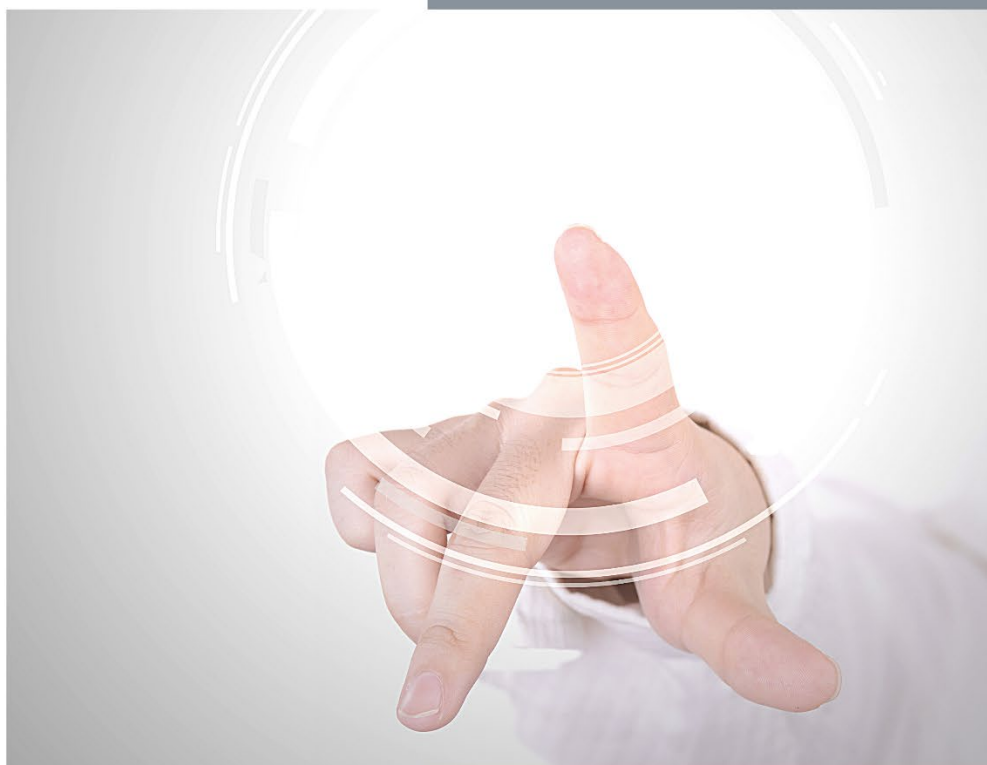


TRANSFORMAÇÕES AGRÁRIAS:

**Pesquisas e
tecnologias para o
desenvolvimento
sustentável**



2023

LUMA MIRELY DE SOUZA BRANDÃO
EDILENE DIAS SANTOS
ROGER GOULART MELLO
ORGANIZAÇÃO



TRANSFORMAÇÕES AGRÁRIAS:

**Pesquisas e
tecnologias para o
desenvolvimento
sustentável**



2023

LUMA MIRELY DE SOUZA BRANDÃO
EDILENE DIAS SANTOS
ROGER GOULART MELLO
ORGANIZAÇÃO



Editora Chefe

Patrícia Gonçalves de Freitas

Editor

Roger Goulart Mello

Diagramação

2023 by Editora e-Publicar Lidiane Bilchez Jordão

Copyright © Editora e-Publicar Dandara Goulart Mello

Copyright do Texto © 2023 Os autores Patrícia Gonçalves de Freitas

Copyright da Edição © 2023 Editora e-Publicar Roger Goulart Mello

Direitos para esta edição cedidos à Editora e-Publicar **Projeto gráfico e edição de arte**
pelos autores Patrícia Gonçalves de Freitas**Revisão**

Os Autores

Open access publication by Editora e-Publicar**TRANSFORMAÇÕES AGRÁRIAS: PESQUISAS E TECNOLOGIAS PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, VOLUME 1.**

Todo o conteúdo dos capítulos desta obra, dados, informações e correções são de responsabilidade exclusiva dos autores. O download e compartilhamento da obra são permitidos desde que os créditos sejam devidamente atribuídos aos autores. É vedada a realização de alterações na obra, assim como sua utilização para fins comerciais.

A Editora e-Publicar não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade Federal de Santa Catarina

Alessandra Dale Giacomini Terra – Universidade Federal Fluminense

Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa



Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia
Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Cristiana Barcelos da Silva – Universidade do Estado de Minas Gerais
Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina
Daniel Ordane da Costa Vale – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes
Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - Universidade Federal de Pernambuco
Deivid Alex dos Santos - Universidade Estadual de Londrina
Diogo Luiz Lima Augusto – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Edilene Dias Santos - Universidade Federal de Campina Grande
Edwaldo Costa – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Érica de Melo Azevedo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará
Glaucio Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense
Helio Fernando Lobo Nogueira da Gama - Universidade Estadual De Santa Cruz
Inaldo Kley do Nascimento Moraes – Universidade CEUMA
Jaisa Klauss - Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória
Jesus Rodrigues Lemos - Universidade Federal do Delta do Parnaíba
João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco



Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas

Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará

Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes

Marcos Pereira dos Santos - Faculdade Eugênio Gomes

Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo

Milson dos Santos Barbosa – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
- IFPB

Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará

Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Rodrigo Lema Del Rio Martins - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T772

Transformações agrárias: pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento sustentável - Volume 1 / Organizadores Luma Mirely de Souza Brandão, Edilene Dias Santos, Roger Goulart Mello. – Rio de Janeiro: e-Publicar, 2023.

Livro em Adobe PDF
ISBN 978-65-5364-209-6
Inclui bibliografia

1. Ciências agrárias. 2. Tecnologia. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Brandão, Luma Mirely de Souza (Organizadora). II. Santos, Edilene Dias (Organizadora). III. Mello, Roger Goulart (Organizador). IV. Título.

CDD 630

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Editora e-Publicar
Rio de Janeiro, Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br

2023



Apresentação

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar apresenta a obra intitulada “Transformações agrárias: Pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento sustentável, Volume 1”. Neste livro engajados pesquisadores contribuíram com suas pesquisas. Esta obra é composta por capítulos que abordam múltiplos temas da área.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Editora e-Publicar

Sumário

CAPÍTULO 1	11
ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS E SUA RELAÇÃO COM O SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA-ATMOSFERA: RESUMO DIDÁTICO.....	11
	Janine Farias Menegaes
CAPÍTULO 2	30
COBERTURA VEGETAL E MAPAS DE PERFIL DA COMPACTAÇÃO EM MANEJOS DE SOLO E PALHA	30
DOI 10.47402/ed.ep.c23112296	Jorge Wilson Cortez José Lucas Gonçalves Greiter Matheus Anghinoni Matheus Pereira de Jesus Mauricio Viero Rufino Diandra Pinto Della Flora Nayra Fernandes Aguiro
CAPÍTULO 3	39
DESENVOLVIMENTO RURAL E O FUTURO DA AGRICULTURA FAMILIAR NA LITERATURA BRASILEIRA	39
DOI 10.47402/ed.ep.c23123296	Vanderlei Franck Thies
CAPÍTULO 4	54
VEGETAÇÃO HERBÁCEA PARA FORMAÇÃO DE TELHADO VERDE: UMA BREVE REVISÃO.....	54
	Sara Raissa Brito Bezerra Janine Farias Menegaes
CAPÍTULO 5	66
EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE HIPOCLORITO DE SÓDIO NA DESINFESTAÇÃO DE SEMENTES DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> LAM.....	66
DOI 10.47402/ed.ep.c23145296	Douglas Manoel Silva Costa Jenipher Stephanie Pereira Das Neves Ivonete Berto Menino Ivaldo Antonio de Araújo Luiz Eduardo Santos Lazzarini Adna Cristina Barbosa de Sousa
CAPÍTULO 6	74
CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA DOS AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO SOBRE OS PRINCIPAIS GRUPOS	74
DOI 10.47402/ed.ep.c23156296	Heloisa Eusebia Lima Bhrenda Alves oliveira Adilson Correia Goulart Simone Machado Goulart

CAPÍTULO 7	86
O SÓDIO (Na) PODE SUBSTITUIR O POTÁSSIO (K) NOS TECIDOS DAS PLANTAS?: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	86
DOI 10.47402/ed.ep.c23167296	Aglair Cardoso Alves João Marcos G. Souza Emanuelly C. Rodrigues Fábio N. de Jesus Edionelton G. de Macedo Marcos Vinicius S. Lopes João Manoel da Silva
CAPÍTULO 8	98
GESTÃO DO AGRONEGÓCIO: DIFICULDADES DA AGRICULTURA FAMILIAR.....	98
DOI 10.47402/ed.ep.c23178296	Daniel Dionisio Nascimento Marcia de Souza Bronzeri
CAPÍTULO 9	106
DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE EM PLANTAS DE BERTALHA CULTIVADAS COM E SEM POTÁSSIO	106
DOI 10.47402/ed.ep.c23189296	Alfredo Teles de Jesus Neto Emanuella Monteiro Freire Joeferson da Silva Santos Gildeon Santos Brito Cristian Martins Souza Daniel Oliveira Dias Girlene Santos de Souza Anacleto Ranulfo dos Santos
CAPÍTULO 10	116
CARACTERIZAÇÃO DE POLPAS DE FRUTAS DE PRODUTORES ARTESANAIS DE PORTO FRANCO-MA.....	116
DOI 10.47402/ed.ep.c231910296	Déborah Lopes da Silva Costa Virlane Kelly Lima Hunaldo Leandro Alves de Souza Marcos Silva de Sousa Leticia Nunes dos Santos Maria Alves Fontenele Leonardo Hunaldo dos Santos Adriana Crispim de Freitas
CAPÍTULO 11	128
INTELIGÊNCIA TERRITORIAL NO MONITORAMENTO DA ENTRADA DE AGROTÓXICOS ILEGAIS NO BRASIL.....	128
DOI 10.47402/ed.ep.c2311011296	Katiuce Aparecida Oliveira Malaquias João Paulo Victorino Santos Adilson Correia Goulart Simone Machado Goulart

CAPÍTULO 12 147
RELAÇÃO PESO-COMPIMENTO DE *MUGIL CUREMA* (PISCES, MUGILIFORMES)
NO ESTUÁRIO DO RIO PACIÊNCIA, MARANHÃO, BRASIL..... 147

DOI 10.47402/ed.ep.c2311112296

Thalline Santos Diniz
Yago Bruno Silveira Nunes
Ladilson Rodrigues Silva
Geisiane Silva Sousa
Maria Tatielle Gomes da Silva
Marina Bezerra Figueiredo

CAPÍTULO 13 154
RESÍDUOS DE *PASSIFLORA EDULIS*: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, CINÉTICA DE
SECAGEM E ANÁLISE SENSORIAL 154

DOI 10.47402/ed.ep.c2311213296

Carolina Médici Veronezi
Maria Angélica Marques Pedro
Patrícia de Carvalho Damy Benedetti

CAPÍTULO 1

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DA PRODUÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS E SUA RELAÇÃO COM O SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA-ATMOSFERA: RESUMO DIDÁTICO

Janine Farias Menegaes

RESUMO

O setor de flores e plantas ornamentais apresenta alta demanda tecnológica e científica para sua plena produção nas mais diversas formas. Sendo importante o conhecimento fisiológico vegetal de cada etapa do seu desenvolvimento e dos fatores que influenciam ora positiva ora negativamente a produção. Uma vez que cada espécie vegetal tem necessidades ecofisiológicas e edafoclimáticas próprias para o seu cultivo. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi realizar um resumo didático sobre as etapas de desenvolvimento da produção de plantas ornamentais e sua relação com o sistema solo-água-planta-atmosfera. A fisiologia vegetal é a ciência fundamental para conhecimento dos mecanismos de funcionamento e produtivos das plantas, especialmente, as ornamentais que para sua comercialização apresentam características de florescimento, textura e colorações padronizadas. Bem como, a maneira que essas plantas responderam as diferentes condições de solo, substrato, irrigação, adubação, ambientes, entre outros. Por fim, o conhecimento das etapas do desenvolvimento das plantas ornamentais e suas interações do sistema solo-água-planta-atmosfera possibilita uma produção lucrativa.

PALAVRAS-CHAVE: Fisiologia Vegetal. Floricultura. Manejo Cultural.

1. INTRODUÇÃO

O setor florícola é um ramo do agronegócio altamente especializado nas diferentes formas de manejo agrícola visando a produção de flores e plantas ornamentais. Segundo os dados do IBRAFLOR (2023), no ano de 2022, o Brasil cultivou com finalidade comercial aproximadamente 2.5000 espécies e 17.500 variedades de vegetais com caráter ornamental, com o consumo *per capita* de R\$ 65,00.

A ciência da Horticultura Ornamental que engloba a floricultura, o paisagismo e a jardinagem, onde a floricultura tem como objetivo a produção de toda e qualquer plantas com fins ornamentais, o paisagismo que usa a ciência e a arte para adequar os espaços verdes com o convívio humano e, por fim, a jardinagem que busca ornamentar os espaços verdes (MENEGAES *et al.*, 2022). Assim, a Horticultura Ornamental demanda conhecimento em várias áreas, desde fisiologia vegetal até a interação do sistema entre o solo, a água e atmosferas com a planta cultivada.

A fisiologia vegetal refere-se aos processos vitais (metabólicos) que regulam os mecanismos de crescimento e de desenvolvimento da planta, de acordo com suas condições ecofisiológicas e edafoclimáticas. Uma vez que, cada espécie vegetal apresenta particularidades

nos seus mecanismos, sendo as etapas do manejo agrícola (irrigação, adubação, ambientação, entre outros) do seu cultivo adaptados as suas condições específicas.

Em geral, o crescimento das plantas caracteriza-se pelo acúmulo de carboidratos como fonte para uso posterior como dreno, na relação fonte/dreno, resultando no aumento da biomassa vegetal, seja em tamanho, massa ou modificações da arquitetura da planta, pelos processos de mitose e meiose, formando seus estágios de crescimento. Assim, como o desenvolvimento das plantas caracterizam-se pela sequência de diferenciações celulares associadas ao crescimento, formando uma escala fenológica de seus estádios de desenvolvimento. Comumente, as espécies vegetais dividem-se em etapas de desenvolvimento, como: germinação, juvenilidade, florescimento, frutificação e senescência.

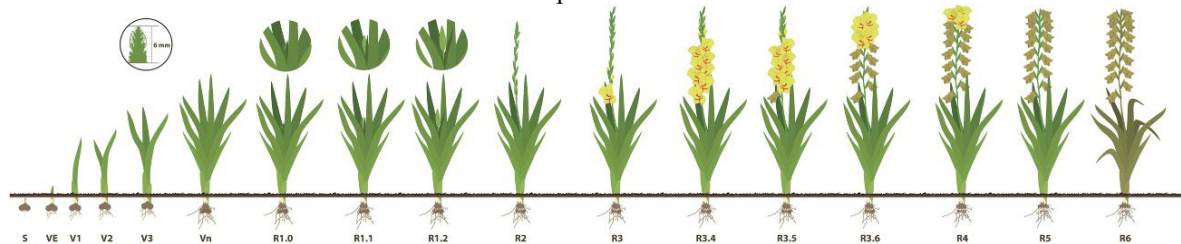
Contudo, para se obter sucesso em cada etapa do desenvolvimento vegetal, é necessário o entendimento das diversas interações do sistema solo-água-planta-atmosfera (SAPA), onde cada componente desse sistema poderá beneficiar a produção das plantas, em especial, as ornamentais visando êxito agroeconômico.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi realizar um resumo didático sobre as etapas de desenvolvimento da produção de plantas ornamentais e sua relação com o sistema solo-água-planta-atmosfera.

2. ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

Em algumas culturas agrícolas é comum estudar a fisiologia vegetal a partir de uma escala fenológica, por exemplo, milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* (L.) Merrill) elucidando cada etapa do seu desenvolvimento (estádios), bem como seus e estágios de crescimento. Todavia, para flores e plantas ornamentais ainda são escassas essas escalas, um exemplo recente é a escala fenológica (Figura 1) do gladiolo ou planta-de-Santa-Rita (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) elaborada pelo grupo PhenoGlad[®] - UFSM (SCHWAB *et al.*, 2015), onde demonstram as fases dessa espécie e sua interação da fisiologia vegetal com ambiente de cultivo para se obter sucesso na produção final das hastes e/ou cormos de gladiolo.

Figura 1: Ciclo de desenvolvimento da cultura do gladiolo, S: fase dormente; V: fase vegetativa e R: fase reprodutiva.



Fonte: Schwab *et al.* (2015).

2.1 Germinação

No setor florícola, a produção de mudas é essencial para o êxito do manejo de cultivo até sua comercialização. O conhecimento das formas e da fisiologia da multiplicação de plantas, seja por reprodução sexuada (sementes e esporos) ou por propagação vegetativa (propágulos vegetativos) auxilia no manejo das condições ambientais desse cultivo (BARBOSA; LOPES, 2007; MARCOS FILHO, 2015). As flores e plantas ornamentais cultivadas com finalidade comercial no país, ocorre em grande parte por clonagem, devido a juvenilidade da totipotência celular, contudo, muitas espécies de flores de corte, forrações anuais, perenes e gramados são multiplicadas por sementes.

A semente é um insumo de alto valor agregado em toda produção vegetal, para o cultivo de flores e plantas ornamentais a exigência de suas qualidades (físicas, fisiológicas, genéticas e sanitárias) são elevadas em virtude que o setor florícola demanda produtos de alta qualidade visual e sanitária, assim propiciando especialização na produção dessas sementes por poucas empresas a nível mundial.

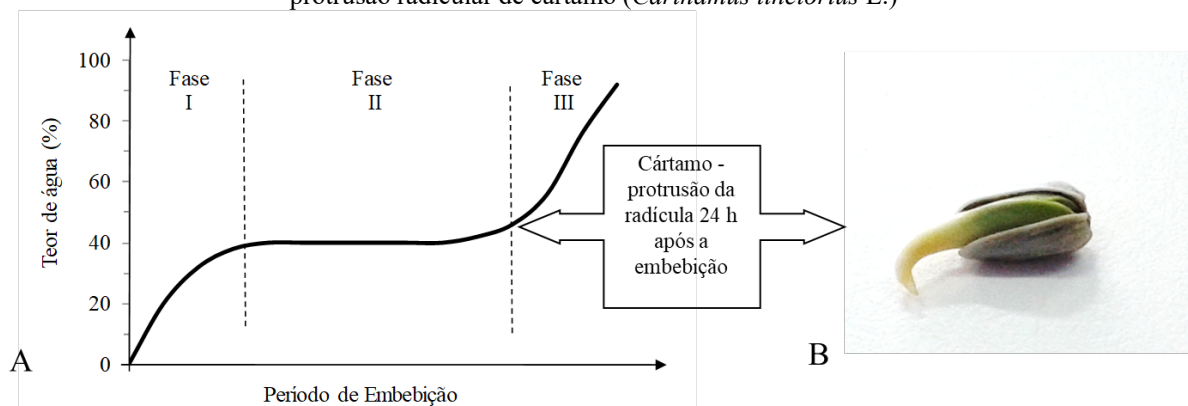
Marcos Filho (2015) conceitua semente como: um óvulo maduro, em número de um ou mais, que se desenvolve no interior do ovário gerando a semente, que nas Gimnospermas são desprotegidas, por não formar fruto e nas Angiospermas são protegidas pelos frutos (ovário desenvolvido).

Entre as etapas de desenvolvimento vegetal a germinação caracteriza-se pelo processo da alongação do eixo embrionário, geralmente pela protrusão da radícula (Figura 2B), esse processo inicia-se pela embebição da água pela semente provocando a abertura do tegumento e a desorganização das membranas, ativando as rotas metabólicas enzimáticas para a divisão e diferenciação celular, estimulando a respiração e absorção das reservas da semente, assim tem-se a germinação completa (BEWLWY; BLACK, 1978). Quando a semente for depositada no solo ou substrato, e ela germina, ocorre a saída da parte aérea para acima do nível desses caracterizando a emergência da plântula. Lembrando que no momento que a plântula inicia seu processo fotossintético essa passa a ser denominada como planta.

Todavia, a germinação das sementes e conseqüentemente a formação de plântulas, só ocorrerão em condições ambientais ideais, pois para a semente embeber água necessita de condições de temperatura favoráveis. Quando porventura, as sementes apresentam viabilidade de germinar, mas seu processo germinativo é inibido pelas condições ambientais inadequadas considera-se sementes quiescentes. Diferentes das sementes dormentes, em que mesmo em

condições ambientais favoráveis a germinação é inibida por condições fisiológicas, podendo ser desde a imaturidade do embrião, impermeabilidade do tegumento ou presença de inibidores.

Figura 2: A: Padrão trifásico de captação de sementes durante a germinação (BEWLWY; BLACK, 1978) e B: protrusão radicular de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)



Fonte: Menegaes (2018).

A água é o elemento fundamental para iniciar o processo de germinação, onde a embebição das sementes mobiliza as estruturas de suas membranas permitindo a entrada de água via tegumento e, assim desencadeando várias reações metabólicas como explica o padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1978), a germinação ocorre definitivamente na Fase III do padrão, com a retomada do embrião identificado com a protrusão da radícula. Anteriormente, ocorre a Fase I, que se caracteriza pelo período de transferência de água do substrato para sementes, em virtude da diferença de potenciais. E, a Fase II é um período de reorganização com degradação e mobilização das reservas e preparo para o alongamento celular (Figura 2).

A temperatura é um dos fatores mais importantes para que o processo germinativo ocorra, todavia, cada espécie vegetal tem suas necessidades ecofisiológicas ideais e próprias, assim favorecendo seu pleno crescimento e desenvolvimento no ambiente de cultivo. A maioria das espécies tem faixa ideal de germinação entre 20 a 30° C, sendo as temperaturas mínima entre 10 a 15° C e a máxima entre 35 a 40° C. A variação da temperatura afeta ora positiva ora negativamente o índice e a velocidade de germinação seja em recipientes ou nos canteiros, esses dois são parâmetros da qualidade fisiológica das sementes denominada de vigor. O vigor das sementes é importante devido a escolha do manejo agrícola a ser empregado.

O oxigênio (O₂) afeta as trocas gasosas durante o processo respiratório, apesar de ser em pequenas quantidades esse gás é fundamental para a maioria das espécies realizarem o processo germinativo sem comprometer suas reservas. Assim, a porosidade e aeração do solo/substrato deve ser tal que possibilite as trocas gasosas com a atmosfera, para que não falte oxigênio no sistema radicular.

O substrato, geralmente, é manipulado visando dar condições ideais para a semente – embeber e germinar pela protrusão da radícula e a emissão da parte aérea. O substrato deve conter minimamente características físicas, químicas e biológicas favoráveis a germinação, entre elas porosidade, aeração, pH adequado e isentos de agentes fitopatogênicos (MENEAGS *et al.*, 2022).

A luminosidade (luz), esse fator está diretamente relacionado a superação de dormência das sementes de algumas espécies, também tem interferência no fotoblastismo. O fotoblastismo é a influência da luz sobre a germinação das sementes, sendo classificados em: fotoblastismo positivo: espécies vegetais que dependem da presença da luz para germinarem, por exemplo: kalanchoe (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.); fotoblastismo negativo: espécies vegetais que germinam na ausência de luz, por exemplo: violetas (*Viola x wittrockiana* W. Gams); fotoblastismo neutro: espécies vegetais que são indiferentes a presença ou a ausência de luz para germinar, por exemplo: celosias (*Celosia argentea* Linn) (KÄMPF, 2000).

2.2 Juvenilidade ou fase vegetativa

Depois da germinação e emergência de plântulas, quando a planta inicia a plena atividade fotossintética com a produção e acúmulo de carboidratos (glicose) via processos de mitose e meiose para seu pleno crescimento e desenvolvimento. Especialmente, em para a sustentação da parte aérea e da consolidação do sistema radicular, por meio de uma sequência irreversível da diferenciação celular, desde que haja condições ambientais ideais para o crescimento e o desenvolvimento ocorram.

Nessa etapa de desenvolvimento das plantas, a juvenilidade ou fase vegetativa, ocorre a produção de biomassa, favorecendo pelo aumento exponencial do tamanho e espessura das folhas, transformação do formato das folhas, por exemplo, de simples para compostas, entre outros; do engrossamento das hastes e caule que propiciam a sustentação da planta, a emissão de novas folhas, espinhos, acúleos, formação consistente do sistema radicular e efeito sobre a arquitetura da planta conforme sua forma típica (PAIVA, 2008).

Ainda nessa etapa há uma grande atividade celular pelos processos de mitose e meiose para o crescimento vegetal, que possibilita a multiplicação de plantas via propagação vegetativa. Onde utiliza-se uma parte da planta, por exemplo, estaquia foliar para a cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). A associação da atividade e diferenciação celular ocorre devido a juvenilidade da planta a qual permite sua clonagem, esse mecanismo é denominado totipotência, que é potencialidade da célula em se regenerar e originar outra planta

idêntica a partir de uma estrutura natural ou parcial, devido a embriogênese somática (celular) (BARBOSA; LOPES, 2007; MENEGAES *et al.*, 2022).

Bem como, da desdiferenciação que é a capacidade da célula madura de retornar a uma condição meristemática e evoluir para um novo ponto de crescimento. A clonagem no cultivo e produção de flores e plantas ornamentais é muito comum, bem como, uma exigência do mercado, pois favorecem um cultivo homogêneo do clone em questão, além de manter ou prolongar as características ornamentais desejáveis (FARIA, 2005).

Todavia, é importante ressaltar que o período de duração da juvenilidade varia conforme a classificação do ciclo de vida da planta, por exemplo, em plantas anuais, onde seu ciclo de vida pode variar de três a doze meses, o período de juvenilidade pode ser de dias a alguns meses, em geral, um terço do período do ciclo de vida. Já em plantas perenes o período de juvenilidade pode variar de meses a anos, por exemplo, as plantas de espada-de-São-Jorge (*Sansevieria trifasciata* Hort ex Paine) leva entre 5 a 7 anos para florescer, bambu (*Bambusa* spp.) poderá levar até 25 anos. Assim, a etapa de juvenilidade ou vegetativa finaliza com o início da floração (PAIVA, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.3 Florescimento ou fase reprodutiva

A planta depois de acumular reservas (carboidratos) durante a etapa de juvenilidade ou vegetativa, mobiliza essas reservas para a etapa de florescimento que exige grande quantidade energética para sua diferenciação celular, visando a reprodução e perpetuação da espécie. Quando a planta atinge o desenvolvimento das partes aéreas e radiculares típico inicia o processo de indução floral diferenciando os meristemas apicais para formar o escapo floral ou eixo de inflorescências ou ainda mudanças foliares como coloração das brácteas, remobilizando enzimas e pigmentos para colorir a planta e atrair seus polinizadores.

O florescimento, para muitas espécies de caráter ornamental, é o ponto ideal do produto florícola, por exemplo, flores de corte como crisântemos, gérberas (*Gerbera jamesonii* H.), rosas (*Rosa x grandiflora*), entre outros e flores envasadas como violeta, kalanchoe, poinsetias (*Euphorbia pulcherrima* L.), entre outros. Todavia, para que haja florescimento as condições ecofisiológicas e edafoclimáticas devem ter sido atendidas minimamente, pois há vários fatores que afetam ora positiva ora negativamente essa etapa fisiológica da planta.

Na floricultura o florescimento é o objeto de desejo, assim fazendo com que os profissionais da área tenham conhecimento da ecofisiologia de cada espécie vegetal de maneira individualizada. Os fatores que podem limitar essa etapa vão desde a escolha do substrato, do




ambiente de cultivo, do manejo de adubação, dos tratos culturais, porém, a água, a temperatura e a luminosidade afetam a fisiologia da planta alterando sua morfologia (MENEGAES *et al.*, 2022).

A água compõe entre 70 a 90% do *corpo do vegetal* a sua translocação do solo/substrato-planta-atmosfera impacta na qualidade visual do produto florícola desejado. Uma vez que poderá afetar a taxa fotossinteticamente ativa, a hidratação dos tecidos – pois, não comercialização de plantas apresentando sintomas de murchamento, então o manejo hídrico deve sempre estar próximo a capacidade “de campo” ou “do recipiente” de cultivo, mantendo a planta em plena turgidez. A água ainda serve “dentro” da planta como um transportador de nutrientes, quer seja seiva bruta ou seja de seiva elaborada, pelos vasos xilemáticos e floemáticos, respectivamente (ANDRIOLO, 1999).

A temperatura implica diretamente na transpiração da planta e na diferença de potencial para as conduções dos vasos. Toda e qualquer planta apresenta uma faixa ótima de seu pleno desenvolvimento, em geral de 20 a 30° C, variando entre as temperaturas bases inferior e superior, as quais caracterizam-se pela faixa abaixo e acima da temperatura ótima, em que ainda a planta sobrevive mesmo em baixa produção de biomassa e florescimento diminuto. Contudo, uma vez a planta submetida a temperaturas extremas, ou seja, a abaixo ou acima da temperatura ótima, essa entra em colapso e acaba senescendo precocemente.

A temperatura ainda atua na indução floral por mecanismos fisiológicos denominados termoindutivos, sendo eles abaixo temperatura, por exemplo, agapantos (*Agapanthus africanus* L.); ou a altas temperaturas como as flores tropicais onde favorece desde a sua multiplicação ao florescimento mais vistoso.

A luminosidade atua especialmente devido ao fotoperíodo, quantidade do comprimento de luz em um dia, desde o crepúsculo matutino ao crepúsculo vespertino, contabilizado em horas, cada espécie vegetal tem seu fotoperíodo específico para florescer, assim denomina-se fotoperíodo crítico. Em geral, tem três respostas das plantas ao fotoperíodo, sendo plantas de dia curto (PDC), onde o florescimento é acelerado em condições de dia curto ou noite longa, por exemplo, crisântemo. Outras plantas respondem ao dia longo ou noite curta, onde seu florescimento se dá a exposição de um comprimento de dia longo, como a gipsófila (*Gypsophila paniculata* L.); há também plantas que não respondem ao fotoperíodo denominadas plantas de dias neutros, por exemplo, cártamo.



A intensidade luminosa também afeta a morfologia das plantas, as ornamentais, isso poderá ser problemático na hora da sua comercialização. Assim, tem-se três categorias quando a intensidade de luminosidade que poderá a planta suporta para manter-se viva e florescer. As plantas de pleno sol entre 50-100 mil lux, as plantas de meia-sombra até 20 mil lux e plantas de sombra em volta de 5 mil lux (KÄMPF, 2000).

2.4 Frutificação


Nesta etapa planta forma o fruto, depois do florescimento que, porventura, houve a fecundação do óvulo e na sequência terá produção de sementes. Entre as flores e plantas ornamentais as espécies com frutos ornamentais, desde herbáceas como teta-de-vaca (*Solanum mammosum* L.) a palmeiras como buriti (*Mauritia flexuosa* L.), são destinadas ao uso no paisagismo. Apesar de que nos últimos anos tem-se estudado frutíferas ornamentais para uso como hastes de corte, como o abacaxi-ornamental (*Ananas bracteatus* L.) e asclepia (*Asclepias physocarp* Moench), assim dando um toque especial nos arranjos e buques florais.

A frutificação fisiologicamente é a proteção da semente pelo desenvolvimento do ovário, podendo ser de vários formatos quanto a sua suculência, forma de abertura, entre outros. Nessa etapa do desenvolvimento da planta, quando destinada a fruticultura comercial, há um intenso manejo de adubação, irrigação e podas para a produção de frutos sadios e visualmente atraentes quando destinados a mesa.

2.5. Senescência

A última etapa fisiológica de uma planta é a senescência, ou seja, a sua morte, que vai variar conforme o ciclo de cultivo dessa planta podendo ser anual ou perene. A senescência é um processo evolutivo de deterioração iniciado a partir da germinação, o “envelhecimento” da planta se dá a partir do momento que a planta conclui cada etapa fisiológica, calo sendo afetada positiva ou negativamente, de acordo com o manejo agrícola fornecido a essa. Nessa etapa há a redução da taxa de fotossíntese, degradação de pigmentos, compostos enzimáticos e atuação acelerada do hormônio vegetal etileno.

No paisagismo, quando as plantas forrageiras – forrações anuais e perenes, encontram-se senescentes realiza-se a sua substituição, promovendo a renovação dos espaços ajardinados e do florescimento no extrato de piso (chão). Quando em plantas arbóreas e arbustivas pode-se realizar num primeiro momento podas de condução ou formação, manejo de adubação ou substituição quando a planta atingiu sua adultez.



Na floricultura em pós-colheita, em especial, flores e folhagens cortadas, há métodos para prolongar a vida de prateleira dessas plantas através do manejo de pós-colheita com tratamentos térmicos, uso de soluções conservantes, uso de anti-etileno e produtos comerciais, tudo para evitar a senescência precoce. Em plantas envasadas o manejo de pós-colheita também poderá ser utilizado, todavia, é mais usual conhecer e adaptar as condições de armazenagem nas gondolas ou prateleiras onde esses vasos estão expostos.

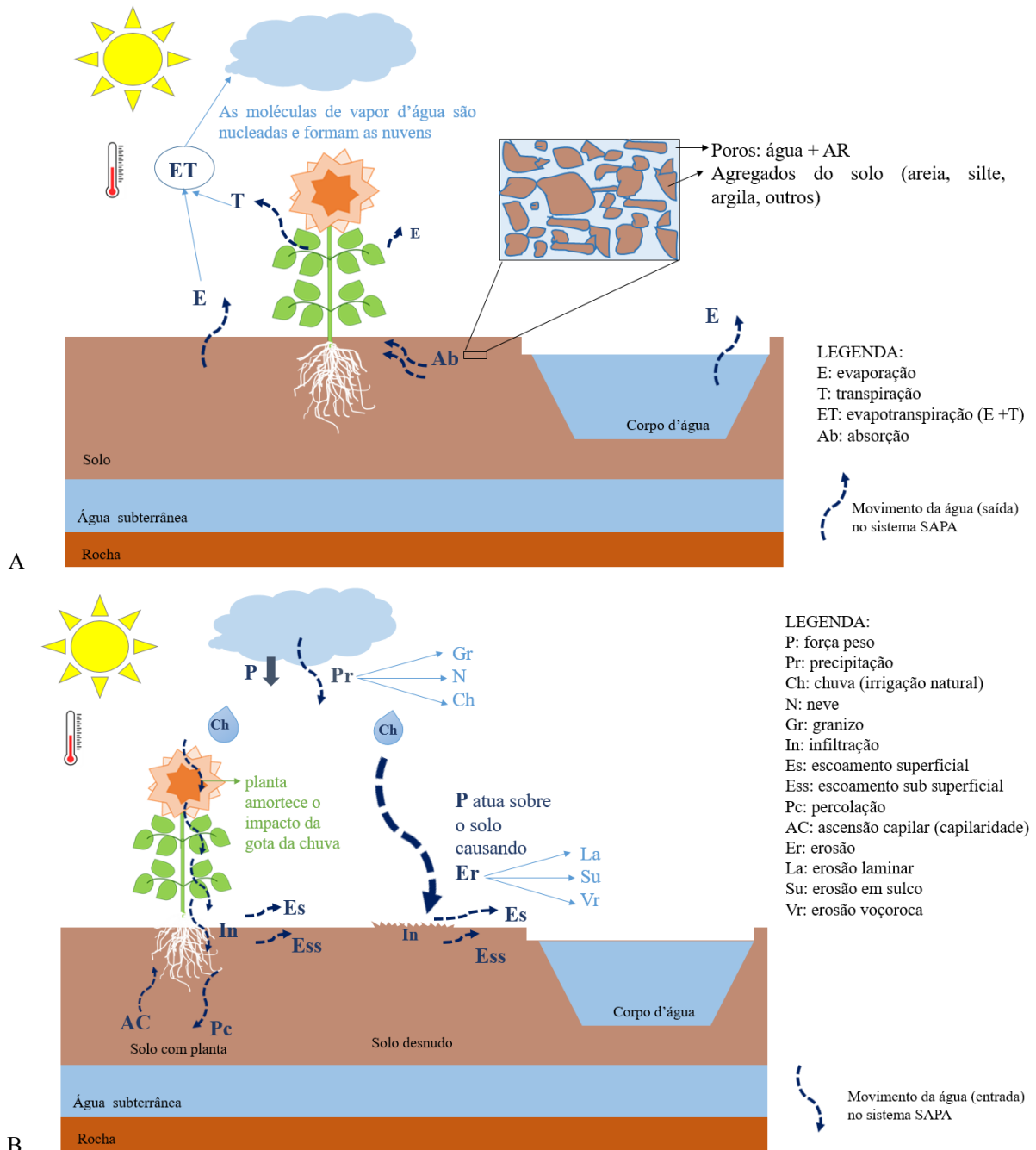
A senescência das plantas é um processo natural de cumprimento do ciclo de vida, no entanto, para flores e plantas ornamentais, sobretudo, as cortadas e envasadas prolongar a ocorrência dessa etapa é fundamental, pois as flores e plantas cortadas e envasadas são produtos altamente perecíveis.

As principais características visuais da senescência é o murchamento por falta de vigor, a hidratação já não se faz eficiente, escurecimento do sistema radicular indicando falta de absorção de nutrientes e água, amarelecimento foliar pela degradação dos pigmentos, principalmente em decorrência da baixa ou inexistente taxa de fotoassimilados (carboidratos), enrolamento foliar, abscisão foliar murchamento das flores ou do eixo das inflorescências, queda das flores, entre outros.

3. INTERAÇÃO DO SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA-ATMOSFERA (SAPA)

A interação do sistema solo-água-planta-atmosfera (SAPA) possibilita o entendimento das condições ecofisiológicas e edafoclimáticas de cada espécie vegetal de interesse agroeconômico (Figura 3). Nesse sistema o movimento de água o regula e promove inúmeras inter-relações em todas as suas fases, sendo a fase líquida a principal, especialmente, pela precipitação em forma chuva (irrigação artificial) (DIAS, 2018). Todavia, nas demais fases gasosas (vapor d'água) e precipitação sólida (granizo e neve) assumem proporções importantes no setor agrícola.


Figura 3: Sistema solo-água-plantas-atmosfera (SAPA) com saídas (A) e entradas (B) de água no sistema.



Fonte: Menegaes (2023).

O **solo** considerado um corpo físico, trifásico (partículas sólidas e líquidas e espaços gasosos), repleto de entradas e saídas, faz com que esse seja um espaço físico de suporte para as plantas, em que por diferença de potenciais¹ (osmótico, matricial, gravitacional e de pressão),

¹ Potencial de água na planta e/ou solo [$\psi = \psi_o + \psi_m + \psi_g + \psi_p$], onde: ψ_o : osmótico, ψ_m : matricial, ψ_g : gravitacional e ψ_p : pressão.



fluxo de massa ou osmose a água seja absorvida pelas raízes para posteriormente ser translocada dentro da planta, pelas vias apoplásticas e simplásticas.


As plantas cultivadas em sistemas que utilizam substratos em recipientes ou em hidroponia, a absorção se dá da mesma forma, o que varia são a disponibilidade do volume de água e dos sais minerais ali dissolvidos. Assim, a disponibilidade hídrica independente do sistema de cultivo em solo, em substrato ou em hidroponia, deve propiciar as plantas hidratação constante (PERES, 2021; MENEGAES *et al.*, 2022).

Água conforme o sistema de cultivo auxilia na dissipação de calor próximo ao sistema radicular evitando murchamento precoce. A água é absorvida pelas raízes secundárias ou adventícias contidas na solução do solo (água + nutrientes) “entra” na planta pelo xilema movendo por diferença de potencial pela via apoplasto nos espaços intercelulares e via simplasto pelos plasmodesmos.

Ainda por diferença de potencial a água se movimenta pelo *corpo da planta* conforme a demanda hídrica, que é afetada principalmente, pela temperatura, por exemplo, a planta encontra-se em uma estufa com baixa ventilação e areação, naturalmente haverá um aumento na demanda transpiratória da planta. Os mecanismos de defesa e de comunicação da planta, enviam sinais via ácido abscísico (ABA), para folhas ou parte aérea para controlar a abertura e fechamento estomático, ao mesmo que os sinais chegam ao sistema radicular aumentando a diferença dos potenciais e a demanda de água aumenta pelas raízes (PAIVA, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Entretanto, se a temperatura permanece a mesma a planta não consegue manter por longos períodos suprir essa alta demanda hídrica, e acaba fechado os estômatos e a absorção de água via raízes será apenas para arrefecer e manter minimamente funcionando as atividades metabólicas, sem acúmulo de fotoassimilados. Então nesse caso mesmo tendo disponibilidade hídrica no solo/substrato as raízes não absorvem a água suficiente para obter ganho produtivo, pois não há ou é inexistente a taxa de fotossíntese (ANDRIOLO, 1999; DIAS, 2018).

O movimento da água da planta para a atmosfera ocorre pela transpiração, gutação e trocas gasosas via estômatos (vapor d’água). A *transpiração* induz a fluxo de água advindo do para atmosfera através da planta, ou seja, nessa indução há perda de água. É altamente afetada pela temperatura, em dias ou horários mais quentes, conseqüentemente há o aumento da transpiração, pois as plantas têm uma temperatura ótimo para o seu pleno crescimento e desenvolvimento, ainda dentro da faixa base, as plantas apresentam certa tolerância e resposta




do seu metabolismo a temperatura. Todavia, o aumento drástico acima da temperatura ótima o *corpo vegetal* responde com estresse, demandando inicialmente mais água para seu arrefecimento, em um fluxo de água via radicular, caule, folha a estômato. A movimentação desse fluxo requer energia, pois há uma pressão negativa (sucção) sobre os vasos xilemáticos para que haja o movimento da água, suprimindo as necessidades da planta. Quando não atendido essa demanda a planta inicia após o fechamento estomático o enrolamento foliar, a abscisão de folhas baixas ou velhas, entre outros para evitar o colapso vegetal (ANDRIOLO, 1999; REICHARDT; TIMM, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Quando a planta estiver sendo cultivada em condições de temperatura ideais a demanda hídrica ocorrerá normalmente com a movimentação por diferença de potencial, contudo, realizando fotossíntese para acúmulo de fotoassimilados implicando em um bom crescimento e desenvolvimento vegetal. O movimento de água nas folhas permite que haja fotossíntese, pois, a água é um “substrato” fundamental para que essa ocorra, permite o arrefecimento do mesófilo nos horários mais quentes do dia e permite as trocas gasosas pelo fluxo de vapor d’água, além de ser solvente para a diluição de nutrientes, e transporte de seiva elaborada via floema (ANDRIOLO, 1999; REICHARDT; TIMM, 2012).

A *gutação* é o processo que faz “a planta chorar”, como popularmente é conhecido. Esse processo ocorre quando a transpiração é reduzida, há condições de boa hidratação na planta, água disponível no solo (capacidade de campo), temperaturas amenas e ar úmido, a planta tem alto acúmulo de água no seu corpo vegetal e baixíssima diferença de potencial, ocorre a saída da água por orifícios presentes na folha os hidatódios, por meio de gotas, por isso dizem que a planta “chora” (PAIVA, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

No sistema SAPA a planta é objeto de interesse agroeconômico que necessita do solo (ou sistema de cultivo) como suporte físico e fonte de água e nutrientes, os quais uma vez absorvidos entram na planta e servem de fonte para os processos de crescimento e desenvolvimento, nos diferentes órgãos da planta e possibilitando inúmeras e incontáveis reações metabólicas essenciais, sendo translocada para a atmosfera, especialmente por transpiração. Essa demanda do fluxo de água e nutrientes é que possibilita o acúmulo de fotoassimilados e conseqüentemente a produção de plantas, com boas qualidades visuais e sanitárias (SANTOS; CARLESSO, 1998; PERES, 2021).

Outro fator atmosférico fundamental para a produção de plantas é a *tolerância a iluminação* (sombra e pleno sol), a quantidade de radiação solar que chega à atmosfera afeta o



desenvolvimento vegetal, em especial a morfologia das plantas. Na floricultura tem-se a divisão das plantas de acordo a tolerância de iluminação, sendo três categorias, as *plantas de pleno sol* entre 50-100 mil lux, as *plantas de meia-sombra* até 20 mil luxes e *plantas de sombra* em volta de 5 mil luxes (KÄMPF, 2000).

Na agricultura a maioria das plantas são cultivadas em pleno sol e de ciclo anual, grandes culturas, na floricultura o mesmo se repete, no entanto, muitas plantas são cultivadas em ambientes protegidos devido a necessidade de se obter sombra ou meia-sombra. Em geral, plantas de sombreamento apresentam folhas grandes e de fina espessura, por exemplo, costela-de-Adão (*Monstera deliciosa* L.).

A espessura foliar é um indicativo de eficiência fotossintética em função da redução do mesófilo, podendo ter estômatos nas duas faces da folha. Nas plantas de pleno sol geralmente há estômatos na face inferior pela conformação foliar visando eficiência fotossintética devido ao aumento do mesófilo quando em relação as plantas de sombra.

O excesso de luminosidade pode provocar adaptações morfológicas nas plantas para favorecer a reflexão da luz, evitando estresse lumínico. As principais adaptações são formação de tricomas, deposição de ceras cuticular, entre outros (KÄMPF, 2000).

Evaporação é a indução do fluxo de água para atmosfera através do solo, corpo d'água, entre outros, sendo essa altamente afetado pela temperatura, em dias ou horários mais quentes. A água na sua fase líquida recebe agitação por estímulo térmico excitando suas moléculas permitindo a troca de fase para vapor d'água (gasosa). Em ambientes protegidos, estufa, casa de vegetação e túneis, onde tem-se uma barreira física entre o solo e a atmosfera o processo de evaporação pode causar danos sobre as plantas ornamentais devido à alta umidade nesses ambientes, então é fundamental realizar a aeração para a circulação do ar e da sua umidade (ANDRIOLO, 1999; MENEGAES *et al.*, 2022).

Evapotranspiração é toda a movimentação de vapor d'água, pelos processos de transpiração e evaporação, que vão para a atmosfera e ao se nuclear formam as nuvens. As quais quando as gotículas de água atingirem massa suficiente a força peso entra em ação e ocorre a precipitação d'água (irrigação natural) sobre a biosfera (solo, plantas, corpos d'água, entre outros).

Precipitação ocorre com a condensação do vapor d'água por nucleação das moléculas de água que acabam formando uma massa que ao mudar de fase (líquida) com a atuação da força peso resulta da sua descarga em forma de precipitação. Há três formas básicas de

ocorrência da entrada de água da atmosfera na biosfera sendo, a chuva por forma líquida (irrigação natural), e nas formas sólidas neve e granizo.

A chuva é a descarga da água na forma líquida, podendo ter diferentes tamanhos de gotículas, duração de tempo de descarga, sentido e intensidade, desde uma neblina (garoa fina) a uma pancada forte (toró). Geralmente, classificadas em frontais, convectivas e orográficas.

As precipitações sólidas, a neve ocorre quando a condensação do vapor d'água em temperaturas muito baixas formando cristais de gelo (flocos) que coagulam e precipitam. O granizo ocorre na forma de pedras de gelo, pelo congelamento da gota d'água ao atravessar camadas atmosféricas mais frias.

Na agricultura sempre o ideal é que as gotas da água da chuva cheguem na planta de forma “mansa” ou “aquela de dormi”, ou seja, com baixa intensidade e baixo volume evitando prejuízos a planta. Ao mesmo tempo que a planta amortece a força peso derivada da gotícula de água ao chegar no solo, possibilitando assim diferentes graus de infiltração desta no perfil do solo.

Infiltração ocorre pelo movimento da entrada da água pela superfície do solo, sendo de extrema importância para abastecimento da vida no solo, do sistema radicular e para recarga hídrica (hidráulica). Lembrando que o solo atua como uma grande caixa d'água (reservatório) e, essa atuação apresenta inúmeras interações entre os agregados do solo, matéria orgânica do solo, porosidade, material de formação, entre outros.

Há diferentes níveis de infiltração de água no solo, dependendo diretamente do tipo de proteção que o mesmo apresenta, por exemplo, solo desnudo sem proteção; solo protegido apenas com plantas; e solo em sistema plantio direto (plantas e palhada). Onde quanto maior a proteção da superfície do solo e material orgânico maior será a taxa de infiltração de água no solo em perfil, a porosidade também auxilia diretamente na infiltração. Todavia, a água precipitada (chuva) não infiltra 100% do seu volume por diversos fatores, entre eles o grau de saturação do solo, compactação e percentagem de porosidade, entre outros. Assim, a água não infiltrada acaba escoando pela superfície, tendo dois tipos o *escoamento superficial* que a água escorre sobre a superfície do solo e o *escoamento sub superficial* que escorre dentro do perfil do solo, em geral, na camada agricultável. A água escoada serve para abastecer os corpos d'água tanto os superficiais (reservas, açudes, rios, entre outros) e as águas subterrâneas (lençóis freáticos, aquíferos, entre outros).

Percolação a ocorre pelo movimento da água dentro do perfil do solo de maneira lenta, após o preenchimento dos poros do solo, o grau de saturação do solo interfere na forma e na quantidade de água percolada. Esse excedente auxilia o abastecimento das águas subterrâneas (lençóis freáticos, aquíferos, entre outros).

Ascensão capilar (capilaridade) é o movimento de ascensão d'água via poros dentro do perfil do solo, onde a porosidade e o grau de saturação afetam positiva ou negativamente esse movimento. Tem relação aos fenômenos associados à tensão superficial dos líquidos, particularmente em tubos capilares e em meios porosos, como nos solos, onde existem interfaces gasosas, líquidas e sólidas. Em casos especiais de estiagem esse movimento d'água pode auxiliar na hidratação do sistema radicular.

Erosão é o processo de desagregação das partículas e agregados do solo causando danos ambientais e reduzindo a sua capacidade de armazenar água por infiltração e permeabilidade, além de reduzir a capacidade produtiva. Há basicamente três tipos de erosão conforme o grau de dano causando pelo impacto da gota da chuva e a intensidade de volume e duração. Geralmente, a erosão do solo inicia de forma *laminar*, onde o salpico e a desagregação das partículas ocorrem a baixa intensidade sobre a superfície do solo; a *erosão em sulco* há um agravamento do escoamento da erosão laminar sobre a superfície formando sulco ou valetas, desagregando em intensidade alta as partículas de solo, e por fim, a *erosão em voçoroca* é aquela que forma galerias sobre a superfície do solo, fazendo o mesmo perder valor agrícola e econômico.

4. RESPIRAÇÃO ($n\text{CH}_2\text{O} + n\text{O}_2 \downarrow \Rightarrow n\text{CO}_2 \uparrow + n\text{H}_2\text{O} + \text{Energia}$)

É uns processos vitais da planta, onde utiliza glicose acumulada durante a fotossíntese para promover inúmeras atividades metabólicas na planta visando o seu crescimento e desenvolvimento. A respiração pode ocorrer com ou sem a presença de oxigênio (O_2), sendo dividida em três etapas: glicólise, ciclo de Krebs e cadeia transportadora de elétrons.

A glicólise atua como um conjunto catalítico no citoplasma originando moléculas de piruvato permitindo a síntese de ATP e NADH oxidando as moléculas de água no mitocôndrias (cadeia transportadora de elétrons) para formar ATP. Sob condições aeróbicas normais o piruvato formado pela glicólise é metabolizado a CO_2 e água no ciclo de Krebs e na cadeia transportado de elétrons dentro da mitocôndria, a fim de liberar energia suficiente para a síntese de APT, NADH e FADH. Na cadeia de transporte de elétrons liberados por NADH e FADH, além de produzirem ATP, reduzem O_2 em H_2O .

Na maioria das plantas com respiração anaeróbica (sem oxigênio) converte o piruvato formado pela glicólise etanol. Que tem ação tóxicas a plantas, em plantas aquáticas, uma defesa por adaptação morfológica foi formar aerênquimas, espaços intercelulares presentes nas raízes com a finalidade de armazenar oxigênio. Outra modificação morfológica é a presença de lenticelas nos caules, formando pequenos poros que auxiliam na respiração da superfície do caule como a passagem de ar, por isso, não é recomendado cair ou pintar as árvores, pois haverá um entupimento das lenticelas (ANDRIOLO, 1999; PAIVA, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

5. FOTOSSÍNTESE ($6 \text{ CO}_2 \downarrow + 6 \text{ H}_2\text{O}$ [em presença de luz na planta] $\Rightarrow 6 \text{ CH}_2\text{O} + 6 \text{ O}_2 \uparrow$)

A fotossíntese processo vital para as plantas e para sustentação da vida animal e humana na Terra, é a síntese de produtos orgânicos (carboidratos ou glicose ou energia química) originada da reação que ocorre nos cloroplastos (dentro da planta) utilizando como substrato dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O) na presença de luz resultando em carboidratos (CH_2O) e liberando para atmosfera oxigênio (O_2).

Para que haja fotossíntese a planta deve realizar trocas gasosas (O_2 , CO_2 , vapor d'água, entre outros) para isso os estômatos devem estarem abertos, preferencialmente em presença de luz (radiação solar, energia luminosa) a planta deve estar em boas condições nutricionais e hídrica, para que haja o início da sintetização da energia luminosa e, assim transformado em energia química. Esse processo ocorre preferencialmente nas folhas, onde há tecidos fotossinteticamente ativos, o mesofilo entre as epidermes (superior e inferior), dentro desse tecido há cloroplastos, onde encontra-se vários pigmentos – responsáveis pela coloração das plantas, o mais abundante é a clorofila – pigmento esverdeado que entre as suas funções é captar e absorver luz entre os comprimentos de onda entre 400 a 700 nm, onde há radiação fotossinteticamente ativa.

Geralmente, as plantas são esverdeadas por refletir os comprimentos de onda entre 500 e 560 nm, na banda verde. Plantas coloridas é um dos objetos de desejo da floricultura, contudo, algumas espécies vegetais apresentam outras colorações naturalmente, como as plantas variegadas com em média de duas cores nas folhas, entre as cores branco-verde, amarelo-verde, creme-verde, entre outros.

O variegatismo pode ser atribuído em algumas espécies em diferentes condições ambientais como falha fisiológica na sua pigmentação total, entretanto, na floricultura é muito apreciado para ajardinamento de espaços verdes. Outras plantas como as *alternantheras*

(*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze) e trapoeraba-roxa (*Tradescantia pallida* D.R.) de coloração arroxeadada, também são apreciadas, nesse caso pode ser atribuído a diferenciações da clorofila ou presença de antocioninas.

As etapas da fotossíntese ocorrem pelas vias fotoquímica e bioquímica. A via fotoquímica ocorre nas membranas internas do cloroplasto denominadas tilacoides, onde as reações ocorrem em presença de luz. Nessa etapa ocorre a fotoxidação da água com as quebras da molécula de água pela luz liberando oxigênio para atmosfera e produzindo elétrons. Na sequência os elétrons são transportados e excitados por uma cadeia constituída por dois sistemas o fotossistema I (PSI – absorve luz a 700 nm) e o fotossistema II (PSII – absorve luz a 680 nm) que são capazes de gerar energia na forma de ATP e o poder redutor NADH, os quais serão utilizados na etapa bioquímica no estroma dos cloroplastos, sem dependência de luz.

Assim, a fixação e a redução do CO₂ em carboidrato (CH₂O) na planta pode ocorrer de três rotas metabólicas:

- As plantas com capacidade de fixar de três carbonos denominando-se plantas com metabolismo fotossintético C₃ ou Calvin-Benson, por exemplo, algumas espécies de sombra como filodendros (*Philodendron* spp.), em geral, essas plantas têm bom desenvolvimento em temperaturas entre 20 a 25° C;
- As plantas com capacidade de fixar quatro carbonos, malato ou aspartado denominadas como plantas com metabolismo fotossintético C₄ ou Hatch-Slack, com alta eficiência fotossintética, adaptando-se a pleno solo, a maioria das plantas de interesse agrícola, com boa adaptação a incidência luminosa com bom desenvolvimento entre 25 a 40° C, nessas plantas há a presença da bainha de Kranz envolta dos feixes vasculares (xilema e floema).
- As plantas do ciclo CAM ou Metabolismo Ácido das Crassuláceas realizam a fixação de três carbonos em plantas adaptadas ao clima seco e desérticos como a família Crassulaceae, Cactaceae (cactos) e Euphorbiaceae, com trocas gasosas e adaptação da fotossíntese. Essas plantas são adaptadas a altas temperatura, maximizando o uso da água nas suas rotas metabólicas, podendo ser exposta a alta iluminação solar, por exemplo, cactos (PAIVA, 2008; TAIZ; ZEIGER, 2013).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fisiologia da produção de plantas ornamentais demanda conhecimento específico de espécie que se deseja produzir comercialmente, pois cada espécie apresenta características ecofisiológicas próprias e condições edafoclimáticas para obter sucesso nessa produção. O

entendimento de cada etapa do crescimento e do desenvolvimento também é fundamental, desde a germinação, a juvenilidade ou fase vegetativa, o florescimento ou fase reprodutiva, a frutificação e culminando com a senescência da planta, tudo isso dentro da interação do sistema solo-água-planta-atmosfera. A combinação desses conhecimentos possibilitará uma boa produção de flores e plantas ornamentais com lucros.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora UFSM, 1999. 142p.

BARBOSA, J. G., LOPES, L. C. **Propagação de plantas ornamentais**. Ed. UFV. Viçosa, 2007. 183p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seed in relation to germination**. Berlin: Springer Verlag, 1978. 306p.

DIAS, J. P. T. **Ecofisiologia de culturas agrícolas**. Belo Horizonte: UEMG, 2018. 169p. Disponível em: <https://issuu.com/editorauemg/docs/ecofisiologia_de_culturas_agricolas/132>. Acessado em: Nov. 2022.

FARIA, R. T. **Floricultura: as plantas ornamentais como agronegócio**. Londrina: MECENAS, 2005. 116p.

IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. **O mercado de flores no Brasil**. Holambra: IBRAFLOR, 2023. P.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.


MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 650 p.

MENEGAES, J. F.; FERREIRA, C. F.; MOCCELLIN, R. **Plantas ornamentais: conceitos básicos de cultivo**. Nova Xavantina: Pantanal, 2022. 144p. Disponível em: <https://www.editorapantanal.com.br/ebooks.php?ebook_id=plantas-ornamentais-conceitos-basicos-de-cultivo&ebook_ano=2022&ebook_caps=0&ebook_org=0>. Acessado em: Mar. 2023.

PAIVA, R. Fisiologia de plantas ornamentais. In: PAIVA, P. D. O. **Paisagismo: conceitos e aplicações**. Lavras: UFLA. 2008. p. 429-443.

PERES, J. G. **Hidráulica Agrícola**. São Carlos: EduFSCar, 2021. 429p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2ª ed. Barueri: Manole, 2012. 500p.



SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294, 1998. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sptHSNGpfSCjGZ656yBJwnN/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Mar. 2023.

SCHWAB, N. T. *et al.* A phenological scale for the development of *Gladiolus*. **Annals of Applied Biology**, v. 166, n. 3, p. 496-507, 2015. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aab.12198>>. Acessado em: Mar. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 848p.

CAPÍTULO 2

COBERTURA VEGETAL E MAPAS DE PERFIL DA COMPACTAÇÃO EM MANEJOS DE SOLO E PALHA²

Jorge Wilson Cortez
José Lucas Gonçalves Greiter
Matheus Anghinoni
Matheus Pereira de Jesus
Mauricio Viero Rufino
Diandra Pinto Della Flora
Nayra Fernandes Agüero

RESUMO

A cobertura vegetal do solo favorece o desenvolvimento das culturas, no entanto, quando existe problemas de compactação do solo pode ocorrer diminuição do desenvolvimento das plantas. Assim, objetivou-se avaliar a cobertura vegetal e resistência do solo à penetração em função do manejo de palhada e os sistemas de manejo do solo. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso no esquema de parcela subdividida com quatro repetições, sendo nas parcelas alocados os manejos da palhada (rolo-faca, triturador, roçadora, grade niveladora, herbicida e sem manejo), e nas subparcelas os sistemas de manejo do solo (plantio direto, escarificação anual e escarificação de longo prazo). Avaliou-se: a porcentagem de cobertura vegetal e a resistência do solo à penetração (RP). Os dados de cobertura vegetal foram submetidos a análise de variância e quando significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de RP foram avaliados utilizando a geoestatística. Verificou-se que a escarificação anual remove grande parte da cobertura vegetal proporcionada pelo plantio direto. O manejo químico junto com o rolo faca proporcionam a maior quantidade de cobertura vegetal. A escarificação de dois anos já apresenta um perfil no solo, mais similar ao plantio direto do que a escarificação anual.


PALAVRAS-CHAVE: Subsolagem. Compactação. Plantio Direto.

1. INTRODUÇÃO

As operações mecânicas ocasionam diminuição da cobertura do solo, graças à realocação ou incorporação de resíduos ao solo, além de aumentar a taxa de decomposição do material, reduzindo, ainda mais, a cobertura com o passar do tempo (CARVALHO *et al.*, 1990). O uso de implementos específicos para o manejo da palhada das culturas de cobertura, como a gradagem, pode afetar o tempo de cobertura do solo (BORTOLUZZI; ELTZ, 2000). Além de afetar a porcentagem de cobertura do solo, proporcionando diferentes níveis de amassamento, enterro ou fracionamento do material (HERNANI *et al.*, 1995).

Outra reação que acontece no solo com o uso de implementos é a compactação, que pode ser observada nas camadas mais superficiais onde não ocorre mobilização anual do solo, e é devido ao efeito cumulativo de pressões de máquinas e implementos que o solo recebe e,

² CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.



ainda pode ser devido, à acomodação natural das partículas (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 1998). Na presença de tráfego, a acomodação das partículas e agregados do solo pode ser rápida, e apenas um evento de tráfego sobre o solo pode provocar um aumento de resistência à penetração (RP) para níveis semelhantes ao que estava antes da escarificação (SILVA *et al.*, 2000).


Portanto, objetivou-se avaliar a cobertura vegetal e resistência do solo à penetração em função do manejo de palhada (rolo-faca, triturador, roçadora, grade niveladora, herbicida e sem manejo) e os sistemas de manejo do solo (plantio direto, escarificação anual e escarificado de longo prazo).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A condução do trabalho foi na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias - FAECA – da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, no município de Dourados, MS. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico, muito argiloso, com média de 62,22% de argila, 20,43% de silte e 17,34% de areia.

Na safra 2014/2015 foi o início de condução do experimento e utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com dois tratamentos (plantio direto e escarificação) com 18 repetições. Na safra 2015/2016 foi utilizado o delineamento em blocos no esquema de parcela subdividida com 4 repetições (4 blocos). Assim, nas parcelas foram alocados os manejos da palhada rolo-faca segadora, roçadora, grade destorroadora-niveladora e manejo químico. E nas subparcelas os sistemas plantio direto de mais de 10 anos (PD), escarificação anual (EA) e escarificado de longo prazo (EA1), ou seja, escarificado a um ano (2014). Na safra 2016/2017 repetiu-se o mesmo delineamento, nas mesmas parcelas, sendo o escarificado de longo prazo agora com dois anos (2014). As parcelas foram ajustadas para área de aproximadamente 20 x 19 m (380 m²). No sentido longitudinal entre as parcelas, foi reservado um espaço de 15 m, destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos.

No preparo das parcelas na safra 2014/2015 utilizou-se: escarificador de cinco hastes, com ponteira estreita de 0,08 m de largura a 0,35 m de profundidade (tratamento com escarificação). No preparo das parcelas das demais safras utilizou-se um escarificador de cinco hastes com disco de corte da palha e rolo destorroador em 2013 para a escarificação anual. Os equipamentos de manejo da palhada foram um rolo-faca que possui lâminas de corte distribuídas e ângulo de incidência dimensionado para permitir o corte; triturador equipado com



rotor de facas curvas de aço que trabalham em alta rotação; segadora dotada com barra de corte, com 4 rotores laminados, roçadeira dotada com barra de corte, com 4 rotores laminados; grade destorroadora-niveladora, tipo off-set, de arrasto, com 20 discos de 0,51 m de diâmetro (20") em cada seção, sendo na seção dianteira discos recortados e lisos na traseira, na profundidade de 0,15 m.; manejo químico com pulverizador de pneus e 14 m de barra.

A porcentagem de cobertura do solo foi obtida utilizando um fio encapado com 7,5 m de comprimento e com marcações equidistantes de 0,15 m, resultando em 50 pontos (adaptado de LAFLEN *et al.*, 1981), sendo utilizado duas vezes nas parcelas, em diagonal, totalizado 100 pontos de observações. Foi avaliado nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Com intuito de verificar a compactação no perfil do solo após a semeadura realizou-se a coleta de dados da resistência à penetração (RP) com uma malha amostral de 0,225 m x 0,10 m, tendo largura e profundidade, respectivamente. Em 2014/2015 a malha amostral resultou em 520 pontos por perfil do solo, resultado de 13 pontos transversal ao deslocamento da máquina, até a profundidade de 0,40 m, sendo coletados os dados de RP a cada 10 cm. Em 2015/2016 coletaram-se dados com o penetrômetro de impacto, sendo os dados coletados em cada subparcela, com três replicações por subparcela.

Na safra 2014/2015, utilizou um penetrômetro eletrônico automatizado denominado de SoloStar (FALKER, 2011), modelo PLG5500. Na safra de 2016/2017 foi utilizado o equipamento modelo IAA/Planalsucar-Stolf, adaptado pela KAMAQ denominado de penetrômetro de impacto (STOLF *et al.*, 2012), com as seguintes características: massa de 4 kg com impacto em curso de queda livre de 0,40 m; cone com 0,0128 m de diâmetro e ângulo sólido de 30°; e haste com diâmetro aproximado de 0,01 m.

A análise dos dados de cobertura vegetal foi realizada pela análise de variância, e quando significativa com o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

A análise dos dados de resistência à penetração no perfil do solo, nas safras 2014/2015 e 2016/2017 foi analisada utilizando a geoestatística. A modelagem dos semivariogramas foi realizada observando os valores de R² e menor valor do quadrado de resíduos, sendo posteriormente realizada a interpolação por krigagem ordinária, sendo esta uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados. Por meio da interpolação por krigagem, os mapas de isolinhas (bidimensionais) foram construídos para o detalhamento espacial dos dados coletados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os percentuais de cobertura vegetal no solo, após a realização dos manejos de solo (Tabela 1), apresentaram consideráveis diferenças entre o plantio direto (PD) e o manejo escarificado (EA).

Tabela 1: Porcentagem de cobertura vegetal após o preparo do solo e manejo de palha nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Tratamentos	Cobertura vegetal (%)	
	2014/2015	2015/2016
Manejo de Solo (MS)		
PD	67,25 a	83,87 a
EA	8,62 b	40,83 c
EA1	--	77,58 b
Manejo de Palha (MP)		
RF	--	70,41 ab
TR	--	63,41 cd
SG	--	67,75 bc
GR1	--	67,75 bc
GR2	--	59,41 d
MQ	--	75,83 a
Teste F		
M.S.	265,88 **	756,20 **
M.P.	--	12,14 **
M.S. x M.P.	--	7,25 **
C.V. – M.S. (%)	18,95	6,14
C.V. – M.P. (%)	--	8,34

NS: não significativo ($p>0,05$); *: significativo ($p<0,05$); **: significativo ($p<0,01$); C.V.: coeficiente de variação. Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Plantio direto (PD); Escarificado anual (EA); Escarificado à um ano (EA1). Rolo-Faca (RF); Triturador (TR); Segadora (SG); Uma operação de gradagem (GR1); Duas operações de gradagem (GR2); Manejo químico (MQ).

Fonte: Autoria própria (2015).

Na safra de 2015/2016, o tratamento de palha com MQ (manejo químico), em que não há mobilização do solo e da palha com máquinas e implementos, acarretou em maior cobertura vegetal. Os demais tratamentos obtiveram menores porcentagens de palhada, sendo que a operação com duas gradagens (GR2) proporcionou uma redução de 21,65% da palhada em comparação ao MQ.

Verifica-se que a escarificação reduziu a cobertura vegetal sobre a superfície do solo (Tabela 1), devido a sua incorporação, porém manteve considerável quantidade de palhada parcialmente na superfície. Enquanto no plantio direto (PD), acumulou-se maior resíduo vegetal próximo à superfície, sendo uma característica típica dos manejos conservacionistas.

O PD, no estudo desenvolvido por Girardello *et al.* (2011), apresentou um valor de cobertura de solo semelhante ao encontrado na maioria das lavouras sob PD no Sul do Brasil,

próximo a 80%, mas quando utilizaram o escarificador convencional, observaram um decréscimo na cobertura vegetal na ordem de 63%, aproximadamente, além disso este equipamento induziu à formação de torrões grandes. Esses dados corroboram com este estudo na safra de 2015/16 em que, mesmo em condições climáticas diferentes, também foi observado a mesma porcentagem de palhada e redução de 43,04% depois da operação de escarificação. Santos *et al.* (2014) encontraram uma redução 75% de palhada utilizando um subsolador convencional, no entanto, um subsolador dotado de disco de corte de palha e rolo nivelador destorroador mantiveram mais de 75% da palha sobre a superfície do solo. Este fato pode explicar a diferença existente entre as safras deste trabalho, em que 2014/2015 a operação de escarificação foi desenvolvido por um escarificador convencional que proporcionou uma redução de 58,63% de palhada, e 2015/2016 por uma escarificador com rolo e disco de corte, causando uma redução menor (43,04%), em comparação ao PD.

A interação entre os sistemas de manejos do solo e da palhada apresentaram destaques na porcentagem de cobertura vegetal foram: PD e RF (rolo-faca); PD e SG (segadora); PD e MQ; EA1 (escarificação anual após um ano) e RF; EA1 e GR; e EA1 e MQ (Tabela 2). Já o manejo de solo com escarificação anual (EA) não proporcionou altos índices de cobertura vegetal, apresentando cobertura do solo inferior a 43%, independentemente do manejo de palha utilizado, não diferindo entre si.

Tabela 2: Desdobramento da interação sistemas de manejos do solo x palha para porcentagem de cobertura vegetal, após o preparo da área em 2015/2016.

Manejo do solo	Manejo de Palha					
	RF	TR	SG	GR1	GR2	MQ
	Cobertura vegetal (%)					
PD	84,25 aAB	76,25 aB	91,50 aA	77,50 aB	78,75 aB	95,00 aA
EA	39,50 bA	39,50 bA	41,25 cA	43,25 bA	40,75 cA	40,75 bA
EA1	87,50 aA	74,50 aBC	70,50 bCD	82,50 aAB	58,75 bD	91,75 aA

Médias seguidas de letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey. Plantio direto (PD); Escarificado anual (EA); Escarificado à um ano (EA1). Rolo-Faca (RF); Triturador (TR); Segadora (SG); Uma operação de gradagem (GR1); Duas operações de gradagem (GR2); Manejo químico (MQ).

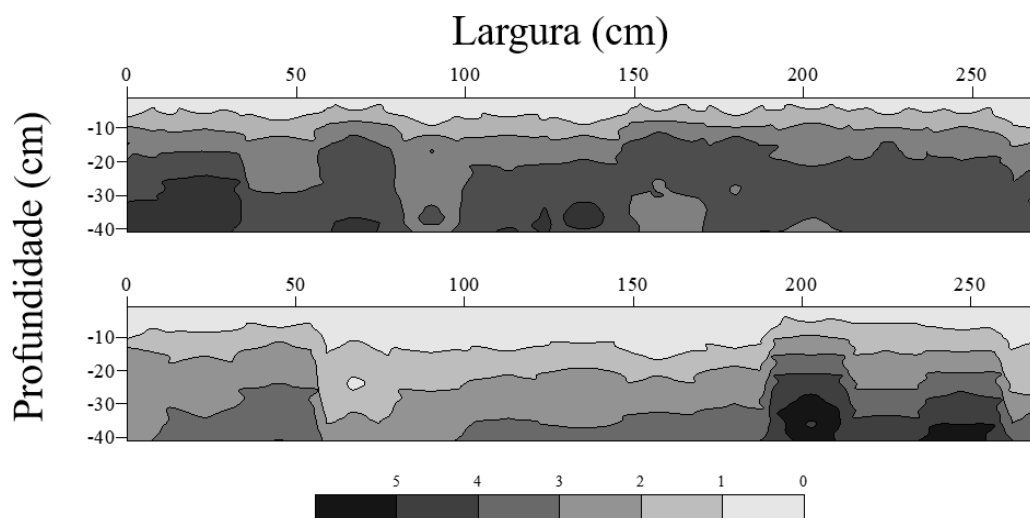
Fonte: A autoria própria (2015).

Os manejos de palha com RF, TR (triturador), GR1 (uma gradagem) e MQ apresentaram resultados semelhantes quando se utilizaram os manejos de solo PD e EA1. No entanto, nos manejos de palha SG e GR2 (duas gradagens) a cobertura vegetal apresentou comportamento parecido de acordo com o manejo de solo aplicado, em que o PD a cobertura do solo foi maior, e a EA apresentou o menor resultado. O RF se igualou ao MQ (Tabela 2), em que a planta foi preservada intacta, ou seja, não houve fragmentação.

A espacialização dos dados de resistência à penetração (RP), com seus respectivos sistemas de manejos, foi agrupada em 6 classes de tons de cinza em ordem crescente. Na safra 2014/2015 (Figura 1), o manejo escarificado apresentou classe de valor máximo maior que 4 MPa, em locais pontuais da área a partir das camadas de 0,20 m de profundidade, e nas classes de 2 a 4 MPa desde a camada de 0,10 m (Figura 1b). No entanto, a maior porcentagem de preenchimento do perfil apresentou classe de valores até 3 MPa.

O PD demonstrou uma área contínua em toda largura, a partir de 0,15 m, com valor maior que 4 MPa (Figura 1a). Na camada de 0,0 até 0,20 m, onde há o maior desenvolvimento de raízes das plantas, a maior ocorrência foi de até 4 MPa. Tomando como base o valor crítico de 3,5 MPa, por se tratar de solo com sistema de PD (MORAES *et al.*, 2014), os valores de forma geral, estão superior ao esperado. Comparando os dois manejos, percebe-se que a escarificação apresentou um efeito positivo para romper camadas compactadas até 0,35 m, conferindo ao sistema valores considerados adequados para as culturas (3,5 MPa).

Figura 1: Compactação no perfil do solo (MPa) até 40 cm de profundidade, na safra 2014/2015, para plantio direto (a) e escarificação anual (b).



Fonte: Autoria própria (2015).

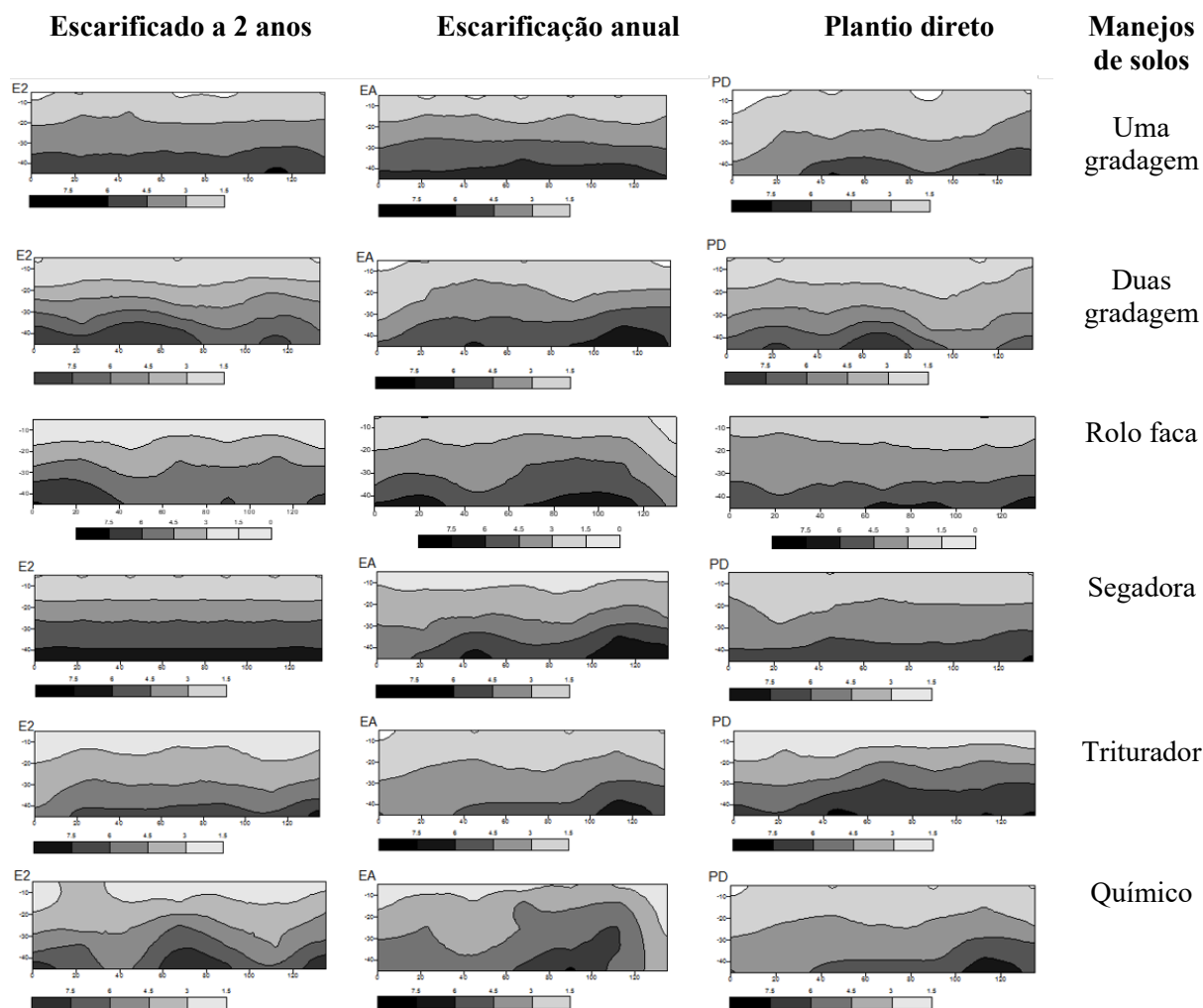
Na safra 2016/2017, após os 3 anos de cultivo e manejos, verifica-se os perfis do solo nos mapas de isolinhas (Figura 2) com os valores de RP divididos em 05 classes de tons de cinza, na ordem crescente, de RP no perfil do solo. Por meio dos mapas de perfil, é possível verificar que a RP aumenta à medida que a profundidade aumenta independentemente do manejo empregado.

No manejo químico, onde houve apenas o manejo de solo quando realizado a escarificação anual ou dois anos, as camadas não apresentaram linearidade das classes dentro

das camadas como nos demais tratamentos, onde houve passagem dos equipamentos de manejo de palha, assim como no PD.

Portanto, a mobilização do solo com a escarificação reduziu a coesão do solo por apenas um ano, sendo que após uma safra não se percebeu mais seu efeito. A escarificação de dois anos já apresenta um perfil no solo, mais similar ao plantio direto do que a escarificação anual.

Figura 2: Perfil do solo com a variabilidade da compactação do solo para os manejos de solo e palha.



Fonte: Autoria própria (2016).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escarificação anual remove grande parte da cobertura vegetal proporcionada pelo sistema plantio direto.

O manejo químico junto com o rolo faca proporcionam a maior resíduo de cobertura vegetal.

A escarificação após dois anos já apresenta um perfil no solo, mais similar ao plantio direto do que a escarificação anual.

REFERÊNCIAS

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.2, p.449-457, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832000000200021>. Acessado em: Abril. 2023.

CARVALHO, F. L. C.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo do resíduo cultural de trigo na redução da erosão hídrica do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.14, p.227-234, 1990. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/132491/1/Revistabrasileiradecienciad osolov.11p.7175.pdf>. Acessado em: Abril. 2023.

CARVALHO JUNIOR, O. S. *et al.* Variabilidade espacial de algumas propriedades químicas e físicas de um solo submetido a diferentes sucessões de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.22, p.497-503, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000300016>. Acessado em: Abril. 2023.

FALKER. Sistema Automatizado de Medição de Compactação - **SoloStar**. Porto Alegre: Falker, 2011. 40p. Disponível em: <https://www.falker.com.br/br/suporte>. Acessado em: Abril. 2023.


GIRARDELLO, V. C. *et al.* Alterações nos atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob plantio direto induzida por diferentes tipos de escarificadores e o rendimento da soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.35, p.2115-2126, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600026>. Acessado em: Abril. 2023.

HERNANI, L. C. *et al.* **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1995. 93p. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15437623.pdf>. Acessado em: Abril. 2023.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, M.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, v. 36. n. 6. p. 341-343, 1981. Disponível em: <https://www.jswnonline.org/content/36/6/341/tab-article-info>. Acessado em: Abril. 2023.

MORAES, M. T. *et al.* Critical limits of soil penetration resistance in a rhodic Eutrudox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.1, p.288-298, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tqXJWhcdK5PMxPKtsMw4Fqk/?format=pdf&lang=en>. Acessado em: Abril. 2023.

SANTOS, C. C. *et al.* Subsolador com disco de corte de palha x subsolador convencional: Manutenção da palha e condição física de um solo sob plantio direto. **RAMVI**, v. 01, n. 01, p.1-11, 2014. Disponível em: https://www.passofundo.ideal.com.br/wp-content/files_mf/9559c71d6151c056100d3c25cc004681193_1.pdf. Acessado em: Abril. 2023.



SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo. **Ciência Rural**, v.30, p.795-801, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000500009>. Acessado em: Abril. 2023.

STOLF, R. *et al.* Incorporação de régua para medida de profundidade no projeto do penetrômetro de impacto Stolf. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.5, p.1476-1482, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000500011>. Acessado em: Abril. 2023.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO RURAL E O FUTURO DA AGRICULTURA FAMILIAR NA LITERATURA BRASILEIRA

Vanderlei Franck Thies

RESUMO

A passagem do último milênio demarca alterações expressivas nos debates sobre desenvolvimento rural no Brasil e, especialmente, desde os anos 1990 ganham relevo os estudos que utilizam, ainda que de forma controversa, a agricultura familiar como categoria de análise. O objetivo do presente ensaio é mapear e analisar diferentes vertentes interpretativas brasileiras sobre desenvolvimento rural, com ênfase em discutir o papel e as possibilidades de futuro atribuídas aos agricultores familiares. O trabalho foi realizado com base em revisão da literatura brasileira e aglutina as interpretações em três grupos. Os dois primeiros são inspirados nas abordagens neoclássica e marxista e apontam futuro pouco promissor para parte expressiva dos agricultores familiares. Já na vertente denominada camponesa, em que se atribui maior relevo as questões culturais e a diversidade do campesinato, o futuro de tal categoria social mostra-se mais promissor.


PALAVRAS-CHAVE: Campesinato. Agricultura Familiar. Desenvolvimento Rural. Reprodução Social.

1. INTRODUÇÃO

A passagem do último milênio demarca alterações nas abordagens e temas de investigação das ciências sociais sobre o rural, especialmente desde a emergência da sociologia da agricultura, que vai chegar de forma mais efetiva ao Brasil a partir dos anos 1990 (SCHNEIDER, 1997). Segundo esse autor, as décadas finais do século XX são marcadas pela efervescência de temáticas inovadoras e de novas abordagens teórico-metodológicas no estudo dos fenômenos rurais.

O debate brasileiro sobre as transformações rurais tem considerável impulso nos anos 1990, inserindo diversas dimensões das relações sociais na agricultura como temas de pesquisa. Os trabalhos de Veiga (1991) e Abramovay (1992) são referências iniciais de uma nova etapa, ao incluir um leque mais amplo de possibilidades teóricas e de novos temas nos estudos dos fenômenos rurais, que crescem e se diversificam ainda mais no período seguinte. Conforme Niederle *et al.* (2015), uma das marcas desse período é a emergência de uma nova categoria sociopolítica no meio rural: a agricultura familiar.

Nos anos 2000 amplia-se a visibilidade das diferentes formas e configurações dos espaços rurais, tendo contribuído de forma marcante o estudo INCRA/FAO (2000), que também impulsiona novas abordagens nos estudos, onde a heterogeneidade ganha destaque, como elemento relevante na ponderação. Novos temas são incluídos nas pautas, como gênero



e juventude no campo, alternativas aos padrões produtivos impulsionados pela modernização da agricultura, as políticas públicas diferenciadas, o tema da diversidade e da heterogeneidade nos espaços rurais, os conflitos socioambientais, etc. Especial espaço tem ocupado na agenda de pesquisa contemporânea os trabalhos que abordam os sujeitos do campo, considerando sua capacidade de agência e o papel ativo dos agricultores, seja nos processos de inserção nos mercados ou na construção de suas estratégias de reprodução social.


Em 2009, com a publicação dos dados do Censo Agropecuário de 2006, uma profusão de análises é realizada com base naquelas informações, especialmente pela possibilidade da separação dos agricultores familiares dos demais. Desde aí amplia-se a controvérsia relacionada ao tamanho e o futuro da agricultura familiar. Um exemplo dessa contenda é representada nos resultados dos estudos de França *et al.* (2009) – impulsionados desde o Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD/MDA) e aqueles apontados pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), associada à Confederação Nacional da Agricultura.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi mapear algumas das principais interpretações brasileiras sobre as dinâmicas das transformações rurais, apresentando suas características e limites, destacando especialmente as formulações relacionadas ao papel e ao futuro atribuído aos agricultores familiares. Não se desconsidera a grande diversidade de formulações em relação à diferenciação e a reprodução social dessa categoria sócio política, tampouco os riscos implícitos em um processo de generalização e aglutinação de diferentes formulações. Todavia, considera-se relevante tal empreitada pois, como se demonstrará, as diferentes interpretações demarcam não apenas distintos campos analíticos. Elas também apontam diferentes perspectivas de futuro para essa categoria social, o que opera como um sinalizador para as políticas públicas e para as prioridades de investimento.

O procedimento para realização do trabalho foi a pesquisa bibliográfica, com foco na revisão da literatura brasileira sobre o tema. O artigo está organizado em cinco seções, contando-se essa introdução e considerações finais. Na segunda e terceira seção apresenta-se as formulações fundadas na perspectiva neoclássica e marxista, onde o futuro da agricultura familiar não é muito promissor. Na quarta seção apresenta-se a vertente camponesa, que atribui maior resiliência histórica e possibilidades de futura existência para tais agricultores.

2. A INSIGNIFICÂNCIA PRODUTIVA DA PEQUENA AGRICULTURA

A primeira vertente interpretativa é bastante presente na literatura sobre agricultura familiar no Brasil nos dias de hoje. Uma das publicações marcantes é o texto de Alves e Rocha




(2010), que tem como tema de fundo a capacidade de reprodução social da agricultura familiar, a viabilidade da reforma agrária e a eficácia das políticas públicas para o meio rural. A análise se alinha com os postulados que argumentam pelo processo crescente de concentração da produção, diferenciação entre produtores e de migração para as cidades de parte significativa da população rural. Os autores defendem a necessidade de políticas públicas diferenciadas (agrícola, ou assistencialista) de acordo com o perfil de três grupos de agricultores, configurados de acordo com o valor da produção total. Os dados considerados por estes autores foram extraídos, principalmente, do Censo Agropecuário 2006.

De acordo com Alves e Rocha (2010), o primeiro grupo é composto por 8,19% dos estabelecimentos rurais (cerca de 420 mil), produziu dez ou mais salários mínimos (SM) e foi responsável por 84,89% do valor da produção total. Tal grupo representaria o segmento mais viabilizado da agropecuária, estando bem articulado politicamente e demanda políticas gerais. Nesse grupo, os que produziram mais do que 200 SM mensais (0,43% dos estabelecimentos) responderam por 51,34% da produção total, evidenciando grande concentração. O segundo grupo representa 18,86% dos estabelecimentos (cerca de um milhão), produziu entre dois e dez SM/mês e gerou 11,08% do valor da produção total. Esse grupo representaria um segmento em dificuldades, mas com viabilidade, dependendo de políticas diferenciadas, sendo relativamente bem articulado politicamente. O terceiro grupo produziu entre zero e dois SM/mês e agrupa 72,95% dos estabelecimentos rurais (cerca de 3,7 milhões, sendo aproximadamente metade deles no Nordeste). Esse grupo gerou 4,03% da produção total, evidenciando pequena contribuição relativa, frente à magnitude do número de estabelecimentos que engloba. Metade do terceiro grupo produz entre zero e meio SM/mês o que, ao todo, corresponde a menos de um por cento da produção total. Segundo esses autores, esse grupo teria poucas chances na atividade agropecuária, sendo necessárias políticas de caráter assistencial, para retardar sua migração para os centros urbanos, considerada inevitável.

Ao analisar a distribuição da renda total entre agricultores familiares entre os censos de 1996 e 2006, Guanziroli *et al.* (2012) apontam que ocorreu um processo de concentração dentro do setor, com ampliação da participação na renda total do grupo dos agricultores familiares consolidados e redução entre os grupos de transição e periféricos. Segundo esses autores, isso decorre do maior grau de especialização produtiva e do maior acesso ao Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Os argumentos de Alves e Rocha (2010) apontam para a irrelevância e inviabilidade da “pequena agricultura” em termos produtivos, considerando inviável a obtenção de renda apenas




pela via agrícola para o terceiro grupo. Nesse sentido seria necessário “ganhar tempo”, para que esse contingente possa ser gradativamente absorvido pelas cidades. Os autores consideram essa migração inevitável. Em relação às políticas Guanzirolí *et al.* (2012) também apontam que, para o grupo dos agricultores familiares mais pobres, a recomendação seria políticas focalizadas, com recorte mais social e agrário do que agrícola.

O texto de Alves e Rocha (2010) permite olhar a agricultura brasileira desde a variável volume da produção, embora não permita, pela observação dessa variável, saber onde se encontra o segmento da agricultura familiar. Os autores parecem pressupor que ela esteja entre o segundo e terceiro grupo, mas esse enquadramento teria que ser qualificado. Essa é uma fragilidade da análise, já que o recorte analítico proposto classifica a agricultura em pequena, média e grande, segundo o valor da produção. Em termos quantitativos esse enquadramento é bastante funcional. Porém, em termos qualitativos, esse tipo de enquadramento simplifica a diversidade das formas da agricultura familiar, apesar de oferecer importantes elementos parciais para a análise das dinâmicas atuais do desenvolvimento rural.

Outra fragilidade da análise de Alves e Rocha (2010) é subestimar a estrutura fundiária e o acesso à terra, visto ser esse um fator fundamental para a atividade agrícola. Além disso, a análise poderia ser complementada com o cruzamento dos dados desses grupos de estabelecimento com outras variáveis relevantes para a viabilidade e rentabilidade das atividades agropecuárias, como o acesso a assistência técnica, crédito e mercados.

Outro relevante trabalho nessa vertente analítica é o texto de Buainain *et al.* (2013). Sua primeira tese sustenta a existência de uma nova etapa na história agrícola e agrária, iniciada no final dos anos 1990, que institui uma irreversível dinâmica produtiva e econômico-social e uma radical mudança no padrão de acumulação na agricultura. Nela ocorreria o rebaixamento da importância relativa da terra, como fonte de formação e apropriação da riqueza, especialmente importante antes dos anos 1980. Nesse novo padrão de acumulação a centralidade do processo de produção e acúmulo é ocupada pelo capital, que passa a ser o elemento dinamizador do desenvolvimento agrícola e agrário. Disso decorre a profissionalização da gestão, a ampliação do ambiente concorrencial e elevação da inovação tecnológica a mecanismo principal de crescimento da produção, o que é evidenciado pela elevação da produtividade total dos fatores. Como consequência desse regime de acumulação e sob essa lógica tecnológica, torna-se inevitável a especialização produtiva, os aumentos de escala, a concentração da riqueza agropecuária e a diferenciação social entre os produtores.




Conforme Buainain *et al.* (2013) daí decorre a centralidade da inovação tecnológica, colocando em evidência o papel da indústria, que estreita fortemente seus laços com a agricultura. Os autores destacam os limites representados pelos ajustes regulatórios a ação da indústria de insumos agropecuários, que deve se conformar a novas restrições institucionais e a pressão de grupos sociais que advogam por interesses específicos, a exemplo das causas ambientais. Consideram quimérica e inexistente as tecnologias alternativas ao modelo.

A terceira tese alinha os argumentos de Buainain *et al.* (2013) com Alves e Rocha (2010), sustentando a ocorrência de um processo bifronte nessa nova fase do desenvolvimento agrário. As marcas desse processo são a concentração da produção num pequeno grupo de produtores especializados em um extremo e, no outro, o grupo majoritário de estabelecimentos pequenos e até médios que, frente ao novo ambiente concorrencial, auferem rendas em níveis que colocam em questão sua viabilidade econômica e existência futura.

Consoante a essa nova dinâmica, temas como a reforma agrária perdem o sentido, dada a predominância da intensificação tecnológica, tanto para o crescimento da produção como da produtividade, bem como para a explicação do dinamismo da agropecuária. Também o Estado, como indutor das transformações rurais perde espaço para os atores privados, que passam a ser os principais protagonistas do desenvolvimento, seja no financiamento, provisão de insumos tecnológicos, assistência técnica, comercialização e gestão de risco. Outra marca dessa corrente analítica é a contumaz crítica as políticas públicas. Conforme Buainain *et al.* (2013), em termos relativos, a participação do Orçamento da União nos gastos públicos destinados à agricultura foi reduzida substancialmente, ainda que seja crescente o volume total de recursos. Para tais autores, muitas das políticas públicas impulsionadas pelo Estado são fragmentadas, improvisadas e sem objetivos estratégicos, o que revelaria o desconhecimento dos seus proponentes das tendências do desenvolvimento agrário brasileiro.

Conforme Buainain *et al.* (2013), nos países de capitalismo avançado ocorreu um processo de afastamento dos capitalistas do campo, devido à menor rentabilidade da atividade agrícola, que abre espaço para a consolidação de uma classe média de produtores rurais de menor porte, genericamente denominada de agricultores familiares, como principal esteio da atividade agrícola. Em tais países, o Estado adota diversas políticas de proteção ao conjunto da pequena produção rural, o que não ocorre no Brasil. Isso induz a tendência de migração dos filhos nos estabelecimentos de menor porte econômico, devido ao elevado custo de oportunidade e pela redução da oferta de trabalho contratado no campo.




Por último, Buainain *et al.* (2013) apontam que nunca houve no Brasil uma política de desenvolvimento rural e que a ação governamental para o campo tem sido inadequada. Isso gera um processo de esvaziamento demográfico do campo, o predomínio da agricultura de larga escala, com alta eficiência produtiva e tecnológica, posicionando o país como o maior produtor mundial de alimentos. A grande questão apontada pelos autores, frente a essas tendências, é o que a sociedade brasileira deseja em relação ao futuro dos pequenos e médios produtores rurais e em relação às consequências das tendências apontadas nas sete teses.

Em termos sumários, destaca-se dessa corrente interpretativa dois grandes argumentos em relação às dinâmicas agrárias atuais e ao futuro da agricultura familiar. O primeiro aponta enfaticamente a natureza equivocada da ação estatal brasileira frente às novas dinâmicas rurais existentes desde os anos 1990. O segundo, diz respeito à situação de encurralamento e crescente inviabilização da maior parte dos estabelecimentos rurais, marcadamente os de menor porte, num ambiente produtivo fortemente pautado pela pressão concorrencial.

3. IRRELEVÂNCIA E INVIABILIDADE DA AGRICULTURA NÃO CAPITALISTA

Desde uma abordagem marxista, Germer (2002) também aponta o que considera ser a irrelevância da agricultura familiar para o emprego agrícola no Brasil e a tendência de expulsão da imensa maioria dos pequenos agricultores e assalariados rurais. Para ele o conceito de agricultura familiar, recentemente introduzido no Brasil (considera os anos 2000), é teoricamente inconsistente, sendo apenas descritivo e ideologicamente tendencioso. O autor aponta aí um problema teórico, relativo a interpretação das particularidades das formas capitalistas de produção na agricultura dos países com capitalismo desenvolvido. Ainda que com premissas distintas, aponta o mesmo que Alves e Rocha (2010) e Buainain *et al.* (2013) quanto ao futuro das unidades familiares de produção agrícola, pois considera a superioridade das unidades “empresariais desenvolvidas” ante a produção “familiar/assalariada”, que estaria, face ao desenvolvimento capitalista, fadada ao desaparecimento.

Essa perspectiva é compartilhada com Graziano da Silva (1981), para quem o progresso técnico na agricultura gera o aumento da produtividade do trabalho, tendendo com isso a gerar excedentes de mão de obra no campo e a superação das formas artesanais de produção de manufaturas, típicas das formas pré-capitalistas de produção. Na perspectiva desse autor, essas formas tendem a ser gradativamente superadas, devido ao aumento e complexificação da divisão social do trabalho, o que gera a separação das atividades artesanais e agrícolas e a separação do campo e da cidade.




Segundo Germer (2002) a maioria das empresas capitalistas desenvolvidas, no Brasil, possuem área total a partir de 100 ha, correspondendo a cerca de 10% dos estabelecimentos agrícolas. Ai reside o segmento dominante do capitalismo agrícola, tanto de caráter “familiar/assalariado”, como “empresarial desenvolvido”. Afora esse grupo, as possibilidades de sobrevivências dos demais estabelecimentos são pequenas. No outro extremo estão cerca de metade dos agricultores, em estabelecimentos de menos de 20 ha, majoritariamente assalariados ao invés de produtores de mercadorias, que estão sendo expulsos pelo desemprego tecnológico. O grupo intermediário, cerca de 30% dos estabelecimentos pequenos e médios, seriam produtores simples ou capitalistas, que serão eliminados pela concorrência, em função de área insuficiente, posição desfavorável na estrutura agroindustrial e financeira e também devido às dificuldades de se atualizar tecnologicamente.

A agricultura capitalista atual seria formada por duas categorias, uma “empresarial/familiar” e outra “empresarial desenvolvida”. A última corresponderia ao estágio mais avançado da configuração da agricultura sob condições capitalistas de produção, com as características essenciais de qualquer empresa tipicamente capitalista: produção em escala, trabalho realizado por assalariados, gestão especializada e divisão técnica do trabalho. Em que pese considerar a produção familiar também capitalista, a necessidade de manter analiticamente a diferenciação da forma “empresarial capitalista” da “empresarial familiar” se justificaria em função de existir entre elas uma distinção de grau, mas não de conteúdo.

A forma “empresarial familiar” se caracterizaria por desenvolvimento técnico e gerencial incompleto, sendo considerada uma unidade de produção capitalista incompletamente desenvolvida. Ela representaria uma forma transitória de um processo social em curso, pois a força de trabalho seria numericamente insuficiente para equiparar o trabalho individual ao trabalho social médio, a especialização produtiva pouco desenvolvida e a administração, realizada pelo capitalista, seria não especializada e pouco eficiente. A expressividade numérica dessa forma de agricultura é explicada pela existência de um bloco de interesse politicamente expressivo, que seria um elemento importante, mas não único, para explicar a existência desse grupo ao longo do tempo, pois a “evolução capitalista normal”, inescapavelmente, aniquilaria essa forma familiar de agricultura (GERMER, 2002).

Em termos históricos, Germer (2002) argumenta que a agricultura está inserida na mesma lógica da reprodução do valor e da acumulação capitalista que as modernas empresas, onde desaparecem mais produtores familiares do que sobrevivem. Além disso, os pequenos produtores “familiar/assalariado” são destruídos pelos grandes produtores




“familiar/assalariado”. Em termos de tendências longitudinais, o autor aponta que grandes e pequenos produtores “familiar/assalariado” apresentam trajetórias econômicas antagônicas, evidenciando que o caráter familiar, presente em ambas, não pode ser o elemento explicativo das diferentes trajetórias. Para ele o que explica essa diferença é o caráter capitalista mais avançado das grandes empresas “familiar/assalariada” em relação às pequenas, que nesse aspecto, iguala as grandes “familiar/assalariada” das “empresariais desenvolvidas” em suas trajetórias econômicas, sendo ambas variantes da produção capitalista no campo.

Em termos de trajetórias históricas, o desenvolvimento do capitalismo na agricultura conduziria a uma sucessão em que os empreendimentos puramente familiares seriam suprimidos pelos pequenos “familiares/assalariados”, que seriam suprimidos pelos grandes “familiares/assalariados”, que seriam suprimidos pelas “empresariais desenvolvidos”, implicando, supostamente, em êxodo rural até um nível de 5% da população rural, conforme se observa nos Estados Unidos (GERMER, 2002). Essa trajetória coincide com a apontada por Alves e Rocha (2010) e Buainain *et al.* (2013), em relação ao futuro da agricultura familiar. Assim, esses autores apontam futuro semelhante para a agricultura familiar.

Para Graziano da Silva (1981) as atividades artesanais seriam transferidas para as cidades, sendo incorporadas pela produção industrial, em função de sua superioridade técnica. Posteriormente essas atividades retornariam ao campo, todavia agora como força que subordina, segundo a lógica industrial, os processos produtivos, gerando a industrialização gradativa da agricultura, reduzindo as possibilidades para a pequena produção rural. Assim, o progresso técnico é impulsionado desde os interesses de classe, sendo o capital industrial seu protagonista, subordinando trabalho e natureza, com vistas à obtenção e ampliação dos lucros.

Portanto, na perspectiva de Germer (2002) e Graziano da Silva (1981), o futuro da agricultura familiar deve ser considerado de modo conjunto com as transformações na agricultura como um todo. Tais mudanças estão implicadas e articuladas com o movimento global do desenvolvimento histórico do capitalismo, representando uma interface analítica bastante interessante dessa abordagem, pois não desconecta as dinâmicas que impulsionam as transformações rurais dos vetores e processos de transformação geral da sociedade.

A análise de Delgado (2012) evidencia a complexa relação entre os processos de transformação no rural e a dinâmica econômica global, apontando que a transformação capitalista da agricultura aumenta a necessidade de capital de giro. A maior presença do capital nos processos de produção agrícola e agroindustrial torna crucial o papel dos bancos, em função



de possuírem virtualmente o monopólio da possibilidade de disponibilização de crédito de curto e longo prazo (DELGADO, 2012). Assim, além da indústria, também é incorporado o setor bancário, ou capital financeiro, como mais um ator desse intrincado jogo global, onde se configura a constituição das modernas equações alimentares e as possibilidades, maiores ou menores, de espaços de viabilidade para a agricultura familiar.


Observa-se nas abordagens de Alves e Rocha (2010), Buainain *et al.* (2013), Germer (2002) e Graziano da Silva (1981), uma narrativa em que não ganha relevo o papel de sujeito político dos agricultores familiares nas distintas arenas em que está presente. Na próxima seção, desde uma perspectiva crítica ao avanço do capital no campo, apresenta-se abordagens das transformações rurais que destacam a capacidade de agência dos agricultores, porém, diferente da abordagem marxista e neoclássica – destacadas nas seções anteriores, que apontam a inviabilidade histórica da agricultura familiar, essas abordagens sublinham o contrário, que é a grande resiliência e capacidade histórica de persistência dos camponeses.

4. ONIPRESENÇA E RESILIÊNCIA CAMPONESA

A vertente camponesa dos estudos rurais brasileiros tem como ponto de partida a crítica as visões lineares e evolutivas dos processos históricos, onde diferentes formas de vida social se sucedem ao longo do tempo e determinados atores são considerados atrasados nos processos históricos e, por isso, em vias de extinção. O campesinato é visto frequentemente dessa forma, similarmente, em certo sentido, com o que se pode perceber nas formulações de Alves e Rocha (2010), Buainain *et al.* (2013), Graziano da Silva (1981) e Germer (2002). No caso brasileiro isso é agravado, pois haveriam interpretações lastreadas em formas camponesas tipicamente medievais europeias - baseadas na polarização entre senhor-escravo e posteriormente entre capital-trabalho, analisando desde aí a conformação social brasileira, sem considerar as formas específicas do campesinato no Brasil.

Ancorada no reconhecimento da ampla heterogeneidade das formas abarcadas pela condição camponesa, essa vertente rompe com a primazia econômica e inclui a dimensão cultural como elemento fundamental no processo de construção da história social do campesinato brasileiro³. Além disso, destaca a capacidade dessa categoria socioeconômica de se adaptar as diferentes formações econômicas, o que seria evidenciado pela presença do campesinato em diversos contextos históricos. Esse amplo conjunto de formas camponesas teria

³ Um dos marcos mais importantes dessa vertente foi a publicação da História Social do Campesinato no Brasil (HSCB), composta por dez volumes, em que se apresenta ampla variedade de estudos acadêmicos que contemplam diversas configurações do campesinato brasileiro ao longo da história.




em comum as lutas pela condição de protagonistas dos processos sociais, evidenciando sua capacidade de agência como um fundamento de sua existência, constituído por produtores familiares que, em diferentes intensidades, sempre estiveram presentes na história do Brasil.

Oliveira *et al.* (2008) apontam a universalidade da presença do campesinato, em diversos tempos e espaços, evidenciando a capacidade de adaptação dos agentes e dos princípios abrangentes da forma camponesa de existir. Por isso, afirmam que a reprodução do campesinato não é resquício do passado e sim um fato social nas sociedades contemporâneas, negando, portanto, a inexorabilidade de sua decomposição, afirmando sua autonomia relativa e a capacidade de coexistência desse modo de produzir e de viver com o mundo moderno.

Todavia, ao analisar a história do Brasil e do campesinato, no âmbito da HSCB, se reconhece a permanência, a adaptação e também o desaparecimento de diversas formas camponesas. Segundo Neves e Silva (2009) alguns estudiosos têm atribuído caráter marginal e secundário as formas de produção rural assentadas na gestão e no trabalho familiar. Em perspectiva oposta e para demonstrar quanto essa forma de produção foi sustentáculo para a reprodução das condições de dominação na sociedade brasileira, esses autores destacam e caracterizam a diversidade de mecanismos de integração, dominação e conflito do campesinato com a grande produção exportadora e a agroindústria nos processos de mobilização da força de trabalho. Isso se objetiva na existência e reprodução de diferentes formas camponesas, tuteladas ao longo da história do Brasil (a exemplo das que vinculavam trabalho e moradia), com diversos mecanismos de remuneração, crédito, legitimação e repressão. Segundo essas autoras, as formas de campesinato tutelado tiveram suas bases solapadas pela incorporação do trabalho mecanizado e pelo desenvolvimento da forma de trabalho assalariada, variando em intensidade nos distintos espaços, sem significar a imediata proletarização, todavia gerando o rompimento dos vínculos de tutela até então constituídos, levando a ampla dissolução de muitas formas camponesas de existência no atual contexto.


Por outro lado, considerando memória e identidade como fenômenos socialmente construídos, através da disputa de valores conflitantes entre grupos sociais, Motta e Zarth (2008) argumentam que o conjunto de estudos da HSCB são parte de um projeto que responde a amnésia social, como projeto de determinado grupo hegemônico, para a construção de uma memória apaziguadora, que consagra ao povo brasileiro a noção de passividade e apaga da memória incontáveis manifestações coletivas de rebeldia dos pobres do campo, seja nos conflitos relacionados à terra, ou das noções de justiça, frente aos supostos donos das terras. De acordo com Fernandes *et al.* (2009) uma das marcas na história brasileira a partir dos anos 1945



é o esforço de articular as lutas do campo com outras forças da política nacional e é a partir desse período que o campesinato passa a figurar como sujeito político importante e suas demandas começam a ser incluídas nos debates sobre o futuro nacional.

Os estudos apresentados na HSCB atribuem grande relevo a dimensão cultural do mundo rural brasileiro, possibilitando a expressão de heterogeneidade. Godoi *et al.* (2009a) discutem a diversidade sociocultural, considerando as construções identitárias, as sociabilidades e as estratégias de reprodução social do campesinato brasileiro em diversos territórios. Eles consideram diferentes estudos empíricos que analisaram encontros entre indígenas, quilombolas, caboclos e colonos europeus, para evidenciar a plasticidade das formas camponesas frente às transformações na sociedade em geral e frente às orientações do Estado. Partindo do pressuposto de que a esfera econômica não é a única indispensável à existência social e que a reprodução das sociedades também depende da reprodução das dimensões simbólicas, Godoi *et al.* (2009a) sustentam que os camponeses são objetivações de práticas, recusando uma definição ideal de sociedades camponesas. Essas práticas são orientadas pelos universos simbólicos dos agentes sociais, requerendo a sensibilidade etnográfica para serem captadas no conjunto da experiência social, onde ideias e práticas, política e economia não compõem domínios estanques. Assim, ganha relevo temas como as trocas materiais e imateriais, as relações de reciprocidade, os eventos festivos, a religiosidade e a magia, a oralidade e a memória, parentesco, vizinhança, alimentação, as cosmologias e as identidades, revelando como esses elementos são construtores de significados e ordenadores das dinâmicas sociais das comunidades camponesas, que se transformam e atualizam mais ou menos intensamente, englobando e extrapolando as questões econômicas.

Entre as diversas estratégias de reprodução social adotadas pelos camponeses Godoi *et al.* (2009b) destacam os sistemas de uso comum da terra e dos recursos naturais (faxinais, fundos de pasto, terras de parentalha e quilombolas), por meio da cooperação ampliada e do controle comunitário, mediante regras estabelecidas nesses territórios, não necessariamente em plena concordância com os dispositivos legalmente constituídos. Essas territorialidades também operam como delimitadoras de identidades, especialmente em situações de conflito quanto ao uso da terra e dos recursos naturais. Também ganha destaque as múltiplas estratégias camponesas para a geração de renda monetária (artesanato, pequeno comércio, agroindústria, etc.), a intensificação e ou diversificação produtiva, a coexistência de princípios de mercado com aspectos relacionados a antigos sistemas de aviamento, diferentes modalidades de migração, além dos arranjos matrimoniais e as formas de sucessão e herança.




Segundo Fernandes *et al.* (2009), foram diversas as formas em que o campesinato apareceu no espaço público e também as demandas e antagonismos em que os camponeses se envolveram no Brasil ao longo do tempo. De forma recorrente, sugerem os autores, as contendas camponesas levadas a cabo até metade do século XX, foram desenvolvidas por grupos e lutas localizadas, não conseguindo alcançar uma articulação capaz de produzir uma linguagem de classe. Na passagem para a segunda metade desse mesmo século avança um processo de articulação dessas pontuais, dispersas e recorrentes contendas, constituindo bandeiras gerais de luta, que se sintetizavam na reivindicação de transformações fundiárias (forte ênfase na reforma agrária) e por direitos trabalhistas, marcando a emergência da identidade política camponesa, muitas vezes mediada por partidos, sindicatos ou igrejas.

É nesse contexto de transformações, marcadamente entre os anos 1960 – 1980, que se desenrolam as discussões envolvendo distintas concepções de desenvolvimento e projetos para a agricultura, marcadas por significativa polissemia, a exemplo do sentido da reforma agrária, sendo vista de diversos modos, desde condição para expansão do capitalismo, até como etapa para a revolução socialista. O fundamental desse período é ampliação da articulação desses conflitos, até então dispersos e a visibilidade que alcançam, que se retroalimenta com as discussões em curso entre as distintas concepções e perspectivas de desenvolvimento e seus desdobramentos para o campo. Os autores apontam a grande heterogeneidade de personagens e a variedade de formas organizativas constituídas nos processos de luta contra grileiros, fazendeiros, empresas agropecuárias, senhores de engenho, ou mesmo o enfrentamento as políticas públicas que os expropriavam, ora afirmando a legislação, ora sustentando o direito costumeiro contra ela, resistindo a repressão e renascendo de suas heranças, apoiados por uma infinidade de mediadores, como parte do processo histórico de emergência política do campesinato no Brasil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em que pese o limite representado pela pouca densidade da consideração das questões econômicas em sua análise, tão proeminente nas duas primeiras correntes apresentadas e das fragilidades analíticas na necessária conexão entre os estudos de grupos locais e as dinâmicas de transformação geral na sociedade, pode-se destacar como importantes elementos aportados pela vertente camponesa: a evidenciação da capacidade de agência dos agricultores, a grande diversidade de configurações produtivas e culturais de seus personagens, sua capacidade de resiliência e adaptação frente as mais diversas forças que lhe cerceiam, ou ameaçam o futuro



de sua existência e também as cambiantes estratégias, no tempo e no espaço, desenvolvidas por esses sujeitos no esforço de viabilizar sua reprodução.

Por outro lado, como limite da vertente camponesa, destaca-se certa resistência à delimitação conceitual do campesinato em termos mais amplos, que possibilitasse análises de caráter totalizador frente à sociedade global, estando essa abordagem circunscrita a densos estudos empíricos, que colocam em evidência a diversidade, mas que secundarizam a constituição de conceitos abrangentes que permitam confrontar as trajetórias históricas dos grupos específicos frente aos elementos de caráter estrutural que incidem, em maior ou menor grau, sob suas trajetórias. Além disso, parece problemática a ideia da absoluta onipresença camponesa, que subjaz alguns de seus argumentos, indiferente aos desdobramentos futuros das contendas em curso, o que remete a viés determinista.

Como limites das duas primeiras abordagens também pode-se apontar, em termos gerais, a presença de um viés determinista em relação ao futuro de parte significativa dos agricultores. Considera-se insuficientes os procedimentos classificatórios adotados, em que pese a relevância dos dados produzidos com base em tipologias fundadas no volume da produção e na área das unidades de produção. Esses procedimentos parecem suficientes para a descrição de uma situação dada, mas insuficientes para captar os processos históricos geradores dessa situação. Isso é especialmente importante nos trabalhos que buscam o estabelecimento de tipologias para analisar as distintas trajetórias históricas e ponderar seus desdobramentos entre agricultores familiares. Por outro lado, não se pode desconhecer, como contribuição da primeira corrente, a explicitação do fenômeno da concentração produtiva e do baixo volume de produção de grande número de estabelecimentos rurais.

Em relação à abordagem marxista, considera-se atual e necessária a ponderação das dinâmicas de reprodução dos agricultores de forma articulada com as dinâmicas gerais de acumulação do capital, o que implica na consideração dos processos gerais de transformação social para a adequada apreciação das mudanças históricas na agricultura. Por outro lado, não se compartilha da ideia de absoluta inexorabilidade da decomposição das formas familiares de produção frente o avanço das formas mais empresariais, de grande porte ou capitalista.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo, Hucitec, Anpocs. Campinas: Editora da Unicamp, 1992.

ALVES, E.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível. *In*: GASQUES, J; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. **A agricultura brasileira: desempenho recente, desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA/MAPA, 2010. p. 275 – 291.

BUAINAIN, A. M. *et al.* Sete teses sobre o mundo rural brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano 22, n. 2, p. 105-121, abr./maio./jun. 2013. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/311>>. Acessado em: Maio, 2022.

DELGADO, G. C. **Do capital financeiro a economia do agronegócio**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2012.

FERNANDES, B. M. *et al.* Introdução. *In*.: FERNANDES, B. M; MEDEIROS, L. S. de; PAULILO, M. I. (Orgs.). **Lutas camponesas contemporâneas: condições, dilemas e conquistas**, v. 1, O campesinato como sujeito político nas décadas de 1950 a 1980. São Paulo: Editora da UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2009.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV; Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. **Quem produz o que no campo: quanto e onde II: censo agropecuário 2006: resultados: Brasil e regiões**. Brasília: FGV, 2010, 192 p.

FRANÇA, C. G. *et al.* **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 2009. 95 p. Disponível em: <<http://www.nead.gov.br/portal/nead/nead-debate/>>. Acesso em: Out, 2015.

GERMER, C. M. A irrelevância prática da agricultura ‘familiar’ para o emprego agrícola. **Reforma Agrária**, v. 31, nº 1, jan/abr, p. 47-62, 2002. Disponível em: <<http://docvirt.com/docreader.net/DocReader.aspx?bib=hemerolt&pagfis=13189>>. Acessado em: Abril, 2022.

GODOI, E. P. *et al.* Introdução. *In*.: GODOI, E. P.; MENEZES, M. A.; MARIN, R. A. (Orgs.). **Diversidade do campesinato: expressões e categorias**, v. 1, Construções identitárias e sociabilidades. São Paulo: Editora da UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2009a. p. 23-36.


GODOI, E. P. *et al.* Introdução. *In*.: GODOI, E. P.; MENEZES, M. A.; MARIN, R. A. (Orgs.). **Diversidade do campesinato: expressões e categorias**, v. 2, Estratégias de reprodução social. São Paulo: Editora da UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2009b. p. 23-35.

GRAZIANO DA SILVA, J. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. São Paulo: HUCITEC, 1981.

GUANZIROLI, C. *et al.* Dez Anos de Evolução da Agricultura Familiar no Brasil: (1996 e 2006). **RESR**: Piracicaba-SP, v. 50, n. 2, p. 351-370, Abr/Jun 2012. Disponível em: <<https://www.revistasober.org/article/doi/10.1590/S0103-20032012000200009>>. Acessado em: Maio, 2022.

INCRA/FAO. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto**. Brasília: INCRA/FAO, 2000.

MOTTA, M.; ZARTH, P. Conflitos de terras: memórias e histórias de um passado. *In*.: MOTTA, M.; ZARTH, P. (Orgs.). **Formas de resistência camponesa: visibilidade e diversidade de conflitos ao longo da história**, v. 1, Concepções de justiça e resistência nos Brasis. São Paulo: Editora da UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2008.



NEVES, D. P.; SILVA, M. A. de M. Introdução. *In.*: NEVES, D. P.; SILVA, M. A. de M. (Orgs.). **Processos de constituição e reprodução do campesinato no Brasil**, v. 1, formas tuteladas de condição camponesa. São Paulo: Editora da UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2009.

NIEDERLE, P. A. *et al.* A pesquisa sobre Agricultura Familiar no Brasil – aprendizagens, esquecimentos e novidades. **RESR**, Piracicaba - SP, v. 52, Supl. 1, p. S009-S024, 2015. Disponível em: < <https://www.revistasober.org/journal/resr/article/doi/10.1590/S0103-20032014000600001> >. Acessado em: Maio, 2022.

OLIVEIRA, A. U. *et al.* Apresentação à coleção história social do campesinato no Brasil. *In.*: MOTTA, M.; ZARTH, P. (Orgs.). **Formas de resistência camponesa: visibilidade e diversidade de conflitos ao longo da história**, v. 1, Concepções de justiça e resistência nos Brasis. São Paulo: Editora da UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2008.

SCHNEIDER, S. Da crise da sociologia rural à emergência da sociologia da agricultura: reflexões a partir da experiência norte-americana. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, Brasília, v. 14, p. 225-256, 1997. Disponível em: < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8970> >. Acessado em: Abril, 2022.

VEIGA, J. E. **O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica**. São Paulo: HUCITEC, 1991.

CAPÍTULO 4

VEGETAÇÃO HERBÁCEA PARA FORMAÇÃO DE TELHADO VERDE: UMA BREVE REVISÃO

Sara Raissa Brito Bezerra
Janine Farias Menegaes

RESUMO

Na sociedade atual busca-se alternativas de espaços com plantas com a finalidade de aproximação da natureza e sustentabilidade. Entre as técnicas de bioclimatismo a utilização de telhado verde vem proporcionando muitos benefícios a seus usuários, bem como na adaptação de espaço bioclimatados. Desde modo, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a vegetação herbácea adaptada ao uso de telhado verde, como uma alternativa sustentabilidade. A metodologia utilizada foi uma breve revisão de literatura referente a temática abordada. Observou-se que as benesses do telhado verde contemplam a arquitetura e complementam a paisagem local. Alguns municípios já preveem em sua legislação o uso desses telhados com a finalidade de sustentabilidade ambiental. Por fim, verifica-se que há diversas plantas adaptadas a elaboração e confecção de telhados verdes, contudo, ainda se necessita mais pesquisa sobre essa temática.


PALAVRAS-CHAVE: Plantas Ornamentais. Cobertura Vegetada. Bioclimatismo.

1. INTRODUÇÃO

As áreas verdes nos centros urbanas são consideradas como um refúgio do dia a dia, tendo como ferramenta terapêutica o bioclimatismo arquitetônico e paisagístico, no qual utiliza como recurso a ornamentação dessas áreas. A partir do uso de vegetação aplicadas em cortinas, fachadas e paredes vivas, bem como o uso de cobertura ou telhado verde. Este último tem como finalidade utilizar espaços para aumentar a área verde, ao mesmo tempo em que embeleza realiza a captação de águas pluviais (MENEGAES *et al.*, 2020).

Uma vez que, os telhados verdes se caracterizam por uma cobertura vegetada instalado sobre lajes ou telhados em diversos tipos de edificações, havendo a necessidade da instalação mútua de camadas de impermeabilização e de drenagem, e sob elas, o substrato e a vegetação (TASSI *et al.*, 2014; ALAMY FILHO *et al.*, 2016).

A instalação desses telhados nos centros urbanos municipais apresenta diversas vantagens, amenizando os impactos ambientais causados pelo ser humano, como a redução de energia devido a menor utilização de ar-condicionado e aquecedores. Auxilia na redução de enchentes, devido a capacidade de retenção total ou parcial do escoamento pluvial, podendo reduzir entre 50% e 90% dos volumes escoados. Tem se demonstrado importante ferramenta na redução de poluentes do ar, em Chicago, Illinois, foi registrado a remoção de 85 kg ha⁻¹ de poluentes atmosféricos pelos telhados verdes em um ano (YANG *et al.*, 2008; WILLES, 2014).



Substratos para utilização em telhados verdes devem apresentar boa drenagem, aeração e consistência. Os materiais mais utilizados são os agregados de argila expandida, xisto ou ardósia, pedra-pomes e perlita, porém quando possível a utilização de substratos locais para o crescimento de plantas nativas, reduzem custos de transporte e facilita a aquisição (CANTOR, 2008; SNODGRASS; MCINTYRE, 2010).

O uso de tecnologias, bioclimatismo arquitetônico e paisagístico, de coberturas vegetáveis é amplamente utilizado em países como Alemanha, Estados Unidos, Bélgica e Suécia, porém ainda pouco difundida no Brasil (TASSI *et al.*, 2014; MENEGAES *et al.*, 2020). No Brasil, diversas leis e regulamentações tem entrado em vigor incentivando a utilização de telhados verdes. As cidades de Recife, PE, João Pessoa, PB e Guarulhos, SP promoveram através de leis a obrigatoriedade da instalação de telhados verdes em certos critérios. Os municípios de Goiânia e Salvador aprovaram incentivos fiscais para edificações que adotarem essa prática sustentável. Além de outros estados que estão promovendo a certificação de sustentabilidade, e leis de compensação ambiental em construções urbanas (VERTICAL GARDEN, 2019).

Apesar desses incentivos e obrigatoriedades, poucos são os conhecimentos com relação aos materiais adequados e quanto às normas técnicas para construção de telhados verdes, que inexistem no Brasil. São limitados trabalhos que tratam da vegetação adequada a esses ambientes, pois as mesmas devem se adequem as condições climáticas locais.


Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre a vegetação herbácea adaptada ao uso de telhado verde, como uma alternativa sustentabilidade.

2. METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho realizou-se uma revisão de literatura baseada na legislação, artigos científicos, livros e anais de eventos, todos referente a temática abordada. Para a obtenção das referências citadas neste trabalho foram consultadas as bibliotecas da UNESP câmpus Botucatu, SP, e os sites eletrônicos de pesquisa SciELO, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES.

3. TELHADO VERDE

Diversos relatos citam a utilização do telhado verde por diversas civilizações desde a antiguidade, as técnicas e métodos tem se aprimorado de acordo com as necessidades humanas e pela urbanização. Um dos mais famosos telhados verdes que datam por volta de 600 a. C. na




antiga Mesopotâmia, são os conhecidos jardins suspensos da Babilônia, foi um monumento construído por Nabucodonosor para presentear sua esposa, que tinha saudades da Pérsia. A principal função deste jardim, uma das sete maravilhas do mundo, era embelezar a cidade (QUINTELLA, 2012; ALAMY FILHO *et al.*, 2016).

Dados históricos mais recente demonstraram o uso de coberturas vegetais principalmente em condições climáticas extremas em diversos países como, Suécia, Finlândia e Dinamarca. Entretanto, os atuais telhados verdes são mais eficientes devido ao design e especificações de uso (SHAFIQUE *et al.*, 2018). Os telhados verdes modernos foram iniciados na Alemanha por volta dos anos de 1960, devido a uma crise energética que acometeu a região, assim os alemães iniciaram a construção de telhados verde para redução de energia nos edifícios. O país possui mais de 10% das suas construções com o uso de telhado verde devido aos seus múltiplos benefícios e ainda são conhecidos como o líder mundial nesse conceito (ZHANG *et al.*, 2011).

A expansão da utilização do telhado verde, no Brasil, ocorre muito lentamente, desde a década de 1990, sendo o primeiro edifício a ser implantado no país o Palácio Gustavo Capanema no Rio de Janeiro em 1947 pelo arquiteto Lucio Costa e o paisagista Roberto Burle Max (CANERO; REDONDO, 2010; FERRAZ, 2012).

Segundo Rangel *et al.* (2015) telhado verde, cobertura verde, telhado vivo ou jardim suspenso pode ser conceituado como um sistema construtivo que possui uma camada vegetativa instalado em lajes ou telhados convencionais proporcionando benefícios como conforto térmico e acústico, conseqüentemente, oportunizando a melhoria da qualidade do meio ambiente. Assim, a classificação dos telhados verdes, em geral, se dá pela necessidade de manutenção, custos e profundidade de substrato, segundo o International Green Roof Association (IGRA; 2011), há dois tipos principais de telhados verdes, os extensivos e intensivos.

No sistema extensivo a camada de substrato deve ser fina, de 5 a 15 cm de profundidade, a massa (peso) da estrutura completa é de aproximadamente 80 a 200 kg m⁻² (PERUSSI; VECCHIA, 2016). A cobertura vegetal é composta, principalmente, de musgos, sedums e herbáceas. Essas plantas apresentam um enraizamento superficial e são adaptadas ao clima local, requerendo baixa manutenção como irrigação e poda (SILVA *et al.*, 2014). Sendo classificado como telhados verdes de baixo custo em comparação aos demais (SHAFIQUE *et al.*, 2018).



Os telhados verdes intensivos necessitam de muita manutenção, a camada de substrato é mais espessa, superior a 20 cm até 2 m (HEIN; LUNDHOLM, 2014). A cobertura vegetal, em consequência da camada de substrato mais profunda, apresenta uma vasta variedade de plantas e porte, como árvores e arbustos. Os custos de instalação e manutenção são elevados, esse sistema suporta uma carga de aproximadamente de 290 a 970 kg m⁻², devendo a estrutura do edifício ter sido mensurado e levado em consideração a massa (peso) do telhado verde (ZHANG *et al.*, 2015; PERUSSI; VECCHIA, 2016).

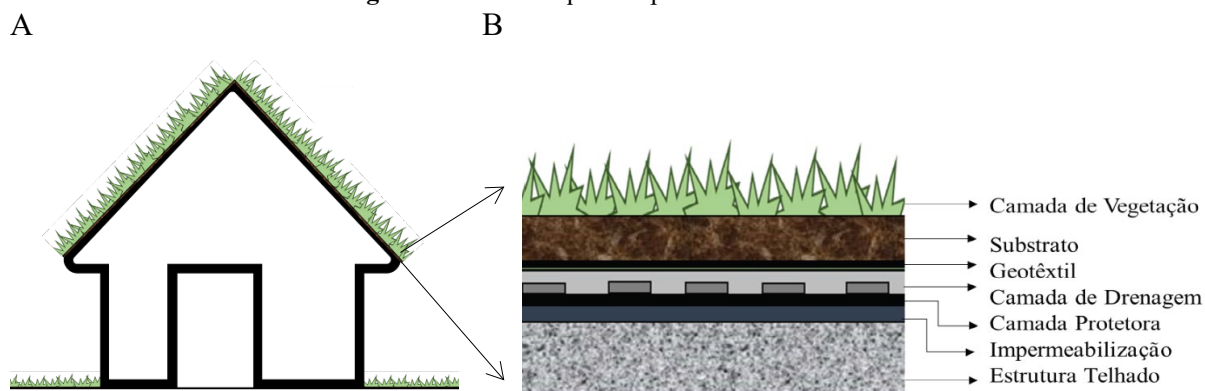
Diversos benefícios são constatados ao serem comparados com coberturas convencionais, em Toronto (Canadá), foi observado que pelo uso de telhados verdes houve uma redução da temperatura do ar entorno de 0,4 °C durante o dia e 0,8 °C durante a noite (GAGLIANO *et al.*, 2016). Estudos realizados na China demonstram que os telhados verdes reduz o escoamento superficial na taxa de 77,2%, indicando a possibilidade de redução das enchentes em grandes centros urbanos (ZHANG *et al.*, 2015). Além de que os substratos e vegetações tem a capacidade de absorver poluentes e metais pesados da água da chuva, consequentemente, melhorando a qualidade da água (BERNDTSSON *et al.*, 2006; PERUSSI; VECCHIA, 2016).

Telhados verdes tem a capacidade de capturar pequenas partículas de poeira do ar auxiliando no conforto do ser humano e melhorando a qualidade do ar nos centros urbanos (HUANG, 1994). Além dos benefícios para o meio ambiente, o uso de telhados verdes nesses centros oferece o efeito agradável na zona urbana, através da melhoria do ar e da redução da poluição sonora, adicionalmente as áreas verdes em coberturas podem criar oportunidades para a agricultura urbana (LIU; MINOR, 2005; WHITTINGHILL *et al.*, 2013).

As camadas de construção da cobertura verde podem variar entre as regiões, a variar pela disponibilidade de material ou até mesmo pela adequação ao clima. Segundo Heneine (2008) o telhado verde é constituído por uma membrana de impermeabilização para que não haja infiltrações na construção, uma camada de drenagem, camada anti-raiz, substrato e pôr fim a vegetação. Geralmente, um telhado verde (Figura 1) apresenta a seguinte estrutura:



Figura 1: Camadas que compõem o telhado verde.



Fonte: MENEGAES *et al.*, (2020).

a. Camada de vegetação: a cobertura vegetal deve ser adequada às condições climáticas do local. A vegetação atua interceptando uma parcela da chuva, evitando que ela atinja o solo. É por meio do processo de evapotranspiração que a água é perdida para a atmosfera e o potencial de retenção de água no substrato é aumentado. Adicionalmente, a vegetação retarda o escoamento superficial, que passa a ocorrer quando o substrato atinge a saturação;

b. Substrato: é constituído pela camada de solo ou material alternativo (argila expandida, xisto ou ardósia, pedra-pomes e perlita, entre outros) servindo de suporte para a fixação da vegetação, fornece água e nutrientes necessários para a manutenção desta. Essa camada é igualmente importante para o armazenamento temporário da água durante os eventos chuvosos;

c. Geotêxtil: constitui uma camada filtrante que separa as camadas de vegetais e substrato da camada drenante. Ela evita a migração de partículas do substrato para o interior da camada drenante, reduzindo a funcionalidade do telhado verde;

d. Camada de drenagem: em telhados praticamente horizontais, como é o caso dos telhados verdes, é fundamental a existência da camada de drenagem, para evitar alagamentos indesejáveis e estresse da cultura. Além disso, a camada de drenagem atua retendo parte da água da chuva, necessária para a vegetação durante períodos de estiagem;

e. Camada protetora: destina-se à retenção da umidade e nutrientes acima da estrutura do telhado, fornecendo proteção física para a membrana de impermeabilização contra o crescimento das raízes da vegetação;

f. Impermeabilização: normalmente realizada com o emprego de hidrorrepelentes, de maneira a evitar o contato da água com a estrutura do telhado; e

g. Estrutura do telhado: deve suportar toda a carga do telhado verde. Para o sistema extensivo com substrato de 5 a 15 cm de espessura, estima-se que a carga sobre o telhado possa aumentar de 70 a 170 kg m⁻² aproximadamente. Para o sistema intensivo, com espessura de solo acima de 15 cm, o valor de carga adicional pode variar entre 290 e 970 kg m⁻² (TASSI *et al.*, 2014; CORRENT; LEHAMANN, 2017; MENEGAES *et al.*, 2020).

4. VEGETAÇÃO

A seleção das espécies vegetais a serem utilizadas no telhado verde é um dos principais pontos para maximizar a vida do telhado verde, deve ser considerada na seleção, a localização geográfica, intensidade pluviométrica, humidade e intensidade da radiação solar, a profundidade do substrato também é delimitadora na escolha das plantas (MOBASHERI, 2014). Em telhados verdes extensivos é necessário a escolha de espécies resistentes ao estresse hídrico e por formarem raízes na parte superficial do substrato, capacidade de armazenar água e se adaptar as variáveis climáticas (MACIVOR; LUNDHOLM, 2011).

Diversos critérios são considerados na escolha das espécies vegetais para a composição do telhado verde, as condições climáticas da região, como o regime pluviométrico e temperatura, o tipo de telhado verde, se extensivo ou intensivo. O uso de plantas nativas é recomendado com intuito de preservar a flora e de serem espécies adaptadas às condições climáticas do local (SILVA *et al.*, 2014).

A área foliar tem importância na eficiência do telhado verde, quanto maior a área foliar e seu sombreamento ao substrato, menor a temperatura observada no edifício, reduzem o fluxo de calor (WONG *et al.*, 2003). Pesquisas demonstram que plantas que apresentam o metabolismo do tipo CAM são indicadas para a implantação de telhados verdes do tipo extensivo, por ter um sistema radicular raso, espécies do gênero *Sedum* tem sido aceitas em diversas pesquisas devido sobreviverem aos longos períodos de estiagem e devido à baixa manutenção (DURHMAN *et al.*, 2006; HENEINE, 2008; SAVI, 2015).

Ao selecionar plantas tropicais que se adaptaram bem na instalação de telhados verdes extensivos em centros urbanos de clima tropical, Laar *et al.* (2001) citam que ao analisar os aspectos de resistência às condições climáticas, desenvolvimento radicular, tempo de crescimento e área foliar, as espécies *Pilea microphylla*, *Pedilanthus tithymaloides*, *Portulaca grandiflora*, *Tradescantia pallida*, *Liriope muscar* e *Tradescantia spathacea* se adaptaram bem. Quintella (2012) elencou como as plantas mais utilizadas o capim-chorão, capuchinha, rabo-de-gato, mal-me-quer e a grama esmeralda.

Segundo a IGRA (2011) para o telhado verde ser considerado do tipo extensivo, este deve ter baixa taxa de manutenção, as plantas devem ser herbáceas de pequeno porte, e os custos de construção e manutenção devem ser baixo, estes foram os critérios utilizados na seleção das espécies, incluindo a fácil aquisição na região.

As espécies vegetais selecionadas descritas a seguir apresentam adaptações ecofisiológicas para utilização em telhados verdes:

Acalypha reptans Sw. (Figura 2A): popularmente conhecido como rabo-de-gato ou acalifa-rasteira, é uma herbácea perene, pertencente à família Euphorbiaceae, originária da Índia. Apresenta de 15 a 20 cm de altura, inflorescência de aspecto que lembra o rabo de um gato, é uma espiga terminal cônico-cilíndrico de coloração vermelho. Se adapta a meia sombra e pleno sol, tem crescimento prostrado, reptante. Propaga-se por estaquia (LORENZI, 2015).

Alternanthera brasiliana (L.) Kuntze ‘Little Ruby’ (Figura 2B): herbácea semiereta, conhecida como lutiela ou penicilina, nativa do Brasil, coloração roxo-escuro, altura de 30 a 50 cm, folhas no formato elíptico, com margens inteiras e de coloração roxa. Pertencente à família Amaranthaceae, se adapta bem a pleno sol, e é sensível a geadas. Propaga-se por estaquia (LORENZI, 2015).

Aptenia cordifolia (L. f.) Schwantes (Figura 2C): nativa da África, essa herbácea suculenta perene, de crescimento prostrado, 10 a 15 cm de altura, conhecida como rosinha-do-sol. Pertence à família Aizoaceae, apresenta folhas ovaladas e suculentas, flores solitárias terminais de cor vermelho. Se adapta bem a sol pleno, é tolerante a frio e calor intenso (LORENZI, 2015).

Arachis repens Handro (Figura 2D): conhecida como grama-amendoim, amendoim-rasteiro, amendoimzinho, é uma herbácea de crescimento prostrado, estolonífera, perene, 10 a 20 cm de altura. Planta rústica, pertencente à família Fabaceae-Faboideae com folhas compostas com dois pares de folíolos membranáceos, flores solitárias e amarelas. É indicada para pleno sol, não tolera geada. Divide-se por divisão de touceira (LORENZI, 2015).

Callisia repens (Jacq.) L. (Figura 2E): conhecido popularmente como dinheiro-em-penca, é uma herbácea perene pertencente à família Commelinaceae, originária da América tropical. Apresenta folhas cerosas, adensada ao longo da ramagem filamentosa. Tem hábito de crescimento prostrado e pendente. Cultivada a meia sombra e sombra, é pouco tolerante a baixas temperaturas (LORENZI, 2015).

Figura 2: Vegetação herbácea apta para uso em telhado verde. A: *Acalypha reptans*, B: *Alternanthera brasiliana*, C: *Aptenia cordifolia*, D: *Arachis repens*, E: *Callisia repens*, F: *Kalanchoe fedtschenkoi*, G: *Plectranthus ornatus*, H: *Sphagneticola trilobata*, I: *Tradescantia pallida* e J: *Tradescantia zebrina*.



Fonte: Lorenzi (2015).

Kalanchoe fedtschenkoi Raym. -Hamet e H. Perrier (Figura 2F): tem como centro de origem Madagascar, e foi naturalizada no Brasil, possui de 40 a 60 cm de altura, é uma herbácea suculenta de crescimento cespitoso e colonialista, conhecida como Kalanchoê-fantasma, pertence à família Crassulaceae. Ciclo de vida perene, se adapta bem a pleno sol e meia sombra e propaga-se pelos ramos laterais (LORENZI, 2015).

Plectranthus ornatus Codd (Figura 2G): pertence à família Lamiaceae, é uma planta de importância medicinal, aromatizante e ornamental. Tem origem na Índia e é conhecida como boldinho. É uma suculenta de caule ascendente com estolões ou rizomas especializados, se adapta ao sol pleno e tem ciclo de vida perene (LORENZI, MATOS, 2002).

Sphagneticola trilobata (L.) Pruski (Figura 2H): conhecida popularmente como vedélia, malmequer, picão-da-praia, é uma herbácea perene, hábito de crescimento prostada, estolonífera. Pertence à família Astaraceae, tem altura de 40 a 60 cm, folhas simples, trilobadas, inflorescências com flores reunidas em capítulos axilares, solitários e amarelos. É indicado o cultivo a pleno sol ou meia sombra (LORENZI, 2015).

Tradescantia pallida var. *purpurea* (Boon) Hook. (Figura 2I): pertencente à família Commelinaceae, é popularmente conhecido como trapoeraba-roxa, coração-roxo, trapoerabão, trapoeraba. Herbácea prostada ou decumbente, suculenta, originária do México. Indicado o cultivo a pleno sol ou meia sombra. Apresenta folhagem e ramagem roxa (LORENZI, 2015).

Tradescantia zebrina Heynh. ex Bosse ‘Purpusii’ (Figura 2J): é uma herbácea perene, de crescimento cespitoso, decumbente e prostado, originária do México, com 15 a 25 cm de altura, apresenta folhagem colorida verde-arroxeadas. Indica-se o cultivo a pleno sol ou meia sombra, não exige podas de contenção e não tolera geadas (LORENZI, 2015).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do uso de telhados verdes no país ainda não estar consolidado, verifica-se boa adaptação de espécies herbáceas para sua elaboração e confecção, sendo necessária mais pesquisa sobre essa temática. Uma vez que, esses telhados possibilitam o aumento das áreas verdes nos centros urbanos, proporcionando benesses ao ambiente e seus usuários, além de ser uma alternativa sustentabilidade para o bioclimatismo arquitetônico e paisagístico.

REFERÊNCIAS

ALAMY FILHO, J. E. *et al.* Eficiência hidrológica de telhados verdes para a escala de loteamentos residenciais. **Sociedade e Natureza**, v. 28, n. 2, p.257- 272, 2016. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/28740/pdf>>. Acessado em: Jul, 2022.

BERNDTSSON, J. C.; EMILSSON, T.; BENGTTSSON, L. The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality. **Science Total Environment**. v. 355, n. 1, p. 48-63, 2006. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969705001713> >. Acessado em: 10 Fev, 2023.

CANERO, R. F.; REDONDO, P. G. Green Roof as a Habitat for Birds: A Review. **Journal of Animal and Veterinary Advances**. v. 9, n.1, p. 2041-2052, 2010. Disponível em: <<https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2010.2041.2052> >. Acessado em: 18 Jan, 2023.

CANTOR, S. L. **Green Roofs in Sustainable Landscape Design**. London: W.W. Norton e Company, 2008. 352p.

CORRENT, L.; LEHMANN, P. Telhado verde: da babilônia aos dias atuais. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 107, n. 1, p.1-20, 2017. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/telhado-verde-da-babilonia-aos-dias-atuais>>. Acessado em: Fev, 2023.

DURHMAN, A. K.; ROWE, D. B.; RUGH, C. L. Effect of watering regimen on chlorophyll fluorescence and growth of selected green roof plant taxa. **HortScience**, v. 41, n. 7, p. 1623-1628, 2006. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/41/7/article-p1623.xml>>. Acessado em: Ago, 2022.

FERRAZ, I. L. **O Desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. 2012. 113f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

GAGLIANO, A. *et al.* The adoption of green roofs for the retrofitting of existing buildings in the Mediterranean climate. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, v. 7, n. 2, p. 116-129, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2093761X.2016.1172279>>. Acessado em: Dez, 2022.

HEIM, A.; LUNDHOLM, J. Species interactions in green roof vegetation suggest complementary planting mixtures. **Landscape and Urban Planning**, v. 130, n. 1, p.125-133, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204614001625>>. Acessado em: Fev, 2023.

HENEINE, M. C. A. S. **Cobertura verde**. 2008. 48f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

INTERNACIONAL GREEN ROOFS ASSOCIATION - IGRA. **A Quick Guide to Green Roofs**, 2010. Disponível em: <<http://www.igra-world.com/>>. Acessado em: Jul, 2022.

LIU, K.; MINOR, J. Performance evaluation of an extensive green roof greening rooftops for sustainable communities. **Institute for Research in Construction**, v. 5, n. 6, p. 1-11. 2005. Disponível em: <<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=e10a2c46-5c45-4a9e-8625-d7b0ea46e847>>. Acessado em: Fev, 2023.

LORENZI, H. E.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil**: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2015. 1120p.

MACIVOR, J. S.; LUNDHOLM, J. Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 3, p. 407-417, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857410002910>>. Acessado em: Jan, 2023.

MENEGAES, J. F. *et al.* Telhado verde uma alternativa de sustentabilidade hídrica: uma revisão. In: SILVA, M. E. D. (org.) **Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 2**. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 64-77

MOBASHERI, M. **Green roofs - construction and functional requirements for four buildings on the IST campus**. Lisboa: Técnico Lisboa, 2014. 10p. Disponível em: <<https://www.studocu.com/in/document/savitribai-phule-pune-university/architecture/mathesis-green-roofs-construction-and-functional-requirements-for-four-buildings-on-the-ist-campusdoc/29532289>>. Acessado em: Nov, 2022.

PERUSSI, R.; VECCHIA, F. Análise do comportamento térmico de um sistema de cobertura verde utilizando plataformas de teste. **PARC**, v. 7, n. 4, p. 225-236, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8647932>>. Acessado em: Abr, 2023.

QUINTELLA, M. T. **A origem dos Telhados Verdes**. 2012. Disponível em: <<http://telhadoscriativos.blogspot.com.br/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>>. Acessado em: Abril, 2023.

RANGEL, C. L. C. A.; ARANHA, C. K.; SILVA, C. B. C. M. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, p. 394-409, 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/39177>>. Acessado em: Fev, 2023.


SAVI, A. C. **Telhados verdes: Uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba**. 2015. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SHAFIQUE, M.; KIM, R.; RAFIQ, M. Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 90, n. 1, p. 757-773, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211830217X>>. Acessado em: Mar, 2023.

SILVA, A. I. *et al.* Tecnologia “telhado vivo”: estudo e potencial de integração de plantas nativas na cobertura e resgate da fauna. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**. v. 2, n. 2, p. 62-76, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/38349>>. Acessado em: Mar, 2023.

SNODGRASS, E. C.; MCINTYRE, L. **The Green Roof Manual: A professional Guide to Design, Installation and Maintenance**. Portland: Timber Press, 2010. 295p.

TASSI, R. *et al.* Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 1, p.139-154, 2014. Disponível em:



<<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/38866>>. Acessado em: Mar, 2023.

VERTICAL GARDEN. **Conheça as leis sobre Telhado Verde em Vigor no Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://www.verticalgarden.com.br/post/conheca-as-leis-sobre-telhado-verde-em-vigor-no-brasil>> Acessado em: Set, 2022.

WHITTINGHILL, J. D.; BRADLEY, R.; BERT, M. C. Evaluation of vegetable production on extensive green roofs. **Agroecol Sustain Food Syst**. v. 37, p. 465-484, 2013. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21683565.2012.756847>>. Acessado em: Nov, 2022.

YANG, J.; YU, Q.; GONG, P. Quantifying air pollution removal by green roofs in Chicago. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 1, p. 7266-7273, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231008006262>>. Acessado em: Set, 2022.

ZHANG, Q. *et al.* The capacity of greening roof to reduce stormwater runoff and pollution. **Lands Urban Plan**. v. 144, n. 2, p. 142-150, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204615001887>>. Acessado em: Set, 2022.

ZHANG, X.; SHEN, L.; WU, Y. Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: a China study. **Journal of Cleaner Production**, v.19, n. 2, p. 157-167, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652610003203>>. Acessado em: Nov, 2022.

CAPÍTULO 5

EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE HIPOCLORITO DE SÓDIO NA DESINFESTAÇÃO DE SEMENTES DE *MORINGA OLEIFERA* LAM

Douglas Manoel Silva Costa
Jenipher Stephanie Pereira Das Neves
Ivonete Berto Menino
Ivaldo Antonio de Araújo
Luiz Eduardo Santos Lazzarini
Adna Cristina Barbosa de Sousa


RESUMO

Moringa oleifera é uma espécie nativa das montanhas do Himalaia, resistente à seca, de rápido crescimento e pertencente à família Moringaceae. No Brasil, é encontrada em maior número na região Nordeste. Tem atraído o interesse de inúmeras pessoas devido aos benefícios nutricionais e medicinais que a espécie oferece. Isso se deve à resiliência da planta a uma variedade de climas, bem como as inúmeras propriedades que possui, incluindo a capacidade de aumentar a imunidade, potencial ação antioxidante, propriedades antimicrobianas, e têm um efeito hipocolesterolêmico e hipotensivo, principalmente por causa de seus valores terapêuticos e nutricionais, cujo potencial nutritivo é explorado principalmente para combater a desnutrição, tornando-se um alimento fundamental para a segurança alimentar em áreas com recursos econômicos limitado. O cultivo *in vitro* é uma ferramenta biotecnológica que vem sendo aplicada para a germinação, multiplicação e conservação de diferentes espécies, porém, é um processo oneroso, que pode ter seus custos reduzidos pela modificação de alguns fatores, como o meio de cultura. A finalidade do presente estudo foi avaliar as melhores condições *in vitro* para germinação de *M. oleifera*, avaliando o efeito de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio (NaClO) na desinfestação de sementes de *M. oleifera*. Neste trabalho, observou-se que o tratamento de NaClO com concentração de 30% apresentou a menor porcentagem (%) de contaminação, representando 17% na cultura de *M. oleifera*. Apesar dos avanços obtidos nesse estudo, outros se fazem necessários para o estabelecimento de um protocolo eficiente para a desinfestação de sementes dessa espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Biotecnologia. Cultura De Tecidos Vegetais. Moringaceae.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Moringa* Lamarck pertence à família Moringaceae, compreende 13 espécies botânicas (SCHOCH *et al.*, 2020), sendo a *Moringa oleifera* a mais comum e utilizada no mundo. Conhecida por uma série de nomes como árvore da vida, baqueta, lírio-branco, acácia-branca ou moringa (RABBANI *et al.*, 2013). A espécie é uma árvore de porte alto que varia de 7 a 12 m de altura e pode atingir até 40 cm de diâmetro. A espécie é nativa das montanhas do Himalaia, do Noroeste do Paquistão ao Norte da Índia, e exibe crescimento rápido, raízes grossas e tuberosas, folhagens verdes claras, floração abundante e os frutos são vagens alongadas e pendulares (ASENSI; VILLADIEGO; BERRUEZO, 2017).



Há muito tempo é um componente da horticultura tradicional, usada principalmente para fins ornamentais e na medicina fitoterápica (OLSON; FAHEY, 2011). Isso se deve à resiliência da planta a uma variedade de climas, bem como as inúmeras propriedades que possui, incluindo a capacidade de aumentar a imunidade, potencial ação antioxidante, propriedades antimicrobianas, e têm um efeito hipocolesterolêmico e hipotensivo, principalmente por causa de seus valores terapêuticos e nutricionais, cujo potencial nutritivo é explorado principalmente para combater a desnutrição, tornando-se um alimento fundamental para a segurança alimentar em áreas com recursos econômicos limitados (MARRUFO *et al.*, 2013).

Devido a essas propriedades há necessidade de otimizar a forma de propagação da cultura, seja via semente ou por cultura de tecidos. Um problema observado na *M. oleifera* é que durante a propagação no campo, o tempo que a planta começa a ser produtiva é considerado alto de aproximadamente 1 ano, é necessário procedimentos que encurtem o prazo para o estabelecimento e produção das culturas, além de obter plantas de alta qualidade. Uma alternativa tecnológica é a propagação *in vitro* por sementes, que permite a produção de um grande número de plântulas com características genéticas desejáveis e altos padrões de sanidade das mudas, assim contribuindo para o desenvolvimento da agricultura, especialmente quando associadas aos campos de transformação genética, fitossanidade e fitotecnia (SOUZA *et al.*, 2006).

Nos estágios iniciais do cultivo *in vitro* das plantas, a seleção adequada da desinfestação de sementes é crucial. A remoção e eliminação de todos os microrganismos que possam potencialmente contaminar a cultura é necessária. Os meios de cultura por constituir uma parte fundamental da cultura de tecidos, fornecem substâncias essenciais para o crescimento dos tecidos, controlando também o seu desenvolvimento (CYSNE, 2006). Os meios nutritivos precisam atender as necessidades de cada espécie vegetal no cultivo *in vitro*, assim deve-se recorrer a diversos ensaios já que existe um método diferente e eficaz para cada tipo de situação como: tipo de explante, genótipo, cultivar e objetivo (PASQUAL, 2001).

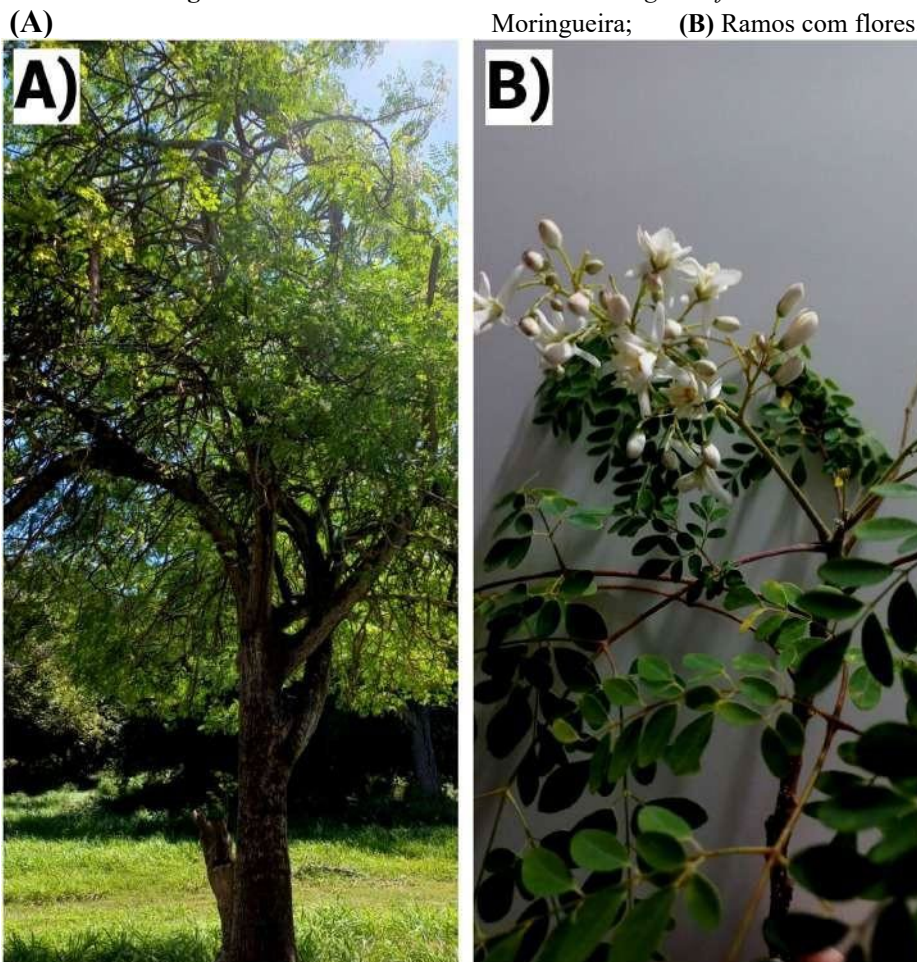
O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio na desinfestação superficial de sementes de *M. oleifera*.

2. MATERIAL E MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais pertencente à Estação Experimental Cientista José Irineu Cabral da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária (EMPAER), em João Pessoa-PB. As

sementes foram coletadas de plantas adultas de *M. oleifera*, de um cultivo domiciliar localizado na cidade de João Pessoa/PB (Figura 1) no bairro de Pedro Gondim, durante os meses de setembro de 2022 e outubro de 2022. Latitude de 7° 06'42.8"S e longitude de 34° 50'33.9" W.

Figura 1: Características botânicas da *Moringa oleifera*.



Cultivo localizado na cidade de João Pessoa/PB, latitude de 7° 06'42.8"S e longitude de 34° 50'33.9" W.

Fonte: Autoria própria (2022).

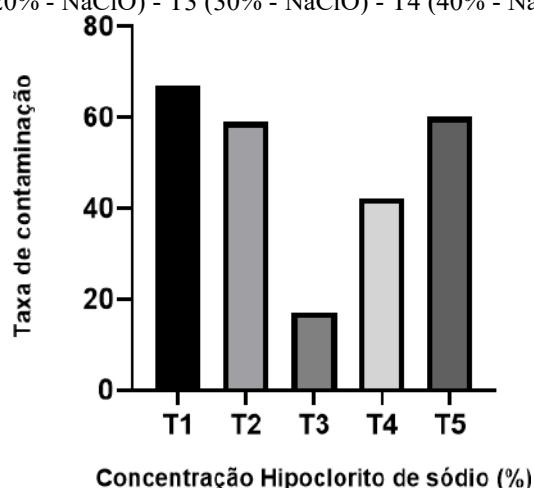
Após a coleta, foram armazenadas em condições de temperatura e luminosidade ambiente. Lavadas com água corrente e detergente durante 5 minutos. Depois, em câmara de fluxo laminar, foram imersas em solução de hipoclorito de sódio comercial em diferentes concentrações (10, 20, 30, 40 e 50%) v/v (2% de cloro ativo) por 10 minutos, sob agitação, e lavadas duas vezes em água destilada esterilizada, em seguida, foram imersas em álcool 96° (v/v) por 5 minutos, enxaguado por três vezes em água destilada esterilizada, seguindo protocolo proposto por Ridzuan *et al.* (2020) com modificações. Em câmara de fluxo laminar, simulando o ambiente asséptico, as sementes foram inoculadas em frascos de vidro (250 mL), contendo 50 mL de meio WPM (LLOYD; MACCOWN, 1980) completo e sem regulador de crescimento, suplementado com 20 g.L⁻¹ de sacarose, 100 mg/L de mio-inositol, 6 g.L⁻¹ ágar,

e pH $5,7 \pm 0,1$, ajustado com NaOH e HCl (0,1 e 0,5 N, respectivamente), antes da autoclavagem (121° C, 25 min a 1,2 atm). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 12 repetições, sendo uma semente por frasco, totalizando 60 sementes. Após 10 dias, os tratamentos foram avaliados quanto à porcentagem de contaminação. Os frascos foram mantidos em sala de crescimento, com fotoperíodo de 16 horas de luz por 8 horas de escuro, sob radiação de luz fluorescente branca de $45 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ na sala de incubação, à temperatura de 25 ± 1 °C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados mostrou que o tratamento III na concentração de 30% de hipoclorito de sódio mostrou-se mais eficaz na desinfestação das contaminações em relação aos outros tratamentos (Figura 2), com menor porcentagem de contaminação (17%) seguido pelo tratamento IV (42%). Os tratamentos I, II e V foram menos eficientes na desinfestação de sementes, com níveis de contaminação de 67%, 59% e 60% respectivamente. Apesar do tratamento III apresentar os menores índices de contaminação, observou-se que esse tratamento afetou a germinação das sementes, que foi inferior à do tratamento IV. Por esse motivo, na condução dos experimentos foi adotado como protocolo o tratamento IV, que mesmo apresentando maior nível de contaminação, em relação ao III, porém ainda aceitável, e com boa porcentagem de sementes germinadas.

Figura 2: Efeitos de diferentes concentrações de NaClO em porcentagem de taxa de contaminação. Tratamentos: T1 (10% - NaClO) - T2 (20% - NaClO) - T3 (30% - NaClO) - T4 (40% - NaClO) - T5 (50% - NaClO).



Fonte: Autoria própria (2022).

Há na literatura vários estudos sobre a desinfestação de sementes utilizando-se NaClO onde as concentrações utilizadas e duração de exposição variam muito. Por exemplo, Bevilacqua *et al.* (2011) utilizaram 2,5% de NaClO por 30 min em sementes de *Calendula officinalis* L. e obtiveram 6,1% de contaminação, enquanto Gonzaga (2021) utilizaram 5% de

NaClO por 20 minutos e obtiveram 63% de contaminação em sementes de *Lychnophora pohlii*. Já Lameira, Cordeiro e Campelo (2020) usaram 2% de NaClO por 20 min e obtiveram 10% de contaminações. Resultados aproximados aos do presente trabalho foram encontrados por Chau e Quang (2019) na qual utilizaram 30% por 10 minutos para esterilização de sementes de *M. oleifera*, obtendo uma taxa de 4,2% de contaminação. Por outro lado, Förster, Mewis e Ulrichs (2013) não conseguiram alcançar a desinfestação de sementes de *M. oleifera* devido ao alto grau de contaminação fúngica e bacteriana. Enquanto Ridzuan *et al.* (2020) obteve 2,5% de contaminação utilizando 20% de hipoclorito durante 15 minutos. A desinfestação da semente é uma das etapas mais importantes do processo de germinação *in vitro*, visto que a contaminação pode ser endógena ou exógena, sendo a mais comum exógena, quando fungos e bactérias se aderem ao tegumento da semente e se desenvolvem no momento do estabelecimento em meio de cultura e são difíceis de serem eliminados (Figura 3) (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2013). O uso de substâncias desinfestantes como etanol, hipoclorito de sódio e de cálcio, peróxido de hidrogênio, ácido clorídrico, ácido sulfúrico são relatados como eficientes na desinfestação de diferentes explantes de espécies vegetais (MÜLLER *et al.*, 2017).

Figura 3. Sementes de moringa com presença de contaminação após 10 dias de inoculação.



Fonte: Autoria própria (2022).

O hipoclorito de sódio é amplamente utilizado na desinfestação superficial de material vegetal, por ser facilmente removível durante a lavagem com água. Além da eficiência como agente de desinfestação, o hipoclorito pode atuar como estimulante da germinação em virtude da capacidade de estimular a atividade da α -amilase (KANEKO; MOROHASHI, 2003). O NaClO também foi eficiente na desinfestação de sementes *in vitro* de outras espécies florestais, como a *Amburana cearenses* (CAMPOS *et al.*, 2013), *Eugenia uniflora* (SILVA *et al.*, 2014) e

Aspidosperma polyneuron (RIBAS *et al.*, 2017). Lencina *et al.* (2013), no trabalho com Apuleia leiocarpa, encontraram influência do tempo de imersão em hipoclorito de sódio a 5% na desinfestação das sementes, sendo os maiores tempos os mais eficientes (15 min: 3% de contaminação, 10 e 5 min: 7% de contaminação). Nietsche *et al.*, (2006), afirmam que dependendo do tempo de imersão de desinfetantes pode ocorrer desidratação do explante, comprometendo assim a viabilidade do tecido vegetal. Nesse sentido é essencial que se determine uma concentração ótima para se obter tecido livre de agentes contaminantes e, conseqüentemente, um bom resultado no final do processo de estabelecimento *in vitro*. Além da contaminação, outro aspecto importante para a continuidade da cultura de tecidos são as taxas de germinação das sementes inoculadas.

4. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvido este trabalho pode-se chegar a conclusão de que o tratamento mais indicado para a desinfestação de sementes de *M. oleifera* é o que utiliza 30% de hipoclorito de sódio (NaClO) com o tempo de exposição mínimo de 10 minutos.

REFERÊNCIAS

- BEVILACQUA, C. B. *et al.* Desinfestação superficial, germinação e regeneração *in vitro* a partir de sementes de calêndula. **Ciência Rural**, v. 41, p. 761–766, 2011. <https://www.scielo.br/j/cr/a/dwkVkhfNcmbwK35k8RpqXSD/abstract/?lang=pt>. Acessado em: Set, 2022.
- CAMPOS, V. C. A. *et al.* Micropropagation of umburana de cheiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 639-644, 2013. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/tb3NfPzccsqqsML6mCNHHYC/?lang=en&format=pdf>. Acessado em: Jul, 2022.
- CHAU, M. H.; QUANG, N. M. Shoot multiplication and plant regeneration from *in vitro* cultures of drumstick tree (*Moringa Oleifera* Lam.). **Journal of forestry science and technology**, n. 8, p. 3-12, 2019. <http://tapchikhcnln.vnuf.edu.vn/documents/5898355/38787625/1.TA.MaiHaiChau%2CQuang.pdf>. Acessado em: Jun, 2022.
- CYSNE, J. R. B. **Propagação *in vitro* de *Moringa oleifera* L.** 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- DOMÉNECH ASENSI, G.; DURANGO VILLADIEGO, A. M.; ROS BERRUEZO, G. *Moringa oleifera*: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 67, n. 2, p. 86–97, 2017. https://www.researchgate.net/publication/322333702_Moringa_oleifera_Revision_sobre_aplicaciones_y_usos_en_alimentos. Acessado em: Set, 2022.

FÖRSTER, N.; MEWIS, I.; ULRICHS, C. *Moringa Oleifera*—Establishment and Multiplication of Different Ecotypes *In Vitro*. **Gesunde Pflanzen**, v. 65, n. 1, p. 21–31, 2013. https://www.researchgate.net/publication/257496668_Moringa_Oleifera-Establishment_and_Multiplication_of_Different_Ecotypes_In_Vitro. Acessado em: Out, 2022.

GONZAGA, A. P. D. *et al.* Desinfestação e germinação *in vitro* de *Lychnophora pohlii*. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, p. 1253–1259, 2021. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/Desinfestacao.pdf>. Acessado em: Set, 2022.

KANEKO, Y.; MOROHASHI, Y. The effect of sodium hypochlorite treatment on the development of α -amylase activity in mung bean cotyledons. **Plant Science**, v. 164, n. 2, p. 287–292, 2003. https://www.researchgate.net/publication/222064839_The_effect_of_sodium_hypochlorite_treatment_on_the_development_of_a-amylase_activity_in_mung_bean_cotyledons. Acessado em: Nov, 2022.

LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C.; CAMPELO, M. F. Protocolo para obtenção de plantas de *Cedrela odorata* L. através da cultura de tecidos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p.1-16, 2020.

LENCINA, K. H. **Germinação e multiplicação *in vitro* de grápia (*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.)**. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. **International Plant Propagation Society Proceedings**, Washington, v. 30, p. 421-427, 1980. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8134503>. Acessado em: Jul, 2022.

MARRUFO, T. *et al.* Chemical Composition and Biological Activity of the Essential Oil from Leaves of *Moringa oleifera* Lam. Cultivated in Mozambique. **Molecules**, v. 18, n. 9, p. 10989–11000, 2013. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6269949/>. Acessado em: Set, 2022.

MÜLLER, D. *et al.* Estabelecimento *in vitro* de *Zephyranthes* spp. **Biotecnología Vegetal**, v. 17, n. 1, p. 98–103, 2017. <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/NdVMz8WctYDmKSrSPjqQPfS/?format=pdf&lang=pt>. Data do acesso: 08-2022.

NIETSCHKE, S. *et al.* Estabelecimento *in vitro* de explantes de três cultivares de bananeira. **Ciência Rural**, v. 36, p. 989–991, 2006. <https://www.scielo.br/j/cr/a/6kQTdWDGH7YNT6tqdwX6xrt/?lang=pt>. Acessado em: Jun, 2022.

NOLETO, L. G.; SILVEIRA, C. E. S. Micropropagação de copaíba – propagação *in vitro* de *Copaifera langsdorffii* Desf. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 33, p. 109-120, 2004. <https://www.scielo.br/j/rbs/a/HYy3hmgzLxYwvWTJhk4qyQm/?lang=pt>. Acessado em: Set, 2022.

OLSON, M. E. O.; FAHEY, J. W. *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales seca. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 82, n. 4, 2011. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400001. Acessado em: Nov, 2022.

PASQUAL, M. Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações: meios de cultura. Lavras: UFLA/FAEPE, p.74, 2001.

RABBANI, A. R. C. *et al.* Pré-embebição em sementes de moringa. **Scientia plena**, v. 9, n. 5, p. 1-8, 2013. <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/878>. Acessado em: Out, 2022.

RIBAS, L. L. F. *et al.* Micropropagation of *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. From in vitro germinated seedlings. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 391-402, 2017. <https://www.redalyc.org/pdf/534/53451635002.pdf>. Acessado em: Mai, 2022.

RIDZUAN, N. I. *et al.* Micropropagation and defence enzymes assessment of *Moringa oleifera* L. plantlets using nodal segments as explant. **South African Journal of Botany**, Special Issue on Moringa Research. v. 129, p. 56–61, 2020. <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6295256>. Acessado em: Jun, 2022.

SCHOCH, C. L. *et al.* **NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools**. Database, v. 2020, p.062, 2020.

SILVA, P. R. D. *et al.* A regenerative route for *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) through *in vitro* germination and micropropagation. **Annals of Forest Research**, v. 57. n. 1, p. 39-45, 2014. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/273050223_A_regenerative_route_for_Eugenia_uniflora_L_Myrtaceae_through_in_vitro_germination_and_micropropagation. Acessado em: Set, 2022.

SOUZA, F. V. D. *et al.* Micropropagação. Introdução à micropropagação de plantas. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, p.152, 2006. <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00077860.pdf>. Acessado em: Jun, 2022.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. 2 ed. Viçosa, MG: **Editora UFV**, p. 272, 2013.



CAPÍTULO 6

CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA DOS AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO SOBRE OS PRINCIPAIS GRUPOS

Heloisa Eusebia Lima
Bhrenda Alves oliveira
Adilson Correia Goulart
Simone Machado Goulart

RESUMO


Os agrotóxicos podem ser divididos em várias classes químicas, sendo as mais representativas os organoclorados, organofosforados, carbamatos e os piretróides. Desde os primórdios da prática das monoculturas várias substâncias foram aplicadas nas lavouras contra a ação de seres nocivos a este meio. Entretanto, a aplicação de compostos orgânicos sintéticos teve início no século XIX com o avanço da ciência. Os agrotóxicos organoclorados foram os pioneiros, porém devido a sua persistência no ambiente tiveram o seu uso e produção limitados. Desta forma, novas classes surgiram como os organofosforados, carbamatos e piretróides. A classe dos organofosforados é a mais aplicada nas lavouras do Brasil e do mundo. Cada classe de agrotóxico apresenta propriedades físico-químicas diferentes, sendo assim, é importante saber diferenciar estas classes, pois elas interferem na taxa residual do agrotóxico no meio ambiente, na sua bioacumulação em organismos vivos e sua persistência. Este capítulo de revisão aborda as propriedades físico-químicas, a finalidade e indicação de uso, o potencial de contaminação ambiental, a periculosidade ambiental e a toxicidade dos principais grupos químicos de agrotóxicos: organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos e Suas Classes. Química dos Agrotóxicos. Propriedades Químicas.

1. INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são compostos químicos aplicados em ambientes rurais e urbanos para o controle de seres com capacidade de interferir no equilíbrio do meio onde estão inseridos (BRASIL, 2002). A aplicação de substâncias químicas para o controle de insetos é uma atividade milenar, isso porque, desde os primeiros campos de monoculturas existem relatos do manuseio de compostos de enxofre, *nicotina* e *piretro* (NETO *et al.*, 2007). A modernização do uso dos agrotóxicos na agricultura ocorreu após o final da segunda guerra mundial. Vários compostos produzidos para serem utilizados como armas bélicas foram aproveitados para uso no combate de pragas nas lavouras ao final do conflito mundial (SPARKS, 2013).

Um marco histórico na utilização dos agrotóxicos ocorre na década de 40 com a aplicação do composto diclorodifeniltricloroetano (DDT). Este composto foi sintetizado por Othmar Zeidler, porém sua propriedade como inseticida foi descoberta por Paul Mueller que rendeu ao químico o prêmio Nobel de medicina pela eficiente ação do DDT no controle de vetores transmissores de várias doenças (FLORES *et al.*, 2004). Entretanto a utilização demasiada do DDT resultou em um outro importante divisor de águas na história dos



agrotóxicos, isso porque, em 1962 a bióloga e ambientalista publica o livro primavera silenciosa onde denunciava a contaminação generalizada do ambiente pelas moléculas de DDT (BONZI, 2013).

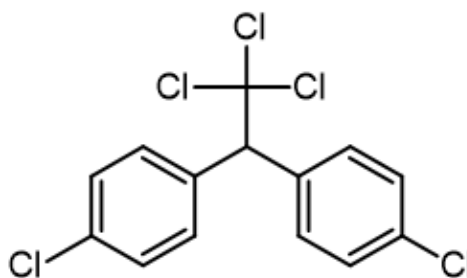
A partir dos estudos que resultaram na publicação da obra primavera silenciosa, vários protocolos que envolviam a produção e manufatura de produtos químicos foram estabelecidos. Além disso, com a comprovação da contaminação e acumulação do DDT, em vários organismos, o uso do agrotóxico foi banido em todo o mundo e a produção e aplicação de compostos organoclorados foram limitadas (BONZI, 2013; AMATO *et al.*, 2002). Devido a ressalvas na utilização de compostos organoclorados a indústria química foi obrigada a investir em pesquisas voltadas para a síntese de moléculas menos persistentes ao ambiente, surgindo os agrotóxicos dos grupos químicos organofosforados, carbamatos e piretróides (SANTOS *et al.*, 2007).

No Brasil são autorizados pela Agência Nacional de Vigilância sanitária - ANVISA centenas de princípios ativos e conseqüentemente as classes químicas destes compostos são muito diversificadas (BRASIL, 2023). Entretanto, nesta revisão foram selecionadas apenas as classes químicas dos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides. O grupo químico dos organoclorados foi selecionado por ser uma classe precursora no histórico da utilização de agrotóxicos no Brasil e no mundo (AMATO *et al.*, 2002; TEIXEIRA, 2005; BONZI, 2013). As três últimas classes foram escolhidas por serem as mais utilizadas e comercializadas em todo o território nacional (IBAMA, 2023).

2. AGROTÓXICOS ORGANOCLORADOS

Os agrotóxicos organoclorados são moléculas orgânicas que possuem em sua cadeia carbônica principal pelo menos 1 átomo de cloro. A classe dos organoclorados é a pioneira dos agrotóxicos, após a descoberta do DDT e seus principais usos foram na Segunda Guerra Mundial como arma química e inseticidas em lavouras na tentativa de corrigir as necessidades do solo, eliminar as pragas que prejudicavam a produtividade. Foi amplamente aplicado para controle dos vetores transmissores de doenças como malária e tifo que são doenças transmitidas por insetos contaminados (AMATO *et al.*, 2002). Na Figura 1 é apresentada a estrutura química do DDT.

Figura 1: Estrutura química do DDT.



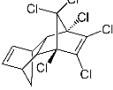
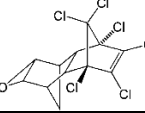
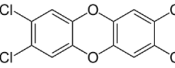
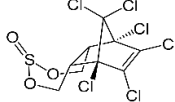
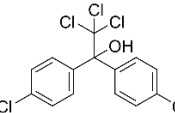
Fonte: Elaborado pelos autores em ChemSketch (2023).

Devido às suas características químicas os organoclorados são agrotóxicos muito eficientes, no entanto, são altamente persistentes no meio ambiente. Em decorrência disto ocasionam a acumulação ao longo da cadeia alimentar levando a um fenômeno ecológico chamado de biomagnificação, que é o aumento das concentrações de uma determinada substância de acordo com o aumento do nível trófico que é aquele que um ser vivo ocupa na cadeia alimentar (BERTI *et al.*, 2009). Além do transtorno ambiental, os organoclorados podem ocasionar vários danos à saúde humana como, por exemplo, o câncer e interferir no sistema endócrino (GALT, 2008).

3. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS ORGANOCLORADAS

As moléculas dos organoclorados apresentam afinidade com substâncias apolares, ou seja, são lipofílicos, o que os tornou um risco ao meio ambiente. Por possuírem alta estabilidade, há o aumento no tempo de degradação na natureza demorando anos para ser degradado, são bioacumuláveis nos tecidos dos seres vivos. Em decorrência de suas propriedades físico-químicas a utilização de organoclorados têm sido reduzida desde os anos 70 em diversos países. No Brasil esta preocupação teve início na década de 80 quando a aplicação do agrotóxico DDT foi proibida. Grande parte dos agrotóxicos organoclorados seguem com seu uso e produção proibidos no Brasil e em outros países (ALVES *et al.*, 2010; CARLOS *et al.*, 2013). No Quadro 1 são apresentados alguns exemplos de agrotóxicos pertencentes ao grupo químico dos organoclorados bem como algumas características importantes destes compostos.

Quadro 1: Agrotóxicos pertencentes ao grupo químico dos organoclorados e algumas de suas propriedades.

Nome e estrutura química	Finalidade e indicação de uso	Potencial de contaminação ambiental	Periculosidade ambiental	Toxicidade
Aldrin 	Inseticida	Alto potencial de contaminação	Muito perigoso ao meio ambiente	Alta toxicidade
Dieldrin 	Inseticida	Alto potencial de contaminação	Muito perigoso ao meio ambiente	Alta toxicidade
Dioxina 	Herbicida	Alto potencial de contaminação	Muito perigoso ao meio ambiente	Alta toxicidade
Endosulfan 	Pesticida	Alto potencial de contaminação	Muito perigoso ao meio ambiente	Alta toxicidade
Dicofol 	Acaricidas	Alto potencial de contaminação	Muito perigoso ao meio ambiente	Alta toxicidade

Fonte: (PPDB, 2023; BRASIL, 2023).

4. AGROTÓXICOS ORGANOFOSFORADOS

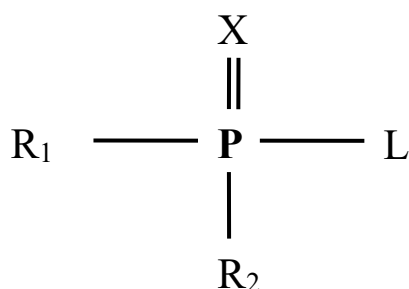
Os agrotóxicos classificados como organofosforados são moléculas que apresentam uma ligação Carbono-Fósforo (HALL *et al.*, 2004). Os primeiros compostos organofosforados foram preparados por alquimistas na Idade Média, mas seu estudo aprofundado teve início no século XIX, por Lassaigne em 1820, com a alcoolize do ácido fosfórico (SANTOS *et al.*, 2007). Na década de 1940 para substituir os organoclorados essa classe de agrotóxicos foi inserida devido as suas características de serem bioacumuláveis, apresentando tempo de degradação lento, e também pelos insetos terem desenvolvido uma grande resistência ao grupo dos organoclorados. Este inseticida foi desenvolvido através da tecnologia química utilizando os “gases de nervos” usados também na Segunda Guerra Mundial (NASCIMENTO; MELNYK, 2016). No Brasil esse grupo é responsável por grandes números de intoxicações e mortes.

Devido a sua alta eficiência no controle de diversas pragas e fácil degradabilidade, os agrotóxicos organofosforados são os mais aplicados nas lavouras do Brasil (IBAMA, 2023). Segundo dados apresentados nos relatórios de comercialização do IBAMA o agrotóxico mais consumido no país atualmente é o glifosato, um potente herbicida que apresenta elevada eficiência no controle de ervas daninhas. (IBAMA, 2023).

5. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS ORGANOFOSFORADOS

Os agrotóxicos organofosforados podem apresentar uma única molécula diferentes grupos químicos em sua estrutura. Os compostos organofosforados são originários principalmente de ácidos que podem ser fosfóricos, fosfônicos, fosfínicos e até mesmo fosforamídicos e podem ser classificados como tióis ou ésteres (HALL *et al.*, 2004). Na Figura 2 será apresentada a estrutura química genérica dos agrotóxicos organofosforados que dá origem a todos os agrotóxicos desta classe química.

Figura 2: Estrutura química genérica dos agrotóxicos organofosforados.



Fonte: Elaborada pelos autores, adaptada de Santos *et al.* (2007).

Como pode ser observado na Figura 2 os compostos organofosforados podem apresentar diferentes grupos químicos alguns deles são: **R1** e **R2** - Grupos arilas ou alquilas ligados diretamente ao fósforo; **L** - Grupos alquila, halogênios, arila ou heterocíclicos; **X** - são átomos de O, S ou Se (SANTOS *et al.*, 2007). Em decorrência das suas propriedades químicas os organofosforados são lipossolúveis, decompõem-se dentro de poucos dias, no máximo uma semana e por isso é raramente encontrado na cadeia alimentar. Com exceção do inseticida diclorvós, muitos organofosforados possuem baixa volatilidade (HALL *et al.*, 2004). A dispersão dos organofosforados ocorre por pulverização podendo ser provocada por ventos espalhando por áreas de 1 km a 2 km ocasionando sério risco de contaminação mundial (NASCIMENTO; MELNYK, 2016). O Quadro 2 apresenta alguns exemplos de agrotóxicos organofosforados juntamente com algumas características importantes destes compostos.

Quadro 2: Agrotóxicos do grupo químico dos organofosforados e algumas de suas características.

Nome e estrutura química	Finalidade e indicação de uso	Potencial de contaminação ambiental	Periculosidade ambiental	Toxicidade
Fenitroion 	Inseticida e formicida	Baixo potencial	Produto muito perigoso	Moderada a alta
Paration 	Inseticida e acaricida	Baixo potencial	Produto perigoso	Alta a moderada
Malation 	Inseticida e acaricida	Moderado potencial	Produto muito perigoso	Moderada a alta
Glifosato 	Herbicida	Baixo potencial	Produto perigoso	Baixa

Fonte: (PPDB, 2023; BRASIL, 2023).

6. AGROTÓXICOS CARBAMATOS

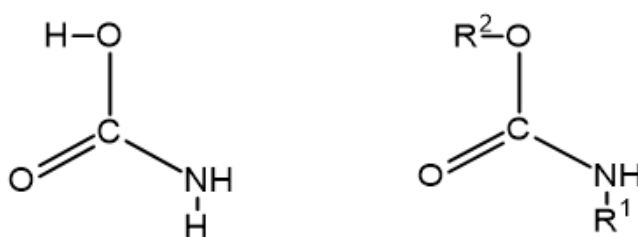
O uso das propriedades químicas dos carbamatos teve início por motivos bem distantes da agricultura. Isso porque as moléculas de agrotóxicos oriundas do ácido carbâmico foram sintetizadas a partir de uma substância encontrada em uma espécie de planta conhecida como *Physostigma venenosum*. A história contada na literatura é que os extratos desta planta eram utilizados em julgamentos de pessoas consideradas feiticeiras. Anos mais tarde em meados do século XIX pesquisadores isolaram os compostos metilcarbamatos a partir dos extratos de *Physostigma venenosum* (BRANCO, 2003; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

A implementação dos carbamatos na agricultura teve seu início por volta da década de 50. Os agrotóxicos pertencentes ao grupo químico dos carbamatos são eficientes para o controle de diferentes tipos de pragas como, por exemplo, fungos, insetos, nematóides, ervas daninhas, entre outros. Os agrotóxicos, oriundos do grupo químico dos carbamatos, mais utilizados na agricultura são aldicarbe, carbofurano e carbaril. Os dois primeiros compostos foram proibidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA devido as suas ações carcinogênicas e alta toxicidade aguda (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; IBAMA, 2023; BRASIL, 2023).

7. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS CARBAMATOS

Os carbamatos são compostos que apresentam alta instabilidade em sistemas com pH neutro e alcalinos. O seu tempo de meia vida é considerado baixo desta forma estes compostos não são persistentes no ambiente, porém os produtos de degradação normalmente são mais tóxicos e prejudiciais ao meio ambiente do que as suas moléculas de origem (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; NACIMENTO; MELNYK, 2016). Na Figura 3 é apresentada a estrutura química do ácido carbâmico bem como a estrutura química genérica que dá origem aos agrotóxicos carbamatos.

Figura 3: Estrutura química do ácido carbâmico e estrutura química genérica dos carbamatos.




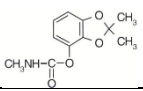
Fonte: Elaborada pelos autores, adaptada de Goulart (2010).

Como pode ser observado na Figura 3 os agrotóxicos do tipo carbamato são ésteres ou sais provenientes do ácido carbâmico. Os grupos substituintes R1 pode ser um H ou um grupo metil (-CH) já o R2 pode ser um álcool (OH), um grupo oxima (C=NOH) ou um anel fenólico (HALL *et al.*, 2004; NACIMENTO; MELNYK, 2016). Devido a sua alta solubilidade em água e baixa afinidade pelos ligantes do solo, estes compostos tendem a ter um grande potencial contaminante das águas subterrâneas. Eles são menos móveis em solos argilo-arenosos e solos argilo-siltosos por conta da maior superfície de adsorção nestes solos, essa característica depende também da matéria orgânica constituinte (NACIMENTO; MELNYK, 2016).

Os agrotóxicos do grupo químico dos carbamatos são, em sua grande maioria, muito tóxicos aos seres humanos e mamíferos em geral, isso porque, esta classe de agrotóxicos atua no organismo humano inibindo um grupo de enzimas denominadas colinesterases, essas enzimas são responsáveis pela degradação da acetilcolina, que é um neurotransmissor encarregado pela transmissão dos impulsos no sistema nervoso (central e periférico). Uma vez inibida, as enzimas colinesterases não conseguem degradar a acetilcolina, ocasionando um distúrbio chamado de crise colinérgica, principal responsável pelos sintomas observados nos eventos de intoxicação (PERES *et al.*, 2003). No Quadro 3 serão apresentados alguns dos

principais agrotóxicos da classe química dos carbamatos bem como algumas de suas propriedades.

Quadro 3: Agrotóxicos da classe química dos carbamatos e algumas de suas propriedades.

Nome e estrutura química	Finalidade e indicação de uso	Potencial de contaminação ambiental	Periculosidade de ambiental	Toxicidade
<p>Carbaril</p> 	Inseticida e regulador de crescimento	Moderado potencial	Produto muito perigoso	Pouco tóxico
<p>Carbofuran</p> 	Inseticida	Moderado potencial	Produto muito perigoso	Extremamente tóxico
<p>Carbossulfano</p> 	Inseticida, acaricida e nematocida	Moderado potencial	Produto muito perigoso	Altamente tóxico
<p>Adicarbe</p> 	Inseticida	Baixo potencial	Produto muito perigoso	Extremamente tóxico

Fonte: (PPDB, 2023; BRASIL, 2023).

8. AGROTÓXICOS PIRETRÓIDES

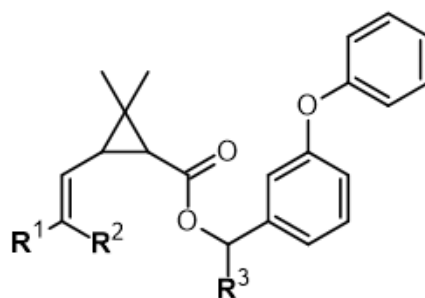
Os agrotóxicos pertencentes ao grupo químico dos piretróides foram introduzidos na agricultura por volta do final da década de 70. Assim como as outras classes de agrotóxicos citadas anteriormente, os piretróides apresentam alta eficiência no controle de pragas em especial os insetos, no entanto, apresentam como diferencial a baixa toxicidade a mamíferos. Outra característica positiva dos piretróides é que causam impactos ambientais menores em relação às outras classes de agrotóxicos, como também menor toxicidade e baixa persistência ambiental. No entanto, estudos apontam que os piretróides são altamente tóxicos para a fauna aquática, sobretudo, para os peixes e os crustáceos (SANTOS *et al.*, 2008; MONTANHA *et al.*, 2012).

Os agrotóxicos piretróides foram inseridos primeiramente em ambientes domésticos, por conta da sua baixa disponibilidade e fotoinstabilidade. Posteriormente, foram desenvolvidos piretróides com melhorias em relação a fotoestabilidade com a inclusão de átomos de azoto, enxofre e de halogênio, sendo análogos aos produtos naturais inseridos na agricultura como inseticida. Obtiveram um grande sucesso comercial devido ao largo espectro de atividades contra artrópodes, de uma baixa dosagem sugerida, e também o baixo risco para aplicadores e impactos ambientais (SANTOS *et al.*, 2008).

9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PIRETRÓIDES

A classe química dos piretróides tem sua origem, ou seja, foram sintetizados do composto piretrina. Esta molécula é um éster do ácido crisantêmico que por sua vez pode ser encontrado nas flores das plantas do tipo *chrysanthemum cinerariaefolium* (SANTOS *et al.*, 2008; MONTANHA *et al.*, 2012). Na Figura 4 é apresentada a estrutura molecular genérica dos agrotóxicos piretróides.

Figura 4: Estrutura química genérica dos agrotóxicos piretróides.

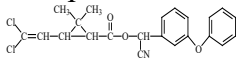
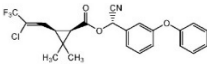


Fonte: Autoria própria, adaptada de Vieira *et al.* (2007).

Os agrotóxicos do grupo químico dos piretróides são em sua grande maioria lipofílicos, ou seja, apresentam muita afinidade com gorduras e são moderadamente persistentes no ambiente. Entretanto, a taxa de contaminação ambiental e níveis de biomagnificação ao longo da cadeia alimentar são considerados baixos quando se comparados com as classes químicas organofosforados e carbamatos. Essa baixa taxa residual está relacionada às características químicas dos piretróides que favorecem a degradação e dissipação destes compostos no ambiente. Além disso, outro fator que favorece a baixa contaminação do ambiente por piretróides é a baixa dosagem necessária para o controle dos insetos (SANTOS *et al.*, 2008; MONTANHA *et al.*, 2012). No Quadro 4 serão apresentados alguns exemplos de piretróides e algumas de suas propriedades.

Quadro 4: Agrotóxicos pertencentes a classe química dos piretróides e algumas suas características.

Nome e estrutura química	Finalidade e indicação de uso	Potencial de contaminação ambiental	Periculosidade ambiental	Toxicidade
<p>Deltametrina</p>	Inseticida e formicida	Baixo potencial	Produto altamente perigoso	Baixa
<p>Permetrina</p>	Inseticida e formicida	Baixo potencial	Produto muito perigoso	Baixo

<p>Cipermetrina</p> 	Inseticida e formicida	Baixo potencial	Produto muito perigoso	Pouco tóxico
<p>λ -cialotrina</p> 	Inseticida	Baixo potencial	Produto muito perigoso	Moderadamente tóxico

Fonte: (PPDB, 2023; BRASIL, 2023).

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Substâncias químicas foram introduzidas na agricultura há milhares de anos com o propósito de minimizar a ação nociva de pragas e aumentar a produção das lavouras. Os agrotóxicos podem ser classificados de diferentes formas, no entanto, a classificação química é uma das principais. Existem diversas classes químicas de agrotóxicos, entretanto as classes químicas dos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides historicamente são as mais importantes por terem sido os primeiros compostos sintéticos utilizados na agricultura. Os organoclorados apesar da sua alta persistência no ambiente e bioacumulação em organismos vivos foram de extrema importância no controle de vários vetores transmissores de doenças, salvando várias vidas. É importante saber diferenciar as classes químicas dos agrotóxicos, pois as suas propriedades, taxa residual, persistência e várias outras propriedades variam de acordo com as características de cada grupo químico.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. I. R. *et al.* Avaliação da Contaminação por Pesticidas Organoclorados em Recursos Hídricos do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 15, n.1, p. 67-74, 2010. Disponível em: < <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/14235>>. Acessado em Jan. 2023.
- AMATO, C. D.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental – uma revisão. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p.995-1002, 2002. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/qn/a/BzwjyybkzCgvjX6tpykf9gf/?lang=pt>>. Acessado em: Jan. 2023.
- BERTI, A. P.; DÜSMAN, E.; SOARES, L. C. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **SaBios-Revista de saúde e biologia**, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: < <http://periodicos.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/152/237>>. Acessado em: Dez. 2022.

BONZI, R. S. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 28, p. 207-215, 2013. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/31007>>. Acessado em: Dez. 2022.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012. Disponível em: < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf>. Acessado em: Nov. 2022.

BRANCO, S. M. **Natureza e agroquímicos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Monografias de agrotóxicos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas-por-letra>. Acessado em: Jan. 2023.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Casa Civil da Presidência da República**, disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acessado em: Abr. 2023.

CARLOS, E. A. *et al.* Simultaneous determination of the organochlorine and pyrethroid pesticides in drinking water by single drop microextraction and gas chromatography. **Chemical Society**, v. 24, n. 8, p. 1217-1227, 2013. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/jbchs/a/g4ht9wWWdf7kDCQBPH5QXff/abstract/?lang=en>>. Acessado em: Abr. 2023.

FLORES, A. V. *et al.* Organoclorados: um problema de saúde pública. **Ambiente e Sociedade**, v. 7, p. 111-124, 2004. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/asoc/a/6rpgHvHH9JcDHkxWrpNFF5N/?lang=pt>>. Acessado em: Abr. 2023.

FONTENELE, E. G. P. *et al.* Contaminantes ambientais e os interferentes endócrinos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v. 54, n. 1, Feb., 2010. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/abem/a/VzcPtYpRRShNr4xzwCgwdYm/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Fev. 2023.

GALT, R. E. Beyond the circle of poison: Significant shifts in the global pesticide complex, 1976–2008. **Global Environmental Change**, v.18, n.4, p. 786-799, 2008. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378008000605>>. Acessado em: Fev. 2023.

GOULART, S. M. **Avaliação da técnica de extração com partição em baixa temperatura na análise de carbamatos em alimentos e bebidas**. 2010. 158f. Tese (Doutorado em agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. 2010.

HALL, N. *et al.* **Neoquímica: A química moderna e suas aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

IBAMA/MMA. **Relatório de Comercialização de Agrotóxicos**. 2021. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos/pagina-3>>. Acessado em: Jan. 2023.

MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. TITULAR-PUCPR, Médica Veterinária. Efeitos toxicológicos de piretróides (cipermetrina e deltametrina) em peixes-Revisão. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 9, n. 18, p. 1-58, 2012. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/esxzix4eu8euo8s_2013-6-28-18-9-28.pdf>. Acessado em: Jan. 2023.

NASCIMENTO, L.; MELNYK, A. A química dos pesticidas no meio ambiente e na saúde. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 1, p. 54-61, 2016. Disponível em: <<http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/mangaio/article/view/1879>>. Acessado em: Jan. 2023.

NETO, L. M.; VAZ, M. P.; CRESTANA, S. **Instrumentação avançada em ciência do solo**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. 438 p.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. É veneno ou é remédio? In: PERES, P.; MOREIRA, J. C. (Org.). **Agrotóxicos, saúde e ambiente**. 1ed. Rio de Janeiro: Editora da Fiocruz, 2003, v. 1, p. 21-41. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/cap_01_veneno_ou_remedio.pdf>. Acessado em: Jan. 2023.

PPDB - PESTICIDE PROPERTIES DATA BASE. **Agricultural substances databases: background and support information**. 2023. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>>. Acessado em: Jan. 2023.

SANTOS, M.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretróides—uma visão geral. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/49599762_Piretroides_-_uma_visao_geral>. Acessado em: Jan. 2023.

SANTOS, V. M. R. *et al.* Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, v. 30, p. 159-170, 2007. Disponível em: <https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1773>. Acessado em: Jan. 2023.

SPARKS, T. C. Insecticide discovery: an evaluation and analysis. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 107, n. 1, p. 8–17, May 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048357513000965>>. Acessado em: Jan. 2023.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **R. Elet. Ass. Ge. Bras.** –, v. 2, n. 2, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/revagb/article/view/1339/854>>. Acessado em: Fev. 2023.

VIEIRA, H. P.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R. Otimização e validação da técnica de extração líquido-líquido com partição em baixa temperatura (ELL-PBT) para piretróides em água e análise por CG. **Química Nova**, v. 30, p. 535-540, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/YCy6kCDZHPTMkktNvhkvqqQ/?format=html>>. Acessado em: Abr. 2023.

CAPÍTULO 7

O SÓDIO (Na) PODE SUBSTITUIR O POTÁSSIO (K) NOS TECIDOS DAS PLANTAS?: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Aglair Cardoso Alves
João Marcos G. Souza
Emanuelly C. Rodrigues
Fábio N. de Jesus
Edionelton G. de Macedo
Marcos Vinicius S. Lopes
João Manoel da Silva

RESUMO


O uso de insumos potássicos ao longo dos anos possibilitou aumento da produtividade de diversas culturas, todavia, a escassez dos minerais com os quais os fertilizantes químicos são fabricados, tem contribuído para elevar os preços dos formulados potássicos, aumentando o risco de insegurança alimentar. Em vista disso, é fundamental que se invista em estudos que possam fornecer subsídios para o manejo racional dos recursos de nutrientes não renováveis, elevando a eficiência de uso dos fertilizantes. Nesse contexto, a relação do elemento Sódio (Na) com o potássio (K) tem despertado a atenção dos pesquisadores, já que, a substituição de parte do elemento essencial na nutrição de plantas por um outro nutriente não essencial, possibilita a economia nas doses de fertilizantes aplicadas as culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar uma síntese do que tem sido descrito na literatura sobre a substituição do Na elemento não essencial pelo K nutriente que atualmente apresenta tendência de queda nas reservas mundiais.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição mineral. Nutriente. Elemento benéfico.

1. INTRODUÇÃO

O potássio (K) é um dos nutrientes exigidos em grande quantidade pelas culturas agrícolas, já que, atua diretamente no metabolismo das plantas, em razão de estar envolvido em várias funções fisiológicas e bioquímicas, tais como, ativação enzimática, pois o K atua como um cofator ou ativador de enzimas do metabolismo (mais de 60 são ativadas por esse cátion), uma das mais importantes é a piruvato quinase, enzima principal da glicólise e respiração, atua no transporte de nutrientes através das membranas, neutralização aniônica e principalmente tem elevada contribuição para o potencial osmótico da planta, como por exemplo, o processo de abertura e fechamento dos estômatos (DECHEN; NACHTIGALL, 2007). A vista disso, entende-se sobre a essencialidade do K para o desenvolvimento das plantas, sendo, portanto, fundamental para as boas práticas agrícolas.

Ao longo dos anos a inserção do K através da adubação tem possibilitado aumento de produtividade de diversas culturas, como por exemplo, maiores médias na altura, diâmetro e ao número de colmos no cultivo de cana-de-açúcar (OTTO; VITTI; LUZ, 2010), também aumenta concentração de carboidratos na planta (DECHEN; NACHTIGALL, 2006), maior número de



vagens na cultura da soja (SILVA *et al.*, 2022), assim como, conteúdo de óleo e proteínas dos grãos de soja (DECHEN; NACHTIGALL, 2006) melhora na qualidade de grãos em cafeeiros (SILVA *et al.*, 2001, 2002), incremento do peso e qualidade de grãos de milho (PETTER *et al.*, 2016), entre outros. O potássio (K), juntamente com o nitrogênio (N) e o fósforo (P) são requeridos em altas concentrações pela grande maioria das culturas, o que torna cada vez mais crescente a necessidade desses insumos no setor agrícola.

No Brasil, os solos, geralmente são intemperizados, dessa forma os teores de cátions básicos, como por exemplo K, apresenta-se em baixas concentrações, e assim, para alcançarem bons resultados de produção e produtividade agrícola, realiza-se anualmente, a inserção de milhares de toneladas de fertilizantes potássicos ao solo por meio da adubação. Esse cenário é muito preocupante para o setor agrícola, pois o Brasil tem pequenas jazidas potássicas, dessa forma, 90 % do consumo interno são importados, pois a produção interna de fertilizantes ainda é insuficiente para atender às necessidades das práticas agrícolas (COLA; SIMÃO 2012).

Para remediar a problemática destacada anteriormente, tem-se investido em , estudos visando a utilização de fontes alternativas de potássio, a exemplo do uso de rochas que contenha potássio (BARBOSA FILHO *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2010; RAMOS *et al.*, 2017; RATKE *et al.*, 2020), que é inclusive atende os princípios defendidos e seguidos na agricultura orgânica. Outra forma, que tem despertado a atenção dos pesquisadores, é a substituição do K na nutrição de plantas por um outro nutriente não essencial, tal como o Na (BALIZA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2014; SETTE *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2020). Já que, em algumas plantas, este elemento pode substituir parcialmente o íon K, principalmente diante da atuação osmótica (MALAVOLTA, 2006). Além disso, esses elementos benéficos reduzem o nível crítico de um elemento essencial (WAKEEL *et al.*, 2010). A partir desse conhecimento torna-se mais racional o manejo de adubação, uma vez que, podem-se utilizar adubações com taxas menores, mas sempre de acordo com a necessidade da cultura.

Diante disso, objetivou-se com trabalho apresentar uma síntese do que tem sido descrito na literatura sobre a substituição do Na elemento não essencial pelo K nutriente que atualmente apresenta tendência de queda nas reservas mundiais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Problemática dos adubos potássicos no Brasil

A expansão agrícola no país nas últimas décadas está atrelada ao aumento no consumo de fertilizantes, dentre eles os insumos formulados a base de K. O K é o principal nutriente

aplicado nos solos agrícolas do Brasil, seguido por cálcio e nitrogênio (CELLA; ROSSI 2010). O fertilizante potássico mais utilizado no mundo é o cloreto de potássio (KCl), esta fonte se destaca devido à sua alta concentração e baixo custo de produção (DIAS; FERNANDES, 2006).

Além do KCl, outros sais de potássio também, são utilizados como fertilizantes, como por exemplo, o sulfato de potássio (K_2SO_4), sulfato de potássio e magnésio ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), nitrato de potássio (KNO_3), nitrato de potássio e sódio ($KNa(NO_3)_2$), carbonatos de potássio (K_2CO_3 , $KHCO_3$), ortofosfatos de potássio (KH_2PO_4 ; K_2HPO_4), polifosfatos de potássio ($K_2P_2O_7$) e metafosfatos de potássio (KPO_3) (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS 2007).

Atualmente, 50 % da reserva de potássio existente no mundo esta na Ucrânia, Canadá, Reino Unido, Bielorrússia, Alemanha, Brasil e Estados Unidos hospedam, juntos, a outra metade da reserva de K mundial (DIAS; FERNANDES, 2006). As reservas brasileiras de potássio estão localizadas, em grande parte, no Aptiano da Bacia Sergipe-Alagoas e na região de Autazes, na Bacia do Amazonas (KIEFER; ULHEIN; FANTON, 2019).

Na Amazônia, a reserva em Autazes, a 113 quilômetros de Manaus, tem aproximadamente 425 milhões de toneladas de KCl, a 685 m de profundidade, sendo que apenas 44 % da área foi pesquisada, o que indicaria potencial de reservas bem maiores. (KULAIFF; GOES, 2016). Apesar disso, em Autazes, ainda não se iniciou a exploração do minério, uma vez que, o Projeto Potássio Autazes está em fase de licenciamento ambiental (MESQUITA, 2022) Mesmo assim, os depósitos da Bacia do Amazonas constituem-se na melhor perspectiva de elevar significativamente a produção de cloreto de potássio no Brasil (MARINI, 2006).

Atualmente, no Brasil, a única empresa que produz potássio, e a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) em Taquari/Vassouras, no estado de Sergipe (DIAS; FERNANDES 2006). Dessa forma a agricultura depende do potássio importado de outros países para sustentar a produção nacional, uma vez que a empresa nacional não atende mais do que 10% da demanda brasileira.

No Brasil, justifica-se a baixa quantidades desses minerais nos solos, devido as condições climáticas que proporcionam um intemperismo químico muito intenso, como consequencias das altas precipitações e temperaturas, que alteram os seus matérias constituintes, restando pouca ou nenhuma reserva mineral nas frações grosseiras (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS 2007). Tais dados, revelam a evidente necessidade que o país demanda

por fontes alternativas de potássio, nesse caso, as opções se restringem ao uso de rochas que contenham K, cinzas e fertilizantes orgânicos (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007).

Ramalho e Pires (2010), aferiu potenciais fontes de potássio (casca de café com e sem pergaminho; dois tipos de cinzas de madeira e duas rochas fosfáticas (fina e grossa) para o sistema orgânico de produção e observaram resultados positivos para, todas as fontes alternativas testadas. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro *et al.* (2010), com outras fontes alternativas de potássio: pó de rochas silicáticas portadoras de K (ultramáfica alcalina com 2,79 % de K_2O , brecha piroclástica com 1,69 % de K_2O e flogopitito com 5,73 % de K_2O).

Santos (2022), trabalhando com soja, avaliou a utilização do pó de rocha de nefelina – sienito como fonte potássica, analisando os efeitos na planta e nos atributos químicos do solo e concluiu que a utilização do mesmo proporcionou uma menor umidade dos grãos na colheita quando comparado a aplicação do cloreto de potássio (KCl). Sendo que para as demais variáveis analisadas a aplicação do pó de rocha de nefelina – sienito, proporcionou resultados similares ao KCl mostrando ser promissor o uso como fonte de K^+ na soja.

Enquanto que, nos fertilizantes orgânicos a concentração de K é pequena, normalmente entre 2 e 4 %, entretanto, é muito variável a depender do estágio de decomposição dos resíduos e da forma como são armazenadas, o adubo orgânico fonte de potássio mais utilizado no Brasil é a cama de aves, devido a abundância, preço e facilidade e manipulação (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS 2007). Com a utilização de fontes alternativas de K é possível reduzir gastos com importação de adubos potássicos, assim como, estimular a economia do país, gerando empregos e renda.

Além disso, outra opção, são as técnicas envolvem o manejo da adubação potássica com objetivo de aumentar a sua eficiência, como por exemplo, o uso de sódio (Na^+) para substituir parcialmente o potássio (K^+), diminuindo assim, a quantidade de K aplicada na adubação, o que é extremamente interessante por alguns motivos, destacando por exemplo o custo, já que o cloreto de sódio (NaCl) é mais barato que KCl, além disso, o Na^+ não é fixado pelos minerais de argila, em solos fixadores de K^+ , além de outras implicações práticas substanciais para o manejo de fertilizantes (MALAVOLTA 1980; LACLAU *et al.*, 2003, BALIZA *et al.*, 2010, INOCÊNCIO; CARVALHO; NETO 2014; COSTA; CARVALHO; OLIVEIRA, 2020).

2.2 Sódio como elemento benéfico

No decorrer do tempo e com a evolução das pesquisas na área de nutrição mineral de plantas, constatou-se que alguns elementos podem ser considerados benéficos para algumas espécies ou mesmo substituir parcialmente a função de elementos essenciais (KORNDORFER, 2006). Estes elementos quando encontrados em concentrações muito baixas, estimulam o crescimento de plantas, porém sua essencialidade não é demonstrada ou é, apenas demonstrada sob determinadas condições especiais, esses elementos têm sido classificados como elementos benéficos (MALAVOLTA 1980).

O sódio (Na) é classificado como elemento benéfico, juntamente com o Cobalto (Co), Selênio (Se) e Silício (Si), estes, quando presente no solo ou na solução nutritiva, promovem o aumento da produtividade de algumas plantas. Quanto ao sódio, em espécies agrícolas, tais como, aspargos, cevada, brócolis, alcaravia, cenoura, algodão, painço, aveia, beterraba sacarina, beterraba vermelha e nabo, o Na^+ apesar do não ser essencial estimulou o crescimento (HARMER; BENNE, 1945; LARSON; PIERRE, 1953; LEHR, 1953; MONTASIR *et al.*, 1966). As plantas o absorve na forma iônica Na^+ e nos tecidos vegetais possuem alta mobilidade, com uma concentração variando entre 0,013 e 35,1 g kg^{-1} na matéria seca e de 0,16 a 167,8 g Kg^{-1} nas cinzas (KORNDORFER, 2006).

Apesar de geralmente ser considerado um elemento benéfico, para algumas espécies de plantas, o Na é considerado elemento essencial, como foi demonstrado em *Atriplex versicaria* (BROWNELL, 1980). Porém o excesso de sódio promove o acúmulo de grandes quantidades na planta, tornando este elemento altamente tóxico em níveis fisiológicos para a grande maioria das espécies. Os danos causados pela toxidez de Na incluem deficiência dos nutrientes como K e Ca, desenvolvimento de estresse hídrico e indução de danos celulares resultantes do desbalanço do sistema de oxi-redução, resultando na produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (DIAS *et al.*, 2016).

Conforme Pedrotti *et al.* (2015) destaca o efeito do sódio ocorre de forma mais acentuada nos tecidos jovens, afetando os mecanismos de divisão e expansão celular nos pontos de crescimento da planta. Além destas, alterações nas propriedades físicas e químicas do solo, pois o Na^+ aumenta a espessura da dupla camada difusa, proporcionando dispersão das argilas, e conseqüente redizindo porosidade e a permeabilidade do solo, alterações estas que provocam desordens nutricionais nas plantas cultivadas, assim como acentua as limitações imposta a produtividade (KORNDORFER, 2006; FREIRE; FREIRE 2007).

2.3 Aplicação de sódio no manejo do potássio

O sódio pode substituir o potássio na ativação de numerosas enzimas, entre elas, na ativação enzimática da ATPase. Isso ocorre devido as características químicas e estruturais semelhantes entre os elementos, tal como, os raios iônicos hidratados do Na (0,358 nm) e do K (0,331 nm) que possuem valores próximos (MARSCHNER, 2012). Wakeel *et al.*, (2009) ao avaliarem a atividade hidrolítica e de bombeamento da H⁺-ATPase de folhas de beterraba sacarina (*Beta vulgaris* L.) afetada pelo estresse salino, observaram que a atividade hidrolítica da H⁺-ATPase da membrana plasmática da beterraba sacarina não foi afetada quando K⁺ 100 mM foi substituído por Na⁺ 100 mM in vitro.

Porém, para a maioria das espécies ativação enzimática é uma função específica do K⁺ e outros cátions como o Na⁺ não podem substituí-lo (WAKEEL *et al.*, 2011). De acordo com Mengel, (2007) a substituição não é possível, diante do fato que mesmo o sódio, tendo carga elétrica idêntica, o Na⁺ tem um invólucro de hidratação maior em relação ao K⁺ e o transporte de Na⁺ através das membranas biológicas não ocorrerá da mesma forma, já que, ao ligar-se a enzima no lugar do potássio, a conformação estrutural da enzima fica distorcida. Diante disso, na literatura as espécies, produzem satisfatoriamente sobre aplicação regular de K, com adição de Na, ou quando substitui parcialmente o potássio em baixas concentrações. Como por exemplo, os resultados encontrados por, Costa *et al.*, (2020) ao avaliarem a interação do cultivo de beterraba cv. Early Wonder Tall Top (*Beta vulgaris*) com o fornecimento de Na, observaram que esta cultura produz satisfatoriamente sobre aplicação regular de K, com adição de Na, bem como quando se substitui parcialmente o potássio ao nível de 25 %.

Além disso, algumas espécies de plantas pode usar Na⁺, em vez de K⁺, para cumprir funções inespecíficas, como a osmorregulação. Plantas com resistência moderada a alta ao sal, como por exemplo, a beterraba açucareira e a beterraba, podem acumular uma grande quantidade de Na⁺ nos vacúolos celulares em altos níveis de salinidade (WAKEEL *et al.*, 2011), e conseqüentemente ascrecer significativas contribuições para as relações osmóticas, principalmente quando o K⁺ está presente em concentrações abaixo do ideal, como mostrado no experimento de Costa *et al.*, (2020).

Resultados semelhantes, foram observados por Ali *et al.*, (2009) ao observarem que algodão (*Gossypium hirsutum* L.), planta tolerante a salinidade, é capaz de crescer bem sob substituição parcial de K⁺ por Na⁺, assim como, Zhang *et al.* (2006), ao avaliarem os efeitos da

substituição de K por Na em diferentes proporções de mudas algodão, verificaram que o crescimento do algodoeiro foi maior com a dose adicional de Na na solução de cultivo.

Dessa forma, para algumas espécies, conclui-se que o Na⁺ pode substituir parcialmente o K⁺ como é o caso, da nutrição da beterraba e no cultivo do algodoeiro. Coelho *et al.* (2022) ao avaliarem o desenvolvimento de gengibre ornamental (*Zingiber spectabile* Griff.) em decorrência da substituição do K pelo Na nas seguintes proporções: 6K:0Na, 5K:1Na, 4K:2Na, 3K:3Na, 2K:4Na, 1K:5Na, e 0K:6Na, observaram que, as plantas dos tratamentos 1K:5Na e 0K:6Na apresentaram sintomas característicos de deficiência de K aproximadamente após 51 dias de estabelecidos os tratamentos, onde o primeiro sintoma foi a redução do crescimento da planta, tanto da parte aérea quando do sistema radicular. Vale ressaltar que nas plantas com omissão total de K (0K:6Na), os sintomas se manifestaram de forma mais severa. As plantas de outros tratamentos como 2K:4Na e 3K:3Na, mesmo com baixo suprimento de K, não apresentaram sintomas de deficiência, indicando a baixa necessidade de K pelas plantas de gengibre ornamental (*Zingiber spectabile* Griff.), sendo para esta espécie a presença do potássio fundamental para o seu desenvolvimento inicial, com excessão, para algumas variáveis analisadas, número de folhas e números de hastes.

Baliza *et al.* (2010) ao avaliarem o crescimento e nutrição de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Acaiá Cerrado, seleção MG-1474, influenciadas pela substituição do potássio pelo sódio, observaram que as médias de altura de planta, diâmetro do caule, número de pares de folhas do tratamento com 25 % da substituição do K pela Na foram significativamente iguais aos do tratamento que não recebeu Na. Entretanto os autores relatam que, baseado apenas nesse trabalho, não se pode afirmar com certeza que o Na⁺ substituiu em 25 % o K na nutrição das mudas de cafeeiro, já que, talvez, apenas a redução em 25 % da concentração de K pode não ter sido suficiente para afetar significativamente o crescimento das plantas. Os mesmos concluíram que a presença do Na na solução nutritiva não promove benefício adicional às mudas de cafeeiro.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo, procurou destacar os estudos recentes acerca das descobertas que envolvem essa temática da substituição do K⁺ por Na⁺ na fisiologia vegetal, assim como, as implicações práticas. Diante dos resultados encontrados na literatura, não se pode substituir totalmente o potássio, entretanto, a substituição parcial para algumas culturas representa um

manejo de nutrientes racional com segurança, até certos níveis percentuais sem diminuir a produção.

REFERÊNCIAS

ALI, L. *et al.* Potassium substitution by sodium in root medium influencing growth behavior and potassium efficiency in cotton genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, p. 1657–1673. 2009. Disponível em: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103041912>>. Acessado em: Mar. 2023.

BALIZA, D. P. *et al.* Crescimento e nutrição de mudas de cafeeiro influenciadas pela substituição do potássio pelo sódio. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 272-282, set./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/341>>. Acessado em: Mar. 2023.

BARBOSA FILHO, M. P. *et al.* Aplicação de rochas silicáticas como fontes alternativas de potássio para a cultura do arroz de terras altas. **Revista Espaço e Geografia**, p. 63-84, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegografia/article/view/39770>>. Acessado em: Mar. 2023.

BROWNELL, P. F.; Sodium as an essential micronutrient element for plantas and its possible role in metabolism. **Advances in Botanical Research**, v.7, p.117 – 224, 1980. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065229608600889>>. Acessado em: Mar. 2023.

CELLA, D.; ROSSI, M. C. L.; Análise do mercado de fertilizantes no Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 7, n. 1, p. 41-50, 2010. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/43>>. Acessado em: Mar. 2023.

COELHO, V. A. T. *et al.* Potássio e sódio na nutrição mineral e crescimento em plantas de gengibre ornamental. In: MIRANDA, M. L. D.; **Fitoquímica: potencialidades biológicas dos biomas brasileiros** – v. 2. Editora científica digital, 2022 – Guarujá – SP. Disponível em: <<https://www.editoracientifica.com.br/artigos/potassio-e-sodio-na-nutricao-mineral-e-crescimento-em-plantas-de-gengibre-ornamental>>. Acessado em: Mar. 2023.

COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 3, 2012. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1132>>. Acessado em: Mar. 2023.

COSTA, A. L.; CARVALHO, K. F.; E OLIVEIRA, N. P. Crescimento e Nutrição da beterraba sob doses de sódio e potássio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e340985500, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5500>>. Acessado em: Mar. 2023.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos a nutrição de plantas. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 432, 2007.

DIAS, N. S. *et al.* Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R. *et al.* **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. 2ª ed 2016. p. 151-162. Disponível em: <<https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=330391>>. Acessado em: Mar. 2023.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: Uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 24, p. 107, 2006. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2657>>. Acessado em: Mar. 2023.

ERNANI, P. R. *et al.* **Fertilidade solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência Solo, 551-594.

FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Manejo em Solos afetados por Sais. In: NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 929-951.

HARMER, P. M.; BENNE, E. J. Sodium as a crop nutrient. **Soil Science Society of America Journal**. v. 60, p. 137-148. 1945. Disponível em: <https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1945/08000/SODIUM_AS_A_CROP_NUTRIENT.7.aspx>. Acessado em: Mar. 2023.

INOCENCIO, M. F.; CARVALHO, J. G.; NETO, A. E. F. Potássio, sódio e crescimento inicial de espécies florestais sob substituição de potássio por sódio. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.1, p.113-123, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100011>>. Acessado em: Mar. 2023.

KIEFER, G. L. S.; UHLEIN, A.; FANTON, J. Jb. O depósito potassífero de Autazes no contexto estratigráfico da Bacia do Amazonas. **Revista de Geociências**, v. 38, n. 2, p. 349-365, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5016/geociencias.v38i2.12857>>. Acessado em: Mar. 2023.

KORNDORFER, G. H. Elementos Benéficos. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 355-370.

KULAIIF, Y.; GÓES, A. M. Potássio no Brasil. Recursos In: MELFI, A. J. *et al.* (Org.). **Minerais no Brasil: problemas e desafios**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016. p. 84-95.

LACLAU, J. P. *et al.* Nutrient cycling in a clonal stand of Eucalyptus and an adjacent savanna ecosystem in Congo: 1. Chemical composition of rainfall, throughfall and stemflow solutions. **Forest Ecology and Management**. v.176, 105-119. 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00280-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00280-3)>. Acessado em: Mar. 2023.

LARSON, W. E.; PIERRE, W. H. Interaction of sodium and potassium on yield and cation composition of selected crops. **Soil Science Society of America Journal**, v.76, p. 51-64. 1953.

Disponível em: https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1953/07000/Interaction_of_Sodium_and_Potassium_on_Yield_and.6.aspx. Acessado em: Mar. 2023.

LEHR, J. J. Sodium as a plant nutrient. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.4, p. 460–471. 1953. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740041002>. Acessado em: Mar. 2023.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, p. 251, 1980.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARINI, O. Potencial Mineral do Brasil. In: MELFI, A. *et al.* (Org.), Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios. Rio de Janeiro: **Academia Brasileira de Ciências**. p. 18-31, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maisa-Abram/publication/328839006_Fosfato_no_Brasil/links/5be5b5324585150b2baa6e63/Fosfato-no-Brasil.pdf#page=19. Acessado em: Mar. 2023.

MARSCHNER, H. MARSCHNER'S Mineral Nutrition of Higher Plants. London: **Academic Press**. 2012. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yqKV3USG41cC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Mineral+Nutrition+of+Higher+Plants.+&ots=VcaGT5y0Bd&sig=7oSYLj7QmARRB2n2vGRLve6iM8M#v=onepage&q=Mineral%20Nutrition%20of%20Higher%20Plants.&f=false>. Acessado em: Mar. 2023.

MARTINS, E. S. *et al.* Rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. (EE.) **Rochas e Minerais Industriais: Usos e especificações**, v. 2, p. 209, 2008. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br:8080/bitstream/cetem/1098/1/09.%20MRI%20-%20P%C3%B3de%20Rochas.pdf>. Acessado em: Mar. 2023.

MESQUITA, T. B. **Amazonas tem potássio para reduzir dependência da Rússia na compra de fertilizantes**. Amazonas atual, 2 de abril de 2022. Disponível em: <https://amazonasatual.com.br/amazonas-tem-potassio-para-reduzir-dependencia-da-russia-na-compra-de-fertilizantes/>. Acessado: Mar. 2023.

MONTASIR, A. H.; SHAROUBEEM, H. H.; SIDRAK, G. H. Partial substitution of sodium for potassium in water cultures. **Plant Soil**, v.25, p. 181–194, 1966. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01347817>. Acessado em: Mar. 2023.

OTTO, R.; VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C. Manejo da adubação potássica na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1137-1145, 2010. Disponível em: <https://www.rbcjournal.org/pt-br/article/manejo-da-adubacao-potassica-na-cultura-da-cana-de-acucar/>. Acessado em: Mar. 2023.

PEDROTTI, A. *et al.* Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 1308-1324, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/231164824.pdf>. Acessado em: Mar. 2023.

PETTER, F. A. *et al.* Doses e épocas de aplicação de potássio no desempenho agrônômico do milho no cerrado piauiense. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 372-382, 2016. Disponível

em: < <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1218/418>>. Acessado em: Mar. 2023.

RAMALHO, A. M.; PIRES, A. M. M. **Fontes alternativas de potássio em agricultura orgânica**. In: Congresso interinstitucional de iniciação científica, 2., 2008, Campinas: IAC: ITAL: APTA; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010. 1 CD-ROM. 10401. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/872866/1/2010PC-FontesAlternativas-Pires.pdf>>. Acessado em: Mar. 2023.

RAMOS, T. C. D. A. *et al.* **Produção de ácidos orgânicos como mecanismo de biossolubilização de rochas silicáticas por fungos filamentosos isolados de solos ferruginosos**. 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166166/1/Producao-acidos.pdf>>. Acessado em: Mar. 2023.

RATKE, R. F. *et al.* Pós de rochas regionais como fonte de fósforo e potássio para plantas. **Research, Society and Development, Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e 497974257, 2020 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4257>>. Acessado em: Mar. 2023.

RIBEIRO, L. D. S. *et al.* Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 891-897, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/bJWdVFtntC9gHHNsqw3wWfP/?lang=pt>>. Acessado em: Mar. 2023.


SANTOS, R. A. **Pó de rocha de Nefelina - Sienito como fonte potássica: efeitos na soja e nos atributos químicos do solo**. Rio Verde. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação em Bioenergia e Grãos), Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. p.53. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3175/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Renato%20Aparecido%20Santos.pdf>. Acessado em: Mar. 2023.

SETTE JR, C. R. *et al.* Alterações nas características químicas da madeira com a substituição do K por Na em plantações de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 38, p. 569-578, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275674779_Alteracoes_nas_caracteristicas_quimicas_da_madeira_com_a_substituicao_do_K_por_Na_em_plantacoes_de_eucalipto>. Acessado em: Mar. 2023.

SILVA, I. P. *et al.* Crescimento e nutrição de mudas de pinhão manso influenciados pela substituição do potássio pelo sódio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 194-199, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2823/pdf_103>. Acessado em: Mar. 2023.

WAKEEL, A. *et al.* Potassium Substitution by Sodium in Plants, **Critical Reviews in Plant Sciences**, 30:4, 401-413, DOI: 10.1080/07352689.2011.587728. 2011. Acessado em: <<https://doi.org/10.1080/07352689.2011.587728>>. Acessado em: Mar. 2023.

WAKEEL, A.; STEFFENS, D.; SCHUBERT, S. Potassium substitution by sodium in sugar beet (*Beta vulgaris*) nutrition on K-fixing soils. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**,



Weinheim, v. 173, n. 1, p. 127–134, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/jpln.200900270>>. Acessado em: Mar. 2023.

ZHANG, Y. *et al.* Effects of partial replacement of potassium by sodium on cotton seedling development and yield. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 29, n. 10, p. 1845- 1854, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/01904160600899378>>. Acessado em: Mar. 2022.

CAPÍTULO 8

GESTÃO DO AGRONEGÓCIO: DIFICULDADES DA AGRICULTURA FAMILIAR

Daniel Dionisio Nascimento
Marcia de Souza Bronzeri


RESUMO

O estudo teve por objetivo analisar as principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares, no desenvolvimento e gestão da atividade agropecuária. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica sistemática, tendo como base os materiais disponíveis no Portal de Periódicos da Capes. Com base no objetivo da pesquisa, no período de abril a outubro de 2022, foi realizada busca por artigos, publicados entre os anos de 2018 e 2022. Os dados foram analisados por meio de análise de conteúdo qualitativa. Os resultados indicam que, nos materiais analisados, as principais dificuldades da agricultura familiar são relacionadas à comercialização, gestão administrativa e políticas públicas, e que também há dificuldades relativas à transporte/logística, certificações orgânicas, acesso e adaptação ao Programa Nacional de Alimentação Escolar e ainda dificuldades relativas à questão estrutural.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura Familiar. Dificuldades. Gestão.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Agropecuário divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), mais de 5 milhões de pequenas propriedades rurais no Brasil, representam 77% dos estabelecimentos da produção agrícola. A agricultura familiar foi responsável por R\$ 131,7 bilhões de reais, o que equivale a 23% dos 572,99 bilhões de reais referentes ao Valor Bruto da Produção (VBP) brasileira naquele ano – a soma de tudo o que percorre nas fazendas. Em termos de empregos são mais de 10 milhões de postos de trabalho, com 67% do total da atividade agropecuária, o que indica a importância da agricultura familiar no Brasil. Ao analisar o Estado do Paraná, a agricultura familiar dispõe de força em vários setores, onde destaca-se a produção de alimentos, evidenciando uma porcentagem de aproximadamente 80% do abastecimento interno (IBGE, 2006.). Conforme o Art. 3º da Lei nº 11.326 de 2006 (BRASIL, 2006), considera-se agricultor familiar, o empreendedor familiar rural que pratica atividades no meio rural” e que atenda simultaneamente a requisitos de: limite de área; utilização de mão-de-obra predominantemente da própria família; tenha percentual mínimo da renda familiar proveniente das atividades econômicas do seu estabelecimento; dirija o estabelecimento ou negócio em família. Ressalta-se o empreendedorismo rural e sua contribuição, pois é um movimento importante, e se consolida por meio de atitudes empreendedoras que possibilitam aos trabalhadores rurais confeccionar produtos e serviços inovadores, permitindo dessa forma, ampliar as fronteiras da tecnologia e criar formas de



trabalho abertas para mercados locais e globais, passando assim, a compelir agentes nas variadas atividades que o espaço agrário proporciona (ARNOLD, 2011). Entretanto, é possível que existam dificuldades enfrentadas por estes grupos, e a pergunta que se faz é a seguinte: Quais são as principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares no desenvolvimento e gestão da atividade agropecuária? Diante disso, a pesquisa objetiva identificar e analisar quais são as principais dificuldades enfrentadas por esses grupos. A partir da análise das principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares no desenvolvimento e gestão da atividade agropecuária, há a possibilidade de propor ações e políticas públicas visando auxiliar efetivamente o grupo de agricultores familiares que contribuem para o desenvolvimento econômico do país e para a produção de alimentos, principalmente, para a população brasileira.


2. REFERENCIAL TEÓRICO

O agronegócio tem expressiva participação na composição do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, - com destaque para a produção primária - mesmo durante os anos de 2020 (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2021) e 2021 (CEPEA, 2022), durante os quais a economia foi abalada pelos impactos provenientes da pandemia da Covid-19.

No contexto do agronegócio, ressalta-se a participação da agricultura familiar, que é a principal responsável pela produção dos alimentos que são disponibilizados para o consumo da população brasileira (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2021).

De acordo com o mais recente censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) 77% dos estabelecimentos rurais são caracterizados como agricultura familiar (cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos), que se dedicam a diversas culturas, tais como milho, mandioca, pecuária leiteira, gado de corte, ovinos, caprinos, feijão, cana, arroz, suínos, aves, café, trigo, mamona, fruticulturas e hortaliças.

Conforme o Art. 3º da Lei nº 11.326 de 2006 (BRASIL, 2006), considera-se agricultor familiar, o empreendedor familiar rural que pratica atividades no meio rural” e que atenda simultaneamente a requisitos de: limite de área; utilização de mão-de-obra predominantemente da própria família; tenha percentual mínimo da renda familiar proveniente das atividades econômicas do seu estabelecimento; dirija o estabelecimento ou negócio em família.



Entretanto Abramovay (1998) já indicava a diversidade de conceitos de agricultura familiar, principalmente para fins de atribuição de crédito, e ressaltava três atributos básicos da agricultura familiar: gestão, propriedade e trabalho familiar. Estes atributos evidenciam pilares importantes para a agricultura familiar, pois a agricultura familiar possui a figura da família como estrutura da organização e reprodução social, por meio da formulação de algumas estratégias familiares e individuais que transmitem patrimônio material e cultural.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida por meio de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) conforme modelo apresentado por Webster e Watson (2002), que corresponde a um processo que possibilita avançar no conhecimento de um determinado assunto, fortalecendo-o como campo de estudo, orientando pesquisas futuras. Serão analisados artigos publicados no Portal de Periódicos Capes, que concentra publicação de diversos periódicos, com acesso aos artigos. Com base no objetivo da pesquisa, foi realizada busca por artigos, publicados entre os anos de 2018 e 2022, com os seguintes termos e operadores booleanos: ("agricultura familiar" OR "pequeno produtor") AND empreended* AND (desafio OR problema OR dificuldade), sendo encontrados 202 artigos. Os materiais foram baixados e analisados no período de abril a outubro de 2022.

Na 1ª triagem foram descartados 165 artigos (devido ao título não estar alinhado com a pesquisa) e foram descartados 4 artigos duplicados. Sendo assim, foram selecionados 33 artigos considerando que o título estava condizente com a pesquisa. Na sequência (2ª triagem), foram lidos os resumos dos 33 artigos. Deste processo, foram descartados 22 artigos, não estar alinhados com a pesquisa, restando 11. Na leitura integral dos artigos foram descartados 3 artigos, restando 8 artigos que se mostraram adequados ao objetivo da pesquisa. Utilizou-se a análise de conteúdo qualitativa (BARDIN, 2006), com categorização prévia, considerando, também, a possibilidade de categorização posterior, buscando apresentar aspectos relevantes do empreendedorismo do agronegócio, destacando as dificuldades enfrentadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aqui são apresentados os resultados da Revisão Bibliográfica Sistemática e efetuada a discussão desses, consoante ao objetivo da pesquisa.

Por meio da análise dos artigos foram identificadas as dificuldades, conforme apresentadas no Quadro 1, que se referem à logística, comercialização, políticas públicas,

gestão administrativa, estrutural, certificações orgânicas (estratégia de diferenciação), acesso e adaptação ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).


Quadro 1: Principais dificuldades dos agricultores.

Transporte/Logística	Manfrin, Bernardy e Bencke (2019), Silva <i>et al.</i> (2020)
Comercialização	Manfrin, Bernardy e Bencke (2019), Melo e Scopinho (2017), Durso <i>et al.</i> (2018), Silva <i>et al.</i> (2020)
Políticas públicas	Silva <i>et al.</i> (2020), Rodrigues, Simão e Petry (2018), Silva e Camelo (2017)
Gestão administrativa	Manfrin, Bernardy e Bencke (2019), Gris, Lago e Brandalise (2017), Melo e Scopinho (2017), Rodrigues, Simão e Petry (2018)
Estrutural	Silva <i>et al.</i> (2020)
Certificações orgânicas (estratégia de diferenciação)	Durso <i>et al.</i> (2018), Silva e Camelo (2017)
Acesso e adaptação ao PNAE	Aires <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A dificuldade relativa à logística/transporte foi identificada em 2 pesquisas. Manfrin, Bernardy e Bencke (2019) indicaram a dificuldade da busca de novos fornecedores de matéria-prima sem a perda de qualidade, ampliar transporte de coleta e a logística de entrega dos produtos para outras regiões do Estado. A pesquisa de Silva *et al.* (2020) apontou a dificuldade logística relacionada ao transporte (entrega dos produtos produzidos na propriedade). O transporte de grande parte dos agricultores da região era apenas uma moto e uma “carretinha”, dessa forma, a entrega chegava a demorar até 2 dias para chegar à cidade (as propriedades ficavam à distância de 80 km da cidade).

A dificuldade relativa à comercialização foi nas pesquisas de Manfrin, Bernardy e Bencke (2019), Melo e Scopinho (2017), Durso *et al.* (2018) e Silva *et al.* (2020). A pesquisa de Manfrin, Bernardy e Bencke (2019) apontou alguns desafios comerciais referentes a uma família de agricultores do interior do Rio Grande do Sul que produz leite (eles querem passar a ter uma indústria agroindustrial). Contudo, eles produzem e comercializam na própria cidade Frederico Westphalen, e para que possam tornar-se agroindústria e vender seus produtos em todo o estado, precisarão de uma estrutura comercial (representantes comerciais, divulgação do seu produto), e tudo isto demanda custo. Sendo assim, o desafio é justamente esta mudança e os custos envolvidos (pois é um processo demorado e que demanda planejamento). A pesquisa de Melo e Scopinho (2017) discorre sobre a dificuldade no sentido de estabelecer estratégias alternativas de comercialização, uma vez que a execução do programa do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) depende da articulação entre os diferentes níveis governamentais, e segundo relatos da pesquisa feita no artigo com os agricultores, a articulação praticamente não inexistia não só em relação ao PAA, mas em todo o relacionamento do município com o assentamento. Outro ponto abordado foi em relação ao processo burocrático que envolvia a comercialização com o PAA, as tentativas de implantação de uma unidade de




processamento de produtos agrícolas, chamados pelos cooperados de “cozinha” também eram emblemáticas nessa situação. Durso *et al.* (2018) apontaram sobre o canal de comercialização ser limitado e em relação à formação do preço de venda, bem como a proximidade com fazendas que realizam a produção convencional (o que “atrapalharia” a comercialização em virtude dos preços). A pesquisa de Silva *et al.* (2020) apontou principalmente em relação ao agricultor familiar conseguir a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), a dificuldade em conseguir o certificado impossibilita a comercialização.

A dificuldade relativa às políticas públicas foi abordada nas pesquisas de Silva *et al.* (2020), Rodrigues, Simão e Petry (2018), Silva e Camelo (2017). Foram abordadas as seguintes questões relacionadas às políticas públicas: a pesquisa de Silva *et al.* (2020) apresentou sobre a burocracia em conseguir o certificado de aptidão ao Pronaf, o que faz com que haja dificuldade na comercialização pelos agricultores. Já a pesquisa de Rodrigues, Simão e Petry (2018) pontua que há várias políticas públicas desenvolvidas como: Pronaf, Programa Nacional de Crédito Fundiário, Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER). Contudo, a dificuldade encontrada na pesquisa é justamente a falta de conhecimento das políticas por parte dos agricultores. Em uma pesquisa realizada, os dados evidenciaram que 59% dos agricultores não possuíam conhecimentos sobre os programas governamentais. Silva e Camelo (2017) indicaram que se faz necessário uma maior aplicação do poder público no Projeto Amigo Verde, pois a falta de parceria para disponibilizar recursos e ferramentas, a inexistência de incentivos pelos governantes, ausência de parceiros, a fiscalização ineficiente, a falta qualificação profissional e de mão de obra comprometem o avanço do processo produtivo nos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A dificuldade relativa à gestão administrativa foi encontrada nas pesquisas de Manfrin, Bernardy e Bencke (2019), Gris, Lago e Brandalise (2017); Melo e Scopinho (2017); Rodrigues, Simão e Petry (2018). As abordagens de cada artigo são principalmente relacionadas ao conhecimento técnico e mecanismos de controle administrativo (como softwares, planilhas de controle, entre outros) e relacionadas a uma gestão mais profissionalizada. Em alguns casos em que a propriedade possui jovens, a gestão é passada de forma tardia, o que acaba impedindo a perpetuidade da propriedade.

A dificuldade relativa à parte estrutural foi abordada pela pesquisa de Silva *et al.* (2020), que indicou a falta de estrutura para armazenamento do produto, pois alguns armazéns de agricultores associados chegaram a ficar até 3 dias sem energia, o que pode acarretar prejuízos pela perda de mercadorias dos agricultores.



A dificuldade relacionada às certificações orgânicas (estratégia de diferenciação), foi apontada pelas pesquisas de Durso *et al.* (2018) e Silva e Camelo (2017). Foram indicadas dificuldades relacionadas, principalmente, ao custo alto para a manutenção da certificação dos produtos orgânicos, à falta de assistência técnica adequada, dificuldades na divulgação dos benefícios dos produtos orgânicos. Estes problemas indicados acabam por prejudicar a estratégia de diferenciação.

A dificuldade relativa ao acesso e adaptação ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) foi indicada pela pesquisa de Aires *et al.* (2021), relativa à burocracia documental, falta de especialistas no atendimento aos padrões de qualidade (certificação dos alimentos), falta de planejamento administrativo, estocagem, transporte e armazenamento, bem como a divulgação de acesso ao edital do programa.

Diante da análise, foi possível identificar que, nos materiais analisados, as principais dificuldades se referem à comercialização, gestão administrativa e políticas públicas, pois são as que foram indicadas em maior número de pesquisas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa foi identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares no desenvolvimento e gestão da atividade agropecuária.

Por meio da revisão bibliográfica sistemática foi possível identificar as dificuldades enfrentadas pelos agricultores, que são relativas à logística, comercialização, políticas públicas, gestão administrativa, estrutural, certificações orgânicas (estratégia de diferenciação), acesso e adaptação ao Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), sendo os principais referentes à comercialização, gestão administrativa e políticas públicas. Para esta análise, 202 artigos formaram este processo. Por meio disso, foi possível identificar as principais dificuldades acima mencionadas.

Para avançar no tema, sugere-se pesquisa com estudo de caso para analisar com profundidade as principais dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares, identificadas nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Agricultura familiar e serviço público: novos desafios para a extensão rural. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.15, n.1, p.137-157, jan./abr., 1998.

Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8932> Acessado em: Abr. 2023.

AIRES, S. G. *et al.* Agricultura familiar e o Programa Nacional de Alimentação Escolar: Uma análise na perspectiva top down. **Cadernos de Gestão e Empreendedorismo**, v. 9, n. 2, p. 85-96, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/cge/article/view/51024/30147>. Acessado em: Abr. 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006

BRASIL. **Lei n. 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: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm. Acessado em: Abr. 2023.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acessado em: Abr. 2023.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acessado em: Abr. 2023.

DURSO, E. D. *et al.* Produção convencional ou orgânica? O dilema dos pequenos produtores do Oeste do Paraná. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, v. 12, n. 3, p. 85, 2018. Disponível em: <https://www.cc.faccamp.br/ojs-2.4.8-2/index.php/RMPE/article/view/1176/pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

GRIS, V. G. C.; LAGO, S. M. S.; BRANDALISE, L. T. Sucessão na agricultura familiar: produção científica brasileira na área de administração pública e de empresas, ciências contábeis e turismo (2004–2016). **Extensão Rural– DEAER– CCR– UFSM**, v. 24, p. 7-30, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/29816/pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário 2017**. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario2017>. Acessado em: Abr. 2023.

MACHADO FILHO, C.; CALEMAN, S.; CUNHA, C. Governança em organizações do agronegócio: desafios para a gestão de empresas rurais familiares. **Revista de Administração**, v. 52, n. 1, p. 81–92, 1 mar. 2017. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rausp/article/view/125779>. Acessado em: Set. 2023.

MANFRIN, J.; BERNARDY, R. J.; BENCKE, F. F. Empreendedorismo na agricultura familiar: O caso Edivavi. **Revista Gestão Organizacional**, v. 12, n. 1, p. 140-151, 2019. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/download/4717/2746>. Acessado em: Abr. 2023.

MELO, T.; SCOPINHO, R. A. Políticas públicas para os assentamentos rurais e cooperativismo: entre o idealizado e as práticas possíveis. **Revista Sociedade e Estado**, v. 33, p. 61-84, 2018. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/se/a/9MSJWxfVVDtXS6DWSwjyZ5d/?lang=pt&format=pdf>.
Acessado em: Abr. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Agricultura familiar**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>. Acessado em: Jul. 2023.

RODRIGUES, B. S.; SIMÃO, F. C.; PETRY, J. F. Políticas públicas para agricultura familiar no interior do estado do Amazonas. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 9, n. 1, p. 208-235, 2018. Disponível em: <https://revistagesec.org.br/secretariado/article/view/723/pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

SILVA, E. A. *et al.* Empreendedorismo social e cooperativismo solidário na agricultura familiar. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. 3, p. 3-19, 2020. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/8199/17353>. Acessado em: Abr. 2023.

SILVA, H. L.; CAMELO, G. L. P. Aplicabilidade de ferramentas da qualidade no processo de gestão das hortifrúteis orgânicas no Gramorezinho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 149-171, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/6653/6204>. Acessado em: Abr. 2023.

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. **MIS Quarterly**, v. 26, n. 2, p. 13-23, 2002. Disponível em: https://web.njit.edu/~egan/Writing_A_Literature_Review.pdf. Acessado em: Ago. 2023.

CAPÍTULO 9

DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE EM PLANTAS DE BERTALHA CULTIVADAS COM E SEM POTÁSSIO

Alfredo Teles de Jesus Neto
Emanuella Monteiro Freire
Joeferson da Silva Santos
Gildeon Santos Brito
Cristian Martins Souza
Daniel Oliveira Dias
Girlene Santos de Souza
Anacleto Ranulfo dos Santos

RESUMO


A bortalha (*Basella alba L.*) é uma hortaliça classificada no grupo de plantas alimentícias não-convencionais (PANCs). Do ponto de vista da nutrição mineral de plantas, o macronutriente potássio (K), detém importantes funções, como: ativação de enzimas, contribuição para o potencial osmótico, abertura e fechamento dos estômatos, regula a turgidez do tecido vegetal, síntese de proteínas e translocação de carboidratos. Além disso, para o bom desenvolvimento das plantas, a intensidade e a qualidade espectral da radiação desempenham papel fundamental nos aspectos morfoanatômicos. Objetivou-se avaliar a influência da presença e omissão de potássio em plantas de bortalha cultivadas sob diferentes condições de luminosidade. O experimento foi executado entre agosto e outubro de 2022, em casa de vegetação, onde as soluções nutritivas foram ajustadas de acordo ao padrão estabelecido por Hoagland e Arnon (1950). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 com quatro repetições, sendo 3 ambientes de luz associados a presença e ausência de potássio em solução nutritiva. Transcorridos 55 dias após o transplante realizou-se as seguintes avaliações: altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule, índices de clorofila a, b, total e relação a/b, comprimento de raiz, massas da matéria seca das folhas, do caule, parte aérea, das raízes, total, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar e razão de massa foliar. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e em função do nível de significância pelo teste de F procedeu-se o teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.3. Avaliando os efeitos isolados, as diferentes condições de luminosidade influenciaram significativamente na altura de plantas, massa da matéria seca das folhas, índices de clorofila a, b e total, área foliar, razão de área foliar, área foliar específica e razão de massa foliar. O cultivo sob malha vermelha em conjunto com o fornecimento de potássio promove maior acréscimo na massa da matéria seca da parte aérea.

PALAVRAS-CHAVE: *Basella Alba L.* Panc. Macronutriente. Luminosidade.

1. INTRODUÇÃO

A bortalha (*Basella alba L.*) é uma hortaliça classificada no grupo de plantas alimentícias não-convencionais (PANCs). Esta, por sua vez, dispõe de folhas tenras e saborosas, sendo comumente utilizada na alimentação refogada e em sopas, da mesma forma que se utiliza o espinafre (CAMPOS *et al.*, 2012). Os autores ainda destacam que esta espécie possui hábito trepador, caule herbáceo, de folhas espessas e coloração verde-clara.

De acordo com Zappi *et al.* (2015), o Brasil apresenta mais de 45.000 espécies nativas em seu território, sendo 3 mil espécies conhecidas de PANCs, revelando uma elevada biodiversidade. Este grupo de plantas apresenta significativa importância nos dias atuais,



principalmente no que se refere a diversificação do cardápio alimentar, visto que que melhoram a qualidade nutricional das refeições por apresentarem uma composição nutricional muito rica em vitaminas, fibras, compostos antioxidantes e sais minerais segundo (BEZERRA; BRITO, 2020).


Segundo Dechen e Nachtigall (2007), sob o ponto de vista da nutrição mineral de plantas, cerca de dezessete elementos são considerados essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo classificados em macro e micronutrientes. É imprescindível que cada nutriente seja disponibilizado e absorvido em proporções adequadas conforme a cultura trabalhada, uma vez que desequilíbrios quantitativos podem ocasionar estresses por deficiência ou excesso, limitando o crescimento das plantas e afetando a sua sobrevivência. Ainda segundo os autores, o macronutriente potássio (K), é essencial para realizar uma série de funções no metabolismo vegetal, sendo algumas delas: ativação de enzimas, fotossíntese, regulação osmótica, abertura e fechamento dos estômatos, turgidez do tecido vegetal, síntese de proteínas e translocação de carboidratos. Portanto, o potássio exerce papel relevante no desenvolvimento da planta e conseqüentemente, causa efeitos na produtividade e propriedades organolépticas do órgão vegetal de interesse.

A intensidade e a qualidade espectral da radiação, de acordo com Martins *et al.* (2009), desempenham papel fundamental no desenvolvimento morfológico das plantas, e conseqüentemente esta visa uma melhor eficiência do aparato fotossintético na captação e na utilização da energia radiante. A malha vermelha, por exemplo, possui uma maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm (vermelho) e um pico menor em torno de 400 nm (violeta), havendo redução de ondas azuis, verdes e amarelas, de acordo com Brant *et al.* (2009). Se tratando da malha preta, esta funciona como mecanismo de sombreamento, produzida sem nenhum tipo de aditivo que modifica a radiação incidente.

No presente trabalho objetivou-se avaliar a influência da presença e omissão de potássio em plantas de bertalha cultivadas sob diferentes condições de luminosidade, por meio da utilização de malhas de sombreamento com transmissão de luz diferenciada em termos de intensidade e qualidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre agosto e outubro de 2022, em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na cidade de Cruz das Almas, localizada a 200 m de altitude



acima do nível do mar, latitude de 12°40' S e longitude de 39°06' W de Greenwich, região a qual fica situada no Recôncavo Sul da Bahia. De acordo com a classificação de Köppen, possui clima Aw a Am, tropical quente e úmido, com pluviosidade média anual de 1224 mm, havendo maiores ocorrências de chuva no período de março a junho.

Foi utilizada a propagação assexuada, onde as mudas foram produzidas a partir de estacas oriundas de planta matriz adquirida em propriedade rural localizada no município de Sapeaçu/BA. Como forma de padronização, foram priorizadas as estacas das partes intermediárias do caule que continham no mínimo duas gemas axilares, para assegurar que pelo menos uma das gemas vigorasse. Posteriormente, realizou-se o plantio das mesmas em copos descartáveis de 400mL, contendo como substrato a mistura de solo e húmus de minhoca na proporção 5:1, sendo postas em casa de vegetação por um período de 30 dias, até atingirem folhas totalmente expandidas. Com as mudas prontas, sucedeu-se o transplântio para vasos com capacidade de 3 dm³ contendo a mistura de areia previamente peneirada e lavada e vermiculita, na proporção 2:1 respectivamente.

O experimento foi executado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela interação entre a presença e ausência de potássio (K) em solução nutritiva, e três diferentes ambientes de luz: malha vermelha, malha preta (ambas com 50 % desombreamento) e pleno sol. As soluções nutritivas foram ajustados de acordo ao padrão estabelecido por Hoagland e Arnon (1950) onde, durante seu ciclo cada planta recebeu os macronutrientes na concentração em mg L⁻¹: N = 210, P = 31, K = 234, Ca=200, Mg = 48 e S = 64 (Tabela 1), havendo exceção para os tratamentos nos quais não havia a presença do elemento K. O pH da solução foi ajustado para 5,6 com o auxílio de HCl 0,5 N ou NaOH 0,5 N quando houve necessidade de reduzi-lo ou elevá-lo, tendo em vista que constitui a faixa de pH ótimo para a maioria das culturas. Ressalta-se que o início da aplicação dos tratamentos ocorreu ao oitavo dia após o transplante, período de ambientação das mudas, ocorrendo duas vezes a cada semana.

Tabela 1: Quadro de soluções estoque com volume (ml) para formar 1L de solução nutritiva modificada, adequada aos respectivos tratamentos.

Solução estoque	Solução completa	Omissão de K
	mL	
KH ₂ PO ₄	1	-
KNO ₃	5	-
Ca(NO ₃) ₂	5	5
MgSO ₄	2	2
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	1
NH ₄ NO ₃	-	1
Micronutrientes**	1	1
Ferro EDTA*	1	1

Legenda: **Solução de micronutrientes (g/l): H₃B₃O₃ = 2,86; MnCl₂ 4H₂O = 1,81; ZnCl₂ = 0,10; CuCl₂ = 0,04; H₂MoO₄ H₂O = 0,02. *Solução de Ferro-EDTA: Foram dissolvidos 26,1 g de EDTA dissódico em 286 ml de NaOH 1N + 24,9g de FeSO₄.7H₂O e aerado por uma noite.

Fonte: Autoria própria (2023).

O suprimento das necessidades hídricas das plantas foi realizado, aplicando-se manualmente 200 mL de água em cada vaso na primeira semana, e a medida em que a exigência por água foi aumentando, elevou-se a quantidade para 300 mL. A água utilizada para irrigação foi obtida pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. (Embasa), a qual foi encaminhada amostra para análise de composição química em laboratório (Tabela 2).

Tabela 2: Características químicas da água utilizada para irrigação. Água de fornecimento via Embasa.

Parâmetros	pH.	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
		----- mmolc L ⁻¹ -----			mg L ⁻¹
Resultado	4,5	5,5	2	1	3,9
Método	Embrapa Florestas, 2011.				

Legenda: pH = potencial de hidrogênio iônico. Ca²⁺ = concentração de cálcio. Mg²⁺ = concentração de magnésio. Na⁺ = concentração de sódio. K⁺ = concentração de potássio.

Fonte: Embrapa Florestas (2011).

Transcorridos 55 dias após o transplântio realizou-se as seguintes avaliações: altura da planta (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), índices de clorofila a (CLA), b (CLB), total (CLT) e relação a/b, comprimento de raiz (CR), massas da matéria seca das folhas (MSF), do caule (MSC), parte aérea (MSPA), das raízes (MSR), total (MST), área foliar (AF), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e razão de massa foliar (RMF).

A determinação da ALT foi feita com régua graduada a partir do colo ao ápice da gema terminal; o DC foi medido a 1 cm do crescimento do caule principal, com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm; o CR foi medido com fita métrica graduada da base superior até a ponta da raiz principal; a obtenção dos índices de clorofilas ocorreu entre às 8:00 e 10:00 horas da manhã com o auxílio de um medidor eletrônico Falker modelo-CFL1030,

sendo as leituras realizadas em três folhas do terço médio de cada planta; e, o número de folhas obtido por contagem direta.

Não obstante, a determinação das fitomassas secas foram realizadas após particionar-se os componentes em folhas, caules e raízes, os quais foram acondicionadas individualmente em sacos de papel, e, posteriormente submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por um período de 3 dias até atingir massa constante. Os valores de fitomassa da matéria seca foram obtidos em balança analítica de precisão 10^{-3} .

A AF por planta foi determinada utilizando a relação de MSF e massa da matéria seca de 10 discos foliares, com o auxílio de um perfurador de área conhecida (6mm), evitando a nervura central. A AFE, RAF e RMF foram determinadas a partir dos valores de AF, MSF e MST, ambas expressas em grama, a partir de fórmulas matemáticas descritas por Peixoto *et al.*, (2011).

Os resultados foram submetidos à análise estatística de variância, e em função do nível de significância pelo teste de F para as soluções nutritivas e os ambientes de luz, bem como a interação destes; procedeu-se o teste de médias (Tukey 5%), utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os efeitos isolados, as diferentes condições de luminosidade influenciaram significativamente ($P < 0,05$) na altura de plantas, massa da matéria seca das folhas, índices de clorofila a, b e total, área foliar, razão de área foliar, área foliar específica e razão de massa foliar. No que diz respeito ao fornecimento do elemento potássio, as plantas apenas responderam de forma diferencial para a variável razão de massa foliar, revelando que a espécie é considerada de elevada rusticidade (TOBELEM, 2018), assim como a maioria das que fazem parte deste grupo. Já o efeito da interação entre ambos os fatores, diferiu de forma positiva para a massa da matéria seca da parte aérea.

A utilização dos diferentes ambientes de luz proporcionou interferências significativas nas variáveis analisadas. Para a altura de plantas (ALT), o cultivo de bertalha sob malha preta não apresentou diferença quando comparado àquelas cultivadas sob malha vermelha, mas diferiu das plantas crescidas em condições de pleno sol. Possivelmente, o melhor desempenho para a malha preta pode estar atrelado ao fato de que esse ambiente tende a absorver e refletir mais eficientemente comprimentos de onda fora da faixa do visível, e com isso promove um



enriquecimento da radiação fotossinteticamente ativa no interior do ambiente protegido (NAMOURA *et al.*, 2009).

Analisando as variáveis número de folha, diâmetro do caule, comprimento de raiz, massas da matéria seca de raiz, caule, parte aérea e total verifica-se a não ocorrência de diferença estatística para as diferentes condições de luminosidade empregadas (Tabela 3). Dousseau *et al.* (2007) afirmam que o sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação diz respeito à eficácia e rapidez com que os padrões de alocação de biomassa e comportamento fisiológico são ajustados. A bertalha, por sua vez, demonstrou ser uma espécie que se adapta fisiológica e morfológicamente ao meio para garantir seu rápido crescimento e desenvolvimento.

Outra diferença foi identificada na variável massa da matéria seca foliar (MSF), na qual as plantas em condições de pleno sol diferem dos demais tratamentos, apresentando menor desempenho (Tabela 3). Uma das razões destacadas por Brito *et al.* (2020) é o fato dessas malhas manipularem o espectro da luz incidente, de forma que os fótons cheguem até a superfície foliar com os comprimentos de onda favoráveis para os pigmentos fotossintetizantes realizarem a síntese de fotoassimilados.

Tabela 3: Altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento de raiz, massas da matéria seca de raiz (MSR), caule (MSC), folhas (MSF), parte aérea (MSPA) e total (MST) de plantas de bertalha cultivadas com presença e ausência de potássio sob diferentes condições de luminosidade. Cruz das Almas, BA, 2022.

Tratamentos	ALT	NF	DC	CR	MSR	MSC	MSF	MSPA	MST
Doses de K	m	un	mm	cm g				
0 mg L ⁻¹	2,46 a	44,58 a	6,19 a	26,33 a	1,72 a	7,44 a	5,25 a	12,72 a	14,44 a
234 mg L ⁻¹	2,49 a	48,00 a	6,35 a	26,42 a	1,84 a	7,95 a	4,85 a	12,81 a	14,64 a
Ambientes									
Pleno sol	2,23 b	46,25 a	6,55 a	23,06 a	1,76 a	7,47 a	4,34 b	11,84 a	13,59 a
Malha vermelha	2,32 ab	44,25 a	6,18 a	28,69 a	1,73 a	7,68 a	5,63 a	13,31 a	15,04 a
Malha preta	2,87 a	48,38 a	6,09 a	27,38 a	1,86 a	7,94 a	5,19 a	13,13 a	15,00 a
CV (%)	17,9	21,15	12,84	23,51	22,51	15,47	16,14	12,49	11,69

Legenda: *Letras iguais não diferem entre si nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Embrapa Florestas (2011).

Para os índices de (CLA), (CLB) e (CLT) as plantas cultivadas sob pleno sol apresentaram maiores teores significativos em relação às plantas sob malhas preta e vermelha (Tabela 4). Isto pode ter ocorrido como estratégia adaptativa das plantas, as quais por apresentar

menor área foliar, incrementaram altas concentrações desta molécula, para se manterem eficientes na síntese de fotoassimilados.

Por outro lado, as plantas sob pleno sol apresentaram menor razão de área foliar (RAF) quando comparadas às plantas cultivadas sob malhas preta e vermelha (Tabela 4), evidenciando que os aumentos na RAF constituem uma adaptação da planta à baixa luminosidade, e isso faz com que represente maior proporção de tecido fotossinteticamente ativo na forma de área foliar, conforme apontado por Martins *et al.* (2008). Além disso, apresentaram também menor área foliar (AF), corroborando com os resultados obtidos pelos respectivos autores. Se assemelhando também, a menor área foliar específica (AFE), que relaciona a superfície e o peso da folha, representando sua espessura.

Tratando-se da razão de massa foliar (RMF), que representa a massa da matéria seca acumulada na planta, observa-se que aquelas crescidas sob malha preta não diferiram em comparação aos outros ambientes de cultivo, os quais, por sua vez, diferiram entre si (Tabela 4). Entretanto, a malha vermelha se destacou dentre os ambientes, visto que a radiação vermelha é a principal utilizada na excitação das moléculas de clorofila a e b, tornando o processo fotossintético mais eficiente.

Tabela 4: Clorofilas a (CLA), b (CLB) e total (CLT); área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF) e área foliar específica (AFE) de plantas de bertalha cultivadas com presença e ausência de potássio sob diferentes condições de luminosidade. Cruz das Almas, BA, 2022.

Tratamentos	CLA	CLB	CLT	AF	RAF	RMF	AFE
Doses de K	mg g ⁻¹ MF			cm ²	cm ² g ⁻¹	g g ⁻¹	cm ² g ⁻¹
0 mg L ⁻¹	32,35 a	10,90 a	43,26 a	17,64 a	1,24 a	0,37 a	3,36 a
234 mg L ⁻¹	31,16 a	9,85 a	41,01 a	17,58 a	1,18 a	0,33 b	3,55 a
Ambientes							
PS	36,83 a	14,33 a	51,16 a	10,68 b	0,79 b	0,32 b	2,49 b
MV	29,79 b	8,66 b	38,45 b	21,53 a	1,46 a	0,38 a	3,88 a
MP	28,66 b	8,13 b	36,79 b	20,62 a	1,39 a	0,35 ab	4,00 a
CV (%)	12,02	26,69	15,04	19,73	21,22	7,44	18,97

Legenda: *Letras iguais não diferem entre si nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2023).

Quanto aos resultados observados oriundos da interação entre os fatores ambientes de luz e nutrição com potássio, observa-se que os ambientes influenciam no desempenho da massa da matéria seca da parte aérea das plantas com e sem o fornecimento de potássio (Tabela 5). Esta variável é de extrema importância para a espécie em questão, visto que se trata de uma planta folhosa, na qual o produto final é exclusivamente as folhas. Dentre as interações observadas, a que proporcionou melhor desempenho para esta variável foi a malha vermelha

em conjunto com o fornecimento de potássio. Esta malha, é reconhecida estimular a taxa de crescimento e o vigor vegetativo (SHAHAK, 2008), enquanto que o potássio é um elemento que atua principalmente nos processos osmóticos que envolvem absorção e armazenamento de água pelas plantas (RODRIGUES *et al.*, 2009), sendo o fator água o mais importante no crescimento de desenvolvimento das plantas.

Tabela 5: Efeito da interação na massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de bertalha cultivadas com presença e ausência de potássio sob diferentes condições de luminosidade. Cruz das Almas, BA, 2022.

Massa da matéria seca da parte aérea			
K (mg L ⁻¹)	Ambientes de luz		
	PS	MV	MP
0	12,45 A a	12,03 B a	13,67 A a
234	11,23 A b	14,59 A a	12,60 A ab

Legenda: *Letras iguais não diferem entre si nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria própria (2023).

Todavia, quando não for fornecido potássio para as plantas desta espécie, ou disponibilizado em pequenas quantidades, há uma maior tolerância quando se cultiva sob malha preta ou sol pleno. Isso se deve principalmente a plasticidade anatômica que as plantas apresentam, pois quando cultivadas a pleno sol apresentam folhas mais espessas com células do parênquima paliádico mais longas e justapostas (TAIZ *et al.*, 2017), região na qual se encontra o aparato fotossintético.

4. CONCLUSÃO

Plantas de bertalha crescidas sob malha vermelha e preta apresentam maior incremento na massa da matéria seca das folhas.

As malhas preta e vermelha promovem maior acúmulo de área foliar em plantas de bertalha.

O cultivo sob malha vermelha em conjunto com o fornecimento de potássio promove maior acréscimo na massa da matéria seca da parte aérea.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: revisão. **Research, Society And Development**, São Paulo, v. 9, n. 9, p. 1-11, ago. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7159>. Acessado em: Fev. 2023.

BRITO, G. S. *et al.* Crescimento e anatomia foliar de *Mikania glomerata* cultivadas em diferentes ambientes de luz. In: ZUFFO, Alan M.; AGUILERA, Jorge G. **Agronomia Avanços E Perspectivas**. Nova Xavantina: Pantanal Editora, 2020. Cap. 1. p. 1-139. Disponível em: https://www.editorapantanal.com.br/ebooks-capitulo.php?ebook_id=agronomia-avancos-e-perspectivas&ebook_ano=2020&ebook_caps=1&ebook_org=1&ebook_capitulo=Cap1. Acessado em: Mar. 2023.

BRANT, R. S. *et al.* Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1401-1407, mai. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/8dQgS98LNbPBqfQbRk6Pctp/>. Acessado em: Fev. 2023.

CAMPOS, R. A. da S. *et al.* Crescimento e desempenho de bertalha (*Basella alba* L.) em função do tipo de propagação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 11-18, dez. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2581>. Acessado em: Fev. 2023.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. **Ed. Fertilidade do solo**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 91-132, 2007. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/541704>. Acessado em: Fev. 2023.

EMBRAPA FLORESTAS (Colombo). **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yjKLJXN9KysfmX6rvL93TSh/>. Acessado em: Abr. 2023.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experimental Station, 1950. Circ. p. 347.

MARTINS, J. R. *et al.* Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 82-87, fev. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/5qkynSqchvXFMcwR8pRhF7C/>. Acessado em: Mar. 2023.

MARTINS, J. R. *et al.* Avaliação do crescimento e do teor de óleo essencial em plantas de *Ocimum gratissimum* L. cultivadas sob malhas coloridas. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 102-107, jan. 2008. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/artigo15_p102-106.pdf. Acessado em: Abr. 2023.

NOMURA, E. S. *et al.* Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1394-1400, ago. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/3JJFD6W88fXn69spknLPFvR/>. Acessado em: Mar. 2023.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n.13, p. 51-76, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4092>. Acessado: Mar. 2023.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista brasileira engenharia agrícola ambiental**.

Campina Grande, v.13 n.2, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/KXWKn3B5csRvMMRS3Y7TDwb/?format=pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

SHAHAK, Y. Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. **Acta Horticulture**, n.770, p.161-168, 2008. Disponível em: https://www.actahort.org/books/770/770_18.htm. Acessado em: Abr. 2023.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017. 888 p.

TOBELEM, J. A. **Perspectivas para o Cultivo Orgânico da Bertalha (*Basella alba L.*) no Cinturão Verde do Município de Belo Horizonte/MG**. 2018. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agricultura Orgânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

ZAPPI, D. C. *et al.* Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/s8qy5ZLWZcyFxx9WGsh34PK/>. Acessado em: Fev. 2023.

CAPÍTULO 10

CARACTERIZAÇÃO DE POLPAS DE FRUTAS DE PRODUTORES ARTESANAIS DE PORTO FRANCO-MA

Déborah Lopes da Silva Costa
Virlane Kelly Lima Hunaldo
Leandro Alves de Souza
Marcos Silva de Sousa
Leticia Nunes dos Santos
Maria Alves Fontenele
Leonardo Hunaldo dos Santos
Adriana Crispim de Freitas

RESUMO


O mercado de polpas de frutas congeladas é uma excelente alternativa para evitar desperdícios e perdas, agregando valor econômico à fruta e tornando-se promissor ao setor alimentício, possibilitando o uso de diferentes sabores de polpas de frutas, independente da sazonalidade. A produção artesanal de polpas de frutas é uma atividade comum na cidade de Porto Franco-MA. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar características físico-químicas e microbiológicas de polpas de acerola e cajá produzidas artesanalmente, verificando se estas se adequam aos padrões de qualidade da legislação vigente. Para tanto, foram utilizadas 6 amostras, onde foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez total titulável (AT) e vitamina C (ácido ascórbico), e também análises microbiológicas de coliformes a 45°C, *Salmonella* sp., bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas. Dos resultados obtidos, todas as polpas encontraram-se dentro dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) quanto a pH e sólidos solúveis. Entretanto, as polpas de acerola encontraram-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação para acidez titulável (0,8%) e vitamina C (800 mg/100g). Quanto as análises microbiológicas, todas as polpas apresentaram ausência de *Salmonella* sp., e coliformes a 45°C <3, atendendo aos padrões exigidos pela legislação, assim como bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas. Portanto, as polpas de cajá foram que melhor atenderam aos padrões da legislação, porém, as inconformidades nas polpas de acerola não afetaram a qualidade microbiológica das polpas, pois todas as amostras estavam de acordo com a legislação em vigor.

PALAVRAS-CHAVE: Polpa de Frutas. Avaliação de Qualidade. *Salmonella*. Coliformes.

1. INTRODUÇÃO

Em 2020, o Brasil se destacou mundialmente, como o terceiro maior produtor de frutas, produzindo 58 milhões de toneladas de frutas, que representou 5,4% da produção total do mundo, conforme estudo apresentado pela Food and Agriculture Organization (FAO, 2020). O país ficou em desvantagem apenas da China e Índia.

A produção de frutas orgânicas tornou-se a principal opção para pequenos e médios produtores, agricultores familiares e agroecológicos que possuem esses modelos como forma de cultivo (SILVA, 2017). Além disso, alimentos orgânicos apresentam menos resíduos de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, de hormônios e drogas veterinárias usadas na produção animal ou aditivos químicos, vitaminas e minerais sintéticos e substâncias radioativas resultantes do processamento dos alimentos (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013).



Entretanto, a alta perecibilidade das frutas no período pós-colheita, resulta em perdas de 30-40% (SPAGNOL *et al.*, 2018). Nesse contexto, as polpas de frutas congeladas tornam-se uma eficiente alternativa para evitar o desperdício desses vegetais, já que permite seu aproveitamento, tanto na época de safra, como na entressafra (CASTRO *et al.*, 2015). A conservação da polpa através de congelamento é uma excelente opção para evitar o uso de aditivos químicos, não utilizando conservantes, aromatizantes sintéticos, acidulantes químicos e edulcorantes artificiais, protegendo as qualidades naturais das frutas, que é preferível aos consumidores atualmente (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

A Instrução Normativa nº 01, de 07 de Janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define polpa de fruta sendo o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto. Além disso, a polpa de fruta será obtida de frutas frescas, sãs e maduras com características físicas, químicas e organolépticas do fruto (BRASIL, 2000).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da RDC nº 12 de 02/01/2001, estabelece os padrões microbiológicos para polpas de frutas, que são ausência de *Salmonella* em 25 mL e tolerância de até 10^2 NMP de coliforme à 45 °C/mL (BRASIL, 2001). Já a Instrução Normativa Nº 01 de 07 de janeiro de 2000 do MAPA (BRASIL, 2000) determina o limite máximo de 5×10^3 UFC g⁻¹ para contagem de bolores e leveduras em polpas de fruta *in natura*, e 2×10^3 UFC g⁻¹ em polpas de frutas tratadas termicamente. Além disso, o limite estabelecido para coliformes termotolerantes não devem ultrapassar 1,0 NMP g⁻¹.

A caracterização de parâmetros físico-químicos e microbiológicos para controle de qualidade, assegura a saúde do consumidor e mantém o produto dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Durante todo o processamento das frutas deve-se adotar as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Entretanto, parte da produção de polpas no Brasil, são de pequenos produtores, que muitas vezes desconhecem as BPF e utilizam meios artesanais no processo, que podem não apresentar os cuidados de higiene necessários.

O Decreto nº 10.026, de 25 de setembro de 2019 do MAPA que regulamenta a produção de polpa e suco de frutas artesanais em estabelecimento familiar rural, define polpa de fruta sendo o produto não fermentado, não concentrado, obtido de fruta polposa, por processo tecnológico adequado, atendido o teor mínimo de sólidos em suspensão, e que atenda ao padrão de identidade e qualidade do produto, além da quantidade máxima anual de produção desses

estabelecimentos, sendo oitenta mil quilogramas, para as polpas de fruta e oitenta mil litros para sucos de fruta (BRASIL, 2019).

Diante deste cenário, há a necessidade de caracterização desses produtos, que já estão sendo comercializados na sociedade. Para tanto, este trabalho objetivou avaliar as características físico-químicas e microbiológicas, que expressam a qualidade de polpas de frutas congeladas de acerola e de cajá, produzidas artesanalmente e comercializadas na cidade de Porto Franco-MA, verificando se estas se adequam aos padrões de qualidade da legislação vigente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta e armazenamento das amostras

As polpas de acerola e cajá foram selecionadas por serem muito comercializadas, e por que a agroindústria dispunha desses dois sabores decorrente de sua produção orgânica e sem nenhuma adição de conservantes. As polpas foram transportadas em caixa de isopor com gelo da cidade de Porto Franco-MA até Imperatriz-MA, em seguida foram imediatamente acondicionadas em freezer (-20 °C). Para a realização das análises as amostras foram descongeladas sob refrigeração em refrigerador doméstico durante 24h, após o descongelamento foram homogeneizadas, e aproximadamente 100 mL de cada repetição foram utilizados para análises microbiológicas e 100 mL foram utilizados para as determinações analíticas das análises físico-químicas. Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

Foram analisadas 06 amostras de polpas de frutas congeladas, sendo 03 de polpas de acerola (A) e 03 de polpas de cajá (B). Todas as amostras estavam em embalagens de 500g, dentro do prazo de validade.


2.2 Análises físico-químicas

2.2.1 Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado utilizando refratômetro digital, à temperatura ambiente ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), sendo os resultados expressos em °Brix, de acordo com o método recomendado pela Association of Official Analytical (2018).

2.2.2 pH

O pH foi determinado através de um potenciômetro (Mettler, modelo DL 12), utilizando medidor digital de pH, calibrado previamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Foram



pesadas 10 g de cada amostra, e diluídas em 100 mL de água destilada. As análises foram feitas em triplicata, conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.2.3 Acidez

A acidez total titulável (AT) foi determinada utilizando o método do Instituto Adolfo Lutz (2008), através da titulação com solução NaOH 0,1 mol/L. Os resultados foram apresentados em porcentagem (%) de gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa (g ácido cítrico/100 g).

2.2.4 Vitamina C

A vitamina C foi determinada através da titulação com solução de Tillmans, conforme procedimento do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram apresentados em miligramas por 100 g de polpa (mg/100 g).

2.3 Análises Microbiológicas

Para as análises microbiológicas determinou-se o Número Mais Provável de coliformes totais e fecais (NMP g⁻¹), contagem padrão em placas, contagem de bolores e leveduras (UFC g⁻¹) e Salmonella para todas as repetições, seguindo a metodologia descrita pela APHA (American Public Health Association) (2001).

Após as amostras serem descongeladas sob refrigeração por 24 horas, foram pesadas 25 g de cada amostra e transferidas para frascos contendo 225 mL de água peptonada estéril, referente à diluição 10⁻¹. A partir dessa diluição, foram preparadas as diluições 10⁻² e 10⁻³.

2.3.1 Número Mais Provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes

Para a determinação do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e termotolerantes, transferiu-se 1 mL de cada diluição, para tubos de ensaio contendo 9 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), e tubos de Durhan invertido (teste presuntivo). O procedimento foi realizado em triplicata, e os tubos seguiram para incubação em estufa à 35°C por 24-48 horas. Os resultados foram expressos de acordo com a tabela de NMP/g proposta por Silva, Junqueira e Silveira (2017).

2.3.2 Samonella spp.

Para detecção de *Salmonella* spp., pesou-se 25 g das amostras em 225 mL de água peptonada, seguida de incubação à 35°C por 24 horas. Essa etapa caracteriza-se como pré-enriquecimento não seletivo, com objetivo de recuperar as células injuriadas. Após o período



de incubação, transferiu-se 1 mL para tubos com 10 mL de Caldo Tetrionato de Kauffmann (TT), e para tubos com 10 mL de Caldo Selenito Cistina (SC). Incubou-se novamente, à 35°C por 24 horas. Essa etapa é o enriquecimento em caldo seletivo, que tem o objetivo de inibir o crescimento da microbiota competidora, e ajudar na recuperação das células de bactérias s (Fernandes *et al.*, 2004).

Posteriormente, foi feita a estriagem das amostras em plaqueamento diferencial. Retirou-se uma alçada dos caldos TT e SC, e estriou-se nos meios seletivos Ágar Entérico Hectoen (HE), Ágar Bismuto Sulfito (BS), Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD). Em seguida, incubou-se por 120 horas.

2.3.3 Bolores e Leveduras

Para a contagem de bolores e leveduras, utilizou-se o método de plaqueamento direto em superfície (*Spread Plate*) das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} , em meio Ágar Batata Dextrose (BD). Inoculou-se 0,1 mL na superfície das placas, e em seguida, incubou-se à 22°C por 3 dias. Os resultados foram expressos através do número de Unidades Formadoras de Colônias por grama de material (UFC/g).

2.3.4 Bactérias aeróbias mesófilas

Para a contagem de bactérias aeróbias mesófilas, utilizou-se o método de Contagem Padrão em Placas (UFC/g) em meio de cultura Ágar Padrão para Contagem (PCA). As placas foram incubadas em estufa a 35°C por 48 horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO


Os resultados das análises de caracterização físico-química nas polpas de acerola e cajá, estão representados na Tabela 1. Os valores foram comparados ao padrão mínimo exigido na Instrução Normativa nº37/2018, onde determina os parâmetros analíticos e quesitos complementares aos Padrões de Identidade e Qualidade de Polpa de Fruta (PIQ).

Tabela 1: Potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), em polpas de acerola (A), cajá (B).

Amostra	pH	SST (°Brix)	AT(%)	AA (mg/100 g)
A(acerola)	3,47	6,0	0,76	36,97
B(cajá)	2,62	9,6	0,90	43,68
<i>Padrão Federal*</i>	2,8; 2,2	5,5; 9,0	0,8; 0,9	800; 6,8

Legenda: *Instrução normativa nº 37, de 8 de outubro de 2018. Valores mínimos estabelecidos para polpas de acerola e polpas de cajá, respectivamente.

Fonte: Autoria própria (2022).



Com relação aos valores médios obtidos para as análises de pH (3,47 e 2,62) todas as polpas encontraram-se dentro dos padrões, onde o mínimo exigido é de 2,8 para polpas de acerola, e 2,2 para polpas de cajá. Brasil *et al.* (2016) obtiveram médias de 2,84 a 3,45 para polpas de acerola, que aproximaram-se aos resultados desta pesquisa. Já Nascimento *et al.* (2018) ao avaliarem polpas de acerola artesanais e industriais congeladas, obteve valores de pH maiores (3,5 e 3,63) do que os desta pesquisa. Entretanto, o resultado de pH para polpa de acerola deste estudo é mais alto ao encontrado por Silva *et al.* (2018) (2,92) ao analisar polpas de fruta em agroindústria de processamento artesanal em Castanhal-PA. Araújo *et al.* (2018) avaliando parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas em Salgueiro-PE, obtiveram valores de pH de 2,67 a 2,82 para polpas de cajá, que também se aproximaram aos obtidos nesta pesquisa. O pH é uma característica intrínseca do alimento, e pode afetar o crescimento microbiológico, inibindo ou facilitando (SOUSA, 2019). O limite máximo permitido não é definido pela legislação, porém sabe-se que os microrganismos possuem maior crescimento em pH próximo a neutralidade, com exceção de ácido tolerantes. Assim, quanto maiores forem os valores de pH, maior a facilidade para bactérias e fungos se desenvolverem.

Nas análises de sólidos solúveis totais, tanto as polpas de acerola (6,0°Brix), quanto as polpas de cajá (9,6°Brix) encontravam-se dentro das conformidades exigidas pela legislação, considerando o mínimo permitido, que é de 5,5°Brix para polpas de acerola e 9,0°Brix para polpas de cajá. Entretanto, a legislação não estabelece limite máximo. Estes resultados aproximaram-se aos de Silva *et al.* (2018), que encontraram um valor igual a 5,52°Brix em polpas de acerola. Sousa *et al.* (2020), analisando três diferentes marcas de polpas de acerola observaram uma variação de 5,24°Brix a 10,24°Brix. Os resultados deste estudo também ficaram acima aos encontrados por Araújo *et al.* (2018), que obtiveram valores variando de 7,54°Brix a 8,85°Brix em polpas de cajá. Segundo Sousa (2019), o índice de maturação do fruto está associado ao teor de sólidos solúveis, que indica o melhor momento de colheita, pois quanto maior for esse valor, mais maduro o fruto estará (a maioria). Castro (2015) também afirma que fatores como chuva, solo, tipo de processamento, e casual adição de água durante o processamento, podem diminuir o teor de sólidos no produto final.

Quanto a acidez titulável (AT), a média encontrada (0,76%) para polpas de acerola não estava em conformidade, considerando o mínimo estabelecido pela legislação, que é de 0,8% para polpas de acerola, e 0,9% para polpas de cajá. Já a média encontrada para polpas de cajá, apresentou-se dentro do PIQ para a fruta. De forma semelhante, Sousa *et al.* (2020) analisando polpas congeladas de acerola, encontraram valores de 0,22% e 0,25% para acidez, também

abaixo do exigido. Estes valores são bem menores aos encontrados por Nascimento *et al.* (2018), que obtiveram média de 20,24±6,2% em polpas de acerola artesanais. A acidez total está ligada ao estado de conservação dos alimentos, definir um valor mínimo percentual é necessário para garantir vida mais longa de prateleira e segurança alimentar (Sousa, 2019). Segundo Leal *et al.* (2013), a acidez está relacionada a fatores externos, tais como clima, solo, tempo de maturação da fruta, ou por problemas durante o processamento, como adição excessiva de água, que podem ter correlação com os resultados encontrados.

Quanto aos parâmetros de ácido ascórbico, foram encontrados valores com média de 36,97 mg/100 g e 43,68 mg/100 g para polpas de acerola e polpas de cajá, respectivamente. A legislação determina 800 mg/100 g para polpas de acerola, e 6,8 mg/100 g para polpas de cajá. Sendo assim, a polpa de acerola não se encaixa ao padrão estabelecido. Esses resultados são inferiores aos encontrados por Sousa *et al.* (2020) que obtiveram valores de 1.112±25 mg/100 g a 1.615±108 mg/100 g em polpas de acerola. Sousa (2019) afirma que o baixo índice de vitamina C pode estar relacionado a perdas do componente nas etapas de preparo e manipulação (como despulpamento, armazenamento e pasteurização), podendo ser um indicativo de processamento inapropriado do fruto.

Os resultados obtidos para análises microbiológicas nas polpas de frutas congeladas estão expostos na Tabela 2.


Tabela 2: Coliformes a 45°C, *Salmonella* sp., bolores e leveduras, bactérias aeróbias mesófilas, em polpas de acerola (A), cajá (B).

Amostra	Coliformes a 45°C (NMP/g)	<i>Salmonella</i> sp. (em 25 g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	Bactérias aeróbias mesófilas a 35°C (UFC/g)
A	<3	Ausente	2x10 ²	<10
B	<3	Ausente	<10	<10
<i>Padrão Federal*</i>	10 ²	<i>Ausente</i>	-	-

Legenda: *Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n° 12, de 2 de janeiro de 2001. Valores máximos estabelecidos para polpas de acerola e polpas de cajá.

Fonte: Autoria própria (2022).

Com relação a coliformes termotolerantes, todas as polpas de frutas apresentaram valor de <3 NMP/g, encontrando-se em conformidade com o regulamento técnico, pois a resolução RDC n° 12 de 2 de janeiro de 2001, preconiza o valor máximo de 10² NMP/g (BRASIL, 2001). Em estudo realizado por Torres *et al.* (2020), ao analisarem amostras de polpas de frutas congeladas de abacaxi, acerola, cajá, cupuaçu e goiaba, foi observado ausência de coliformes a 45°C. Já Reges *et al.* (2021) analisando 11 amostras de polpas de frutas congeladas em Limoeiro do Norte-CE, verificou-se que 12 % das amostras apresentaram resultado positivo




para coliformes termotolerantes, sendo 2 polpas de acerola, com valores para esta contagem de 4 NMP/g, estando dentro dos padrões microbiológicos preconizados pela legislação. Santos e Vieira (2020) afirmam que a presença desses microrganismos de forma elevada é um indicativo de péssimas condições higiênico-sanitárias de processamento, produção e/ou armazenamento.

Os resultados observados nas polpas de frutas apresentaram ausência de *Salmonella* sp., para 25 g de amostra. Sendo este, um microrganismo patogênico, a legislação determina que o padrão permitido é de ausência em 25 g (BRASIL, 2001). Portanto, todas as polpas encontram-se dentro dos padrões estabelecidos. Souza *et al.* (2019) encontraram resultados semelhantes para *Salmonella* sp. na pesquisa com polpas de manga, abacaxi e maracujá. Guimarães *et al.* (2021) também obtiveram resultados semelhantes ao investigarem 48 amostras de polpas de frutas congeladas de 3 sabores (acerola, caju e goiaba) e 8 marcas diferentes, em dois lotes distintos de cada polpa. A ausência desse microrganismo está relacionada à qualidade satisfatória das polpas de frutas analisadas, indicando adequadas condições de processamento e armazenamento, além de correta manipulação da matéria prima do produto, estando de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF).

Quanto a contagem de bolores e leveduras das polpas de frutas (Tabela 2), observou-se presença destes microrganismos, com valores de <10 a 2×10^2 UFC/g em polpas de cajá e polpas de acerola, respectivamente. Esse resultado encontra-se abaixo ao observado por Reges *et al.* (2021), onde obtiveram valores de $1,0 \times 10^4$ e $2,9 \times 10^5$ UFC/g para polpas de acerola, e $3,3 \times 10^2$ e $1,3 \times 10^3$ UFC/g para polpas de cajá. A ANVISA não estabelece parâmetros para bolores e leveduras em polpas de frutas, entretanto a Instrução Normativa n.º 49, de 26 de setembro de 2018 estabelece o valor máximo para estes microrganismos sendo 5×10^3 /g para polpa *in natura* congelada ou não (BRASIL, 2018). Portanto, todas as polpas encontram-se dentro dos padrões instituídos pelo regimento normativo. Esse resultado pode ser associado ao pH das frutas analisadas, sendo considerado ácido, além do alto teor de carboidratos normalmente presente nas polpas de frutas. Tais características formam condições favoráveis para o desenvolvimento de bolores e leveduras.

No estudo de Castro *et al.* (2015) em polpas congeladas de acerola, goiaba e maracujá, apresentaram resultados semelhantes aos desta pesquisa. Por outro lado, Santos e Vieira (2020) em estudo realizado em polpas de frutas artesanais produzidas e comercializadas nos mercados públicos do município de João Pessoa- PB, apresentaram inconformidade em 87,5% das amostras, que encontraram-se acima do valor estabelecido na legislação para bolores e leveduras. Já Araújo, Alves e Marques (2018) encontraram resultados satisfatórios em relação



à contagem de bolores e leveduras, onde 100% das amostras analisadas estavam dentro do padrão estabelecido pela legislação vigente.

Quanto a bactérias aeróbias mesófilas, todas as polpas analisadas encontravam-se com resultados satisfatórios de <math><10\text{ UFC/g}</math>. Não há limite determinado para bactérias aeróbias mesófilas para polpas de frutas na legislação, entretanto, Santos e Vieira (2020) afirmam que resultados superiores a 10^6 UFC/g tornam-se preocupantes, pois a possibilidade de presença de microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes são maiores. A contagem desse grupo de microrganismos está diretamente associada com as condições de qualidade de produtos, práticas de manufatura, matérias-primas utilizadas, condições de processamento, manipulação e vida útil (SILVA *et al.*, 2017).

Os resultados desta pesquisa salientam que apesar do não cumprimento quanto há alguns parâmetros físico-químicos as polpas avaliadas apresentaram qualidade microbiológica dentro dos padrões. Todavia ressalta-se importância de fiscalização dos órgãos públicos, uma vez que consumidores estão adquirindo produtos que não atendem totalmente aos parâmetros de qualidade do regimento normativo. Além disso, é fundamental ressaltar o uso das boas práticas de fabricação durante a produção, em conjunto com as boas práticas de manipulação ainda no campo. Afim de garantir a segurança desses alimentos comercializados.

Diante disso, os produtores de polpas de frutas artesanais necessitam de um treinamento para se adequarem a BPF, desde a manipulação no campo, até a distribuição ao comércio, para atenderem às exigências da legislação, e assim assegurar a qualidade do produto e a segurança da saúde do cliente. Além do mais, visando os direitos do consumidor, autoridades fiscalizadoras devem intensificar a inspeção desses produtos, para evitar mais irregularidades que possam comprometer a saúde da população.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para polpas de cajá estavam todos dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, entretanto, polpas de acerola apresentaram duas análises em inconformidade com a legislação vigente para polpas de frutas, sendo estas: acidez titulável e vitamina C. Todavia esses resultados não afetaram a qualidade microbiológica das polpas pois todas as amostras estavam de acordo com a legislação em vigor.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington, DC: **American Public Health Association**. 2001.

ARAÚJO, E. C. O.; ALVES, J. E. A.; MARQUES, L. C. Avaliação de parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas comercializadas no município de Salgueiro- PE. **Revista Semiárido de Visu. Petrolina**, 6(1), 4-11. 2018. Disponível em: <https://revistas.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/117>. Acessado em: Jan. 2023

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL – AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (20th ed.). Gaithersburg: AOAC. 2018. Disponível em: <https://www.aoac.org/>. Acessado em: Jan. 2023

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. 2001. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01/00, de 07/01/2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção I, p.54-58. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018, setembro 26). Resolve: Fica estabelecida em todo o território nacional a complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa de Fruta, na forma desta Instrução Normativa (Instrução Normativa nº 49). **Diário Oficial [da] União**, Brasília. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018, outubro 08). Instrução Normativa nº 37/00, de 08/10/2018. Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção I, p.28. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019, setembro 26). Decreto nº 10.026, de 25 de setembro de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de setembro de 2019, Seção I, Edição 187, p. 1. 2019.

BRASIL, A. S. *et al.* Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá-MT. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 38, 167-175. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/Vxp8qVsmYWPS69MbsGtnJHr/?format=html&lang=pt>. Acessado em: Jan. 2023.

CASTRO, T. M. N. *et al.* Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 74(4), 426-436. 2015. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/33496>. Acessado em: Jan. 2023.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2021. FAOSTAT - **Food and agriculture**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: Dez. 2021.

FERNANDES, A. *et al.* Avaliação de meios de cultivo para o isolamento de Salmonella. **Ars Vet**, 20, 330-337. 2004. Disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/biologicas/avaliacao%20de%20meios>. Acessado em: Jan. 2023.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Alimentos orgânicos um mercado em expansão. 2022. **Revista Fit-nº26**, 2013. Disponível em: <<https://revista-fi.com/artigos/artigos-editoriais/alimentos-organicos-um-mercado-em-expansao>>. Acessado em: Jan. 2022.

GUIMARÃES, T. L. F. *et al.* Qualidade microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas no município de Limoeiro Do Norte-CE. **Research, Society and Development**, 10(8), e23410817279-e23410817279. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17279>. Acessado em: Jan. 2023.

LUTZ, I. A. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: ANVISA, 2008.

OLIVEIRA, M. A. C. D.; MENDONÇA, M. D. S.; CORDEIRO, C. A. M. Estudo de caso das BPF e análise de implantação do sistema APPCC em uma unidade de beneficiamento de polpa de frutas. CORDEIRO, **CAM Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos**, 2, 331-345. 2020. Disponível em: <http://downloads.editoracientifica.org/articles/200801015.pdf>. Acessado em: Jan. 2023.

LEAL, R. C.; REIS, V. B. dos; LUZ, D. A. da. AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO DE POLPAS CONGELADAS DE GRAVIOLA COMERCIALIZADA EM SUPERMERCADOS DE SÃO LUÍS - MA. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 20, n. 2, p. 76-80, 2013. DOI: 10.18764/2178-2229.v20n2p76-80. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1796>. Acessado em: Abr. 2023.

NASCIMENTO, J. F. *et al.* Análise físico-química de polpas de acerola (*Malpighia glabra* L.) artesanais e industriais congeladas. **PubVet**, 12, 131. 2018. Disponível em: https://www.mdpi.com/2077-0472/11/11/1078?type=check_update&version=1. Acessado em: Jan. 2023.

REGES, S. C. N. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica de polpas de frutas congeladas do município de Limoeiro do Norte-Ceará. **Research, Society and Development**, 10(15), e446101522693-e446101522693. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22693>. Acessado em: Jan. 2023.

SANTOS, R. E.; VIEIRA, P. P. F. Avaliação da qualidade microbiológica de polpas de frutas artesanais produzidas e comercializadas nos mercados públicos do Município de João Pessoa. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 9, p.72847-72857, sep. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17416>. Acessado em: Jan. 2023.

SILVA, T. C. **Cultivo de melancia em modelo de produção orgânica e biofertilizados na mesorregião norte piauiense**. Dissertação (Pós-Graduação) Universidade Federal do Piauí-UFPI, Parnaíba-PI. p. 31. 2017.

SILVA, N. *et al.* **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e água**. 5. ed. São Paulo: Brucher, 2017.

COSTA, D. L. da S. *et al.* Caracterização de polpas de frutas de produtores artesanais de Porto Franco-MA. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, Viçosa/MG, BR, v. 8, n. 11, p.

15072-01e, 2022. DOI: 10.18540/jcecvl8iss11pp15072-01e. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/15072>. Acessado em: Abr. 2023.

SOUSA, L.V. S. **Avaliação do aspecto físico-químico de polpas de frutas comercializadas no estado do Ceará e sua conformidade com os padrões de identidade e qualidade vigente no Brasil**. Dissertação (graduação) – Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza-CE. p. 20. 2019.

SOUSA, Y. A. *et al.* Avaliação físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas em Santarém-PA. **Brazilian Journal of Food Technology**, 23. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08518>. Acessado em: Jan. 2023.

SPAGNOL, W. A. *et al.* Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. **Brazilian Journal of Food Technology**, 21. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/6bs6q5QrNhWWGND7FdhqFHk/abstract/?lang=pt>. Acessado em: Jan. 2023.

TORRES, L. C. P. *et al.* Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas comercializadas na Região de Carajás-PA. **Research, Society and Development**, 9(10), e7149108779-e7149108779. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/8779>. Acessado em: Jan. 2023.

CAPÍTULO 11

INTELIGÊNCIA TERRITORIAL NO MONITORAMENTO DA ENTRADA DE AGROTÓXICOS ILEGAIS NO BRASIL

Katiuce Aparecida Oliveira Malaquias
João Paulo Victorino Santos
Adilson Correia Goulart
Simone Machado Goulart


RESUMO

A agricultura é uma atividade desenvolvida há milhares de anos, tendo como principal objetivo produzir e distribuir alimentos para o abastecimento populacional. Com as inovações na agricultura são utilizados agrotóxicos nas plantações para o controle de pragas e doenças propícias a diminuição da produtividade das plantações. Tais produtos utilizados de maneira incorreta, seja um agrotóxico ilegal ou contrabandeado, podem causar vários danos à saúde humana. A Polícia Federal (PF) juntamente com o Ministério Público Federal (MPF) utiliza a Inteligência Territorial para realizar operações para combater a entrada de agrotóxicos ilegais no país. Os objetivos desse trabalho foram analisar limites da inteligência territorial no monitoramento da entrada de agrotóxicos ilegais no Brasil; reunir e analisar informações sobre o uso de agrotóxicos ilegais, relacionando-os com questões ambientais, criminalística, legislativa e de saúde pública e por fim relacionar dados sobre a reclassificação e reavaliação toxicológica de agrotóxicos. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica. Todos os agrotóxicos precisam passar por uma análise e fiscalização para que possam ser comercializados, mas no Brasil há o contrabando e a falsificação dos agrotóxicos e isso vem aumentando gradativamente no país. A entrada desses produtos no Brasil acontece através das fronteiras sem permissão do governo brasileiro de forma que a fiscalização não detecte. Uma das fronteiras mais utilizadas é a do Paraguai-Brasil, por onde os contrabandistas utilizam todas as vias como, por exemplo, aéreas, terrestres ou fluviais. São utilizadas várias rotas até que chegue ao destino final para que o agricultor compre de uma forma fácil e mais barata que o mercado brasileiro de agrotóxicos. Atualmente foram publicadas algumas matérias nas quais os agrotóxicos ilegais estão entre os produtos mais contrabandeados em fronteiras. Entre os princípios ativos mais usados ilegalmente em agrotóxicos contrabandeados ou falsificados estão o Carbofurano e o Aldicarbe, relacionados à alta incidência de intoxicações humanas e de envenenamento de animais. Como os produtos ilegais não passam pela avaliação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, não há como garantir a segurança dos produtos, pois não é realizada a análise toxicológica para os seres humanos. Através dos dados de reclassificação toxicológica é possível observar o rótulo e a bula dos agrotóxicos, que apresentam pictogramas, palavras de advertência e frases de perigo. O uso de agrotóxico ilegal traz consigo a falta de informação segura, o que pode levar à contaminação dos solos, das águas superficiais e subterrâneas e dos alimentos, causando efeito negativo aos organismos terrestres e aquáticos, além de intoxicar o ser humano.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura. Agrotóxico Ilegal. Contrabando.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Decreto 4.074/2002 Art. 1º IV os agrotóxicos e afins são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de



crescimento (BRASIL, 2002). No Brasil, todos os agrotóxicos precisam passar pela análise e fiscalização do Ministério da Agricultura (MAPA), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para que possam ser comercializados (CANAL AGRO, 2019).

A agricultura brasileira é altamente dependente do uso de agrotóxicos, tornando-se, em 2008, o maior mercado mundial destes produtos com aproximadamente 1 milhão de toneladas vendidas. Neste mesmo ano, foi alcançada no Brasil uma produção recorde de grãos, com crescimento na ordem de 9 % em relação a 2007 e superando a marca de 150 milhões de toneladas (FRAGA *et al.*, 2016).


A ANVISA a Gerência-Geral de Toxicologia juntamente com o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) coletaram e analisaram amostras de alimentos de origem vegetal, quanto a contaminação por agrotóxicos, entre agosto de 2017 e junho de 2018, fornecendo informações a sociedade brasileira sobre a segurança dos alimentos de origem vegetal consumidos no âmbito brasileiro (BRASIL, 2019).

O PARA é um programa que foi criado em 2001 com o objetivo de avaliar continuamente, os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal que chegam à mesa do consumidor. A cada dois anos o programa faz publicação dos resultados quanto a contaminação de agrotóxicos em resíduos de alimentos, coletados em todo o país (BRASIL, 2020).

O mercado de agrotóxicos ilegais, roubados ou contrabandeados tem crescido no Brasil, de acordo com as pesquisas ligadas ao agronegócio. As vendas de agrotóxicos ilegais provocam um descontrole sobre os compostos químicos utilizados nas lavouras, levando muitas vezes os cidadãos a consumir comida com substâncias proibidas e prejudicando a saúde humana. Na matéria publicada pelo Agrotóxicos (2019) é citado que:

Não é difícil entender os motivos que levam tantos criminosos a venderem esses produtos e tantos agricultores (cientes ou não da procedência) a comprarem. O fator de maior peso motivador para esse mercado ilegal é a tentativa de fugir das altas cargas tributárias do país das iniciativas que visam combater a evasão fiscal e do custo do produto (CANAL AGRO, 2019, n.p).

Os agrotóxicos que são contrabandeados de outros países que entram no Brasil para revenda não têm nenhum controle sobre a sua fabricação supervisão sobre as substâncias químicas utilizadas para fabricação, podendo conter substâncias ainda mais perigosas do que o agrotóxico utilizado corretamente para seus devidos fins.



A entrada dos agrotóxicos ilegais acontece da seguinte forma: “As rotas de entrada de produtos ilegais podem ocorrer por portos fluviais e marítimos, campos de pouso e aeroportos, rodovias e estradas oficiais ou clandestinas.” (FARIAS; MINGOTI; SPADOTTO, 2017, p. 1).

A Polícia Federal (PF) juntamente com o Ministério Público Federal (MPF) utiliza a Inteligência Territorial para realizar operações para combater a entrada de agrotóxicos ilegais no país. A China está entre os principais fornecedores das substâncias que entram ilegalmente no Brasil. O agrotóxico ilegal atravessa os oceanos geralmente de navio, embora o transporte aéreo também seja utilizado. As embarcações atracam no Chile, de onde vem os produtos contrabandeados pelo Paraguai e Bolívia, e no Uruguai, de onde entram diretamente no Brasil pelo Rio Grande do Sul ou fazem escala no Paraguai antes de chegarem ao País (IDESF, 2019).

Um dos produtos de maior circulação nesse comércio ilegal é o benzoato de emamectina, utilizado no combate à *Helicoverpa armígera* espécie de lagarta comum nas lavouras de soja brasileiras. O princípio ativo teve aprovação provisória e emergencial para seis estados até julho de 2019 e aprovação definitiva para apenas uma marca comercial no Brasil, na concentração máxima de 5%. No Paraguai, este princípio ativo de defensivos agrícolas é de 10%. Nas substâncias contrabandeadas apreendidas chega a ter índice de concentração 600% superior ao percentual permitido no Brasil (IDESF, 2019).

A EMBRAPA (2019) afirma que o risco do produto está diretamente relacionado à sua incorreta utilização. Laudos toxicológicos indicam que este produto é muito tóxico para a saúde humana (como a maior parte dos agrotóxicos) e precisa ser manuseado com muito cuidado. O agricultor sempre deve usar equipamento de proteção individual (EPI) e respeitar as instruções de uso seguro de agrotóxicos. O risco à saúde humana foi um dos motivos para a não liberação deste produto, nos anos 2000, no Brasil. A princípio espera-se que o produto seja utilizado como parte das estratégias do MIP (Manejo Integrado de Pragas), o que, em tese diminui a possibilidade de ser utilizado indiscriminadamente, em alta escala.

Um dos principais motivos para a existência do contrabando de agrotóxicos é a diferença significativa entre os preços dos produtos vendidos no Brasil e nos países vizinhos, que chegam a ser 50% menor do que os nacionais, tornando os ganhos econômicos destes crimes encorajadores para os agricultores (LEMOS; CARVALHO; ORTIZ, 2018). A fiscalização e a apreensão dos produtos ilegais são realizadas por órgãos governamentais, principalmente pela Polícia Federal.

Para Lemos, Carvalho e Ortiz (2018) é importante ressaltar sobre a utilização adequada dos agrotóxicos:

A maior parte dos estabelecimentos que utilizam agrotóxicos em sua produção não recebeu qualquer tipo de orientação técnica sobre estes produtos, o que pode acarretar em prejuízos à saúde pública, ao meio ambiente e à economia. Se agricultores que compram produtos de forma legal já não são acompanhados e informados sobre as formas de uso e os riscos que os agrotóxicos trazem à saúde e ao meio ambiente, aqueles que os adquirem de forma ilegal muito menos (LEMOS; CARVALHO; ORTIZ, 2018, p. 22).

O estudo sobre a Inteligência Territorial analisa e associa informações de diferentes fontes e tipos de localizações de estradas clandestinas existentes, postos de fiscalizações, fronteiras e rotas para recepções dos produtos ilegais. Explicando que essas rotas fazem uso de rodovias, portos e aeroportos podendo indicar uma fiscalização mais reforçada em alguns locais.

Diante disso é importante defender a necessidade de um controle mais severo e criterioso, para barrar a comercialização de produtos ilegais. A demanda por produtos contrabandeados, proibidos ou falsificados vem crescendo diariamente e a falta de profissionais fiscalizadores de tais produtos conspiram para um declínio da qualidade ambiental preocupante, tornando o trabalho realizado por órgãos fiscalizadores impraticável. Os objetivos desse trabalho foram analisar limites da inteligência territorial no monitoramento da entrada de agrotóxicos ilegais no Brasil; reunir e analisar informações sobre o uso de agrotóxicos ilegais e relacionando-os com questões ambientais, criminalística, legislativa e de saúde pública e por fim relacionar dados sobre a reclassificação e reavaliação toxicológica de agrotóxicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Agrotóxicos

A agricultura, em algumas regiões, ainda consiste na principal fonte de renda, porém alguns produtores rurais considerando que devem concorrer com a agricultura de grande porte recorrem a doses cada vez mais intensas dos agrotóxicos para aumentar e melhorar sua produção e diminuir os riscos de prejuízos (BESERRA, 2019). Os agrotóxicos são classificados de diversas maneiras: quanto ao seu modo de ação no organismo alvo, em relação à sua estrutura química, quanto aos efeitos que causam à saúde humana, pela avaliação da neurotoxicidade etc (SAVOY, 2011).

As formulações de agrotóxicos são constituídas de princípios ativos, que é o termo usado para descrever os compostos responsáveis pela atividade biológica desejada. O mesmo princípio ativo pode ser vendido sob diferentes formulações e diversos nomes comerciais, e

também pode-se encontrar produtos com mais de um princípio ativo (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Conforme descrito por Braibante e Zappe (2012), dos 115 elementos químicos aproximadamente conhecidos atualmente, 11 podem estar presentes nas formulações dos agrotóxicos, dentre eles: bromo (Br), carbono (C), cloro (Cl), enxofre (S), fósforo (P), hidrogênio (H), nitrogênio (N) e oxigênio (O), e são os mais frequentemente encontrados, conferindo características específicas aos agrotóxicos.

A avaliação toxicológica para fins de segurança de uso de um agrotóxico é um ato de alta especificidade e complexidade técnica. Nesse contexto, devido a essa particularidade do processo, a avaliação é multidisciplinar e interdependente. Tal prática corrobora para a avaliação segura de um produto utilizado no processo produtivo e que pode trazer impactos à sociedade brasileira, seja por meio da exposição ocupacional ou por meio da exposição dietética aos resíduos desses produtos nos alimentos (BRASIL, 2019). A sociedade corre o risco de ingerir diferentes resíduos químicos prejudiciais à saúde humana. Com isso a sociedade fica nas mãos dos produtores agrícolas, que querem aumentar sua produtividade às custas do uso indiscriminado de agrotóxicos, e quem acaba ingerindo esses resíduos é a sociedade.


De acordo com a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 BRASIL (2019):

[...] o processo regulatório de produtos agrotóxicos é um ato complexo que envolve o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Ministério do Meio Ambiente, na figura do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Cada órgão atua analisando o pleito de registro em sua área de atuação, cabendo ao Mapa, como órgão registrante, a emissão do certificado de registro (BRASIL, 2019, p. 19).

Uma das etapas da avaliação realizada pela Anvisa consiste na avaliação do risco dietético, etapa esta em que se analisa a probabilidade de aparecimento de efeitos adversos à saúde humana, resultante da ingestão de alimentos que contenham resíduos de agrotóxicos. A partir dessa avaliação, são estabelecidos diferentes parâmetros, dentre eles, a Dose de Referência Aguda (DRA), a Ingestão Diária Aceitável (IDA) e o Limite Máximo de Resíduos (LMR) (BRASIL, 2019).

O LMR é referido por Brasil (2019) na seguinte forma:

O LMR se refere à quantidade máxima de resíduo de agrotóxico oficialmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada do agrotóxico. Ou seja, o LMR é o limite tolerável de resíduo que pode permanecer no alimento, tendo como referência as Boas Práticas Agrícolas aplicadas no campo. O LMR é expresso em miligrama de resíduo por quilograma de alimento (ANVISA, 2019).



É necessário então que os agricultores estejam atentos e bem informados quando forem utilizar agrotóxicos para que não haja tantos acidentes ao serem utilizados. Para minimizar a possibilidade de qualquer tipo de acidente, todo agrotóxico, independente da classe a que pertence, deve ser utilizado com cuidado, seguindo-se sempre as recomendações dos fornecedores e de pessoas especializadas, com o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) pelos aplicadores. Os EPI utilizados são jaleco, calça, botas, avental, respirador, viseira, touca árabe e luvas (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

2.1.1 Agrotóxicos Ilegais

Os agrotóxicos ilegais não têm esses cuidados assegurados e não passam por nenhuma avaliação, portanto, podem causar sérios problemas para a saúde humana, meio ambiente, economia, além de fomentarem o crime organizado (SPADOTTO, 2018).

No artigo do Brasil (2019) é descrito os registros de agrotóxicos em relação a validade do produto:

Diferentemente de outros produtos regulados pela Anvisa, o registro de agrotóxicos no Brasil não possui previsão legal para a sua renovação ou revalidação. Portanto, uma vez concedido, o registro de agrotóxicos possui validade indeterminada. No entanto, o conhecimento técnico-científico sobre esses produtos está em permanente evolução e, após o registro, novos aspectos e riscos podem ser identificados (ANVISA, 2019).

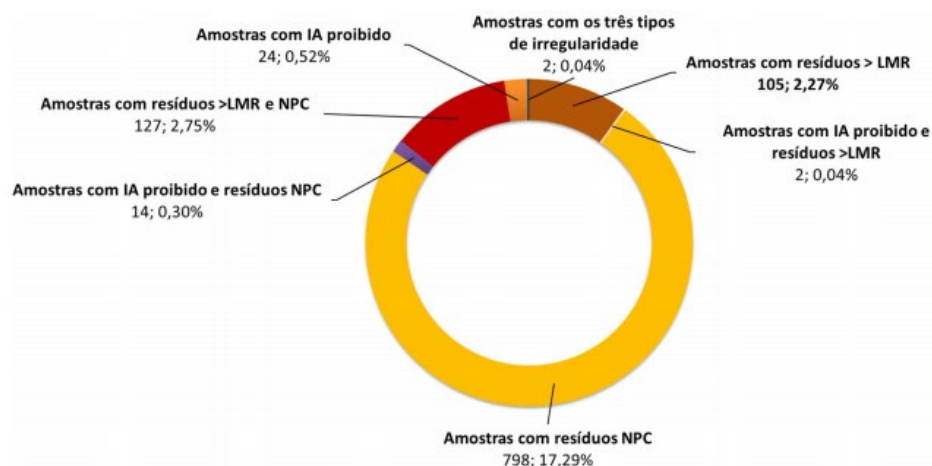
Os agrotóxicos ilegais representam em torno de 20% do mercado legal do setor no Brasil. De 2001 a 2016 as apreensões de agrotóxicos ilegais, contrabandeados e falsificados, somaram 654 toneladas (SPADOTTO, 2018). Ainda de acordo com o autor, para se obter um agrotóxico a ser usado nas lavouras é intencionalmente acrescentado outros componentes na formulação, para melhorar as características do produto final. Também podem existir componentes “não intencionais” ou “contaminantes” nas formulações.

O PARA determinou resíduos de agrotóxicos nos alimentos em todas as regiões do país. As coletas dos alimentos são realizadas pelas Vigilâncias Sanitárias Estaduais e Municipais de acordo com princípios e guias internacionalmente aceitos, como o Codex Alimentarius. Este documento recomenda que a coleta seja feita no local em que a população adquire os alimentos, com vistas a obter amostras com características semelhantes ao que será consumido. De acordo com o PARA Anvisa (2019) essas coletas devem ser realizadas da seguinte forma:

Para tanto, as coletas são realizadas semanalmente no mercado varejista, como supermercados e sacolões, seguindo programação que envolve seleção prévia dos pontos de coleta e das amostras a serem coletadas. As análises laboratoriais dos alimentos, por sua vez, são realizadas mantendo-se as características da amostra no momento da coleta, sem qualquer procedimento de lavagem ou retirada de cascas (ANVISA, 2019).

A Figura 1 apresenta a distribuição das amostras insatisfatórias por tipo de irregularidade. Ressalta-se que uma mesma amostra pode apresentar mais de um tipo de irregularidade, considerando-se a detecção de múltiplos resíduos concomitantemente.

Figura 1: Distribuição das amostras insatisfatórias no ciclo 2017/2018 de acordo com o tipo de irregularidade identificada (nº de amostras; % em relação ao total de amostras analisadas).



Legenda: IA (Ingrediente Ativo); LMR (Limite Máximo de Resíduos); NPC (Não Permitidos para a Cultura).

Fonte: PARA e Brasil (2019).

De acordo com a Figura 01 acima e os dados analisados do programa PARA foram analisadas um total de 4.616 amostras, sendo que 250 do total de amostras apresentaram resíduos em concentrações acima do LMR e 941 do total de amostras apresentou resíduos de agrotóxicos não permitidos para a cultura (NPC). Em relação aos ingredientes ativos proibidos foram encontrados em 42 amostras analisadas os ingredientes encontrados foram: fenhexamida, haloxifope-metílico, metamidofós, ometoato, pirifenoxi, procloraz e triclorfom (BRASIL, 2019).

O contrabando e a falsificação de agrotóxicos implicam em riscos à saúde humana, ameaçam a segurança alimentar e o consumidor, impõem riscos ao meio ambiente, e ainda prejudicam o mercado de trabalho (SPADOTTO, 2017).

2.2.2 Inteligência Territorial de Agrotóxicos Ilegais no Brasil

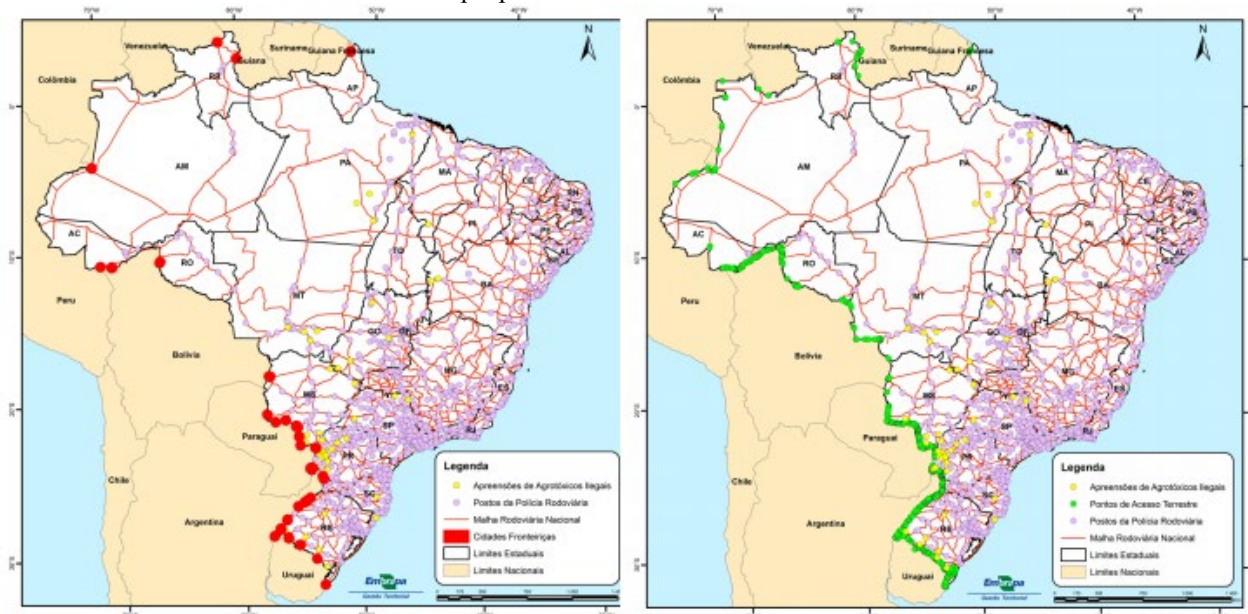
No Brasil, de 2001 a 2016 as apreensões de agrotóxicos ilegais, contrabandeados e falsificados, somaram 654 toneladas (SPADOTTO, 2018).

A EMBRAPA realizou um trabalho onde organizaram listas de ocorrências, apreensão de agrotóxicos ilegais divulgados em mídias através desses dados era possível localizar as entradas de contrabandos de agrotóxicos. É importante ressaltar que as rotas ilegais de entrada de mercadorias não se restringem às principais rodovias e caminhos clandestinos podem ser

usados. Assim, o trabalho também apresenta os pontos da fronteira brasileira onde foram identificados, por meio de imagens de satélite, caminhos de acesso terrestre entre o Brasil e os países vizinhos (SPADOTTO, 2018).

Na Figura 02 são apresentados mapas nos quais se pode identificar em vermelho cidades fronteiriças com o Brasil e em amarelo as apreensões de agrotóxicos ilegais. Em verde caminhos de acesso terrestre, que possibilitam a entrada de produtos ilegais dentro do país (FARIAS; MINGOTI; SPADOTTO, 2017):

Figura 2: Representação de cidades fronteiriças com o Brasil, apreensões de agrotóxicos ilegais e caminhos de acesso terrestre que possibilitam a entrada de contrabandos.




Legenda: cor vermelha: cidades fronteiriças com o Brasil; cor amarela: as apreensões de agrotóxicos ilegais; cor verde: caminhos de acesso terrestre, que possibilitam a entrada de produtos ilegais dentro do país.

Fonte: Embrapa Gestão Territorial-Nota Técnica/Nota Científica (2017).

As fronteiras do Estado do Rio Grande do Sul possuem características em muito distintas das demais fronteiras do país. Em verdade cada fronteira possui suas peculiaridades até mesmo dentro do mesmo estado, e os comportamentos são dependentes de diversas variáveis, como, por exemplo, tratar-se de uma fronteira seca (Sant'Ana do Livramento/ Rivera) ou de cidades separadas por vias fluviais (Uruguiana/Paso de Los Libres) (VEZZOSI, 2020).

Além disso, sucessivamente se constata mudanças comportamentais dentro de uma mesma estrutura fronteiriça, como tem ocorrido em relação à importação ilícita de agrotóxicos que vem crescendo vertiginosamente na fronteira do Brasil com o Uruguai (VEZZOSI, 2020).

Segundo Steffens (2019), o contrabando de agrotóxicos ilegais pelas fronteiras do país com preços atrativos, inexistência de receiptuários agrônômicos para aplicações de agrotóxicos



em dosagens adequadas e a não utilização de equipamentos de proteção individual para a aplicação segura dos agrotóxicos, ainda é bastante recorrente no Brasil.

Apreensão e identificação de depósitos de produtos mal embalados apresentando vazamentos de pó e líquidos tóxicos, locais absolutamente inapropriados para o armazenamento, uso desajustado muitas vezes desprezadas em leitos de rios e córregos ou em buracos cavados no solo, são apenas uma parcela das inferências identificadas (VEZZOSI, 2020).

Desta forma, a exposição aos agrotóxicos por parte dos consumidores e trabalhadores acontece, pois os mesmos estão presentes no ambiente de trabalho do agricultor e no alimento que chega à mesa da população. Aliado a este fator está o problema da contaminação por deriva, que se caracteriza pelo desvio da trajetória impedindo que o agrotóxico atinja o alvo desejado, fazendo com que áreas próximas da aplicação fiquem vulneráveis (STEFFENS, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A Metodologia empregada nessa pesquisa foi um método mais específico e subjetivo no qual foi pesquisado sobre o uso agrotóxicos ilegais e a inteligência territorial de como esse produto passa pelas fronteiras e entra no Brasil, nela são utilizados diversos autores para argumentar sobre as ideias do objeto estudado (uma pesquisa bibliográfica). Com isso pôde-se coletar dados e reuni-los para analisar informações sobre inteligência territorial e o uso de agrotóxicos ilegais.

A pesquisa bibliográfica para De Souza e colaboradores (2021) está inserida principalmente no meio acadêmico e tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas, sobre a teoria que irá direcionar o trabalho científico o que necessita uma dedicação, estudo e análise pelo pesquisador que irá executar o trabalho científico e tem como objetivo reunir e analisar textos publicados, para apoiar o trabalho científico.

Para obter os dados, foram feitas pesquisas bibliográficas para verificar a participação da sociedade brasileira, as pesquisas utilizadas etc. utilizando artigos, revistas, reportagens e sites, onde será possível analisar gráficos e mapas que abordem a inteligência territorial e resíduos de agrotóxicos ilegais ou acima do permitido encontrados nos alimentos. Com caráter descritivo; nessa pesquisa de ação; foi inserido um objeto de estudo, sendo este analisar e interferir no assunto e apontar as consequências do uso de agrotóxicos ilegais e mostrar como funciona o contrabando desses produtos no Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Limites da inteligência territorial no monitoramento da entrada de agrotóxicos ilegais no Brasil

Na pesquisa de Fiorotti (2021) foram feitas entrevistas com alguns produtores rurais envolvidos no contrabando de agrotóxicos ilegais. Esses faziam a compra e utilização desses agrotóxicos na fronteira do Paraguai com o Brasil, esses produtores utilizavam os velhos saberes sobre a produção vindo de seus antepassados para recuperar ou adaptar suas terras para as novas exigências do “mercado dos orgânicos”. Esses produtores realizavam essa compra pois havia um desvio de informação sobre o produto que os mesmos utilizavam, além disso, é um meio mais rápido sem burocracias de licenciamento e nota fiscal.


O uso dos agrotóxicos “contrabandeados”, faz-se presente nos processos de produção em suas pequenas propriedades como respostas às pressões sofridas com o agronegócio. Tais respostas buscam burlar parte das normas e critérios de controle da produção em território brasileiro. Os pequenos produtores e os trabalhadores rurais responsáveis pela aplicação direta ficam vulneráveis aos efeitos dos agrotóxicos, seja eles regulamentados ou não (FIOROTTI, 2021).

O estado do Rio Grande do Sul também é afetado pelos modus operandi dos contrabandistas, que fazem entrada pelo Uruguai. A rota usada a partir de desembarques nos portos chilenos de Antofagasta e Iquique fazem o caminho inverso da Bioceânica, que pretendem elevar a exportação brasileira para Ásia com isso, o contrabando desses produtos só crescem ainda mais, observe a Figura 03. O presidente do IDESF afirma que os contrabandistas usam a mesma logística utilizada no transporte de drogas, porém a sofisticação das quadrilhas de agroquímicos andam se mostrando mais elaboradas (RODRIGUES, 2021).

Figura 3: Mapa de incidência de apreensões no Brasil.



Fonte: Campo Grande News (RODRIGUES, 2021).



No ano de 2022 no município de Campo Novo do Parecis (MT) em uma ação conjunta MAPA e do Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (Indea-MT) apreendeu 4,2 mil toneladas de feijão-caupi (feijão-de-corda), com resíduo de herbicida proibido por cultura. A ação foi realizada após investigações sobre a origem de feijão-caupi contaminado e atacadistas e distribuidores deste alimento. A mercadoria é referente à safra de 2021 e equivale a 140 carretas carregadas com o produto. Novas fiscalizações serão realizadas tanto em feijão comum como feijão-caupi. Em Mato Grosso, serão realizadas novas ações conjuntas nos demais municípios produtores, além de etapas para identificar a origem da contaminação no campo por meio de fiscalização dos produtores de feijão-caupi que entregaram estes grãos durante a safra passada (TÁVORA, 2022).

4.1.1 Informações sobre o uso de agrotóxicos ilegais, relacionando com questões ambientais, criminalística, legislativa e de saúde pública

Como resultado dessa pesquisa, foram analisadas informações bibliográficas sobre o uso de agrotóxicos ilegais quanto aos riscos que os mesmos oferecem ao meio ambiente como contaminação ao solo, questões criminalísticas, legislativa e de saúde pública. Um agrotóxico é considerado ilegal através de várias práticas, tais como: quando é falsificado, contrabandeado, quanto o produtor adquire um produto falsificado acreditando ser o original, é roubado ou furtado, o produto é registrado para uma determinada finalidade quando na prática é utilizado para outra, comercializado e utilizado sem registro.

Foi analisado e estudado o banco de dados construído por Moraes (2021) que é constituído por 1.360 coletas de laudos periciais da Polícia Federal Brasileira no período de 2008 a dezembro de 2018. Foram feitas análises químicas em laboratórios da Polícia Federal, as abordagens e apreensões foram realizadas tanto por essa entidade e também por outros órgãos federais.

Na Tabela 1 são apresentados os números de apreensões e produtos apreendidos por ano, totalizando então 3.690 observações:

Tabela 1: Número de ações de apreensão e produtos apreendidos, por ano.

NÚMERO DE AÇÕES DE APREENSÃO E PRODUTOS APREENDIDOS, POR ANO			
Ano	Ações de apreensão	Total de produtos apreendidos	Produtos que provavelmente foram contrabandeados
Antes de 2007	5	19	18
2007	33	145	104
2008	114	281	253
2009	132	366	310
2010	129	348	308
2011	163	436	384
2012	136	478	391
2013	80	295	265
2014	71	188	176
2015	91	258	203
2016	122	315	289
2017	154	411	358
2018	76	147	143
Ano não consta no laudo	1	3	0
Total	1.307	3.690	3.202

Fonte: Moraes (2021).

Analisando a Tabela 1 pode-se concluir que no ano de 2011 foi o ano em que teve maior ações de apreensões, havendo uma diminuição até o ano de 2016. No ano de 2017 já houve um número maior de ações de apreensões. O período com maior número de produtos apreendidos foi em 2011-2012 que também foi um aumento de produtos que provavelmente foram contrabandeados, pois quando os produtos eram apreendidos, entre eles pode haver produtos que não eram contrabandeados.

Para verificar se o contrabando é causado por diferenças de preço ou pela proibição de certos ingredientes ativos no Brasil, calculou-se também o percentual de agrotóxicos apreendidos que continham ingredientes ativos proibidos no país. De um total de 1.366 produtos apreendidos e identificados como agrotóxicos, 97% possuíam ingredientes ativos cujo uso estava autorizado no Brasil até dezembro de 2019 (MORAES, 2021).

Pode-se observar na Tabela 2 que os princípios ativos carbofurano e aldicarbe usados como raticidas foram os que mais estavam presentes nos produtos analisados.

Tabela 2: Agrotóxicos apreendidos, proporção de produtos com ingredientes ativos autorizados ou proibidos no Brasil.

AGROTÓXICOS APREENDIDOS: PROPORÇÃO DE PRODUTOS COM INGREDIENTES ATIVOS AUTORIZADOS OU PROIBIDOS NO BRASIL		
Ingrediente Ativo	Número	Porcentual
Autorizado no Brasil	1.332	97,5
Proibido no Brasil	32	2,4
Carbofurano	19	1,4
Aldicarbe	9	0,7
Produto nem autorizado nem proibido no Brasil	2	0,1
Total	1.366	*

Fonte: Moraes (2021).

O Carbofurano é um agente químico que age como inseticida, cupinicida, acaricida e pesticida, com uso na agricultura e aplicação em diversas hortaliças, frutas e grãos. Após todas as análises realizadas, a Anvisa concluiu que o uso regular de Carbofurano resulta em níveis de resíduos em alimentos e, principalmente, na água, que representam risco dietético agudo à população brasileira, de efeitos neurotóxicos. O produto também tem potencial de causar toxicidade para o desenvolvimento de seres humanos, que incluem efeitos teratogênicos funcionais (dano ao feto durante a gravidez) e comportamentais (BRASIL, 2018).

Segundo a ANVISA, os motivos do banimento do aldicarbe do mercado nacional estão relacionados à alta incidência de intoxicações humanas e de envenenamento de animais, devido ao desvio de uso do referido agrotóxico (BRASIL, 2015). O principal motivo para o contrabando são preços baixos inferiores aos de produtos comercializados no Brasil, havendo a opção de se comprar legalmente, mas preços inferiores foram atrativos para que fosse feita a compra pelo mercado ilegal.

A Câmara dos Deputados aprovou no dia 09 de maio de 2022 o projeto de lei que fixa prazo para a obtenção de registro de agrotóxicos no Brasil; centraliza no Ministério da Agricultura as tarefas de fiscalização e análise desses produtos para uso agropecuário. São novas regras para o monitoramento e fiscalização de resíduos de pesticidas em produtos vegetais, quem comercializar produtos com resíduos terá que recolher todo lote comercializado.

A Polícia Civil de Goiás deflagrou operação com o objetivo de reprimir o armazenamento de produtos nocivos em condições ilegais e de apurar a suspeita de adulteração de sinais identificadores de maquinários agrícolas, em Itumbiara. A operação, que foi batizada como Vetus Notitia, foi às ruas no dia 21 de Junho de 2022.

Em uma propriedade rural de Itumbiara, constatou-se o armazenamento de produtos nocivos (agrotóxicos, inclusive parte deles vencidos) em condições ilegais, em razão do descumprimento de normas regulamentares a Agência Goiana de Defesa Agropecuária (AGRODEFESA) foi acionada e compareceu ao local. Havia cerca de 1,5 mil litros de agrotóxico irregular. Um homem foi preso em flagrante delito e as investigações prosseguem, com vistas à identificação de demais envolvidos no crime. Ele foi preso em flagrante delito, autuado por crime ambiental e por receptação (TERRA, 2022).

4.1.2 Dados sobre a reclassificação e reavaliação toxicológica de agrotóxicos


Como os produtos ilegais não passam pela avaliação da ANVISA, não há como garantir a segurança dos produtos, pois não é realizada a análise toxicológica para os seres humanos. Em 2019 a ANVISA publicou no Diário Oficial da União a reclassificação toxicológica dos agrotóxicos já registrados no Brasil. Essa medida ocorre em razão do novo marco regulatório do setor, que atualizou e tornou mais claros os critérios de avaliação e de classificação toxicológica de agrotóxicos no país, no total de 1.942 produtos foram avaliados pela Agência, sendo que 1.924 foram reclassificados (Figura 04) com as novas atualizações (BRASIL, 2019).

Figura 4: Quadro com as classes toxicológicas.

	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	CATEGORIA 5	NÃO CLASSIFICADO
	EXTREMAMENTE TÓXICO	ALTAMENTE TÓXICO	MODERAMENTE TÓXICO	POUCO TÓXICO	IMPROVÁVEL DE CAUSAR DANO AGUDO	NÃO CLASSIFICADO
PICTOGRAMA					Sem símbolo	Sem símbolo
PALAVRA DE ADVERTÊNCIA	PERIGO	PERIGO	PERIGO	CUIDADO	CUIDADO	Sem advertência
CLASSE DE PERIGO						
Oral	Fatal se ingerido	Fatal se ingerido	Tóxico se ingerido	Nocivo se ingerido	Pode ser perigoso se ingerido	-
Dérmica	Fatal em contato com a pele	Fatal em contato com a pele	Tóxico em contato com a pele	Nocivo em contato com a pele	Pode ser perigoso em contato com a pele	-
Inalatória	Fatal se inalado	Fatal se inalado	Tóxico se inalado	Nocivo se inalado	Pode ser perigoso se inalado	-
COR DA FAIXA	Vermelho PMS Red 199 C	Vermelho PMS Red 199 C	Amarelo PMS Yellow C	Azul PMS Blue 293 C	Azul PMS Blue 293 C	Verde PMS Green 347 C

Fonte: Colasso (2019).

O rótulo e a bula, passarão a apresentar pictogramas, palavra de advertência e frases de perigo. Alguns produtos tiveram alteração na cor da faixa toxicológica, mas isso não interfere na eficiência do defensivo. A cor da faixa não mais inclui os efeitos de irritação ocular e dérmica, que serão comunicados separadamente, com suas respectivas frases de perigo, palavra de advertência e pictogramas, quando houver, na coluna direita do rótulo (CROPLIFE, 2020).



De acordo com uma notícia publicada pela CROPLIFE (2021) a ilegalidade do agrotóxico se tornou um problema grave no Brasil. O Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social de Fronteiras (IDESF) estima que os ilegais representam 25% do mercado total de agrotóxicos no país. E para aqueles que descumprirem a legislação, estão previstas sanções administrativas (com penas aplicadas pelo Ministério da Agricultura) e penais (por meio de ação criminal proposta pelo Ministério Público), que variam de acordo com a infração.

Quando analisado os dados do programa da Anvisa PARA das amostras analisadas em 2017-2018 foi observada a detecção de agrotóxicos que passaram pelo procedimento de reavaliação toxicológica com isso pode se concluir pela manutenção do registro do ingrediente ativo sem alterações, pela alteração da formulação, da dose ou do método de aplicação, pela restrição da produção, da importação da comercialização ou do uso, pela proibição ou suspensão da produção, importação ou uso, ou pelo cancelamento do registro.

Depois da fiscalização do período de consulta pública, a ANVISA realiza análise e compilação das contribuições recebidas e elabora uma nota técnica final, com o resultado da reavaliação toxicológica dos riscos à saúde humana daquele agrotóxico. O resultado da reavaliação é discutido com o MAPA e IBAMA durante a Reunião da Comissão de Reavaliação.

A reclassificação foi necessária pois com o novo marco regulatório do setor, o Brasil passou a adotar os parâmetros de classificação toxicológica de agrotóxicos com base nos padrões do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos. Com isso, o Brasil passou a ter regras harmonizadas com as de países da União Europeia e da Ásia, entre outros, fortalecendo a comercialização de produtos nacionais no exterior (BRASIL, 2019).

Com isso, é observada a importância da reavaliação toxicológica tanto por meio ambiental e por meio da saúde humana. No total foram analisados pela ANVISA 1.942 produtos, sendo que 1.924 foram reclassificados. Desses, 43 produtos foram enquadrados na categoria de produtos extremamente tóxicos, 79 na de altamente tóxicos, 136 na categoria de moderadamente tóxicos, 599 na de pouco tóxicos e outros 899 foram classificados como produtos improváveis de causar dano agudo e os outros 168 produtos, ainda, foram categorizados como “não classificados” (BRASIL, 2019).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho de revisão realizado, foi possível observar e identificar através de mapas, as fronteiras mais utilizadas para entradas de agrotóxicos ilegais e também coletar informações de como eles entram no Brasil e são transportados e distribuídos, e a quantidade de apreensões feitas de agrotóxicos ilegais. Verificou-se que essas ocorrências foram maiores nos anos de 2011 e 2017.

Foram coletados também dados mais atuais como da safra de feijão-caupi nesse ano de 2022 pelo uso exagerado de agrotóxico nesse alimento que pode trazer vários riscos à saúde humana. Nota-se que o contrabando de agrotóxicos está tão sério quanto o dos produtos entorpecentes mais contrabandeados.

Os princípios ativos proibidos pela ANVISA presentes em contrabandos e utilizados ilegalmente por agricultores chamam a atenção especialmente para os pequenos agricultores.

Verifica-se a relevância da nova avaliação e reclassificação toxicológica dos agrotóxicos que agora apresentam palavras e cores de advertência em seus rótulos e bulas o que ajuda a prevenir que sejam utilizados incorretamente evitando intoxicações.

Com o contrabando, os agrotóxicos chegam às mãos dos produtores rurais mais baratos que os legalizados, e com o aumento do dólar e aumento da demanda agrícola, encareceu ainda mais os produtos legalizados, que são importados. Isso abre portas para a ilegalidade, facilitada pela fragilidade fronteiriça.

É importante que haja mais barreiras de fiscalização, pois além de ser usado o meio terrestre para o contrabando, os contrabandistas também estão usando meios aéreos, como aeroportos clandestinos e meios fluviais, através de barcos de pequeno porte como se fosse uma forma de disfarce para a fiscalização. Uma fiscalização mais eficiente é necessária, para maior controle das fronteiras e dos crimes relacionados aos agrotóxicos, que podem interferir diretamente na saúde das pessoas e do ambiente.

REFERÊNCIAS

BESERRA, W. R. Os agrotóxicos como tema gerador para o ensino de ciências/química na comunidade rural do Distrito Viana, **município de Bonito de Santa Fé-PB**. 2019.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012. Disponível em: < http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

BRASIL. ANVISA. Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2019. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/resultado-debusca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=5578706&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=publicadareclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos-&inheritRedirect=true. Acessado em: Mai. 2022.

BRASIL. ANVISA. Agências de Vigilâncias Sanitárias *et al.* Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). **Relatório das Amostras Analisadas no período de 2017-2018. Primeiro ciclo do Plano Plurianual 2017-2020**. Brasília, 10 de dezembro de 2019. Disponível em: < <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-deresiduos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>>. Acessado em: Jul. 2021.

BRASIL. ANVISA. Agrotóxico utilizado como chumbinho é retirado do mercado brasileiro. **Ministério da Saúde**, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticiasanvisa/anos-anteriores/agrotoxico-utilizado-como-chumbinho-e-retirado-do-mercado-brasileiro>. Acessado em: Mai. 2022.

BRASIL. ANVISA. Termina prazo de descontinuação do uso de Carbofurano. **Ministério da Saúde**, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticiasanvisa/2018/termina-prazo-de-descontinuacao-do-uso-de-carbofurano>. Acessado em: Mai. 2022.

BRASIL. ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). **Ministério da Saúde**, 2020. Disponível em:< <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos>>. Acessado em: Mai. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de Janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=4074&ano=2002&ato=dbdQTR61UNNpWTbb6>. Acessado em: Mai. 2021.

CANAL AGRO. **AGROTÓXICOS ilegais: entenda quais são os riscos**, 2019. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/saude-no-campo/agrotoxicos-ilegais-riscos-entenda/>. Acessado em: Mai. 2021.

COLASSO, C. Classificação Toxicológica de Agrotóxicos: ANVISA aprova novo marco regulatório. **Chemical Risk**, 2019. Disponível em:< <https://www.chemicalrisk.com.br/classificacao-toxicologica-de-agrotoxicos/>>. Acessado em: Jun. 2022.

CROPLIFE. BRASIL. Defensivos químicos ilegais: um problema para toda a sociedade, 2021. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/defensivos-quimicos-ilegais-umproblema-para-toda-a-sociedade/>. Acessado em: Mai. 2022.

CROPLIFE. BRASIL. **Nova classificação toxicológica dos defensivos**, 2020. Disponível em: < <https://croplifebrasil.org/publicacoes/nova-classificacao-toxicologica-dos-defensivos/>>. Acessado em: Mai. 2022.

EMBRAPA. **Perguntas e respostas sobre o uso do Benzoato de Emamectina**, 2013. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/perguntas-e-respostas-sobre-o-uso-do-benzoato-deemamectina>>. Acessado em: Mai. 2022.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; SPADOTTO, C. A. Inteligência territorial no monitoramento da entrada de agrotóxicos ilegais no Brasil. **Embrapa Gestão Territorial-Nota Técnica/Nota Científica**, 2017.

FIOROTTI, C. Os usos de agrotóxicos “contrabandeados” na fronteira Brasil-Paraguai e as experiências dos pequenos produtores rurais no Paraná (1960-2018). **Tempos Históricos**, n. 2, p. 129-161, 2021. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8889640>>. Acessado em: Abr. 2023.

FRAGA, W. G. *et al.* O. Identificação dos principais ingredientes ativos em agrotóxicos ilegais apreendidos pela Polícia Federal do Brasil e quantificação do Metsulfurom-metílico e Tebuconazol. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 561-575, 21 jan. 2016. Disponível em: < <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/891/732>>. Acessado em: Abr. 2023.

IDESF. Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social de Fronteiras. **O Contrabando de Defensivos Agrícolas no Brasil**. 24 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.idesf.org.br/2019/06/24/o-contrabando-de-defensivos-agricolas-no-brasil/>. Acessado em: Abr. 2023.

LEMOS, V. F.; CARVALHO, A. C. B.; ORTIZ, R. S. Perfil nacional de apreensões de agrotóxicos pela Polícia Federal. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 7, n. 1, p. 21-25, 2018. Disponível em: < <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/258/pdf>>. Acessado em: Abr. 2023.

MORAES, R. F. Contrabando de agrotóxicos no Brasil: **O perigo é real? uma análise com base em laudos periciais de produtos apreendidos (2008-2018)**. Texto para Discussão, 2021.

RODRIGUES, N. Agrotóxicos fazem 'caminho inverso' da Bioceânica e contrabando cresce. **Campo Grande News**, 2021. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/brasil/cidades/agrotoxicos-fazem-caminho-inverso-dabioceanicaecontrabandocresce#:~:text=Agrot%C3%B3xicos%20fazem%20'caminho%20inverso%20da%20Bioce%C3%A2nica%20e%20contrabando%20cresce,-Apenas%20pelo%20DOF&text=Caminh%C3%B5es%20lotados%20de%20entorpecentes%20C%20como,rodovias%20sul%2Dmato%2Dgrossenses>. Acessado em: Mai. 2022.

SALLES, C. Brasil consome 14 agrotóxicos proibidos no mundo. **Jusbrasil**, 2014. Disponível em: <https://carollinasalle.jusbrasil.com.br/noticias/113703087/brasil-consome-14-agrotoxicos-proibidos-no-mundo>. Acessado em: Ago. 2022.

SAVOY, V. L. T. Classificação dos agrotóxicos. **Biológico**. São Paulo, v. 73, n. 1, p. 91-92, 2011. Disponível em: < http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v73_1/savoy_palestra.pdf>. Acessado em: Abr. 2023.

SERGIO, P. Câmara aprova projeto que altera regras de registro de agrotóxicos. **Agência Câmara de Notícias**, 2022. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/849479-camara-aprova-projeto-que-altera-regras-de-registro-de-agrotoxicos/>>. Acessado em: Jun. 2022.

SOUSA, A. S.; DE OLIVEIRA, G. S.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021. Disponível em: < <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/issue/view/141>>. Acessado em: Abr. 2023.

SPADOTTO, C. **A Geografia dos Agrotóxicos Ilegais**. Conselho Científico Agro Sustentável, 2018. Disponível em:< <https://agriculturasustentavel.org.br/a-geografia-dos-agrotoxicos-ilegais>>. Acessado em: Jun. 2021.

SPADOTTO, C. **Apreensões de Agrotóxicos Ilegais**. Conselho Científico Agro Sustentável, 2017 Disponível em: < <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/apreensoes-de-agrotoxicosilegais>>. Acessado em: Jun. 2021.

SPADOTTO, C. **Agrotóxicos Ilegais**. Conselho Científico Agro Sustentável, 2017. Disponível em:< <https://agriculturasustentavel.org.br/agrotoxicos-ilegais>>. Acessado em: Jun. 2021.

SIGMAALDRICH. **Endosulfan**. Disponível em: https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/product/sial/33385?gclid=Cj0KCQjw_7KXBhCoARIsAPdPTfgmcSF_SrxZl8ff7ef8CIsjRmg2vRsSgGFCgEDTDRIXGdUYV854sAaArK6EALw_wcB. Acessado em: Jun. 2022.

STEFFENS, A. **Geotecnologias aplicadas na fiscalização de agrotóxicos**. 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3108/1/STEFFENS.pdf>. Acessado em: Jun. 2022.

TÁVORA, P. **Mais de 4 mil toneladas de feijão-caupi com resíduo de agrotóxico proibido é apreendido em ação conjunta em Mato Grosso**. Governo do Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mais-de-4-mil-toneladas-de-feijao-caupicom-residuo-de-agrotoxico-proibido-e-apreendido-em-acao-conjunta-no-mato-grosso> . Acessado em: Jun. 2022.

TERRA. **Polícia apreende 10 maquinários agrícolas e agrotóxicos ilegais em Itumbiara (GO)**. Mais Goiás, 2022. Disponível em: <https://www.maisgoias.com.br/policia-apreende-10-maquinarior-agricolas-e-agrotoxicos-ilegais-em-itumbiara-go/>. Acessado em: Jun. 2022.

VEZZOSI, S. W. **Impactos socioambientais decorrentes do uso de agrotóxicos oriundos de contrabando**. 2020, 124p. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Direito da UFSM) - Universidade Federal de Santa Maria, 2020.

CAPÍTULO 12

RELAÇÃO PESO-COMPIMENTO DE *MUGIL CUREMA* (PISCES, MUGILIFORMES) NO ESTUÁRIO DO RIO PACIÊNCIA, MARANHÃO, BRASIL

Thalline Santos Diniz
Yago Bruno Silveira Nunes
Ladilson Rodrigues Silva
Geisiane Silva Sousa
Maria Tatielle Gomes da Silva
Marina Bezerra Figueiredo

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar as características morfométricas e merísticas da tainha adquirida no município de Raposa – MA. Para a realização da pesquisa foram adquiridos 30 exemplares de tainha (*Mugil curema*). Posterior a isso, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Zoologia, localizado no prédio de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão, onde foram obtidos os dados morfométricos, sendo eles: comprimento total (cm), padrão (cm), furcal (cm), peso total (g) e peso eviscerado (g). Os resultados obtidos das análises foram plotados em tabelas e a partir dos mesmos foram gerados gráficos com a finalidade de obter uma distribuição dos parâmetros morfométricos observados. A tainha com menor comprimento apresentou 16,5 cm e o maior apresentou 26 cm, com média e desvio padrão de $\bar{X} = 19,6 \pm 1,65$ cm. Quanto ao peso, o menor registro foi de 40 g e o maior de 105 g com média e desvio padrão de $\bar{X} = 68,8 \pm 16,82$ g. A espécie apresentou alometria negativa o que caracteriza a espécie com peixe longo que cresce mais em comprimento que em peso. É importante enfatizar que essas análises devem ser feitas com uma certa periodicidade de forma a contribuir para os estudos de dinâmicas populacionais e para que se possa fazer o monitoramento de várias espécies, dentre elas a tainha, e assim criar medidas que possam garantir a manutenção e estoque pesqueiro.

PALAVRAS-CHAVE: Pesca. Peixe. Raposa. Tainha.

1. INTRODUÇÃO

O pescado enquadra os organismos aquáticos de água doce ou salgada, sendo eles peixes, moluscos, crustáceos, anfíbios, quelônios e mamíferos, desde que sirvam para consumo humano (CIOLA, 2015). Dito isso, o pescado pode ser considerado como um dos grandes protagonistas do alimento funcional, mesmo sendo rejeitado por alguns públicos, como por exemplo crianças. Além do peixe oferecer inúmeras vantagens, é possível também adquirir de forma saudável uma proteína de excelente qualidade e fácil digestão (SOUSA *et al.*, 2018).

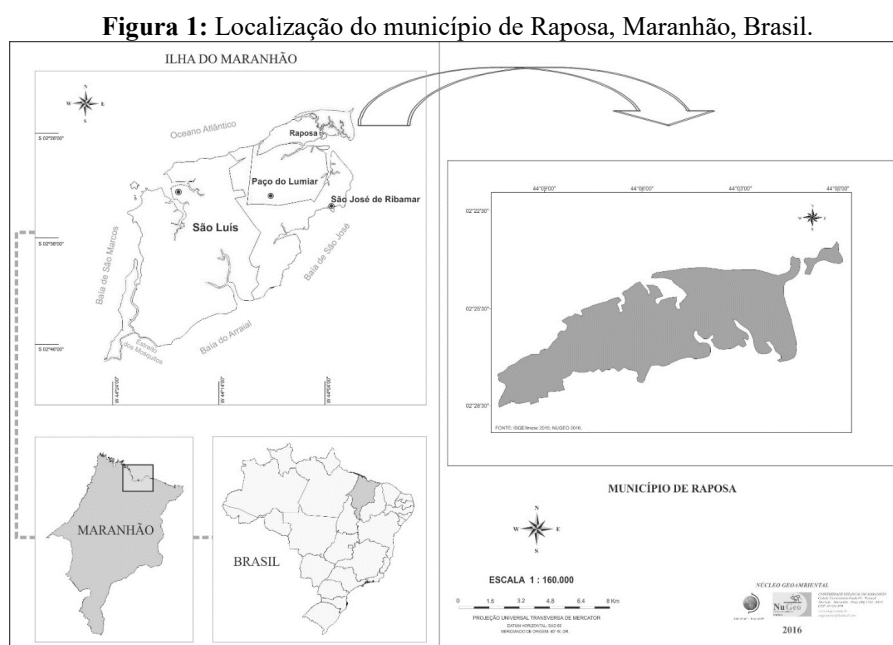
Dentre o pescado, a tainha (*Mugil curema*) se destaca por apresentar alto valor nutritivo, rápida digestão, composição química necessária para à alimentação humana, abundância no ambiente marinho. A tainha pertence à família Mugilidae, é encontrada em quase toda a costa do Maranhão ao Rio Grande do Sul, presente em águas tropicais e subtropicais, e basicamente em águas costeiras e estuarinas (TORRES *et al.*, 2008) se configurando como uma espécie economicamente importante (NUNES *et al.*, 2020). Para a captura desse organismo,

normalmente é utilizado barcos com 7 metros de comprimento e motores de 11 Hp e as artes de pesca mais comuns são a rede de arrasto e o espinhel, numa comunidade pesqueira na região Metropolitana de São Luís do Maranhão (NUNES *et al.*, 2019). Tendo em vista a crescente demanda por alimentos oriundos do pescado, vem ocorrendo um aumento no esforço de pesca sobre os estoques, nesse caso em particular, a tainha. Dessa forma, o recrutamento de novos indivíduos acaba sendo inferior ao que deveria ser, levando assim a sobrexploração (CHIBA *et al.*, 2012).

Uma das formas de amenizar o problema da sobrepesca, seria estudos voltados para a dinâmica populacional, tendo isso como base, uma ferramenta muito utilizada que é a relação peso/comprimento, método utilizado em análises quantitativas para o fornecimento de informações biológicas da espécie. As variáveis peso e comprimento são indicadores de bem-estar geral dos indivíduos em estudo, evidenciando assim, possíveis alterações de metabolismo, podendo este estar relacionado com o acúmulo de gordura ou desenvolvimento gonadal, além disso, as duas variáveis podem ser descritas matematicamente (CANTANHÊDE *et al.*, 2007). O objetivo do presente estudo foi avaliar as características morfométricas e merísticas da tainha adquirida no município de Raposa – MA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

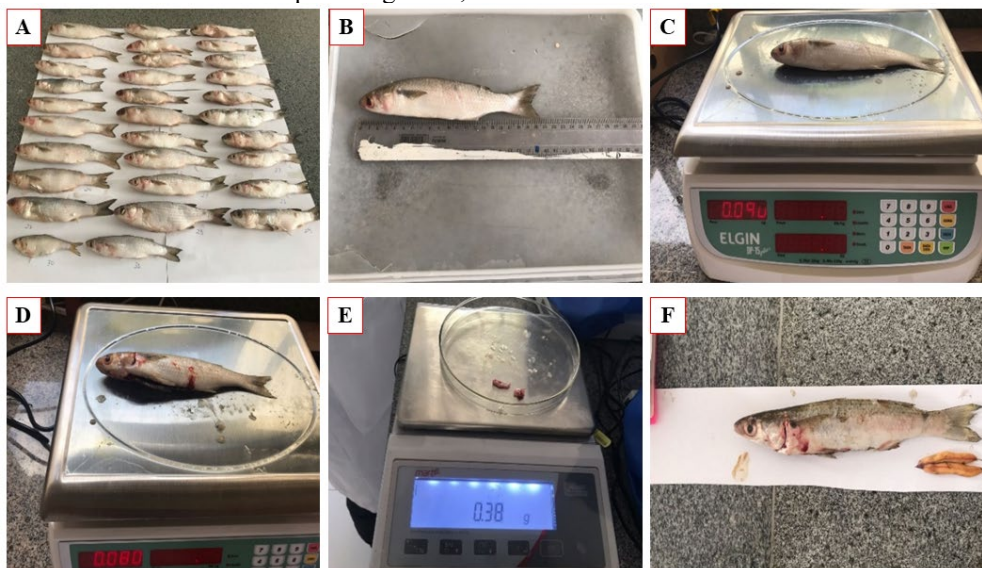
Para a realização do estudo foram adquiridos 30 exemplares de tainha (*Mugil curema*) no município de Raposa que fica localizado a 30 km do centro de São Luís, capital do estado do Maranhão, entre as coordenadas de 02° 25' 22" S e 44° 05' 21" W (fig. 1).



Fonte: Nugeo (2016).

Após capturadas, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Zoologia, localizado no prédio de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão, onde foram medidos os dados morfométricos, sendo eles: comprimento total (cm), padrão (cm), furcal (cm), peso total (g) e peso eviscerado (g) (fig. 2). Para a aferição dos parâmetros morfométricos, foram utilizadas uma régua milimetrada e para pesagem, foi utilizada uma balança analítica.

Figura 2: A – 30 exemplares de tainha; B – análise de comprimento; C – peso total; D – peso eviscerado; E – peso da gônada; F – tainha eviscerada.



Fonte: Diniz *et al.* (2016).

Os dados morfométricos da espécie, comprimento total (Lt) e peso total (Wt), foram utilizados para a construção da curva de crescimento em peso, esta foi obtida pelo método dedutivo, a partir das expressões matemáticas da curva de crescimento em comprimento e da relação peso/comprimento, seguindo metodologia adotada por Beverton e Holt (1957) *apud* Castro (1998). Os dados de comprimento total (Lt) e peso total (Wt), foram plotados em gráficos de dispersão, sendo os parâmetros **a** e **b** dessa relação, estimados pelo método dos mínimos quadrados, como descreve a função:

$$Wt = a \times Lt^b, \text{ onde:}$$

Wt é o peso total; Lt é o comprimento total; a e b, fator de condição e o coeficiente angular da curva de potência ou coeficiente de alometria, respectivamente (LE CREN, 1951). O coeficiente de determinação (r^2) foi calculado para expressar a proporcionalidade de variação total do peso (variável dependente) que é explicada pela variação do comprimento (variável independente). Além disso, o comprimento total, foi utilizado para elaboração gráfica de

distribuição de frequência relativa por classes de comprimento. A construção dos gráficos (dispersão e distribuição de classes), foram feitas no programa Microsoft® Excel®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados biométricos dispostos na tabela 1 demonstram que a tainha com menor comprimento apresentou 16,5 cm e o maior apresentou 26 cm, com média e desvio padrão de $\bar{X} = 19,6 \pm 1,65$ cm. Quanto ao peso, o menor registro foi de 40 g e o maior de 105 g com média e desvio padrão de $\bar{X} = 68,8 \pm 16,82$ g.

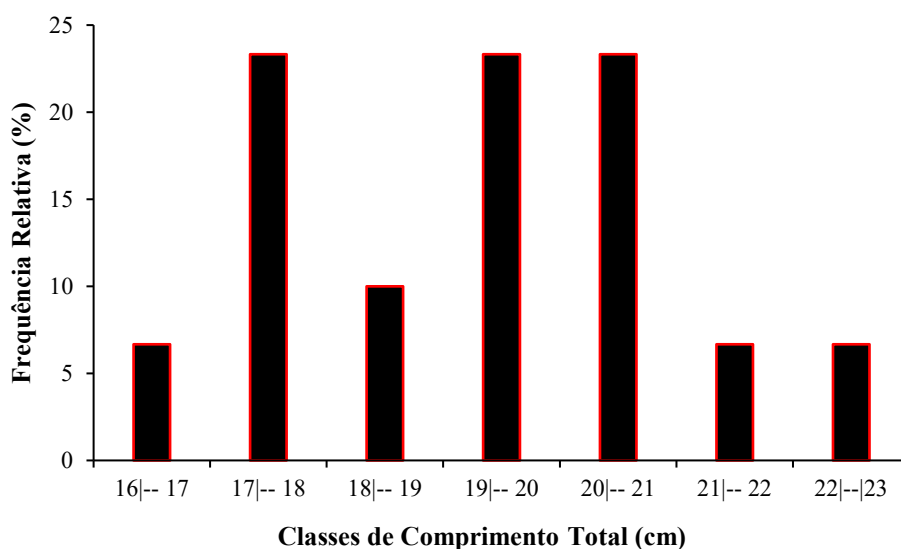
Tabela 1: Dados biométricos do *Mugil curema* capturadas no estuário do rio Paciência – MA.

Espécie	Comprimento Total (cm)			Peso Total (g)			Nº
	Mínimo	Máximo	Média ± DP	Mínimo	Máximo	Média ± DP	
<i>Mugil curema</i>	16,5	23	19,6 ± 1,65	40	105	68,8 ± 16,82	30

Fonte: Diniz *et al.* (2016).

A maior frequência de classes de comprimento da tainha (fig. 3) esteve concentrada nas faixas que variam de 17, 19 e 20 cm totalizando 70% dos organismos. A menor frequência observada esteve concentrada nas classes de 16, 21 e 22 cm, ambos com 7%.

Figura 3: Distribuição do comprimento total da tainha capturada no estuário do rio Paciência – MA.



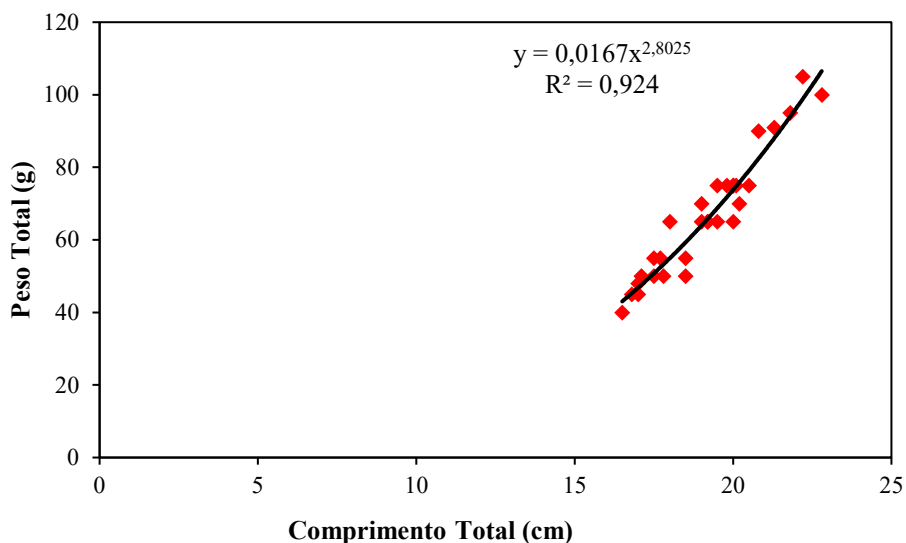
Fonte: Diniz *et al.* (2016).

Na distribuição de frequência por classe de comprimento da tainha, notou-se ausência de indivíduos com comprimentos acima dos 30 cm. Ressalta-se que os motivos para a não abrangência de todas as faixas de comprimento pode ser decorrente do tipo de arte de pesca utilizado ou até mesmo fatores como, a migração dos organismos em busca de alimentos, dentre outros (MEYER *et al.*, 2010).

A relação entre peso e comprimento dos organismos, é uma importante ferramenta aplicada e utilizada em estudos de dinâmica populacional, isto deve-se ao fato do coeficiente alométrico (b) indicar a taxa de peso ganho durante o crescimento. Este tipo de estudo contribui significativamente em análises quantitativas de populações naturais para o fornecimento de informações biológicas sobre as espécies estudadas, utilizando a conversão de dados morfométricos (peso e comprimento). Uma boa relação entre essas variáveis, pode ser observada quando o coeficiente de determinação for próximo ao valor máximo ($R^2 = 1$) (SILIPANDRE, 2009; ARAÚJO *et al.*, 2011).

A relação peso (W_t) e comprimento (L_t) proposta para a espécie *Mugil curema* (fig. 4), resultou em alometria negativa ($b < 3$). Segundo Araújo *et al.* (2011), tal resultado indica que há um crescimento maior em comprimento do que em peso. O valor obtido pelo coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,924, que demonstra que as variáveis apresentaram uma boa relação de proporcionalidade entre si, ou seja, a variável dependente consegue ser explicada pela variável independente presente no modelo.

Figura 4: Relação peso comprimento da tainha capturada no estuário do rio Paciência – MA.



Fonte: Diniz *et al.* (2016).

A realização deste tipo de análise é fundamental em estudos de dinâmica das populações, uma vez que, o coeficiente b é um excelente parâmetro de avaliação dos estoques, já que pode ser usado para comparações entre populações de regiões e períodos distintos e para obter o fator de condição (ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 1997).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dinâmica de crescimento apresentada pela espécie indicou crescimento maior em comprimento que em peso, conferindo-lhe uma forma corporal mais longilínea. É importante

ênfatisar que essas análises devem ser feitas com uma certa periodicidade contribui para os estudos de dinâmicas populacionais e para que se possa fazer o monitoramento de várias espécies, dentre elas a tainha, e assim criar medidas que possam garantir a manutenção do estoque pesqueiro.

REFERÊNCIA

ARAÚJO, C. C. *et al.* Indicadores de qualidade da água e biodiversidade do Rio Jaguari-Mirim no trecho entre as pequenas centrais hidrelétricas de São José e São Joaquim, São João da Boa Vista, São Paulo. **Rev. Inter Revista Intertox de Toxicologia**, Risco Ambiental e Sociedade, v. 4, n. 3, p. 51-64, 2011. DOI: <https://doi.org/10.22280/revintervol4ed2.76>. Acessado em: Abr. 2023.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. On the dynamics of exploited fish populations. U. K. Min. Agr. and Fish. Invest. (19), 1957. In: CASTRO, A. C. L. Idade e crescimento de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Acanthopterygii, Sciaenidae) do reservatório de Barra Bonita-SP, através da estrutura dos otólitos. **Acta Scientiarum** v. 20, n. 2, p. 179 -184, 1998. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v20i0.4470>. Acessado em: Abr. 2023.

CANTANHÊDE, G.; CASTRO, A. C. L.; GUBIANI, E. A. Biologia reprodutiva de *Hexanematichthys proops* (Siluriformes, Ariidae) no litoral ocidental maranhense. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 97, n. 4, p. 498-504, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000400021>. Acessado em: Abr. 2023.


CIOLA, C. A. **Avaliação sensorial e absorção de gordura de diferentes formulações de almôndegas de polpa de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2015. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão: PR, 2015. Acesso em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6663>. Acessado em: Abr. 2023.

CHIBA, D. C. W. A. *et al.* Caracterização da produção pesqueira ao longo do tempo, no município de Cananéia, litoral sul de São Paulo. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 265 – 273, 2012. Acesso em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/38-\(2012\)-3/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/38-(2012)-3/). Acessado em: Abr. 2023.

LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch. (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v. 20, p. 201-219, 1951. DOI: <https://doi.org/10.2307/1540>. Acessado em: Abr. 2023.

MEYER, A. A. N.; OLIVEIRA, E.; MARTIM, J. Classes de comprimento e proporção sexual em *Diplodon expansus* (Mollusca, Bivalvia, Hyriidae) no rio Piraquara, Paraná, Brasil. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v. 100, n. 4, p. 329-335, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212010000400007>. Acessado em: Abr. 2023.

NUNES, Y. B. S. *et al.* Length at first sexual maturity of economically important fishes in the Brazilian Northeast Coast. *Ocean and Coastal Research*, v. 68, e20311, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2675-28242020068311>. Acessado em: Abr. 2023.



NUNES, Y. B. S.; DINIZ, T. S.; FIGUEIREDO, M. B. Análise socioeconômica e caracterização dos sistemas pesqueiros da comunidade de Iguaíba, Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 29, p.18-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18764/1981-6421e2019.3>. Acessado em: Abr. 2023.

ROBINS, C. R.; RAY, G. C. **Um guia de campo para peixes da costa atlântica da América do Norte**. Houghton Mifflin Company, Boston, EUA 354 p. 1986.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Estudo das variações da relação peso total/comprimento total em função do ciclo reprodutivo e comportamento, de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) da costa do Brasil. **Bol. Inst. Oceanogr.** Universidade de São Paulo, v. 26. p. 131-180, 1977. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0373-55241977000100005>. Acessado em: Abr. 2023.

SILIPANDRE, C. C. **Idade e crescimento do peixe barbudo *Polymixia lowei* Gunther, 1859 na Região Sudeste-Sul do Brasil**. 2009. 158f. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2009. DOI: [10.11606/D.21.2009.tde-30042010-102051](https://doi.org/10.11606/D.21.2009.tde-30042010-102051). Acessado em: Abr. 2023.

SOUSA, G. S. *et al.* Elaboração e caracterização de alimento funcional enriquecido com proteína de camarão. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, v. 11 n. 2 2018. DOI: <https://doi.org/10.18817/repesca.v11i2.1622>. Acessado em: Abr. 2023.

TORRES, M. C. *et al.* Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 3, n. 1, p. 68-73, 2008. Acesso em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017261011>. Acessado em: Abr. 2023.

CAPÍTULO 13

RESÍDUOS DE PASSIFLORA EDULIS: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, CINÉTICA DE SECAGEM E ANÁLISE SENSORIAL

Carolina Médici Veronezi
Maria Angélica Marques Pedro
Patrícia de Carvalho Damy Benedetti

RESUMO


O aumento na produção de frutas tropicais levou a uma abundância crescente dos resíduos. Em geral, esses resíduos acabam sendo descartados em aterros. Assim, este trabalho teve como objetivos avaliar a composição centesimal e a curva cinética de resíduos de maracujá, além de verificar a aceitação global de bolo produzido com a farinha da casca. Foram separadas as cascas e sementes do maracujá, e submetidas às análises de composição centesimal, além da secagem para montagem da curva de cinética e avaliação sensorial. As sementes apresentaram maiores quantidades de lipídios, cinzas e proteínas. Por outro lado, as cascas são ricas em carboidratos. Pela curva de cinética de secagem, averiguou-se que as cascas tiveram um decaimento no valor da umidade durante todo o tempo, diferentemente das sementes. A aceitabilidade dos provadores em relação ao bolo produzido com farinha de cascas de maracujá foi significativa, com 83,7%. Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, constatou-se que tanto as cascas quanto as sementes são ricas em macronutrientes, podendo ser utilizadas como ingredientes na produção de alimentos, e, conseqüentemente, diminuindo o descarte de subprodutos no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Maracujá Amarelo. Desidratação. Cascas. Sementes.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produção de frutas tropicais aumentou consideravelmente (FAO, 2020), sendo que cerca de 50% da produção é destinada ao mercado de frutas *in natura*, e o restante é utilizado em forma processada, como sobremesas, néctares, compotas, geleias, farinhas e etc. (ARRAES *et al.*, 2019). De acordo com Seberini (2020) quase 46% das frutas (incluindo resíduos), vegetais, raízes e tubérculos cultivados são desperdiçados. Embora o produto seja o propósito da indústria, os processamentos geram elevadas quantidades de resíduos (1/3 da biomassa), que requerem tempo e capital para o seu gerenciamento, e por isso acabam sendo descartados indevidamente em aterros (DING *et al.*, 2023). Por outro lado, estudos demonstram que os resíduos são constituídos de diversos compostos bioativos, tendo assim, potencial para agregar valor nutricional e contribuir para o desenvolvimento de produtos mais saudáveis (BAMBENI *et al.*, 2021.).

Dentro as frutas tropicais, existem as da família *Passifloraceae*, na qual o gênero *Passiflora* é o que se destaca com mais de 500 espécies. Ele é conhecido por seus frutos comestíveis, flores ornamentais e propriedades farmacêuticas (MOZZAQUATRO *et al.*, 2022). Os frutos são comumente usados na medicina tradicional pelas comunidades ribeirinhas



brasileiras para o tratamento de colesterol, hipertensão, bem como sedativo e ansiolítico (RIBEIRO *et al.*, 2017). Estudos relatam que os resíduos das espécies de *Passiflora*, cascas e sementes, são importantes fontes de compostos benéficos à saúde humana (DURAN *et al.*, 2018).

Souza *et al.* (2022), avaliando o extrato etanólico de cascas de maracujá averiguaram que, este é mais eficaz em inibir o crescimento de micro-organismos psicrotróficos e mesófilos aeróbicos e confirmaram a hipótese de que os compostos bioativos presentes nas cascas de maracujá têm potencial antioxidante em produtos cárneos. Sun *et al.* (2022) constataram que o extrato aquoso de casca de maracujá, devido a presença de polissacarídeos, pode ser utilizado como fonte alternativa de nutracêutico para a cardioproteção.

As sementes do maracujá, que representam cerca de 6 a 12% do peso total do fruto, são consideradas boa fonte de lipídeos, carboidratos, proteínas e minerais (ARAÚJO *et al.*, 2019). Além disso, alguns autores observaram que extratos de sementes de espécies de *Passiflora* apresentam atividade citotóxica, ação anti-inflamatória e anti hipertensiva, agindo também na redução do estresse oxidativo a nível celular (HAMEED; COTOS; HADI, 2017).

Neste contexto, visando à importância do aproveitamento integral dos alimentos, a fim de reduzir custos e produzir produtos com potencial funcional, este trabalho objetivou caracterizar quimicamente e montar a curva de cinética da secagem de cascas e sementes de maracujá amarelo, além de avaliar sensorialmente um bolo formulado com farinha de cascas de maracujá.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Aproximadamente, 1 kg de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) foi lavado e separou-se as cascas e sementes. As cascas e as sementes foram trituradas, e as análises de umidade, lipídios, cinzas foram realizadas de acordo com os métodos descritos pela AOCS (2009); proteínas conforme descrito pela AOAC (2012); carboidratos por cálculo de diferença e valor calórico segundo metodologia de Merrill e Watt (1973).

2.2 Curva de cinética de secagem

Primeiramente, cerca de 10 g de cascas e sementes foram pesadas em placas de vidro e colocadas em estufa com circulação forçada de ar à 60°C por 120 minutos, sendo efetuadas nesse intervalo pesagens sucessivas (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100 e 120 minutos) até atingir

peso constante. Após atingir o equilíbrio, foram levadas para estufa a 105°C durante 24 h para determinação da massa seca. A curva de secagem foi construída por meio do valor da umidade inicial e da variação da massa ao longo do tempo.

2.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por meio de teste afetivo de aceitação geral e intenção de compra. Para a realização do teste foi formulado um bolo simples, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Formulação do bolo.

Ingredientes	Quantidades
Açúcar	200 g
Farinha de trigo	150 g
Farinha de casca de maracujá	150 g
Ovos	75 g (3 unidades)
Leite	150 mL
Fermento	5 g

Fonte: Autoria própria (2023).

Os ingredientes (açúcar, farinhas, ovos e leite) foram misturados e homogeneizados em liquidificador aproximadamente 10 minutos. Adicionou-se o fermento e a mistura foi colocada em uma forma untada e levada para assar a 200°C por 50 minutos.

Pedaços de bolo foram apresentados a 100 julgadores não treinados, de ambos os sexos, conforme metodologia descrita por Teixeira, Meinert e Barbetta (1987). Os julgadores foram orientados a distribuir notas de acordo com a escala hedônica de 9 pontos, sendo 1 = desgostei muitíssimo, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei regularmente, 4 = desgostei ligeiramente, 5 = indiferente, 6 = gostei ligeiramente, 7 = gostei regularmente, 8 = gostei muito e 9 = gostei muitíssimo. Esta escala serviu para classificar os atributos cor, sabor e textura. Além disso, foi calculado o índice de aceitabilidade do produto adotando a equação: $IA (\%) = A \times 100/B$, em que, A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto (referência), de acordo com o método de Bispo *et al.* (2004). Posteriormente, os avaliadores responderam sobre a intenção de compra.

2.4 Análise estatística

Os resultados da composição centesimal foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, por meio do programa ESTAT, versão 2.0 (BANZATTO; KRONKA, 2006). Na análise sensorial, os resultados obtidos nos testes de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a secagem ocorre a ruptura das paredes celulares com a perda de umidade, e uma porcentagem de umidade menor que 10% melhoram o processo de extração do óleo e a conservação da matéria-prima (SCHWARTZBERG, 1987). Observa-se que ambos os subprodutos do fruto obtiveram umidade abaixo de 10%, destacando a semente, com apenas 5,45% (Tabela 2). Em relação aos teores de lipídios, cinzas e proteínas, as sementes se sobressaíram com 15,76; 6,37 e 12,27%, respectivamente. Alguns pesquisadores mostraram que as sementes são formadas por cerca de 30% de lipídios, 1-2% de cinzas e 11-12% de proteínas (MALACRIDA; JORGE, 2012; SILVA *et al.*, 2015). As variações de seus constituintes são aceitáveis, pois dependem principalmente do estágio de maturação do fruto, tendo em vista que o amadurecimento leva a perda de umidade, o que acarreta na concentração dos demais constituintes, além de outros fatores, tais como local de plantio e as condições genéticas das plantas (PINHEIRO, 2007).

Por outro lado, a casca apresentou maior teor de carboidratos (82,16%), possivelmente, devido às cascas serem formadas por elevada quantidade de pectina, que polissacarídeos estruturais que contribuem para a adesão entre as células e para a resistência mecânica da parede celular (PINHEIRO, 2007). Quanto ao valor calórico, as sementes apresentaram maior quantidade, devido ao elevado teor de lipídios.

Tabela 2: Composição centesimal.

Macronutrientes (%)	Casca	Sementes
Umidade	7,55 ± 0,06 ^a	5,45 ± 0,12 ^b
Lipídios	1,25 ± 0,08 ^b	15,76 ± 0,24 ^a
Cinzas	3,58 ± 0,30 ^b	6,37 ± 0,55 ^a
Proteínas	5,46 ± 0,06 ^b	12,27 ± 0,10 ^a
Carboidratos	82,16	60,15
Valor calórico (kcal)	361,73	431,52

Letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2023).

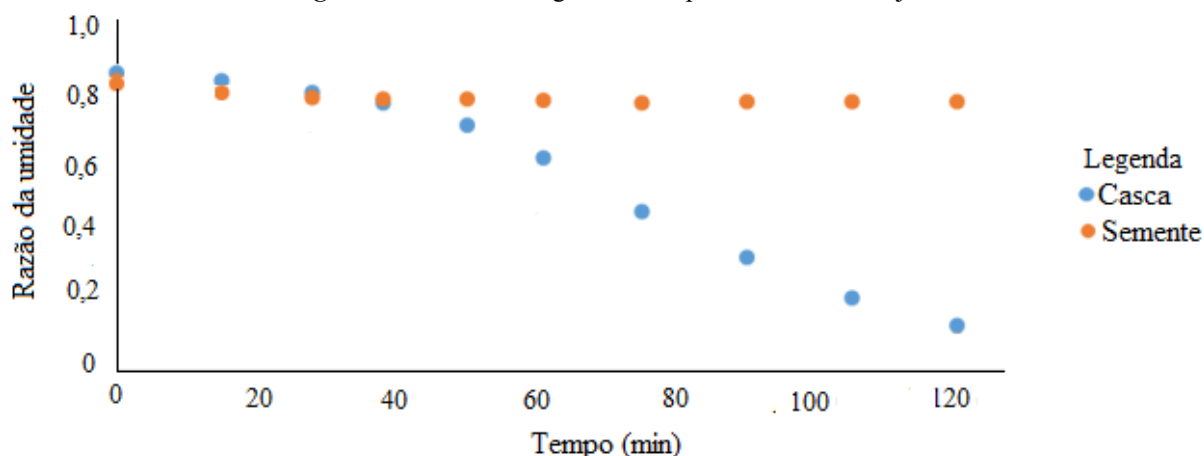
A desidratação é um processo que evita deterioração do produto pela ação da umidade, torna o material mais manejável, reduz o custo do transporte, atende às exigências de consumo e favorece a vida útil (SANTOS *et al.*, 2010). Como observado na Tabela 3 e Figura 1, as sementes de maracujá apresentaram menor perda de água durante o processo de secagem, mantendo-se com 79% em base úmida. Enquanto que, a casca teve uma grande queda, durante os 120 minutos, terminando com 0,5% em base úmida.

Tabela 3: Umidade (b.u.) durante a desidratação por circulação de ar.

Tempo (min)	Umidade (b.u.)	
	Casca	Sementes
0	88,30	85,86
20	82,37	80,67
40	79,28	80,45
60	62,74	80,06
80	33,20	79,72
100	21,33	79,42
120	0,58	79,42

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 1: Curva de secagem dos subprodutos do maracujá.



Fonte: Autoria própria (2023).

Martins *et al.* (2019) estudando as técnicas de secagem natural e artificial concluíram que o processo natural durante a secagem da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) à baixas temperaturas (30 a 40°C) é mais vantajoso, pois proporcionou maior perda de umidade quando comparado ao processo artificial.

Em relação à análise sensorial, foi possível averiguar o perfil dos provadores não treinados que participaram do teste de aceitação geral do bolo (Tabela 4), sendo que a grande parte foram mulheres com idades entre 19 e 35 anos, que às vezes ou sempre consomem bolos com diferentes farinhas e produtos derivados do maracujá.

Tabela 4: Perfil dos provadores.

Características	Quantidade (%)
Sexo	
Feminino	60
Masculino	40
Idade	
Até 18	7
19-35	79
36-54	14
Frequência de consumo de bolos com diferentes farinhas	
Nunca	25
Às vezes	50
Sempre	25

Frequência de consumo de produtos com maracujá	
Nunca	19
Às vezes	54
Sempre	27

Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com Matsuura (2005), o consumo e comercialização de bolos fabricados com farinha de casca de maracujá têm aumentado no Brasil em função de avanços técnicos das indústrias. Podendo ser comprovado pelo resultado da intenção de compra deste estudo, onde 83% dos provadores indicaram que comprariam o bolo produzido com farinha de casca de maracujá.

Em relação às notas dadas nos termos de sabor, cor e textura, as médias encontradas foram entre 7 (“gostei regularmente”) e 8 (“gostei muito”) dentro das avaliações entre os participantes. Quanto ao índice de aceitabilidade (Tabela 5), a diferença nos valores observados foi de pequena magnitude, diante da percepção sensorial dos participantes, destacando-se o da textura (87%) com maior aceitação. Porém, de acordo com Bispo *et al.* (2004) valores iguais ou acima de 70% são considerados aceitáveis para essa avaliação.

Tabela 5: Índice de aceitabilidade.

Atributos	Notas médias	Índice de aceitabilidade (%)
Sabor/Gosto	7,2	80
Cor	7,6	84
Textura	7,8	87

Fonte: Autoria própria (2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de composição centesimal mostrou que a casca é composta por menores quantidades de lipídios em relação às sementes, além disso, diferiu em vários aspectos observados referentes a outros estudos, o que pode ser explicado pela modificação das características dos produtos em relação à plantio, transporte e manuseio precedentes à análise. Na curva de secagem da semente do maracujá, foi possível analisar um rendimento muito baixo para o processo de secagem da semente em comparação a da casca.

Em consideração aos resultados para reutilização das cascas de maracujá obtidos na análise sensorial, foram aprovados perante o índice de aceitação (83,7%), acrescidos de observações dos participantes na intenção de compra por produtos mais nutritivos, podendo ser funcionais. Assim, é possível a reutilização de subprodutos do processamento do maracujá, principalmente as cascas, reduzindo o descarte e impacto negativo que causa ao meio ambiente; e promovendo a produção de um alimento mais nutritivo e aceito por grande parte dos consumidores.

REFERÊNCIAS

AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 6. ed. Champaign, 2009.

ARAÚJO, A. J. B. *et al.* Caracterização físico-química e perfil lipídico da semente de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata mast.*). **Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação**, v. 2, n. 3, Jan. 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200070/1/Pinheiro-2019.pdf>>. Acessado em: Abr. 2023.

ARRAES MAIA G. *et al.* Development of Mixed Beverages Based on Tropical Fruits. In: GRUMEZESCU A. M.; HOLBAN A. M. (Org.). **Non-Alcoholic Beverages**. Inglaterra: Woodhead Publishing, 2019, p. 129-162. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128152706000050>>. Acessado em: Abr. 2023.

AOAC. **Official and Tentative Methods of the AOAC International**. Maryland, 2012.

BAMBENI, T. *et al.* Biopreservative efficacy of grape (*Vitis vinifera*) and clementine mandarin orange (*Citrus reticulata*) by-product extracts in raw ground beef patties. **Meat Science**, v. 181, Nov. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174021001856>>. Acessado em: Jan. 2023.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.

BISPO, E. S. *et al.* Processamento, estabilidade e aceitabilidade de marinado de vongole (*Anomalocardia brasiliiana*). **Food Science and Technology**, v. 24, n. 3, Set. 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/pbxtN4xS5czwFpVzM5frs4g/?lang=pt>>. Acessado em: Fev. 2023.

DURAN, D. *et al.* **Potential of tropical fruit waste in bioenergy processes and bioproducts design**. In: EUROPEAN BIOMASS CONFERENCE AND EXHIBITION, 26th, 2018, Copenhagen. Anais. Copenhagen, 2018 p. 166-174. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328628162_Potential_of_Tropical_Fruit_Waste_in_Bioenergy_Processes_and_Bioproducts_Design>. Acessado em: Abr. 2023.

FAO. **Análisis del mercado de las principales frutas tropicales**: Panorama general de febrero de 2020. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020.

HAMEED, I. H.; COTOS, M. R. C.; HADI, M. Y. Antimicrobial, Antioxidant, Hemolytic, Antianxiety, and Antihypertensive activity of *Passiflora* species. **Research Journal of Pharmacy and Technology**, v. 10, n. 11, Dez. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322909977_Antimicrobial_Antioxidant_Hemolytic_Anti-anxiety_and_Antihypertensive_activity_of_Passiflora_species>. Acessado em: Abr. 2023.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): Physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and**

Technology, v. 55, n. 1, Jan-Fev. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/babt/a/3j9Q6CkdqFkMy5FZSKBfNbD/?lang=en>>. Acessado em: Fev. 2023.

MARTINS, H. F. *et al.* Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*): cinética da secagem artificial e natural da casca. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10. Nov. 2019. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4343>>. Acessado em: Jan. 2023.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 2005. 138 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNICAMP-30_08af1fa5ae936fe98ded0bb809597e6f>. Acessado em: Nov. 2022.

MERRIL, A. L.; WATT, B. K. **Energy value of foods: basis and derivation**. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105 p.

MOZZAQUATRO, J. D. *et al.* Pesticide residues analysis in passion fruit and its processed products by LC-MS/MS and GC-MS/MS: Method validation, processing factors and dietary risk assessment. **Food Chemistry**, v. 375, Maio 2022. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34836670/>>. Acessado em: Abr. 2023.

PINHEIRO, E. R. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): Otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. 2007. 79 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89913>>. Acessado em: Mar. 2023.


RIBEIRO, R. V. *et al.* Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso. Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 205, Jun. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.04.023>>. Acessado em: Abr. 2023.

SANTOS, K. O. *et al.* Obtenção de farinha com o resíduo de acerola (*Malpighia Glabra* L.). In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE-NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, V, 2010, Alagoas. Anais. Maceió: Ifal, 2010. p. 1-7. Disponível em: <<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNepi2010/paper/viewFile/461/21>>. Acessado em: Abr. 2023.

SCHWARTZBERG, H. G. Leaching-organic material. In: ROSSEAU, R. (Org.). **Handbook of Separation Process Technology**. New York: Wiley, 1987, p. 1010

SEBERINI, A. Economic, social and environmental world impacts of food waste on society and zero waste as a global approach to their elimination. **SHS Web of Conferences**, v. 74. 2020. Disponível em: <https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2020/02/shsconf_glob2020_03010.pdf>. Acessado em: Jan. 2023.

SILVA, R. M. *et al.* Chemical characterization of passion fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) seeds. **African Journal of Biotechnology**, v. 14. Abril 2015. Disponível em:



<https://www.researchgate.net/publication/276501953_Chemical_characterization_of_passion_fruit_Passiflora_edulis_f_flavicarpa_seeds>. Acessado em: Dez. 2022.

SOUZA, M. P. *et al.* Oxidative and storage stability in beef burgers from the use of bioactive compounds from the agro-industrial residues of passion fruit (*Passiflora edulis*). **Food Bioscience**, v. 48, n. 1, Ago. 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429222002826>>. Acessado em: Abr. 2023.

SUN, Y. *et al.* *In vitro* binding capacities, physicochemical properties and structural characteristics of polysaccharides fractionated from *Passiflora edulis* peel. **Food Bioscience**, v. 50, n. 1, Dez. 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221242922200476X>>. Acessado em: Abr. 2023.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p.

TRANSFORMAÇÕES AGRÁRIAS:



www.editorapublicar.com.br



contato@editorapublicar.com.br



[@epublicar](https://www.instagram.com/epublicar)



facebook.com.br/epublicar

Pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento sustentável

LUMA MIRELY DE SOUZA BRANDÃO

EDILENE DIAS SANTOS

ROGER GOULART MELLO

ORGANIZAÇÃO



2023





Pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento sustentável

LUMA MIRELY DE SOUZA BRANDÃO

EDILENE DIAS SANTOS

ROGER GOULART MELLO

ORGANIZAÇÃO



2023

