demonstrated that the cultivar M8808 under severe stress presented better growth with the increase in the S-80 dose in relation to the S-40 dose. Interestingly, the plants of this cultivar subjected to severe stress under the S-80 dose showed SFM and SDM values identical to those of the control treatment (Figure 3). Furthermore, the growth of M8808 plants under severe stress was superior to that of the cultivar Bônus. Drought resistance means may vary depending on the plant species. However, plants have the ability to reduce resource use and adjust their growth to face adverse environmental conditions such as drought (OSAKABE et al., 2014; BIELACH et al., 2017).

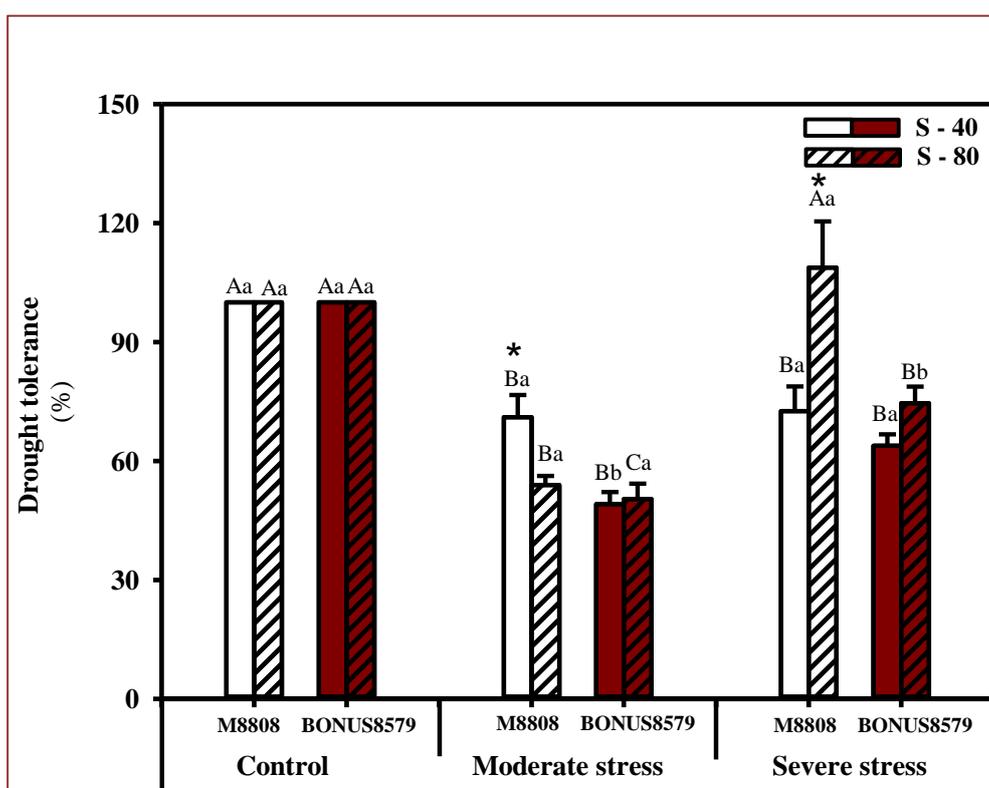
Figure 3 - Fresh (A) and dry mass of shoots (B) of cultivars M8808 and BONUS8579 under a water regime of 75% FC (Control), moderate stress (60% FC) and severe stress (45% FC) supplemented with sulfur (S) at S-40 and S-80 kg ha⁻¹. The results were obtained from plants after 28 days of imposition of water stress in the field. Capital letters compare stress levels in the same cultivar and dose of S; lowercase letters compare cultivars at the same S dose and stress level; and the asterisk (*) compares the doses of S in the same cultivar and stress level. Means followed by different letters and symbols differ statistically from each other, according to Tukey's test ($p < 0.05$).



The regulation of biomass production as a result of stress treatments was directly reflected in the relative tolerance of plants to water deficit (Figure 4). In this case, at the S-40 dose, both studied soybean cultivars

(M8808 and BÔNUS8579) dissipated drastic reductions in water deficit tolerance. Environmental factors, including the duration, intensity and frequency of drought, soil characteristics, conditions and growth stages and plant species, can directly interfere with the effects of water limitation on plants (ZOGHI et al., 2019). On the other hand, the data clearly demonstrate that increases in the S-80 dose increased the tolerance of M8808 cultivar plants to severe stress in relation to the S-40 dose, and this result is in line with the increase in biomass (Figure 3). This response was dependent on the cultivar and the stress level, since increasing the S level further reduced M8808's tolerance to moderate stress. With eventual environmental changes, there is a need to improve the drought tolerance of plants to adjust the efficiency of water use when the physical adaptation of roots and leaves is not able to respond to certain molecular signals of drought (YADAV et al. al., 2020; SHAHID et al., 2020).

Figure 4 – Relative tolerance to water stress (TRE) of cultivars M8808 and BÔNUS8579 under a water regime of 75% FC (Control), moderate stress (60% FC) and severe stress (45% FC) supplemented with sulfur (S) at S doses of 40 and 80 kg ha⁻¹.

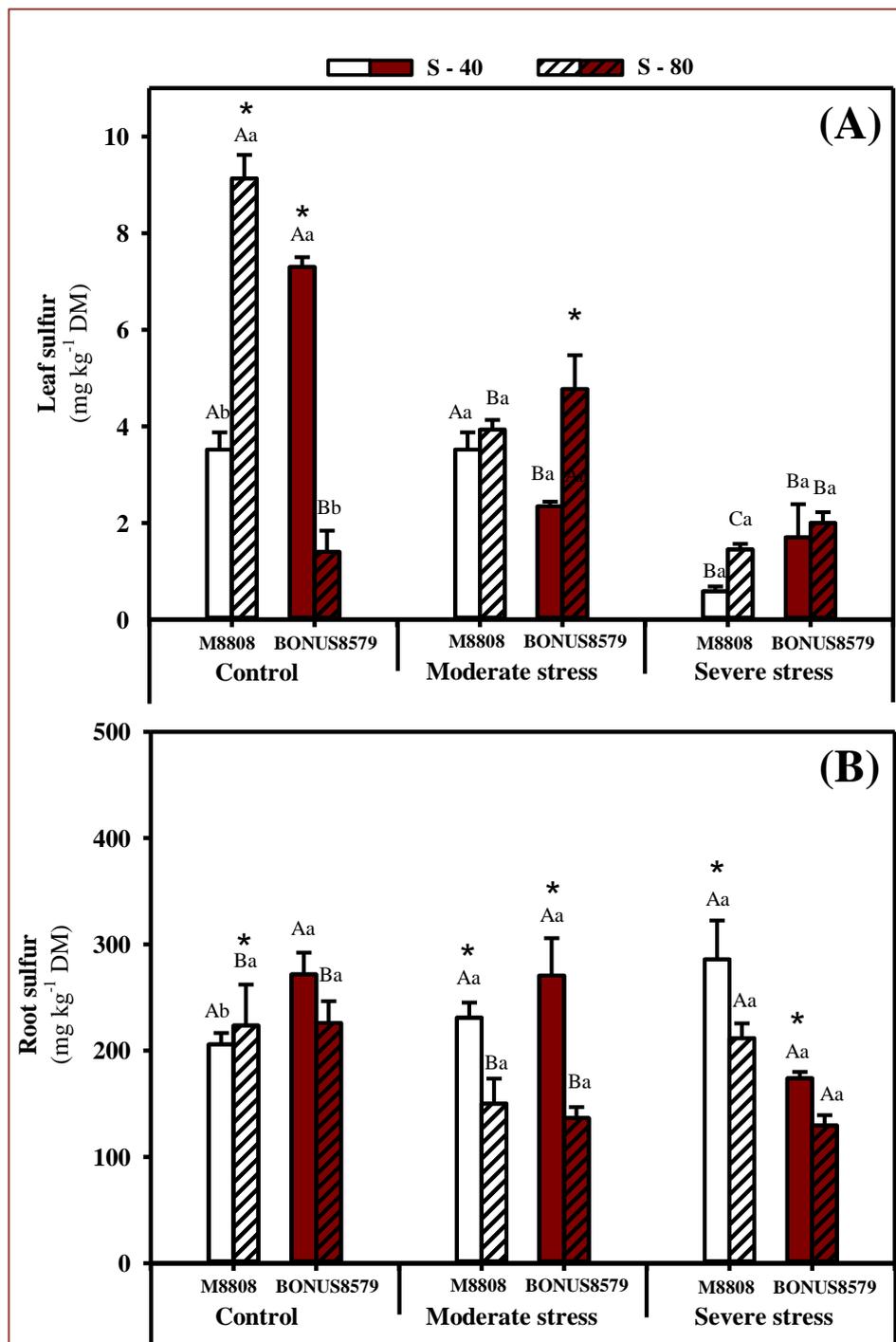


To establish a relationship between the role of S supplementation in the modulation of responses to water deficit and its accumulation in the tissues of soybean plants, the levels of S in leaves and roots were measured (Figure 5). In absolute terms, soybean plants showed greater accumulation of S in root tissues compared to leaves. In the shoots, S supplementation promoted increases in the levels of this element in the M8808 cultivar under control conditions and in the BÔNUS8579 plants under moderate stress (Figure 5A). Sulfur and its derivatives perform primary functions in activating enzymes that are part of the scavenging of reactive oxygen species (ROS) to enhance antioxidant defense under abiotic stresses (BASHIR et al., 2015), and increasing the demand for S in plants stressed by drought reflects the regulatory importance of S in ABA (abscisic acid) signaling (NAWAZ et al., 2019). On the other hand, in the roots, plants grown at the S-80 dose showed significant increases in S levels, regardless of cultivar and water stress, except for cultivar BÔNUS8579 growing under control conditions (Figure 5B).

Water stress promoted reductions in S content in the aerial part of plants submitted to supplementation treatments, a response intensified by the level of stress (Figure 4A). In the roots, the M8808 and BÔNUS8579 plants subjected to severe stress showed an increase in S contents compared to the control (Figure 4B). This accumulation of S in the roots is related to the increase in biomass at the S-80 dose

(Figure 3) and consequently greater tolerance to stress in the M8808 cultivar under severe stress (Figure 4). Some research reports a coordinated action of several drought-responsive stress metabolites with S assimilation in plants exposed to water stress (CHAN et al., 2013). The results clearly show that sulfur accumulation occurs mainly in root tissues and that this response depends on the stress level to which the plants are exposed. In all cases, supplementation with S intensifies its accumulation in plant tissues and induces different responses to water stress, including the modulation of growth processes.

Figure 5 – Sulfur (S) content in leaves (a) and roots (b) of cultivars M8808 and BONUS8579 under a water regime of 75% FC (control), moderate stress (60% FC) and severe stress (45% FC) supplemented with sulfur (S) at rates of S-40 and S-80 kg ha⁻¹.



4. CONCLUSION

The results demonstrate that water deficit limits physiological processes, affecting the performance of soybean plants. However, the biomass accumulation in M8808 is closely related to drought tolerance, which increased as a result of S-80 supplementation. S-80 supplementation activated defense mechanisms in association with root S accumulation. Thus, S supplementation may be an interesting management technique to cultivate the M8808 cultivar in arid and semiarid regions with low water availability. Further studies are needed to validate the role of S supplementation in soybean cultivation in different productive areas.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- [1] ABDALLAH, M.; DUBOUSSET, L.; MEURIOT, F.; ETIENNE, P.; AVICE, J. C.; OURRY, A. Effect of mineral sulphur availability on nitrogen and sulphur uptake and remobilization during the vegetative growth of *Brassica napus* L. *Journal of Experimental Botany*, v. 61, n. 10, p. 2335-2346, 2010.
- [2] ARABI, F.; NAAKE, T.; FERNIE, A. R.; HOEFGEN, R. Coordinating Sulfur Pools under Sulfate Deprivation. *Trends in Plant Science*, v. 25, n. 12, p. 1227-1239, 2020.
- [3] BARBOSA, L.A. Limite crítico do potencial hídrico da soja durante os estádios vegetativo e reprodutivo. Dissertação. (Pós-graduação em Agronomia - Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2017.
- [4] BASHIR, H.; IBRAHIM, M.M.; BAGHERI, R.; AHMAD, J.; ARIF, I.A.; BAIG, M.A.; QURESHI, M.I. Influence of sulfur and cadmium on antioxidants, phytochelatin and growth in Indian mustard. *AoB Plants*, v. 7, p. 001, 2015.
- [5] BIELACH, A.; HRTYAN, M.; TOGNETTI, V. B. Plants under stress: Involvement of auxin and cytokinin. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 18, p. 1427, 2017.
- [6] CHAN, K. X.; PHUA, S. Y.; VAN BREUSEGEM, F. Secondary sulfur metabolism in cellular signalling and oxidative stress responses. *Journal of Experimental Botany*, v. 70, n. 16, p. 4237-4250, 2019.
- [7] CHAN, K. X.; WIRTZ, M.; PHUA, S. Y.; ESTAVILLO, G. M.; POGSON, B. J. Balancing metabolites in drought: The sulfur assimilation conundrum. *Trends in Plant Science*, v. 18, n. 1, p. 18-29, 2013.
- [8] CHIMUNGU, J. G.; MALIRO, M. F.; NALIVATA, P. C.; KANYAMA-PHIRI, G.; BROWN, K. M.; LYNCH, J. P. Utilidade do aerênquima cortical radicular em condições de limitação hídrica em milho tropical (*Zea mays* L.). *Field Crops Research*, v. 171, p. 86-98, 2015.
- [9] CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 1 primeiro levantamento, 2022a.
- [10] CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 2 segundo levantamento, 2022b.
- [11] DU, N.; GUO, W.; ZHANG, X.; WANG, R. Morphological and physiological responses of *Vitex negundo* L. var. *heterophylla* (Franch.) Rehd. to drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 32, p. 839-848, 2010.
- [12] ELFERINK, M.; SCHIERHORN, F. Global demand for food is rising. Can we meet it. *Harvard Business Review*, v. 7, 2016.
- [13] FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit Hídrico no Metabolismo da Soja em Semeaduras Antecipadas no Mato Grosso. *Nativa*, p. 67-77, 2015.
- [14] FU-JU, M. A.; DAN-DAN, L. I.; JIAN, C. A. I.; DONG, J. I. A. N. G.; WEI-XING, C. A. O.; TING-BO, D. A. I. Responses of wheat seedlings root growth and leaf photosynthesis to drought stress. *Yingyong Shengtai Xuebao*, v. 23, n. 3, 2012
- [15] GHOLAMI, R.; ZAHEDI, S. M. Identifying superior drought-tolerant olive genotypes and their biochemical and some physiological responses to various irrigation levels. *Journal of Plant Nutrition*, v. 42, p. 2057-2069, 2019.
- [16] JIANG, S.; LIU, D.; PANG, H. Effects of PEG stress and recovery on activities of key enzymes involved in proline metabolism in wheat cultivars with difference in drought tolerance. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, v. 34, n. 8, p. 1581-1587, 2014.
- [17] MARUYAMA-NAKASHITA, A. Metabolic changes sustain the plant life in low-sulfur environments. *Current Opinion in Plant Biology*, v. 39, p. 144-151, 2017.
- [18] MIRANDA, R. S.; DE SOUZA, F. I. L.; ALVES, A. F.; DE SOUZA, R. R.; MESQUITA, R. O.; RIBEIRO, M. I. D.; DE SANTANA-FILHO, J. A.; GOMES-FILHO, E. Salt-acclimation physiological mechanisms at the vegetative stage of cowpea genotypes in soils from a semiarid region. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 21, n. 4, p. 3530-3543, 2021.
- [19] NAWAZ, F.; MAJEED, S.; AHMAD, K. S.; AQIB, M.; SHEHZAD, M. A.; AURANGZAIB, M.; SHAHBAZ, M. Regulators of Abiotic Stress Tolerance in Plants. *Reactive Oxygen, Nitrogen and Sulfur Species in Plants: Production, Metabolism,*

Signaling and Defense Mechanisms, p. 685-713, 2019.

- [20] OSAKABE, Y.; OSAKABE, K.; SHINOZAKI, K.; TRAN, L. S. P. Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, v. 5, p. 86, 2014.
- [21] SELEIMAN, M. F.; REFAY, Y.; AL-SUHAIBANI, N.; AL-ASHKAR, I.; EL-HENDAWY, S.; HAFEZ, E.M. Integrative effects of rice-straw biochar and silicon on oil and seed quality, yield and physiological traits of *Helianthus annuus* L. grown under water deficit stress. *Agronomy*, v. 9, p. 637, 2019.
- [22] SHAHID, M.J.; ALI, S.; SHABIR, G.; SIDDIQUE, M.; RIZWAN, M.; SELEIMAN, M.F.; AFZAL, M. Comparing the performance of four macrophytes in bacterial assisted floating treatment wetlands for the removal of trace metals (Fe, Mn, Ni, Pb, and Cr) from polluted river water. *Chemosphere*, v. 243, p. 125353, 2020.
- [23] SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. EMBRAPA, Brasília, DF, Brasil. 2009.
- [24] USMANI, M. M.; NAWAZ, F.; MAJEED, S.; SHEHZAD, M. A.; AHMAD, K. S.; AKHTAR, G.; AQIB, M.; SHABBIR.; R. N. Sulfate-mediated drought tolerance in maize involves regulation at physiological and biochemical levels. *Scientific Reports*, v. 10, p. 1-13, 2020.
- [25] WANG, X.; HUANG, M.; ZHOU, Q.; CAI, J.; DAI, T.B.; CAO, W.X.; JIANG, D. Physiological and proteomic mechanisms of waterlogging priming improves tolerance to waterlogging stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany*, v. 132, p. 175-182, 2016.
- [26] WU, S.; HU, C.; TAN, Q.; NIE, Z.; SUN, X. Effects of molybdenum on water utilization, antioxidative defense system and osmotic-adjustment ability in winter wheat (*Triticum aestivum*) under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 83, p. 365-374, 2014.
- [27] YADAV, S.; MODI, P.; DAVE, A.; VIJAPURA, A.; PATEL, D.; PATEL, M. Effect of Abiotic Stress on Crops. In *Sustainable Crop Production*; Hasanuzzaman, M., Filho, M., Fujita, M., Nogueira, T., Eds.; Intech Open: Rijeka, Croatia, 2020
- [28] YANG, X.; LU, M.; WANG, Y.; WANG, Y.; LIU, Z.; CHEN, S. Response mechanism of plants to drought stress. *Horticulturae*, v. 7, n. 3, p. 50, 2021.
- [29] ZAHEDI, S. M.; MOHARRAMI, F.; SARIKHANI, S.; PADERVAND, M. Selenium and silica nanostructure-based recovery of strawberry plants subjected to drought stress. *Scientific reports*, v. 10, p. 1-18, 2020.
- [30] ZHANG, H.; LANG, Z.; ZHU, J.K. Dynamics and function of DNA methylation in plants. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, v. 19, n. 8, p. 489-506, 2018.
- [31] ZHANG, K.; RUBEN, G. B.; LI, X.; LI, Z.; YU, Z.; XIA, J.; DONG, Z. A comprehensive assessment framework for quantifying climatic and anthropogenic contributions to streamflow changes: A case study in a typical semi-arid North China basin. *Environmental Modelling & Software*, v. 128, p. 104704, 2020.
- [32] ZHU, M.K.; CHEN, G.P.; ZHANG, J.L.; ZHANG, Y.J.; XIE, Q.L.; ZHAO, Z.P.; PAN, Y.; HU, Z.L. The abiotic stress-responsive NAC-type transcription factor SINAC4 regulates salt and drought tolerance and stress-related genes in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Plant Cell Reports*, v. 33, n. 11, p. 1851-1863, 2014.
- [33] ZOGHI, Z.; HOSSEINI, S.M.; KOUCHAKSARAEI, M.T.; KOOCH, Y.; GUIDI, L. The effect of biochar amendment on the growth, morphology and physiology of *Quercus castaneifolia* seedlings under water-deficit stress. *European Journal of Forest Research*, v. 138, p. 967-979, 2019.

Autores

EZEQUIEL REDIN (ORGANIZADOR)

Curso Superior de Tecnologia em Agropecuária: Sistemas de Produção (UERGS) - CREA RS 160488; Bacharelado em Administração (ULBRA); Licenciatura plena para a Educação Profissional (UFSM); Licenciatura em Filosofia (UFSM); Licenciatura em Sociologia (Unip); Pós-graduação em Gestão Pública Municipal (UFSM); Pós-graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas à Educação (UFSM); Pós-graduação em Ensino de Sociologia no Ensino Médio (UFSM); Pós-graduação em Ensino de Filosofia no Ensino Médio (UFSM); Mestrado e Doutorado em Extensão Rural (PPGExR/UFSM); Editor da Revista Extensão Rural (UFSM). Atualmente é Professor do Departamento de Ensino do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e Professor Permanente do Programa de Pós-graduação em Estudos Rurais (PPGER) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus Diamantina, MG. É avaliador credenciado do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP/MEC.

ADELARDO JOSÉ SILVA LIRA

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Cuiabá (2009). Atualmente é Técnico A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tem experiência na área de Genética, com ênfase em Genética Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: melhoramento genético do algodoeiro, sustentabilidade ambiental, genética de populações, ecossistemas, genética, sistema de produção interação lavoura pecuária floresta ILPF e mecanização agrícola.

AFFONSO CELSO GONÇALVES JÚNIOR

Atualmente, é Professor Associado da UNIOESTE-PR no Campus de Cascavel e atua como docente e pesquisador da área de Química junto ao Centro de Ciências Médicas e Farmacêuticas ministrando aulas aos cursos de graduação em Engenharia Civil e Engenharia Agrícola junto ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. É editor executivo, científico e membro de conselho editorial e consultor de periódicos científicos nacionais e internacionais. Atualmente coordena o Laboratório de Química Aplicada (Campus Cascavel) e atua também no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas (Campus Cascavel).

AGATA DOS SANTOS CONCEIÇÃO

Estudante do curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Amazonas; Pesquisadora Júnior do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, Atuação como diretora de incentivo a pesquisa docente do centro acadêmico cultural de Economia da Universidade Federal do Amazonas.

ALANA CAVALCANTE DA SILVA

Possui graduação em Letras - Inglês pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE) e Mestrado em Ciências Agrárias, pela Universidade Federal do Piauí, na área de Produção Vegetal, tendo como linha de pesquisa Propagação e manejo de cultura de plantas. Desenvolveu pesquisas na área de Bioquímica, com ênfase em Fisiologia Vegetal com estudos sobre déficit hídrico e rotas metabólicas de defesa de plantas em espécies cultivadas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

ALESSANDRO LUCCA BRACCINI

Atualmente, é Editor-Chefe da Revista Acta Scientiarum. Agronomy (EDUEM), Editor Associado do Journal of Seed Science (ABRATES), Vice Diretor Financeiro da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES) e Professor Associado TIDE - Nível C da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção e Beneficiamento de Sementes e Manejo e Tratos Culturais, atuando principalmente nos seguintes temas: soja, controle

de qualidade pós-colheita, inoculação de sementes, fixação simbiótica de nitrogênio e tratamento industrial de sementes.

ALEXANDRE MORAIS BORGES

Mestrando em Agricultura Tropical na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Pós-Graduado em Gestão Ambiental e Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Tem experiência em serviços de extensão rural e desenvolvimento de políticas públicas com ênfase na agricultura familiar.

AMANDA SOARES SANTOS

Engenheira Agrônoma e mestra em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE). Realizou pesquisas na área de Fitotecnia com enfoque de estudo na qualidade, arranjo espacial e produtividade de sementes em grandes culturas de importância agrícola. Membro do grupo de pesquisa Manejo e conservação de ecossistemas naturais e agrícolas região do MAPITOBA. Atualmente, desenvolve pesquisas na área de Bioquímica e Fisiologia Vegetal, com ênfase nos estudos: estresse hídrico e rotas metabólicas de defesa de plantas.

ANA CAROLINA BARBOSA KUMMER

Engenheira Agrícola, Mestra em Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Doutora em Agronomia – Irrigação e Drenagem. Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, campus Irati-PR. Membro permanente do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia Sanitária e Ambiental - PPGESA/UNICENTRO-UEPG.

ANA KELLY MOTA BARBOSA

Mestranda em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Espírito Santo, Engenheira Florestal formada pela Universidade Federal de Viçosa e Técnica em Meio ambiente. Experiência na área de educação ambiental, propagação florestal, fruticultura, agricultura, agroecologia e extensão rural.

ANDRE FELIPE QUEIROZ

Doutor em administração pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, mestre em administração, especialista em gerência contábil, financeira e auditoria, graduado em administração e em ciências contábeis. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

ANDRÉA BEATRIZ DIVERIO MENDES

Engenheira Agrônoma graduada pela Universidade de Passo Fundo (UPF) – RS, com mestrado em Agronomia (área de concentração Melhoramento Genético Vegetal) e doutorado em Ciências Biológicas (área de concentração Biologia Celular) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) – PR. Atua na área de Citogenética e Citogenômica Vegetal. Professora/pesquisadora na UEM desde 2004.

ANE KELLY FERNANDES GUEDES SILVA

Estudante de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Estado de Minas Gérias (UEMG) Campus Passos.

ANTÔNIO MARCOS DE SOUSA BENTO

Graduado em Matemática pela FIAR - Faculdades Integradas de Ariquemes. Especialista em LIBRAS – FASA, Especialista em Docência no Ensino Superior- EFICAZ. Graduando de Licenciatura em Ciências Biológicas- IFRO/campus Ariquemes. Atuou como bolsista no Projeto Reforçar, na disciplina de Matemática do Instituto do Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Rondônia. Atuou na rede pública do estado de Rondônia, como professor de matemática e também como interprete de Libras. Atualmente Professor de matemática na rede pública Federal no Instituto Federal de Rondônia – IFRO/ campus Avançado São Miguel. É pesquisador nas diversas áreas da Educação.

CAIO VITOR DA CONCEIÇÃO COSTA

Graduando do curso de Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

DANIELA TIAGO DA SILVA CAMPOS

Engenheira Agrônoma e Professora Associada III na UFMT, campus de Cuiabá, MT no curso de Agronomia, mestre em Sistema de Produção Ilha Solteira pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, doutora em Microbiologia Agrícola, pela Universidade Federal de Viçosa. Ministra as disciplinas de Microbiologia Agrícola e Microbiologia do Solo para o curso de Agronomia e Microbiologia do Solo para o curso de Pós Graduação em Agricultura Tropical (Profa. Colaboradora)

DARALYNS BORGES MACEDO

Graduanda do curso de Zootecnia, Universidade Federal Rural da Amazônia-Campus Belém (UFRA)

DAVIELSON SILVA PINHO

Estudante de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) localizado no Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), em Bom Jesus-PI, onde desenvolve projetos de pesquisa na área de Fisiologia Vegetal e Bioquímica, participante do grupo de pesquisa Bioquímica e Fisiologia Vegetal (BIOPLANT), onde desenvolve trabalhos com estresse hídrico nas culturas de soja e feijão com adubação diferenciada de enxofre.

EDNEY LEANDRO DA VITÓRIA

Doutor em Engenheiro Agrícola, Professor/Pesquisador da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus de São Mateus, ES. Atua nas disciplinas de Mecanização Agrícola e desenvolve pesquisas nas linhas de tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.

ELIANE PAPA AMBROSIO-ALBUQUERQUE

Bióloga (bacharelado e licenciatura) graduada pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com mestrado e doutorado em Genética pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP Câmpus Botucatu, sendo que parte do doutorado foi desenvolvido em colaboração com o Hospital AC Camargo – SP. Suas áreas de atuação são Genética Humana e Médica e Biologia Molecular. Professora na UEM desde 2013 atuando em ensino, pesquisa e extensão.

ELMO PEREIRA RAMOS

Engenheiro Agrônomo, Especialista em Gestão Ambiental. Atualmente, mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Espírito Santo e extensionista no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.

ERIKA CARLA FERNANDES DE MACEDO

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, CCTA/UFCG, Campus Pombal. Foi bolsista do PIBIC, na área de Melhoramento Vegetal e Irrigação de Mamona (2012/2013). Voluntária de projetos de extensão, realizando capacitação ruralista, na Área de Recursos Hídricos e Tecnologia para o Semi árido; Convivência com o Semiárido: Tecnologias disponíveis; Captação e Uso Eficiente de Água em Atividade Agrícolas e Humanas no Semiárido Paraibano, por um período de três anos. Foi estagiária da Embrapa, com ênfase em melhoramento genético. Mestre em ciências agrárias, da Universidade Estadual da Paraíba UEPB/EMBRAPA, com ênfase em análises físico-químicas, fisiológicas e bioquímica. Realizou estágio de docência em genética e fisiologia vegetal. Atualmente exerce consultoria juntamente a empresa Inovar, através de planejamento de projetos, para fomentar o desenvolvimento das microempresas, empresas de pequeno porte e de microempreendedores individuais (MEIs) dos setores industrial, agroindustrial, comércio, prestação de serviços, empreendimentos culturais, bem como a divulgação e comercialização de produtos e serviços, por meio de web sites.

EVANDRO ANTONIO MINATO

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2014) e mestrado e doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fertilidade do solo, corretivos e fertilizantes, atuando principalmente nos seguintes temas: acidez do solo, dinâmica de nutrientes em sistema plantio direto e nutrição mineral de plantas.

FÁBIO HENRIQUE PANIAGUA MENDIETA

Mestre em Integração Latino Americana pela Universidade Federal de Santa Maria - RS, com MBA em controladoria, graduado em ciências econômicas. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

FELIPE DA SILVA ALVES

Professor do Núcleo de Engenharia Civil do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) Campus Avançado Piumhi e subcoordenador do grupo de pesquisa Grupo de Pesquisa em Ciências Ambientais, Econômicas e Sustentabilidade do IFMG.

GABRIEL DE SOUZA LOPES

Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Mato Grosso, campus Octayde Jorge da Silva e graduando Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso

GECIELE SANTOS CRUZ

Zootecnista, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

GUSTAVO HENRIQUE ANDRADE QUINTINO

Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Mato Grosso, Campus São Vicente, graduando em Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá

ICARO JUNQUEIRA RAMIRES

Graduando em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP) e bolsista PIBIC no projeto de desempenho econômico de sistemas de produção de cana de açúcar em dois estados brasileiros sob condições de risco de mercado e biológico.

IGOR LOUREIRO DE MATOS

Advogado. Mestre em Direito pela Fundação Getúlio Vargas (FGV/SP), Graduado em Direito pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Formação Complementar em Co-operative Enterprise Law (University of Helsinki/Finlândia).

IZAQUEU CHAVES DE OLIVEIRA

Mestre em Ciências PPGEA/UFRRJ. Especialista em Gestão Escolar Integradora: Direção, Supervisão e Orientação Escolar, Especialista em Didática e Metodologia do Ensino Superior. Licenciado em Pedagogia pela UNIR - Universidade Federal de Rondônia. Atuou na rede Municipal e Estadual como docente e supervisor escolar no âmbito da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Atuou como Professor Colaborador no IFRO/Campus Ariquemes no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na disciplina de Didática Geral e Sociologia da Educação e na disciplina Ensino à Distância, no curso de Pós Graduação Lato Sensu Informática na Educação. Atualmente é Supervisor de Ensino no Instituto Federal de Rondônia - Campus Ariquemes. É pesquisador na área de políticas públicas educacionais e desenvolvimento social.

JOÃO ANÉSIO BEDNARZ

Graduado em Geografia pela Unicentro Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO. Mestre e Doutor em Geografia. Professor no Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, campus Irati-PR.

JOÃO HENRIQUE ZONTA

Engenheiro Agrônomo graduado pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, possui Mestrado e Doutorado em Engenharia Agrícola/Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Viçosa, atuando em pesquisas na área de engenharia de água e solo, com ênfase em modelagem de infiltração de água no solo. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Algodão, atua nas áreas de irrigação e drenagem, manejo e conservação de solos, integração lavoura-pecuária e agricultura de precisão. Atua como membro do comitê gestor do Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) do Estado da Paraíba.

JOÃO VICTOR DA SILVA CREMM

Aluno de graduação do Curso de Agronomia na Universidade Estadual de Maringá (UEM) – PR. Participante de projetos de Iniciação Científica – PIC/UEM de 2019 a 2021.

JOSIANE ISABELA DA SILVA RODRIGUES

Possui bacharelado em Bioquímica pela Universidade Federal de Viçosa, licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Cruzeiro do Sul, Mestrado e Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa. Possui treinamento com identificação e genotipagem de marcadores SNP utilizando plataformas de genotipagem high throughput através de um estágio de doutorado sanduíche realizado no Soybean Genomics and Improvement Laboratory - ARS/USDA, Washington, DC, EUA. Atualmente é Professora Adjunta na Universidade Estadual do Maranhão, em São Luís, MA.

KAYKY MIAZAKI BRITO

Estudante de Engenharia Civil do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) Campus Avançado Piumhi.

KELLY GERONAZZO MARTINS

Graduada em Ciências Biológicas, Mestra em Ciências do Solo e Doutora em Engenharia Florestal. Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, campus Irati-PR. Membro permanente do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia Sanitária e Ambiental - PPGESA/UNICENTRO-UEPG.

LAURA EMILIA DE MACEDO LIMA

Técnica em Administração pelo Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Pontes e Lacerda - Fronteira Oeste e graduando em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá

LESLEY SOARES BUENO

Doutor em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária pela Universidade Católica Dom Bosco-UCDB , mestre em zootecnia, especialista em finanças e controladoria, graduado em administração de empresas com ênfase em agronegócio e em ciências contábeis. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS).

MARCELA CRISTINA FLEXA DO AMARAL

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal na Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

MARCELO AUGUSTO BATISTA

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2001), Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (2004), Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá com período colaborativo na Ohio State University (Conselheiro: Jerry Marshal Bigham) (2009). Atualmente é Professor Associado da Universidade Estadual de Maringá. Possui experiência no campo da Agronomia, com ênfase na química do solo e na fertilidade, trabalhando principalmente nos seguintes tópicos: síntese e caracterização de nanomateriais, uso de fertilizantes organominerais, eficiência da adubação potássica, fosfatada e nitrogenada e uso de calcário e gesso em solo tropicais.

MARCIA MARIA DOS SANTOS BORTOLOCCI ESPEJO

Doutora em Controladoria e Contabilidade pela FEA/USP, mestre em administração, graduada em administração, tecnologia em processamento de dados e ciências contábeis. Docente dos programas de pós-graduação em ciências contábeis e administração e dos cursos de graduação em administração e ciências contábeis da Escola de Administração e Negócios - ESAN da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

MARCOS ERIC BRITO BARBOSA

Engenheiro Agrônomo, formado na Universidade Federal de Sergipe em 2005, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola, pela Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, finalizados em 2007 e 2010, respectivamente, ambos na área de concentração de Irrigação e Drenagem. Foi coordenador do curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UAGRA, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, CCTA, da UFCG, durante o período de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, foi professor da UAGRA/CCTA/UFCG na área de Engenharia Rural, onde lecionou as disciplinas de Irrigação e Drenagem e Hidráulica Agrícola no curso de Agronomia de 2008 a 2017. Atualmente é bolsista de produtividade do CNPq, sendo consultor Ad hoc deste órgão, é professor Associado III da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus do Sertão, lotado no Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão. Ainda, é professor permanente do curso de Pós-Graduação em Recursos Hídrico (PRORH) da UFS desde 2018, onde leciona a disciplina de Outorga e Cobrança da Água, estando, desde 2022 como Coordenador do programa. Faz parte de equipes de pesquisa

junto a Universidade Estadual da Paraíba, a Embrapa Mandioca e Fruticultura e a Embrapa Meio Norte, mantendo parcerias importantes para o desenvolvimento de pesquisas no semiárido. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de Água e Solo, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ecofisiologia e produção de culturas irrigadas; manejo sustentável da água no sistema solo-planta-atmosfera, produção de mudas e cultivo de citros sob irrigação com águas de qualidade inferior.

MARIA CLAUDIA MANCUELHO MALTA

Mestre em administração pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, especialista em Gestão e Tutoria em EaD (2009) e graduada em Administração (2006).

MARÍLIA DANYELLE NUNES RODRIGUES

Professora e Pesquisadora - Laboratório de Genética Aplicada - LGA, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos - ISARH, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

MARINA MARIN MORALES

Bacharel em química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com mestrado e doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" UNESP/FCA com período sanduíche na Universidade da Flórida (2008-2009), atualmente é pesquisadora da Embrapa Florestas, com áreas de atuação em desenvolvimento de bioprodutos e sistemas de produção integrados.

MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

Possui graduação em Engenharia Agrônoma e mestrado em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), doutorado em Economia, pela Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo (FEA/USP), e livre docência pela Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP). Atualmente é Professora Associada da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economia Agrária, atuando em análise econômica de sistemas produtivos agrícolas.

MICHELE LINS ARACATY E SILVA

Doutora em Desenvolvimento Regional (UNISC). Mestre e Especialista em Desenvolvimento Regional (UFAM). MBA em Desenvolvimento Sustentável e Economia Circular (PUC/RS). MBA em Gestão e Docência do Ensino Superior (UNICEL). Economista. Docente do Departamento de Economia e Análise da FES/ UFAM

NATÁLIA BIANCA CAIRES MEDEIROS

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)

PATRICIA HELENA DE AZEVEDO

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso, mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa e doutora em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é professor Associado III da Universidade Federal de Mato Grosso. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: soja-controle-pragas e doenças, soja-oidio, soja-resistência a doenças, controle alternativo plantas daninhas e extrato de plantas.

PEDRO LUIZ TEIXEIRA DE CAMARGO

Professor do Núcleo de Formação Geral do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) Campus Avançado Piumhi, Membro da Direção da Sociedade de Estudos de Economia Ecológica (ECOECO) e coordenador do grupo de pesquisa Grupo de Pesquisa em Ciências Ambientais, Econômicas e Sustentabilidade do IFMG.

RAFAEL DE SOUZA MIRANDA

Possui graduação em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena), pela Universidade Estadual do Ceará, e Mestrado e Doutorado em Bioquímica Vegetal, pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Realizou estágios de Pós-doutorado em Fisiologia Vegetal e em Genômica Funcional e Bioinformática na UFC. Atualmente é Professor Adjunto I na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Bom Jesus. É Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq (PQ2) - CA - Agronomia. Desenvolve pesquisas na área de Bioquímica, com ênfase em Fisiologia Vegetal, principalmente nos seguintes temas: estresse hídrico, estresse salino, eficiência fotossintética, homeostase iônica e rotas metabólicas de defesa de plantas.

RAMILOS RODRIGUES DE BRITO

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Piauí, mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Atualmente é professor colaborador e Doutor em Pós-Graduação (PNPD) no Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí (CPCE/PPGCA). Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Irrigação e Drenagem, atuando principalmente nos seguintes temas: tolerância seca, sensoriamento remoto e agrometeorologia.

RENATA CRISTIANE PEREIRA

Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá. Mestre em agronomia na área de produção vegetal, também pela Universidade Estadual de Maringá. Atualmente auxilia no desenvolvimento de pesquisas com foco na área de Produção e Tecnologia de Sementes.

ROBERT WILLIAM FLORENTINO

Engenheiro Ambiental pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNICENTRO. Mestrando em Engenharia Sanitária e Ambiental - PPGESA/UNICENTRO-UEPG, campus Irati-PR.

SALOMÃO FRANCO NEVES

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Amazonas (2005), mestrado em Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal do Amazonas (2008) e doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (2013). Atualmente é professor do Departamento de Economia e Análise (DEA) e Vice-Diretor da Faculdade de Estudos Sociais (FES) da Universidade Federal do Amazonas. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Economia Industrial, atuando principalmente nos seguintes temas: PIM, Indústria de transformação, produtividade do trabalho e Ecoparques Industriais.

SAMARA CAVALLI PIANA

Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2010 a 2014). Mestrado em Produção Vegetal no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - PGA/UEM. Suas pesquisas são concentradas principalmente em Manejo e Tratos Culturais e Produção e Beneficiamento de Sementes.

SANY KARLA FARIA TRIGO

Estudante de Engenharia Civil do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) Campus Avançado Piumhi.

SILVANA DE FÁTIMA DOS SANTOS

Doutora em Educação pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Marília (2021). Mestra em Educação pela Fundação Universidade Federal de Rondônia (2017). Especialista em Metodologia do Ensino Superior, (2008). Especialista em Mídias na Educação, (2012). Licenciada em Pedagogia pela Faculdade Integradas de Ariquemes (FIAR), (2004). Tem experiência docente na educação infantil, ensino fundamental e Educação de Jovens e Adultos. Atuou na Equipe Gestora como Coordenadora Escolar, Orientadora e Vice-Diretora. Atualmente é Técnica em Assuntos Educacionais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Ariquemes e Professora da Secretaria Municipal de Educação de Ariquemes, RO.

STELAMARIS DE OLIVEIRA PAULA MARINHO

Possui graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura), com mestrado e doutorado em Bioquímica, pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é bolsista de pós-doutorado na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Desenvolve pesquisas na área de Bioquímica e Fisiologia Vegetal, com ênfase nos estudos: fisiologia do estresse abiótico, nutrição nitrogenada, eficiência fotossintética e metabólica. Possui experiência com as técnicas de microscopia óptica e eletrônica, proteômica, cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GCMS) e cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

TATIANE BONAMETTI VEIGA

Possui graduação em Engenharia Civil e Licenciatura Plena em Matemática. Especialização em Administração, Supervisão e Orientação Educacional. Mestre e Doutora em Ciências no Programa de Enfermagem em Saúde Pública pela Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo (USP). Professora Adjunta no Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, campus Irati-PR. Membro permanente do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia Sanitária e Ambiental - PPGESA/UNICENTRO-UEPG.

THAIS SANTANA DO NASCIMENTO

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT) da Ufes, possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES/CEUNES campus São Mateus (2021), Técnica Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - IF Baiano (2015) campus Teixeira de Freitas. Durante a graduação foi monitora da disciplina de Fisiologia Vegetal, participou de projeto de pesquisa junto ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal.

VINICIUS MIOTTO FARDIM

Filho de agricultor. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Uberaba (2017) e graduação em Geografia e Educação Ambiental pela Universidade de Uberaba (2011). Atualmente é professor - Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Humana, estudante de mestrado em Agricultura tropical pela UFES.

VIRGINIA HELENA DE AZEVEDO

Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso, mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa e doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é professor associado III da Universidade Federal de Mato Grosso. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Melhoramento de Grandes Culturas, atuando principalmente nos seguintes temas: soja, glycine max, resistência, oídio e adubação.

WANDERSON ALVES FERREIRA

Mestrando em Agricultura Tropical na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Tem experiência na área de Agronomia e Engenharia Ambiental, com ênfase em Manejo e biodiversidade em Solos atuando em projetos voltados a uso e conservação do solo e biotecnologia para agricultura sustentável.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

