

# **CIÊNCIAS AGRÁRIAS: A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS**

VOLUME XVII



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais

17<sup>a</sup> ed.

Piracanjuba-GO  
Editora Conhecimento Livre  
Piracanjuba-GO

17ª ed.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Barbosa, Frederico Celestino  
B238C Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais  
/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2024

151 f.: il

**DOI:** 10.37423/2024.edcl972

**ISBN:** 978-65-5367-529-2

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agronomia 2. engenharia-florestal 3. engenharia-agrícola 4. engenharia-de-pesca I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 630

<https://doi.org/10.37423/2024.edcl972>

**O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.**

# EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

## Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>6</b>  |
| ANÁLISE DO PROCESSAMENTO DE SEMENTES REALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL SYNGENTA NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TO                                                                                                                                                                                                               |           |
| Luís Henrique Froes Michelin<br>Lucas Vinicius Nunes Gomes<br><b>DOI 10.37423/240609067</b>                                                                                                                                                                                                                                       |           |
| <b>CAPÍTULO 2 .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>25</b> |
| MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS COM ENFOQUE NA SUSTENTABILIDADE                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |
| Gabriel Burjack Amorim<br>Vanessa Barbosa Glória<br>Talisson Gustavo Barbosa Mascarenhas<br>Eduardo Pereira Neres<br>Juacy Gomes do Carmo<br>Paulo André Pereira de França<br>Tayne Lorrayne Santos Rocha<br>Victor Hugo Araujo Feitosa<br>Daniella Tavares Nascimento<br>Warlyton Silva Martins<br><b>DOI 10.37423/240609091</b> |           |
| <b>CAPÍTULO 3 .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>40</b> |
| AVALIAÇÃO DOS EFEITOS ALELOPÁTICOS DO EXTRATO DE TRIDAX PROCUMBENS NO PERCENTUAL GERMINATIVO DO FEIJÃO                                                                                                                                                                                                                            |           |
| Ubirajara Siqueira de Alencar<br>Thifane Borges da Silva<br>Cid Tacaoca Muraishi<br>Juliano Milhomem Ribeiro<br>Luis Henrique Froes Michelin<br><b>DOI 10.37423/240609095</b>                                                                                                                                                     |           |
| <b>CAPÍTULO 4 .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>49</b> |
| FABRICAÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTAÇÃO USANDO RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE GRANITO E CAULIM ESTABILIZADOS POR SOLIDIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                            |           |
| ANDRÉ LUIZ FIQUENE DE BRITO<br>Ana Cristina Silva Muniz<br>André Luiz Muniz Brito<br>Sabrina Maia Sousa<br><b>DOI 10.37423/240609107</b>                                                                                                                                                                                          |           |

|                                                                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 5 .....</b>                                                                                                       | <b>72</b>  |
| A GERMINAÇÃO DE UMA REDE DE GUARDIÕES DE SEMENTES CRIOULAS: A RESISTÊNCIA CAMPONESA NA PRESERVAÇÃO DA AGROSOCIOBIODIVERSIDADE |            |
| Fernando Luis Diniz D'Avila                                                                                                   |            |
| <b>DOI 10.37423/240609118</b>                                                                                                 |            |
| <b>CAPÍTULO 6 .....</b>                                                                                                       | <b>80</b>  |
| EFEITO DA CALAGEM NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO                                                                           |            |
| Jacson Pereira Cursino                                                                                                        |            |
| Tulio Dias de Freitas                                                                                                         |            |
| <b>DOI 10.37423/240609119</b>                                                                                                 |            |
| <b>CAPÍTULO 7 .....</b>                                                                                                       | <b>89</b>  |
| SUCO DA GRAVIOLA (ANONNA MURICATA L.): UM ESTUDO SENSORIAL REALIZADO EM BELÉM DO PARÁ                                         |            |
| José Marcos Nobre de Moura Junior                                                                                             |            |
| Lázaro de Lima Pantoja Neto                                                                                                   |            |
| Charles Alberto Brito Negrão                                                                                                  |            |
| Caique Douglas Pantoja Gomes                                                                                                  |            |
| Alfredo Gabryell Basto de Abreu                                                                                               |            |
| Maria Júlia da Silva Sena                                                                                                     |            |
| Caio Henrique Borges Lima                                                                                                     |            |
| Samantha Siqueira Pantoja                                                                                                     |            |
| Ewerton Carvalho de Souza                                                                                                     |            |
| Antonio dos Santos Silva                                                                                                      |            |
| <b>DOI 10.37423/240709122</b>                                                                                                 |            |
| <b>CAPÍTULO 8 .....</b>                                                                                                       | <b>102</b> |
| VINHO DE MIRITI DE IGARAPÉ-MIRI-PA: UM ESTUDO                                                                                 |            |
| Marcos William Leão de Araújo                                                                                                 |            |
| Márcio Henrique Santos Souza                                                                                                  |            |
| Charles Alberto Brito Negrão                                                                                                  |            |
| Thiago de Mele e Silva                                                                                                        |            |
| Alfredo Gabryell Basto de Abreu                                                                                               |            |
| Caíque Douglas Pantoja Gomes                                                                                                  |            |
| Caio Henrique Borges Lima                                                                                                     |            |
| Leonardo Moraes Amorim                                                                                                        |            |
| Ewerton Carvalho de Souza                                                                                                     |            |
| Antonio dos Santos Silva                                                                                                      |            |
| <b>DOI 10.37423/240709123</b>                                                                                                 |            |

**CAPÍTULO 9 ..... 115**

**POLPA DE CUPUAÇU DO ESTADO PARÁ: UM ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL**

Marcos William Leão de Araújo

Matheus Ramon Blanco Camarão

Sheila Marcelly Silva Santos

Caique Douglas Pantoja Gomes

Alfredo Gabryell Basto de Abreu

Grazyelle de Fátima Oliveira de Souza

Marcos Vinicius Pompeu Amaro

Gilberto Nascimento do Vale

Ewerton Carvalho de Souza

Antonio dos Santos Silva

**DOI 10.37423/240709124**

**CAPÍTULO 10 ..... 134**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE SOJA SUBMETIDA A DOSES DE POTÁSSIO NO  
SULCO DE SEMEADURA**

Luiz Henrique Campos de Almeida

Paula Pinheiro Sanches de Almeida

Anthony Lisse

Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi

**DOI 10.37423/240709132**

# Capítulo 1



10.37423/240609067

## ANÁLISE DO PROCESSAMENTO DE SEMENTES REALIZADO NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL SYNGENTA NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TO

*Luís Henrique Froes Michelin*

*Fapac - ITPAC Porto Nacional*

*Lucas Vinicius Nunes Gomes*

*Fapac - ITPAC Porto Nacional*



**Resumo:** atualmente o cultivo de soja tem apresentado um crescimento significativo. Neste sentido, a presente pesquisa apresenta como temática: Análise do processamento de sementes realizado na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta no município de Porto Nacional – TO. O objetivo geral da pesquisa foi analisar as técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta, no município de Porto Nacional – TO. A pesquisa constitui-se como uma abordagem qualitativa, pois a pesquisa qualitativa tem o ambiente de pesquisa como sua fonte direta de dados. O percurso metodológico constitui-se em revisão de literatura acerca do tema estudado, em livros, dissertações e artigos. Os processos e a mecanização abordados nessa pesquisa foram: a colheita, o beneficiamento e o armazenamento. O resultado da pesquisa revelou que as técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja, realizado pela empresa Syngenta contribuem ajudando todos os produtores. A principal atividade desenvolvida na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta é A-0141-5/01 - Produção de sementes certificadas.

**Palavras-chave:** Mecanização agrícola. Soja. Produção. Syngenta.

## 1 INTRODUÇÃO

O agronegócio desempenha um papel de grande relevância para o Brasil, sendo que a soja é uma das principais culturas de grãos produzidas no país. Neste sentido, a produção de sementes de soja apresenta uma elevada qualidade nas regiões tropicais e subtropicais, para isso requerem a adoção de técnicas específicas, em todas as etapas do sistema de produção, que vão do campo até a semeadura.

No Brasil o cenário da soja é favorável, tendo em vista que o país tem um grande potencial em se manter líder mundial no agronegócio do grão. É importante reconhecer que, por trás dessa circunstância, estão os investimentos em pesquisas que trouxeram avanços e tecnologias mais eficientes e sustentáveis para o agronegócio.

A produtividade da soja se dá em função da população de plantas, vagens por planta, grãos por vagem e massa dos grãos. Portanto, devem-se priorizar as opções de manejo, desde as operações com o conjunto trator-semeadora-adubadora, que viabilizem o número de plantas final planejado para determinado cultivar de soja com espaçamentos aceitáveis, até a semeadura no espaçamento e população recomendada, são fatores de fundamental importância para obtenção de boa produtividade (MELLO, 2011).

A Syngenta (2023) é a primeira empresa mundial voltada exclusivamente para o segmento de agribusiness sendo líder mundial nesta área. É comprometida com o desenvolvimento da agricultura sustentável através de pesquisas e tecnologias inovadoras. É uma empresa que busca se destacar na liderança de Proteção de Cultivos de sementes de alto valor agregado.

Neste sentido, é válido ressaltar que as técnicas de agricultura moderna se diferenciam dos conceitos tradicionais pelo seu nível de gerenciamento cujas informações adquiridas permitem, aos produtores, identificar melhores estratégias resultando em maior eficiência operacional (CUNHA et al., 2009).

O objetivo geral desse artigo é analisar as técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta, no município de Porto Nacional – TO. Como objetivos específicos busca-se compreender a cultura da soja através do processamento e mecanização desenvolvidos pela empresa Syngenta; apresentar quais são as técnicas que são utilizadas no processamento e na mecanização das sementes de soja e apontar através da literatura a importância da mecanização e do processamento das sementes de soja.

Para se alcançar os objetivos propostos, explorou-se uma abordagem qualitativa, visto que apresenta resultados por meio de percepções e estudos bibliográficos e documentais. Segundo orientações de Gil (1987, p. 17), “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.” O percurso metodológico constituiu-se em revisão de literatura acerca do tema estudado, em livros, dissertações e artigos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A SOJA NO MUNDO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos são muito usados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos. Recentemente, vem crescendo também o uso como fonte alternativa de biocombustível (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

Sendo uma das mais importantes culturas do setor agroindustrial mundial (FREITAS, 2011), a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) também se destaca na produção brasileira de grãos. Atras apenas dos Estados Unidos, o Brasil ocupa o segundo lugar na produção ao mundial de soja com mais de 35 milhões de hectares cultivados e uma produção ao maior que 116 milhões de toneladas na safra de 2017/2018 (CONAB, 2023).

Atualmente a soja é cultivada em todos os continentes, possui ampla adaptabilidade aos climas tropicais e temperados e características agronômicas importantes, como tolerância à seca, ao frio e calor. É uma leguminosa de ciclo anual (90 a 160 dias), empregada para consumo animal e na alimentação humana, com consumo in natura ou em produtos derivados (CAVALETT, 2008).

Com relação ao processamento e mecanização de sementes e seus impactos na qualidade da semente, cabe salientar que na cultura da soja, para obter uma lavoura com população adequada de plantas depende da correta utilização de diversas práticas. O bom preparo do solo, a semeadura em época adequada e em solo com boa disponibilidade hídrica, a utilização correta de herbicidas e a boa regulação da semeadura (densidade e profundidade) são práticas essenciais, porém o seu sucesso está condicionado à utilização de sementes de boa qualidade.

Diversos são os fatores que podem afetar as qualidades fisiológica e sanitária da semente de soja, destacando-se entre eles a deterioração no campo, os danos mecânicos, o ataque de percevejos e a infecção por microrganismos.

A semente é uma unidade funcional, cuja função é a produção de uma planta. Neste sentido, França Neto; Henning (1984), destaca que no ponto de maturação fisiológica, a semente apresenta sua melhor qualidade, expressa como máximos peso seco, vigor e germinação. Neste estágio, o teor de umidade das sementes é bastante elevado (acima de 45%) e, a partir de tal fase a qualidade da semente irá decrescer, como consequência da deterioração.

Assim, a deterioração é vista como prejudicial ao cumprimento desta função. Desse modo, França Neto; Henning (1984) define a deterioração como um processo que envolve mudanças citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas que, eventualmente, causam a morte das sementes.

Ainda nesse mesmo entendimento, Delouche (1973) ressalta que o processo de deterioração é caracterizado como inexorável, irreversível e progressivo. Atualmente existem várias práticas que vêm sendo estudadas e utilizadas, visando a redução da deterioração das sementes. Entre elas estão: a colheita no momento adequado visando evitar qualquer tipo de retardamento. aplicação de dessecantes, aplicação de fungicidas foliares, semeadura em época adequada e determinação de regiões mais propícias à produção de sementes.

Em relação aos danos mecânicos, a semente de soja é muito sensível a impactos de natureza mecânica, uma vez que as partes vitais do embrião, radícula, hipocótilo e plúmula estão localizadas sob um tegumento pouco espesso, que praticamente não lhes oferece proteção alguma (FRANÇA NETO; HENNING, 1984). Nesse sentido, o autor salienta que os danos mecânicos podem ser imediatos ou latentes. O primeiro é identificado pela presença de sementes quebradas, tegumento rachado, e tem como consequência a imediata perda de viabilidade. Já os danos mecânicos latentes são detectados após algum período de armazenagem das sementes que possuem teores mais elevados de umidade (> 15"10).

Segundo Pereira (1979) a principal fonte de danos mecânicos é a operação de colheita, ainda que grande parte desses danos possam resultar das operações de secagem, beneficiamento e semeadura. Durante a colheita, as diferentes partes da colhedora têm efeitos diferentes na germinação e no vigor da semente colhida.

Além disso, existem outro tipo de dano que causa sérios prejuízos à indústria de semente que são as incidências de percevejos. As espécies mais encontradas na lavoura são: *Nezara viridula*, *Piezodorus guildini* e *Euschistus heras*, havendo ocorrência de outras espécies como *Edessa meditabunda*, *Acrostemum spp*, *Thyanta perditor* e *Dichelops spp*, (VILLAS BÔAS et al. 1982).

## 2.2 O SURGIMENTO DA CULTURA DE SOJA NO BRASIL

A soja chegou ao Brasil, com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mais só expandiu em 1970 no Rio Grande do Sul, voltada para o crescimento de indústria de óleo e de demanda do mercado internacional. A cultura da soja ficou por muitos anos na região sul, mas com o passar do tempo se expandiu para outras regiões, inclusive o norte. A partir da safra de 2001/2002 a região centro-oeste passou a ter a maior área cultivada do grão e nos anos 1980 a mesma apresentou maior produtividade que a região sul (CONAB, 2023).

É importante ressaltar que para o desenvolvimento da cultura de soja no Brasil houve a contribuição de duas tecnologias. A primeira visava o aumento de produtividade e redução de custos, amplamente utilizado em grandes países produtores, e a segunda tecnologia possibilitou a expansão da área em novas fronteiras agrícolas, com destaque para a agricultura do Cerrado, resultado da interação de modernas tecnologias mecânica, química e biológica (CONAB, 2023).

Neste contexto, iniciou-se uma grande migração para áreas do Cerrado, que até então era visto como impróprio para a agricultura, influenciado pelo clima, relevo e acidez do solo. Nesse sentido, a projeção realizada nas décadas de 1970 e 1980 subestimou a capacidade de crescimento da produção brasileira, por não ter sido considerada a possibilidade do surgimento de inovações tecnológicas destinadas à expansão nessa região (EMBRAPA, 2020).

## 2.3 A SOJA NO TOCANTINS

O Tocantins tem despontado no cenário nacional como um grande produtor de grãos. Fazendo parte da região MATOPIBA (região de interface entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) é responsável pela produção de aproximadamente 3,5 milhões de toneladas de grãos, sendo a soja a principal cultura com 2,22 milhões de toneladas produzidas em 2013/2014 (CONAB, 2023). Considerando-se o crescimento da área colhida e da produção de grãos de soja, constata-se considerável elevação na produção e na área plantada no Estado do Tocantins.

O estado do Tocantins tem seu território totalmente incluído no MATOPIBA, que é palco de inúmeros polos de produção agrícola. Atualmente, o principal produto que vem abrindo as maiores áreas para plantio e tendo os maiores investimentos de capital é a soja (FELICIANO, 2019).

Em relação ao plantio de soja no Tocantins, Santos (2014) apresenta uma análise temporal dessa produção, considerando 14 municípios, sendo eles: Goiatins, Campos Lindos, Guaraí, Pedro Afonso,

Aparecida do Rio Negro, Mateiros, Porto Nacional, Lagoa da Confusão, Silvanópolis, Santa Rosa, Formoso do Araguaia, Dianópolis e Alvorada, com maior expressão em produtividade.

Com relação a variabilidade temporal e espacial no rendimento de grãos das principais culturas agrícolas no estado do Tocantins está associada, entre outros fatores, a ocorrência de déficits hídricos pronunciados, no solo. Os déficits hídricos ocorrem, normalmente, durante os meses de junho a setembro, como consequência da inexistência de precipitação pluvial (PELUZIO et al., 2010).

Dessa forma, a soja é cultivada no período de entressafra (maio-setembro), A ausência de chuvas, aliada à baixa umidade relativa do ar e à baixa temperatura noturna, tem possibilitado a obtenção de grãos de alta qualidade. Assim, a produção de soja nesse período tem-se tornado altamente viável para os produtores, em razão do preço de mercado da soja, e parte da produção ser comercializada na forma de sementes (PELUZIO et al., 2010).

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DA SOJA

O sucesso da lavoura de soja depende de diversos fatores, mas sem dúvida, o mais importante deles é a utilização de sementes de elevada qualidade, que geram plantas de alto vigor, que terão um desempenho superior no campo. O uso de semente de elevada qualidade (figura 1) permite o acesso aos avanços genéticos, com as garantias de qualidade e tecnologias de adaptação nas diversas regiões, assegurando maiores produtividades (FRANÇA-NETO et al., 2016). No entanto, o estabelecimento da lavoura de soja com sementes da mais alta qualidade é de fundamental importância.

**Figura 1.** Sementes de soja de alta qualidade.



Fonte: Jovenil José da Silva, 2016.

Neste sentido, é de grande relevância que a semeadura seja realizada com semeadoras de alta precisão, pois a distribuição das sementes deve ser realizada de maneira a permitir o estabelecimento de plantas de soja bem espaçadas, sem aglomerações ou falhas na linha (Figura 2).

**Figura 2.** Esquerda: resultado de semeadura de soja bem-feita, com sementes de alta qualidade e vigor. Direita: resultado de semeadura malfeita, resultando em falhas e aglomerados de plântulas.



Fonte: Roberto Kazuiehiko Zito, 2016.

De acordo com estudos realizados por França-Neto et al., (2016), as plantas que possuem um alto desempenho podem manter o potencial produtivo em situações de estresse, por exemplo: deficiência hídrica, uma vez que o sistema radicular mais profundo dessas plantas poderá supri-las com água e nutrientes, assegurando a produção.

Além disso, o autor ainda destaca que possuem outros tipos de estresses que podem afetar o desempenho das plantas como: profundidade excessiva de semeadura; compactação superficial ou assoreamento da linha de semeadura em consequência da ocorrência de chuvas pesadas após a semeadura; semeadura em condições de solo com baixas temperaturas, comuns no Sul do país; e ataque de fungos de solo à semente. Sementes de alto vigor apresentam vantagens nessas condições em relação às sementes de vigor médio ou baixo.

Dessa forma, é possível afirmar que o uso de sementes vigorosas assegura o estabelecimento de uma população adequada de plantas, mesmo sob condições de estresses.

De acordo com estudos realizados pela Embrapa (2020), a utilização de sementes de alto vigor assegurar o estabelecimento da população ideal de plantas já justifica plenamente as vantagens de iniciar-se a lavoura com sementes de qualidade superior. Segundo França-Neto et al. (2016) a produtividade de grãos, com o uso de sementes de elevado vigor, varia de 24,3% a 35%, índices muito expressivos e significativos. Vale ressaltar que essas respostas ocorreram em condições experimentais e representaram respostas extremas de aumento de rendimento.

No que se refere à qualidade da semente de soja, verifica-se que ela é composta por quatro pilares tais como: 1. Qualidade fisiológica, representando uma semente com alto vigor e germinação e que resulte em adequada emergência de plântulas em campo; 2. Qualidade genética, sendo

geneticamente pura, representando a cultivar que se deseja semear, sem misturas varietais; 3. Qualidade sanitária, compreendendo semente livre de outras sementes de plantas daninhas e de patógenos, sejam eles fungos, vírus, nematoides ou bactérias; 4. Qualidade física, composta por uma semente pura, livre de material inerte, como contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas. A produção de semente de soja de elevada qualidade é um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões, a produção desse insumo só é possível, mediante a adoção de técnicas especiais. A não utilização dessas técnicas poderá resultar na produção de semente com qualidade inferior, que, caso semeada, resultará em severos problemas com a implementação da lavoura e em possíveis reduções de produtividade (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Por fim, vale ressaltar que a qualidade das sementes é considerada o parâmetro mais importante da produção de soja, pois é através desta que se encontra o material genético responsável pela expressão das características de cada cultivar, portanto, torna-se necessário um controle rigoroso dos fatores que possam interferir na obtenção de sementes com boa qualidade (RUPPIN et al., 2019).

## 2.5 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA SYNGENTA

A partir da Biotecnologia é possível desenvolver uma semente com o gene de uma planta altamente produtiva, associado ao gene de uma outra espécie de planta resistente às pragas e ainda capaz de se adaptar a quase todo tipo de solo, já que o DNA determina, por exemplo, a altura de uma planta, cor, resistência às pragas, produtividade.

A Syngenta, (2023) possui um comprometimento com a pesquisa biotecnológica, tanto no âmbito global e local. Criada em 2000, a partir da fusão da Zeneca Agrícola com a Novartis Agrosience (Novartis Seeds e Novartis Crop), a Syngenta AG, com sede em Basiléia (Suíça), já nasceu como a maior empresa do mundo dedicada exclusivamente ao agribusiness.

A Syngenta (2023) é a primeira empresa mundial voltada exclusivamente para o segmento de agribusiness sendo líder mundial nesta área. É comprometida com o desenvolvimento da agricultura sustentável através de pesquisas e tecnologias inovadoras. O propósito da empresa é ser o líder global na oferta de soluções e marcas inovadoras para produtores e para a cadeia de alimentos. A companhia é líder em Proteção de Cultivos e ocupa a terceira posição no ranking do mercado de sementes de alto valor agregado.

No Brasil a estrutura de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos é: Proteção de Cultivos: Fábrica de Paulínia (SP), Laboratório de análises de São Paulo (SP), Unidade experimental de Uberlândia (MG), Estação experimental de Holambra (SP). Sementes: 3 Centros de Pesquisa: Cascavel (PR), Uberlândia (MG) e Itatiba (SP); 2 Unidades de Beneficiamento de Sementes: Ituiutaba (MG) e Matão (SP).

Para melhor cumprir sua missão, a Syngenta se divide em: Syngenta Proteção de Cultivos, Syngenta Sementes e Syngenta Produtos Profissionais. No Brasil, a pesquisa e o desenvolvimento encontram-se, em proteção de cultivos e produção de sementes. Em todas as suas áreas de atuação, a empresa conta com uma equipe multidisciplinar contendo profissionais altamente qualificados e concentrados diretamente em seus campos de atuação para identificar tendências, estipular linhas de pesquisa e desenvolver produtos e serviços de ponta para atender os agricultores do mundo todo.

No Brasil, a empresa tem um portfólio de produtos adaptado à realidade do país, às culturas exploradas aqui e às necessidades específicas dos agricultores brasileiros. A Syngenta Proteção de Cultivos possui uma fábrica em Paulínia (SP) que é uma das unidades mais importantes para a companhia globalmente. A Divisão conta também com um laboratório de análises de resíduos químicos em São Paulo, uma unidade experimental em Uberlândia (MG) e outra em Holambra (SP).

A Syngenta Sementes (Seeds) é a Divisão que mais cresce, devido à importância dada pela empresa às tendências mundiais de desenvolvimento de sementes de alta tecnologia e produtividade. A empresa possui sete centros de Biotecnologia no mundo. No Brasil, comercializa sementes convencionais, especialmente de milho, soja, algodão e hortaliças, como tomate e pimentão, entre outros. A Syngenta Sementes opera três centros de pesquisas, instalados em Cascavel (PR), Uberlândia (MG) e Itatiba (SP). A empresa possui ainda duas Unidades de Beneficiamento de Sementes em Matão (SP) e Ituiutaba (MG).

A Syngenta Seeds é também a primeira empresa do Brasil a receber o certificado de qualidade em biossegurança emitido pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. O certificado autoriza a Syngenta a desenvolver pesquisas com grandes culturas (milho, soja, algodão e outras) geneticamente modificadas.

A Syngenta Seeds é uma empresa comprometida com a pesquisa biotecnológica. O resultado é a produção de sementes que possibilitam ao agricultor obter maior produtividade, sanidade e qualidade de grãos.

## 2.6 PROCESSOS E MECANIZAÇÃO

Neste tópico propõe-se apresentar algumas formas de processamento e de mecanização da produção de soja. Portanto, foram elencadas algumas informações importantes para contextualização da pesquisa.

Ao referir-se ao processamento e a mecanização da produção da soja, cabe destacar que é necessário compreender alguns processos entre eles a colheita, o beneficiamento e o armazenamento. Considerando que a qualidade é um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões, a produção de sementes de qualidade só é possível, mediante a adoção de técnicas especiais. A utilização dessas técnicas contribui na produção de semente com qualidade.

Dessa forma, percebe-se que a colheita é uma etapa importante no processo produtivo da soja, principalmente pelos riscos a que está sujeita a lavoura destinada ao consumo ou à produção de sementes. Essa etapa deve ser iniciada tão logo a soja atinja o estágio de ponto de colheita (R8), segundo a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977), a fim de evitar perdas quantitativas e qualitativas de produto.

Dessa maneira, observamos que a colheita é a fase mais crítica do processo de produção de semente de soja. No entanto, ela pode ser uma importante fonte de mistura varietal, se procedimentos específicos não forem observados. Assim, é imprescindível o isolamento entre campos de produção de semente e a limpeza completa das máquinas colhedoras e carretas transportadoras. Quando da troca de cultivares, é importante efetuar uma limpeza completa em todos os componentes da colhedora (KRZYŻANOWSKI, et al,; 2023).

Em relação ao beneficiamento de sementes observamos que é uma das etapas de grande relevância para obter uma semente de alta qualidade. Essa etapa compreende as fases de pré limpeza, secagem, pós limpeza, padronização (por tamanho, forma e peso), tratamento, pesagem, embalagem (sacaria de papel multifoliado ou Big Bags), amostragem, identificação e armazenamento.

Além disso, é importante evidenciar que o beneficiamento de semente é necessário para remover contaminantes, tais como: materiais estranhos (vagens, ramos, torrões e insetos), semente de outras culturas e de ervas daninhas.

Desse modo, os processos de beneficiamento é uma técnica que contribuem para uma boa qualidade das sementes. De acordo com estudos realizados por Silva (2010) o processo de beneficiamento é

realizado com base nas características físicas do produto e das impurezas a serem retiradas, baseando-se em densidade, forma (arredondados ou achatados), tamanho (comprimento, largura e espessura), textura, cor, condutividade e outras propriedades físicas. Neste sentido, vale salientar que o beneficiamento é um processo de grande relevância na produção de sementes e proporciona muitas vantagens, dentre as quais podem ser citadas: realça as boas características do lote; concorre para o aprimoramento do lote; o produtor terá maior facilidade para venda e obterá preços mais elevados; o agricultor adquire um produto de melhor padrão ou qualidade (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977)

Partindo desse pressuposto, pode-se afirmar que o beneficiamento é uma parte essencial da tecnologia em relação à produção de sementes de alta qualidade, uma vez que envolve todas as operações de preparo das sementes pós-colheita.

Outro fator importante é a secagem dos grãos colhidos na lavoura. A secagem propicia um melhor planejamento da colheita e o emprego mais eficiente de equipamentos e de mão de obra, mantendo a qualidade do grão colhido. É uma operação crítica, com reflexos na etapa de pós-colheita.

Dessa forma, cabe salientar que as sementes provenientes do campo geralmente apresentam teor de água incompatível com o manuseio e armazenamento, necessitando, portanto, de secagem artificial. A semente é transportada até aparte mais elevada do silo através de transportador, permanecendo por período de um ou dois dias dependendo do grau de umidade, e sai na parte mais baixa por gravidade.

Com relação ao armazenamento Krzyzanowski et al., (2023) destaca que a gestão do armazenamento do grão de soja visa evitar as perdas quantitativas e qualitativas, por meio das tecnologias de secagem, aeração e manejo das pragas, que normalmente estão presentes nos grãos quando armazenados inadequadamente.

Nesse mesmo entendimento, o autor resalta que para fazer uma armazenagem adequada dos grãos de soja, existem vários tipos de armazéns: armazéns graneleiros de fundo plano, fundo côncavo com ou sem aeração, silos graneleiros e silo bolsa (KRZYZANOWSKI, et al., 2023).

Nesse contexto, Weber (1995) define o armazenamento como uma técnica que tem por objetivo manter os grãos estocados e em excelente estado de conservação. Além disso, o autor expõe que o principal objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade das sementes reduzindo ao mínimo a deterioração. O armazenamento adquire, ainda, uma função reguladora do mercado, de acordo com a produção e consumo (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977).

Nesse sentido, é importante destacar que a semente seja armazenada em locais bem ventilados, sobre estrados de madeira, afastada de paredes que transmitam umidade. A temperatura média do ambiente não deve ultrapassar 25°C e a umidade relativa do ar deve ser de no máximo 70% (HENNING, 2005).

Outro fator importante no armazenamento, uma vez que os grãos de soja foram limpos e secos, são: com as pragas, que danificam e muitas vezes dificultam a comercialização; com os fungos, que podem produzir micotoxinas nocivas ao homem e aos animais e os fatores que influenciam a qualidade tecnológica.

Para finalizar, é importante ressaltar que as abordagens apresentadas na pesquisa evidenciam que o armazenamento adequado garante que o grão de soja tenha a qualidade do óleo e da proteína preservados. Tão importante quanto o teor de proteína nos grãos de soja, é a qualidade da proteína desse grão. As proteínas são sensíveis à ação do calor que causa a desorganização das cadeias peptídicas

### 3. METODOLOGIA

O artigo está fundamentado em revisão bibliográfica sobre as técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja, realizada na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta no município de Porto Nacional – TO.

A estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta desempenha um de suma importância para o desenvolvimento de sementes de qualidades.

#### 3.1 DESENHO DO ESTUDO (TIPO DE PESQUISA)

A pesquisa é do tipo qualitativa, pois a pesquisa qualitativa tem o ambiente de pesquisa como sua fonte direta de dados. Os instrumentos que subsidiaram a interpretação e análise dos dados foram: levantamento de dados, coleta de dados e análise documental. (site da Syngenta).

#### 3.2 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa teve como universo de análise a estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta situada no município de Porto Nacional – TO. Partindo desse princípio optou-se por realizar a pesquisa em três etapas.

Na primeira etapa realizou-se uma pesquisa de cunho bibliográfica referente aos trabalhos existentes com abrangência da área de pesquisa ou referindo-se a temática em questão em sites, livros, dissertações e artigos científicos. Analisando assim, os processos que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta, no município de Porto Nacional – TO. Os processos analisados foram: colheita, beneficiamento, secagem e armazenamento.

Na segunda etapa foram realizadas visita a campo para constatação dos processos que são usados no processamento e na mecanização das sementes de soja na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta, no município de Porto Nacional – TO. Foram utilizados na aula campo os seguintes materiais: aparelho celular para registrar as fotos, caderneta de anotação e caneta.

E por último, foi realizada uma análise integrada dos dados levantados em laboratório e os coletados durante os trabalhos de campo. Com os dados coletados, organizados e analisados, foi elaborado o presente artigo.

#### 4. DISCUSSÃO

A pretensão desse estudo é apresentar os resultados encontrados através da análise bibliográfica, visita em campo, bem como as discussões dos dados.

A pretensão desse estudo foi analisar as técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta, no município de Porto Nacional – TO.

A área de estudo é a estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta, localizada no município de Porto Nacional – TO, na Rodovia TO - 262 KM 10, Fazenda Palmeira, zona rural.

No Brasil, a Syngenta Seeds conta com seis estações de pesquisa focadas no desenvolvimento de sementes convencionais e geneticamente modificadas de milho e soja. Em todas as unidades, a empresa implementa iniciativas sustentáveis para reduzir a intensidade de carbono de suas operações.

A principal atividade desenvolvida na estação experimental/centro de pesquisa e desenvolvimento da Syngenta é A-0141-5/01 - Produção de sementes certificadas, exceto de forrageiras para pasto, que é uma atividade do Setor de Agricultura.

Atualmente a filial adquire grãos de milho e soja, onde se faz o beneficiamento dos grãos para posteriormente comercializá-los para o mercado interno ou mesmo estrangeiro. A empresa possui contêiner (figura 3) onde está localizado os secadores de sementes (figura 4) e Unidade de Beneficiamento de Sementes (figura 5).

**Figura 3 – Contêiner**



Fonte: GOMES, Lucas Vinicius Nunes, 2023

A semente de soja pode ser secada em sistemas estáticos, contínuos e intermitentes, tomando-se a precaução para que a temperatura da massa de semente não ultrapasse os 40 °C e que a umidade relativa do ar de secagem em secadores estáticos não seja inferior a 35%. Cuidados especiais devem ser tomados com secadores de fluxo contínuo e intermitente para evitar a ocorrência de danos mecânicos,

**Figura 4 – Secador de sementes**



Fonte: GOMES, Lucas Vinicius Nunes, 2023

Toda a semente colhida é enviada para a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS). Nesse processo a soja passa pela classificação dos grãos, onde será retirada informações como, umidade dos grãos, impurezas, materiais estranhos e avariados.

**Figura 5 – Unidade de Beneficiamento de Sementes**



Fonte: GOMES, Lucas Vinicius Nunes, 2023

A cultura da soja é uma das alternativas econômica para os sistemas de produção de grãos no Brasil. As técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja, realizado pela empresa Syngenta são voltadas para o segmento de agribusiness sendo líder mundial nesta área. A Syngenta é comprometida com o desenvolvimento da agricultura sustentável através de pesquisas e tecnologias inovadoras. O propósito da empresa é ofertar soluções e marcas inovadoras para produtores e para a cadeia de alimentos.

## 5. CONCLUSÃO

A cultura da soja é uma das alternativas econômica para os sistemas de produção de grãos no Brasil. As técnicas que envolvem o processamento e a mecanização das sementes de soja, realizado pela empresa Syngenta são voltadas para o segmento de agribusiness sendo líder mundial nesta área. A Syngenta é comprometida com o desenvolvimento da agricultura sustentável através de pesquisas e tecnologias inovadoras.

Portanto, as técnicas de processamento e mecanização constituem-se em ferramentas que permitem a melhoria da qualidade e produtividade nas empresas, além do controle da variabilidade.

Concluimos que as técnicas de processamento e mecanização, contribuem ajudando os todos os produtores. Tendo em vista que as máquinas revolucionaram o mercado da agricultura, tanto na parte comercial, quanto na parte operacional em campo, deixando as propriedades mais rentáveis com tais tecnologias.

## REFERÊNCIAS

- CAVALETT, O. Análise do ciclo de vida da soja. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. 206 p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safra Brasileira de Grãos. Boletim de grãos completo. Disponível em:. Acesso em: 30 março de 2023.
- COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. Química Nova, v.23, p. 4, 2000.
- Cunha, J. P. A. R.; Piva, G.; Oliveira, C. A. A. Efeito do sistema de trilha e da velocidade das colhedoras na qualidade de sementes de soja. Bioscience Journal, v.25, p.37-42, 2009.
- DELOUCHE, J.C. Precepts of seed storage.In:SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, 16, Mississippi, 1973. Proceedings... Mississippi, Miss. State Univ., 1973. p.97-122.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2020. Disponível em:. Acesso em: 23 março 2023.
- EMBRAPA. Disponível em:
- <<https://www.embrapa.br/gite/projetos/matopiba/matopiba.html>>. Acesso em: Abril de 2023.
- EMBRAPA SOJA –Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; OLIVEIRA, Marcelo Álvares de; LORINI, Irineu; FRANÇA-NETO, José de Barros, HENNING, Fernando Augusto. Armazenamento do grão de soja com qualidade: princípios importantes a serem observados. Circular Técnica 196. Londrina, PR, Julho, 2023.
- FELICIANO, C. A.; ROCHA, C. E. R. Tocantins no contexto do MATOPIBA: Territorialização do agronegócio e intensificação dos conflitos territoriais. Dossiê MATOPIBA, Revista NERA, v. 22, n. 47, p. 230-247, 2019.
- FRANÇA-NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F. C; HENNING, A. A; PÁDUA, G. P; LORINI, I; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Embrapa soja, Londrina, PR. 2016. 82 p.
- FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, A. A. Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. EMBRAPA-CNPSo, Londrina, 1984.
- FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; ALMEIDA, A.M.R. & BAR RETO, J.N. Efeito da aplicação de fungicidas foliares sobre a maturação fisiológica de sementes de soja, In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3, Campinas, 1984. Resumos... Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1984a. p, 136.
- FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, n.7. 2011. 1-12p.
- HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

MELLO, A. J. R.; Distribuição longitudinal e produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento e da profundidade de deposição da semente. 2011. 103 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; MONTEIRO, F.J.F.; MELO, A.V. de; PIMENTA, R.S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 427-434, jul./set. 2010.

PEREIRA, L. A. G. Tecnologia de sementes de soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Resumos das palestras proferidas por ocasião da festa da soja. Londrina, 1979. p.54-68.

RUPPIN, N. W; TERRA, L. E. M; FERNANDES, T. O. M; ALBUQUERQUE, C. J. B; JUNIOR, D. S. B. Caracterização morfofisiológica de sementes de diferentes cultivares de soja armazenadas sob condições não controladas. Universidade Federal de Minas Gerais. Cad. Ciênc. Agrária., v. 11, p. 01–08, 2019.

SANTOS, Roberto de Sousa. Políticas Públicas e o Agronegócio na Amazônia Legal/Cerrado: Conflitos Socioterritoriais – in Território em Conflitos, Terra e Poder. Ed. Kelps, Goiânia, 2014.

SILVA, L. C. da. Estruturas para armazenamento de grãos a granel. Alegre: UFES, 2010. 11 p. (UFES. Boletim Técnico, AG:02/10). Disponível em: [http://www.agais.com/manuscript/ag0210\\_armazenagem\\_granel.pdf](http://www.agais.com/manuscript/ag0210_armazenagem_granel.pdf). Acesso em: 10 maio de 2024.

SYNGENTA. Empresa Syngenta Proteção de Cultivos Ltda. Disponível em: <<https://www.syngenta.com.br/>>. Acesso em: abril de 2024.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. Manual das Sementes: Tecnologia da Produção. São Paulo. Ed. agronômica Ceres, 1977.

VILLAS BOAS, G.L.; GAZZONI. D.L. FRANÇA NETO, J.B.; COSTA, N.P.; HENNING, AA. & ROESSING, A.C. Efeito de cinco populações de percevejos sobre características de soja. UFV-1. Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1982. 13p.

WEBER, E. A. Armazenagem Agrícola. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial.1995.

ZAMBOLIM,L. Sementes: Qualidade Fitossanitária. Viçosa: UFV; 1995. 400p

## Capítulo 2



10.37423/240609091

# MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS COM ENFOQUE NA SUSTENTABILIDADE

*Gabriel Burjack Amorim*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Vanessa Barbosa Glória*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Talisson Gustavo Barbosa Mascarenhas*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Eduardo Pereira Neres*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Juacy Gomes do Carmo*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Paulo André Pereira de França*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Tayne Lorrayne Santos Rocha*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Victor Hugo Araujo Feitosa*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Daniella Tavares Nascimento*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

*Warlyton Silva Martins*

*Instituto Tocantinense Presidente Antonio Carlos Porto S.A., Brasil*

**Resumo:** Este estudo discorre sobre o melhoramento genético de plantas com enfoque na sustentabilidade, analisando como as técnicas modernas de melhoramento genético podem contribuir para uma produção agrícola mais eficiente e ecológica. Desde os primórdios da agricultura, os agricultores têm selecionado plantas com características desejáveis para melhorar sua produção agrícola. Este trabalho tem como objetivo revisar a literatura sobre o melhoramento genético de plantas com enfoque na sustentabilidade, assim como apresentar as inovações e avanços científicos nessa área. O procedimento adotado para realização foi a pesquisa bibliográfica exploratória descritiva, fazendo uso de livros, artigos e TCCs publicados em Websites, além de institutos de pesquisas, dados estáticos do Governo Brasileiro e de empresas privadas. O texto explora o melhoramento genético de plantas com enfoque na sustentabilidade, o histórico do melhoramento genético de plantas, recursos genéticos, marcadores moleculares e edição genética, o melhoramento em função do biodiesel e o melhoramento participativo. Conclui portanto que o aumento da agricultura sustentável em larga, deve-se em grande parte ao papel que o melhoramento genético vem tendo durante décadas de pesquisa e desenvolvimento.

**Palavras-Chave:** Pesquisa, Agricultura, Produtividade.

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura já passou por diversas mudanças, desde que a humanidade passou a cultivar seus alimentos em vez de apenas coletá-los na natureza. Ao longo dos anos, a necessidade de produção em larga escala levou à evolução das técnicas e práticas agrícolas. Sendo assim, no final da Segunda Guerra Mundial, a Revolução Verde foi palco de grandes inovações tecnológicas no campo. Novidades que aumentaram exponencialmente a produtividade na lavoura e a qualidade dos alimentos, que começou a crescer em todo o mundo (Superbac, 2022).

As preocupações em relação à alimentação vêm se modificando com o passar do tempo e alterações no sistema alimentar são recentes, mas apesar disso, vêm causando danos sociais, econômicos e ambientais de forma crescente. Os benefícios da agricultura sustentável no sistema alimentar referem-se ao conjunto de processos que incluem principalmente o desenvolvimento sustentável na agricultura, as modificações genéticas das plantas estão cada dia mais evoluídas, no sentido de produzir plantas modificadas, com alta resistência a fatores abióticos e bióticos (Kogut, 2020).

Para que essa intensificação ocorra de maneira sustentável, têm sido geradas e utilizadas diversas tecnologias, tais como novas cultivares e raças mais produtivas com tolerância a pragas e doenças, sistemas de produção integrados, como a integração-lavoura-pecuária-floresta (ILFP) ou a integração lavoura-pecuária (ILP), o manejo integrado de pragas e doenças (MIPD), o sistema de plantio direto (SPD), entre outros (Teixeira, 2022).

O desenvolvimento agrícola sempre esteve em movimento no sentido de aumentar a produtividade das culturas. O uso sustentável dos recursos naturais deve ser sabiamente administrado em combinação com o enriquecimento do conhecimento adquirido da ciência e tecnologia. A segurança alimentar global continua a ser a primeira questão, e os melhoristas de plantas são obrigados a sustentar a produção de alimentos para atender à demanda da crescente população humana do mundo (Bezie et al., 2021).

Com o avanço da agricultura como atividade humana, as plantas cultivadas foram levadas para regiões distantes do seu centro de origem e foram submetidas a diferentes pressões de seleção para adaptação às condições de solo, variáveis climáticas e modos de cultivo. Adicionalmente, a seleção intencional pelos agricultores passou a favorecer certos tipos de variantes que chamavam a atenção por algum atributo de interesse. Esse processo, que se expandiu por milhares de anos, pelas diferentes

regiões da terra a partir dos centros de domesticação, levou a uma enorme variabilidade morfológica nas espécies cultivadas em comparação com seus ancestrais silvestres (Resende; Brondani, 2023).

Com o crescimento populacional surge a necessidade de maior quantidade de alimentos. Nesse sentido, o melhoramento genético de plantas e animais tem contribuído para melhorar o padrão de nutrição da população; ampliar as exportações e reduzir a dependência da importação de alimentos e combustíveis (Silva et al., 2018).

Um ponto relevante a destacar é que o melhoramento de precisão, apesar de ser um caminho sem volta para aumentar a eficiência do melhoramento genético de plantas, ainda tem sido pouco explorado por empresas de melhoramento e profissionais brasileiros. Possibilidades de desenvolvimento de startups dedicadas a uma ou mais de uma metodologia de Melhoramento de Precisão, como o uso de drones e fenômica, representam uma excelente oportunidade para alunos de graduação e pós-graduação, dado o arrojo da agricultura empresarial no país (Brondani e Resende, 2023).

Em espécies vegetais de valor econômico (soja, milho, trigo e algodão), isso já vem sendo feito por grandes empresas privadas com investimentos bilionários. Por sua vez, uma maior exploração da biodiversidade brasileira ampliará a fonte de novos genes, rotas metabólicas e estratégias de adaptação que poderão ser biotecnologicamente transferidas (via transgenia ou edição genômica 4) a culturas agrícolas e florestais de forma a garantir a independência nacional para desenvolvimento de produtos agrícolas e industriais sustentáveis e de alto valor agregado (Adli, 2018).

## 2 OBJETIVO

O presente trabalho visa elaborar uma abordagem literária sobre o papel do melhoramento genético na agricultura sustentável. Para tanto, discutiremos o contexto histórico e a importância do melhoramento genético, a produção sustentável, as técnicas de melhoramento sustentável e sua aplicação na produção agrícola.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 HISTÓRICO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS

A data exata do surgimento do melhoramento de plantas é desconhecida, mas essa prática é antiga. De forma intuitiva e empírica, características como maior tamanho e retenção de sementes na planta, concentração de maior número de sementes em menor número de inflorescências, germinação mais

uniforme, hábito de crescimento ereto, dentre outras, como aroma, cor e sabor, foram modificações essenciais causadas ao longo de milhares de anos de domesticação ou de melhoramento genético (Colombo e Siqueira, 2017).

Há mais de 10.000 mil anos, quando o homem nômade resolve se fixar, ele percebeu ser possível guardar um pouco das sementes e reutilizá-las novamente para produzir seu próprio alimento em vez de coletar pela natureza. No processo de coleta o sucesso nem sempre era garantido, ao se plantar percebia que era possível colher. Em paralelo ao processo de guardar sementes e plantar novamente o homem percebeu que se ele guardasse as melhores sementes das melhores plantas ele obtinha melhores colheitas e foi dessa forma que iniciou o melhoramento genético de plantas (Martins et al., 2019).

Esse método, até então rudimentar, foi aos poucos se aprimorando, sendo então o responsável pelo surgimento das grandes culturas de hoje! Como o milho, trigo, soja, arroz, florestais, dentre outras. O melhoramento como ciência ainda demoraria muito a aparecer, já no século 20, e utilizou conceitos de genética, ciência cujos fundamentos modernos são creditados ao monge Gregor Mendel, que conduziu estudos envolvendo cruzamentos entre plantas genitoras (hibridação), e a consequente observação das diferenças visuais na geração filial. Esse é um ponto fundamental no melhoramento genético de plantas clássico: a matéria-prima para o desenvolvimento de cultivares superiores é a disponibilidade de maior variabilidade genética para possibilitar a seleção genética (Brondani e Resende, 2023).

Na década de 1980, a tecnologia do DNA recombinante emergiu como uma potente ferramenta para o melhoramento genético em plantas. As primeiras transformações consistiam em inserir genes que conferiam características interessantes, como resistência a algum antibiótico ou defensivo agrícola, em organismos antes sensíveis. Essa técnica não depende de cruzamentos nem precisa de um longo tempo para avaliar se as características desejadas foram transmitidas. A rapidez do processo fez com que, hoje, a maior parte das áreas brasileiras cultivadas com soja, milho ou algodão seja ocupada por organismos geneticamente modificados (Jacto, 2020).

Hoje em dia, esses procedimentos de seleção artificial variam de métodos muito simples, parecidos com os feitos na antiguidade, até a seleção indireta de características, com base no genoma, usando marcadores moleculares. Os procedimentos diferem tanto em custos quanto em eficiência genética. No entanto, o objetivo é sempre o mesmo: plantas melhores para o cultivo e mais produtivas. A forma de como essa seleção vai ser conduzida depende do pesquisador que está desenvolvendo a nova

cultivar. Nos últimos anos, com o desenvolvimento da biotecnologia e de técnicas modernas e avançadas da bioinformática, a seleção artificial de plantas se tornou mais precisa e certa, na hora da escolha pelos pesquisadores (CropLife, 2019).

### 3.2 RECURSOS GENÉTICOS

A conservação de recursos genéticos é uma atividade estratégica para a sustentabilidade da agricultura de uma nação e sua cultura alimentar e apresenta grande relevância para o Brasil, um país megadiverso e que tem no agronegócio um dos alicerces do seu desenvolvimento. Basta notar que os sucessivos saltos observados na produção agropecuária foram viabilizados, em grande parte, pela capacidade da pesquisa nacional de incorporar e utilizar os recursos genéticos para a alimentação e agricultura (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2020).

Compreender os centros de origem é importante por dois motivos principais: ecológicos e de melhoramento genético. Do ponto de vista ecológico, esses centros requerem proteção e conservação devido à sua rica biodiversidade. No campo do melhoramento, eles representam fontes valiosas de variabilidade genética, permitindo o desenvolvimento de cultivares superiores (Borém, Miranda & Fritsche-Neto, 2021).

A erosão genética refere-se à perda de variabilidade genética, seja por perda de espécies, genótipos ou genes. Isso pode ocorrer em ambientes naturais devido a desastres ambientais, em bancos de germoplasma devido à má preservação, ou em programas de melhoramento devido à seleção intensa. Por outro lado, a vulnerabilidade genética surge quando os cultivares modernos possuem uma base genética estreita, levando a riscos significativos para a agricultura. Essa vulnerabilidade pode ser mitigada por centros de diversidade e bancos de germoplasma, que mantêm uma ampla variedade de genótipos para uso em melhoramento genético (Carvalho, Silva & Medeiros, 2009).

Os bancos de germoplasma (BG) são locais que conservam a heterogeneidade biológica, podendo ser bancos de animais, vegetais ou microrganismos. Neste capítulo do livro, vamos nos deter aos bancos de germoplasmas vegetais. Os BGs são locais onde os germoplasmas são conservados. Esses bancos surgiram da necessidade de manejar a variabilidade genética entre e dentro da espécie, são locais que conservam e disponibilizam esse material genético, para utilização imediata ou a longo prazo. A conservação dos recursos genéticos, evita a extinção de espécies, conservando a biodiversidade e mantendo a variabilidade. As áreas de aplicações podem ser em escala industrial ou

nas pesquisas, os quais destaca-se, o melhoramento genético, inclusive a biotecnologia (Veiga, 2008).

A conservação ex situ, por sua vez, envolve a manutenção, fora do habitat natural, de uma representatividade da biodiversidade, de importância científica ou econômico-social, inclusive para o desenvolvimento de programas de pesquisa, particularmente aqueles relacionados ao melhoramento genético. Trata da manutenção de recursos genéticos em câmaras de conservação de sementes (-20°C), cultura de tecidos (conservação in vitro), criogenia - para o caso de sementes recalcitrantes, (-196°C), laboratórios - para o caso de microorganismos, a campo (conservação in vivo), bancos de germoplasma - para o caso de espécies vegetais, ou em núcleos de conservação, para o caso de espécies animais (Ministério do Meio Ambiente, 2024) .

A conservação in situ de recursos genéticos é o tipo de conservação realizada nas áreas de ocorrência natural das espécies e uma das mais eficientes, uma vez que as espécies conservadas evoluem nos ecossistemas em que vivem. Normalmente, é realizada em unidades de conservação de proteção integral ou de uso sustentável, por organismos governamentais relacionados à proteção ambiental em diferentes esferas, mas também pode ser feita em reservas indígenas ou em propriedades particulares (Rgv Nordeste, 2019).

### 3.3 MARCADORES MOLECULARES E EDIÇÃO GÊNICA

Os marcadores moleculares são diferenças hereditárias na sequência de DNA na posição correspondente do cromossomo homólogo de dois indivíduos diferentes, que seguem um padrão de herança mendeliana simples. Um marcador molecular é um locus polimórfico (com variabilidade na sequência genética) que nos informa sobre o genótipo do indivíduo e sua análise está orientada a todo genoma e é independente das condições do ambiente (Elevagro, 2015).

Os marcadores moleculares representam importante avanço no campo da genética molecular. Ao longo da história, diversos marcadores genéticos foram utilizados pela comunidade científica. Desde marcadores morfológicos, os primeiros a serem utilizados, até marcadores bioquímicos e enzimáticos, antes do advento dos marcadores moleculares. Os marcadores moleculares são definidos como uma sequência de DNA que identificam polimorfismo no genoma de certos indivíduos aparentados, e permitem que sejam feitas inferências sobre a diversidade genética da espécie e as interrelações dos organismos a nível molecular (Sbg, 2017).

Abaixo, um quadro com as descrições dos principais marcadores moleculares em função do melhoramento genético de plantas:

Quadro 1. Principais marcadores moleculares em função do melhoramento genético de plantas

| SIGLA | NOME                                               | DEFINIÇÃO                                                                                                                     |
|-------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RFLP  | <i>Restriction Fragment Length Polymorphism</i>    | Variações no comprimento de fragmentos de DNA gerados por enzimas de restrição.                                               |
| RAPD  | <i>Random Amplified Polymorphic DNA</i>            | Amplificação de regiões aleatórias do DNA para criar padrões de fragmentos polimórficos.                                      |
| AFLP  | <i>Amplified fragment length polymorphism</i>      | Combinação de digestão de DNA com enzimas de restrição e subsequente amplificação seletiva dos fragmentos.                    |
| ISSR  | <i>Inter simple sequence repeat</i>                | Amplificação das regiões entre microssatélites com primers específicos.                                                       |
| SSR   | <i>(Simple Sequence Repeat) ou Microssatélites</i> | Sequências curtas de DNA repetidas em tandem que variam em número entre indivíduos.                                           |
| SNPs  | <i>Single nucleotide polymorphisms</i>             | Variações de uma única base no DNA.                                                                                           |
| STS   | <i>Sequence tagged sites</i>                       | Fragmentos de DNA com sequências específicas que são usados como marcadores.                                                  |
| SCAR  | <i>Sequence characterized amplified regions</i>    | Regiões do DNA que são amplificadas usando primers específicos baseados em sequências conhecidas.                             |
| DArT  | <i>Diversity array technology</i>                  | Técnica que detecta variações no DNA sem a necessidade de sequenciamento, usando sondas de DNA em matrizes de alta densidade. |

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Marcadores moleculares são sequências de DNA usadas para identificar e rastrear genes específicos em um genoma. Na técnica de edição genética CRISPR, que utiliza a enzima Cas9 e um RNA guia (gRNA) para realizar cortes precisos no DNA, os marcadores moleculares são essenciais. Eles ajudam a identificar a sequência exata de DNA a ser editada, garantindo que o gRNA guie a Cas9 ao local correto. Após a edição, os marcadores moleculares verificam se a modificação genética foi realizada com sucesso, confirmando a presença e a localização das alterações desejadas. Dessa forma, os marcadores

moleculares aumentam a precisão e a eficácia da técnica CRISPR, permitindo modificações genéticas específicas e bem-sucedidas. A seguir, iremos definir melhor o que é CRISPR:

A tecnologia molecular CRISPR, do inglês *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* ou ainda, em português, Conjunto de Repetições Palindrômicas Curtas Regularmente Espaçadas, é uma região do conjunto genômico das bactérias identificada pela presença de sequências curtas e repetidas, sendo que estas atuam no mecanismo de defesa das mesmas, onde pedaços de DNA de vírus invasores são inseridos entre as repetições, funcionando como uma espécie de “memória de infecção”. Quando o vetor infecta novamente, as bactérias produzem enzimas, sendo a Cas9 mais conhecida, que trabalham como tesouras moleculares que carregam a lembrança do vírus. Portanto, se o novo agente invasor apresenta sequências iguais às das “memórias”, o material genético será consequentemente fragmentado pela enzima.(Fernandes, 2023).

CRISPR é uma das técnicas mais modernas para a edição genética de diversos organismos, incluindo plantas. O sistema CRISPR tem enorme potencial de acelerar o melhoramento genético de plantas, auxiliando os agricultores a superarem os principais desafios que acometem as lavouras. Desafios como sensibilidade ao calor, ao estresse hídrico, susceptibilidade a pragas e doenças são apenas alguns dos problemas que já estão sendo estudados em plantas, empregando a nova técnica. Além disso, o sistema CRISPR deve auxiliar na recuperação da biodiversidade, através do desenvolvimento de novos germoplasmas e até novas culturas. Com isso, as plantas desenvolvidas com essa nova técnica poderão contribuir não apenas nos desafios agrícolas, mas também nas questões ambientais (Croplife Brasil, 2020).

### 3.4 MELHORAMENTO E BIODIESEL

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais. Estimulados por um catalisador, eles reagem quimicamente com álcool. Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas para produzir o biodiesel. Entre elas estão a mamona, dendê, canola, girassol, amendoim, soja e algodão. Matérias-primas de origem animal, como o sebo bovino e gordura suína, também podem ser utilizadas na fabricação do biodiesel. Esse biocombustível substitui total ou parcialmente o diesel de petróleo, em motores de caminhões, tratores, camionetas, automóveis e também motores de máquinas que geram energia (Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2019).

O Brasil vai passar a produzir entre 47 bilhões e 50 bilhões de litros de etanol por safra até 2028. Um aumento de cerca de 50%, frente aos 33 bilhões produzidos atualmente. A previsão é da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), que credita o crescimento ao RenovaBio, política nacional de estímulo à adoção de biocombustíveis, voltada para o cumprimento dos compromissos de redução de emissão de gases de carbono no âmbito do Acordo de Paris. Para atender a esta previsão, a evolução da política pública de estímulo aos combustíveis renováveis não deixa de ser acompanhada do desenvolvimento continuado, nas Instituições de Ciência e Tecnologia Nacionais (ICTs), de tecnologias voltadas para a melhoria genética da cana-de-açúcar (Kishi, 2019).

Em 2021, o mundo produziu cerca de 151 milhões de metros cúbicos de biodiesel. O Brasil, que se destaca como um dos cinco maiores produtores de biodiesel do mundo, foi responsável por cerca de  $\frac{1}{4}$  dessa produção. Está na vanguarda do movimento de substituição do óleo mineral, o petróleo, pelo óleo vegetal. Segundo a pesquisa mais recente do IICA (Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura), publicada no ano passado, entre 2011 e 2020, os principais produtores mundiais do combustível foram: Estados Unidos (41%), Brasil (26%), Indonésia (5%), China (3%) e Alemanha (3%) (Mafra, 2022).

### 3.5 MELHORAMENTO PARTICIPATIVO

O melhoramento participativo é um componente do manejo da diversidade genética das plantas que, por sua vez, consiste no resgate, avaliação, caracterização, seleção e conservação dos recursos genéticos. Ambas as estratégias, melhoramento participativo e manejo, desempenham importante função em comunidades de agricultura familiar onde são comuns os problemas relacionados à fertilidade dos solos e a estresses nutricionais, entre outras limitações ambientais (Machado e Machado, 2003).

O melhoramento participativo inicia-se no campo do agricultor a partir de um amplo diálogo e caracterização da diversidade genética local definindo-se assim, as estratégias iniciais dos processos participativos de melhoramento. O cuidado nesta caracterização inicial é fundamental para o sucesso de um programa de melhoramento participativo. Deve-se saber que existe um tempo entre a caracterização local, na introdução e avaliação de variedades até a introdução definitiva das variedades dentro de um sistema agroecológico no qual o melhoramento será realizado. Este processo, na verdade inicia-se com um forte aporte pesquisa e a partir dos ensaios de avaliação a participação do agricultor vai sendo incrementada até o desdobramento total dessas atividades nos campos de

melhoramento dentro de sistemas agroecológico, no qual o agricultor passa a ter domínio total de todo o processo (MachadoO, 2014).

Considerando esses aspectos, o melhoramento participativo emerge como uma estratégia para otimizar a produtividade de cultivares locais e/ou introduzidas, integrando-se à promoção da biodiversidade na agricultura familiar. Essa abordagem realizada diretamente na propriedade rural por meio de ferramentas participativas, envolve a seleção cuidadosa de cultivares para uso direto ou como genitores, proporcionando uma resposta adaptativa às necessidades específicas desses contextos agrícolas (Ferreira et al., 2023).

## 4 METODOLOGIA

Para este estudo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória e descritiva, focada na seleção de materiais científicos que abordam a importância do melhoramento genético na agricultura sustentável. As principais fontes de dados utilizadas foram o Google Acadêmico, livros e a base de dados de dissertações e teses. A busca e compilação dos materiais bibliográficos seguiram critérios estratégicos para obter resultados relevantes para a confecção do manuscrito.

A seleção de palavras-chave foi baseada na ideia central da pesquisa buscando abranger amplamente o conceito de melhoramento genético de plantas com enfoque na sustentabilidade. Inicialmente, priorizou-se a análise de trabalhos publicados nos últimos cinco anos (2018 a 2022). No entanto, devido ao número reduzido de estudos disponíveis sobre o tema, a pesquisa foi posteriormente ampliada sem restrição de tempo.

O estudo relacionou os achados da literatura a diversas questões pertinentes, incluindo: melhoramento genético de plantas, sustentabilidade, histórico melhoramento genético de plantas, recursos genéticos, marcadores moleculares, edição genética, biodiesel e o melhoramento participativo. Essa abordagem ampla permitiu uma análise aprofundada das interações entre melhoramento genético e sustentabilidade, fornecendo uma base sólida para o desenvolvimento do manuscrito.

Em suma, a metodologia adotada foi fundamentada na busca pela qualidade e rigor científico, visando contribuir para o avanço do conhecimento em melhoramento genético de plantas e para práticas mais eficazes na promoção de uma agricultura sustentável.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a pesquisa bibliográfica exploratória descritiva realizada, podemos sintetizar as informações principais a respeito do melhoramento genético de plantas com enfoque em sustentabilidade da seguinte maneira:

O melhoramento genético de plantas no Brasil tem demonstrado uma contribuição significativa em várias espécies, especialmente na cadeia produtiva de grãos. Um destaque importante é o desenvolvimento de cultivares de soja adaptadas para baixas latitudes, permitindo o cultivo em grandes áreas do cerrado brasileiro. Isso possibilitou a incorporação de vastas áreas no cultivo de soja, com potencial para expansão.

O agronegócio é o fator predominante no estabelecimento e manutenção das atividades agrícolas. Os melhoristas devem estar atentos às mudanças no uso das diversas espécies vegetais e às novas oportunidades para desenvolver cultivares adaptadas a novos ambientes. É essencial que os melhoristas tenham uma visão de futuro ao definir estratégias de melhoramento, já que as novas cultivares estarão disponíveis muitos anos após o início das pesquisas.

Sendo assim, torna-se indispensável nos dias atuais para a agricultura moderna a utilização do melhoramento genético na busca por práticas agrícolas mais sustentáveis, em conjunto com insumos e técnicas de cultivo adequados. O resultado final também dependerá do uso consciente de fertilizantes e defensivos, máquinas agrícolas mais eficientes, adoção do sistema de plantio direto na palha, respeitando espaçamento e densidade adequados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhoramento genético com enfoque na sustentabilidade deve ser considerado responsável pelo aumento da produtividade das culturas agrícolas. Assim pode-se entender que a partir dessas práticas, é possível alcançar uma capacidade de produzir alimentos com maior qualidade nutricional, aumento e melhoria da produtividade, maior resistência a pragas, doenças e condições climáticas adversas, redução de custos de produção, expansão do conhecimento científico, diminuição do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, e maior eficiência no uso dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS

- ADLI, M. The CRISPR tool kit for genome editing and beyond. *Nature Communications*, v. 9, n. 1911, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1038/s41467-018-04252-2>.
- BEZIE, Y.; TILAHUN, T.; ATNAF, M.; TAYE, M. The potential applications of site-directed mutagenesis for crop improvement: A review. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v.24, n.3, p.229-244, 2021.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Melhoramento de plantas. Oficina de Textos, 2021.
- BRONDANI, Claudio; RESENDE, Rafael Tassinari. Melhoramento de precisão: uma nova era do melhoramento genético de plantas. Brasil: Revista Cultivar, 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/melhoramento-de-precisao-uma-nova-era-do-melhoramento-genetico-de-plantas>. Acesso em: 31 maio 2024.
- CARVALHO, J. M. F. C.; SILVA, MM de A.; MEDEIROS, M. J. L. Perda e conservação dos recursos genéticos vegetais. 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/656849/1/DOC221.PDF>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- COLOMBO, Carlos A.; SIQUEIRA, Walter J. IAC, Berço do Melhoramento Genético Contemporâneo no Brasil. São Paulo, 24 jun. 2017. Disponível em: <https://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=1009>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- CROPLIFE BRASIL. CRISPR: A surpreendente técnica de edição genética. Brasil: Laborgene Agrográfica. 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/crispr-a-surpreendente-tecnica-de-edicao-genetica/>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- CROPLIFE. Toda planta moderna existente passou pela seleção artificial. In: Seleção artificial: plantas melhores e mais produtivas!. Brasil, 2019. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/conceitos/selecao-artificial-de-plantas/>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- ELEVAGRO. Marcadores moleculares: conceitos básicos. In: O que são marcadores moleculares?. Brasil, 2015. Disponível em: <https://elevagro.com/blog/marcadores-moleculares-conceitos-basicos/>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- FERNANDES, Ana Clara. A TÉCNICA CRISPR NO MELHORAMENTO DE PLANTAS. Brasil: Laborgene Agrográfica. 2023. Disponível em: <https://www.laborgene.com.br/tecnica-crispr-no-melhoramento-de-plantas/>. Acesso em: 3 jun. 2024.
- FERREIRA, Daniel Soares; FIGUEIREDO, Ana Caroline; FERREIRA, João Marcos Soares; CABRAL, Serli de Oliveira; GONÇALVES, Dalila da Costa; DIAN, Vanessa Sessa; GONÇALVES, Morgana Scaramussa; RIBEIRO, Wilian Rodrigues; FREITAS, Wallisson da Silva. MELHORAMENTO GENÉTICO NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA. In: DIMENSÕES DO SABER E O DIÁLOGO MULTIDISCIPLINAR. Rio de Janeiro-RJ: Editora Epitaya, 2023. cap. 26, p. 447-462.
- GTT - PNRGAA (org.). POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/recursos-geneticos-1/gtt-pnrgaa>. Acesso em: 1 jun. 2024.

JACTO. Melhoramento genético na agricultura: saiba o que é e conheça seus benefícios. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/melhoramento-genetico-na-agricultura/>. Acesso em: 3 jun. 2024.

KISHI, KÁTIA. Melhoramento genético amplia fronteiras do etanol de segunda geração: Tecnologia desenvolvida por pesquisadores do Instituto de Biologia da Unicamp regula a expressão de genes. Campinas/SP: Jornal da Unicamp, Julho 2019. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2019/07/19/melhoramento-genetico-amplia-fronteiras-do-etanol-de-segunda-geracao>. Acesso em: 4 jun. 2024.

KOGUT, Petro. Agricultura Sustentável: Alterando o conceito. EOS Data Analytics – Soluções Espaciais: Práticas Agrícolas. 2020. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/agricultura-sustentavel>. Acesso em 27 maio. 2024.

MACHADO, A. T. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. Revista Brasileira de Agroecologia, V. 9, n. 1, p. 35-50, 2014

MACHADO, Altair Toledo Machado; MACHADO, Cynthia Torres de Toledo. Melhoramento Vegetal Participativo com Ênfase na Eficiência Nutricional. Brasil, Dezembro 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568937/1/doc104.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2024.

MAFRA, Erich. Principais produtores do combustível. In: Dia Internacional do Biodiesel: como o sustentável biocombustível é produzido: O Brasil, como um dos maiores produtores do mundo, está na vanguarda do movimento de substituição do óleo mineral, o petróleo, pelo óleo vegetal. Forbes Agro, 10 ago. 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2022/08/dia-internacional-do-biodiesel-como-o-sustentavel-biocombustivel-e-produzido/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MARTINS et al. A história do melhoramento animal, construindo interfaces. Editora PluMX. V.20. 2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (org.). Conservação in situ, ex situ e on farm. Brasil, 2024. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/processo-eletronico/item/7611-conserva%C3%A7%C3%A3o-in-situ,-ex-situ-e-on-farm.html#portal-siteactions>. Acesso em: 1 jun. 2024.

RESENDE, Rafael Tassinari; BRONDANI, Claudio. O Melhoramento na Era de Agricultura de Precisão. In: MELHORAMENTO de Precisão. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1156141/1/cap.1-lv-melhoramento-precisao.pdf>. Acesso em: 28 maio 2024.

RGV NORDESTE (org.). CONSERVAÇÃO IN SITU. Brasil, 2019. Disponível em: [https://www.rgvnordeste.org/insitu\\_onfarm/conservacao-in-situ/](https://www.rgvnordeste.org/insitu_onfarm/conservacao-in-situ/). Acesso em: 1 jun. 2024.

SECRETARIA DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Biodiesel: Sobre o Biodiesel. Brasil, 2019. Disponível em: <https://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/acoes-e-programas/programas/biodiesel>. Acesso em: 4 jun. 2024.

SILVA, Carlos Bernard Moreno Cerqueira Silva; FALEIRO, Fábio Gelape; PEREIRA, Jonny Everson Scherwinski; PEIXOTO, José Ricardo; MALAQUIAS, Juaci Vitória; PÁDUA, Juliano Gomes; CHAVES, Lázaro José. MELHORAMENTO DE PLANTAS: variabilidade genética, ferramentas e mercado. Brasília, DF: SBMP, 2018. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185597/1/Melhoramento-de-plantas.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

SUPERBAC, Nature Driven Intelligence. Agricultura sustentável: entenda sua importância no campo. 2022. Disponível em <https://www.superbac.com.br/blog/agricultura-sustentavelentenda-sua-importancia-no-campo/> Acesso em 27 maio. 2024.

TEIXEIRA, A. L. Sistemas agrícolas mais sustentáveis. In: Plataforma Visão de futuro do Agro. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-defuturo/sustentabilidade/sinal-etendencia/sistemas-agricolas-mais-sustentaveis>. Acesso em: 27 maio. 2024.

VEIGA, R. F. de A. Bancos de germoplasma. 2008. Disponível em: <http://www.biota.org.br/pdf/v72cap04.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2024.

## Capítulo 3



10.37423/240609095

# AVALIAÇÃO DOS EFEITOS ALELOPÁTICOS DO EXTRATO DE TRIDAX PROCUMBENS NO PERCENTUAL GERMINATIVO DO FEIJÃO

*Ubirajara Siqueira de Alencar*

*Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPAC / PORTO*

*Thifane Borges da Silva*

*Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPAC / PORTO*

*Cid Tacaoca Muraishi*

*Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPAC / PORTO*

*Juliano Milhomem Ribeiro*

*Universidade Luterana do Brasil - ULBRA*

*Luis Henrique Froes Michelin*

*Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPAC / PORTO*



**Resumo:** O feijão está entre os alimentos mais antigos do mundo, e é um componente extremamente importante na alimentação de mais de 400 milhões de pessoas, sendo o Brasil um dos maiores produtores do mundo. Este artigo objetiva-se na avaliação dos efeitos alelopáticos dos extratos aquosos de Erva de Touro (*Tridax Procumbens*) no percentual germinativo do feijão. O experimento foi realizado em laboratório de sementes, em papel germitest (papel filtro) e em câmara germinadora, no período 20 de outubro há 29 de outubro de 2022, na cidade de Porto Nacional – TO. Tendo como resultado a não observância de diferenças estatísticas entre os tratamentos realizados. Após a compilação dos resultados, foi possível a conclusão de que não houve efeitos alelopáticos no percentual germinativo do feijão.

**Palavras-chave:** Agricultura, alelopatia, extratos, germinação.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com FERNANDES (2019), o feijão está entre os alimentos mais antigos do mundo. Os registros existentes estão associados diretamente com a história da humanidade, na Grécia e no antigo Egito, o feijão era cultivado e cultuado como símbolo da vida. Já em Roma, os antigos romanos usavam feijão em festas gastronômicas e como forma de pagar suas apostas.

Segundo BARBOSA, (2007), em um estudo da Embrapa, intitulado "Arroz e Feijão", explica que a existência de feijões domesticados remonta a cerca de 7.000 aC na Mesoamérica e depois se espalhou pela América do Sul. Em contrapartida, achados arqueológicos no Peru de 10.000 aC sugerem que o feijoeiro pode ter ido por outro caminho: domesticado na América do Sul e depois enviado para a América do Norte. A verdade é que, desde então, a raça desenvolvida nas Américas se espalhou pelo mundo e é encontrada em áreas da Europa, Ásia e África.

Nos dias de hoje, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (2006), acredita que o cultivo é um componente relevante da alimentação de mais de 400 milhões de pessoas, pois além de aumentar a segurança alimentar, os especialistas também consideram as leguminosas altamente nutritivas. O feijão é uma fonte de proteínas, fibras, carboidratos complexos, vitaminas e minerais - o que pode ajudar a reduzir o risco de doenças cardíacas, diabetes e certos tipos de câncer.

De acordo com dados divulgados pela Organização das Nações unidas para Alimentação e Agricultura (2020), as leguminosas trazem consigo incontáveis benefícios nutricionais que ajudam a prevenir doenças crônicas. O estudo observou que a produção sustentável de leguminosas também pode ajudar a combater as mudanças climáticas em comparação com o impacto ambiental da produção de proteína animal.

Segundo dados divulgados pelo site (FAOSTAT, 2021), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão, ficando atrás apenas da Mianmar e Índia, tendo como maiores importadores Índia, China, Bangladesh, Estados Unidos e Egito. De acordo com IBRAFE (2022), houve uma forte redução na produção do feijão desde o ano de 2006, isso se dá ao fato de boa parte da área destinada ao cultivo foram direcionadas ao plantio de soja e o milho.

Recentemente uma pesquisa realizada pela FAO (Food and Agriculture Organization), discorre que no cenário atual existe cerca de 150 espécies de feijoeiros (variando entre cores e sabores) sendo produzidos pelo mundo. No Brasil a leguminosa é produzida em todos os estados, podendo variar a produtividade de acordo com clima e solo, BIATA (2022).

O Brasil possui três safras distintas, que favorecem a oferta constante do produto. O ciclo curto representa uma vantagem para o produtor, que pode adaptar o plantio a uma janela menor sem renunciar a produção de outros cereais no mesmo ano. As principais áreas produtoras são os estados do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia. Entre elas, a área do Nordeste é maior que a soma das áreas do Sul e do Sudeste e o Meio-Oeste, XIMENES, L. et al (2021).

Atualmente no Brasil as espécies mais comuns são: Feijão-carioca, Feijão Preto e Feijão caupi. O feijão carioca é pertencente à família *Phaseolus vulgaris* L, espécie mais consumida em território brasileiro, cultura que atualmente ocupa uma posição de grande destaque no cenário agrícola, sendo ele cultivado em todo o território brasileiro, podendo ser lavrado em qualquer época a depender da região, SILVA (2020).

Feijão preto, mais utilizado para produção da feijoada sendo está a marca registrada do país, esta espécie possuir cultivo em quase todas as unidades federadas, ao contrário de outras variedades, é a espécie leguminosa mais consumida no mundo, pois é uma importante fonte de proteínas e calorias para mais de 500 milhões de pessoas na América Latina e na África (FAO, 2005).

Feijão caupi, com origem no continente africano o feijão caupi difere de outros feijoeiros por ser pertencente a espécie *Vigna unguiculata* (L.) comumente chamado de feijão de corda ou feijão macassar. É amplamente cultivado por pequenos produtores e constitui um dos principais ingredientes dieta, especialmente em áreas rurais (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003).

As leguminosas são cultivadas nos mais diversos ambientes e em diversos países do mundo e representam uma das espécies com maior variabilidade em características agrônômicas. É uma espécie diploide ( $2n=22$ ), auto fecundante, com taxas de fecundação cruzada variando de 3% a 5%. Nos programas de melhoramento, a maioria é utilizada para cruzamentos entre linhagens e variedades do mesmo genoma. Esses grupos são constituídos pelas variedades com as características agrônômicas mais reconhecidas na região (BURLE et al., 2010).

O melhoramento de plantas é uma estratégia valiosa onde há aumento em certas características que estão ausentes ou presentes em baixas proporções na cultura. Segundo Poehlman (1965) e Allard (1999), o melhoramento vegetal pode ser definido como "a arte e a ciência das plantas transgênicas".melhoria é considerados arte porque dependem das observações do melhorista ao selecionar determinada planta; ciência porque se baseiam em fundamentos científicos, principalmente a genética, BERTOLDO et al., 2016.

No melhoramento do feijoeiro, um dos fatores importantes para o sucesso é a escolha do método a ser utilizado, normalmente não se utiliza apenas um método, mas sim uma combinação desses métodos. Os criadores usam introdução de plantas, seleção de população, pedigree, progênie de uma única semente, uso generalizado, seleção recorrente, retrocruzamento e hibridação. Varie o uso de cada um de acordo com o objetivo de melhoria, TSUTSUMI; BULEGON; PIANO, 2015.

Atualmente, no Brasil, o melhoramento de leguminosas comuns busca interações complexas que vão desde as características das raízes até a fixação biológica de nitrogênio (BNF), resistência a pragas e doenças, tolerância à seca, colheita mecanizada, aumento da produtividade e pós-colheita, por exemplo, qualidade nutricional de cereais e tempo de cozimento, TSUTSUMI; BULEGON; PIANO, 2015.

Dado o exposto o presente trabalho teve como objetivo a avaliação dos efeitos alelopáticos do extrato aquoso de Erva de Touro (*Tridax Procumbens*) no percentual germinativo do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* Pinto Group) estudando assim seu desenvolvimento e características apresentadas durante a realização da pesquisa.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos no laboratório de sementes, no período do dia 20 de outubro de 2022 ao dia 29 de outubro de 2022 totalizando assim 9 dias, quanto as sementes de feijão, a espécie escolhida foi o feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* Pinto Group)

O primeiro passo foi a escolha das folhas da Erva de Touro (*Tridax Procumbens*) que foram usadas, para tal, foram escolhidas as folhas que não apresentavam nenhum tipo de sinais patológicos, foi observado também para a escolha, as plantas mais vigorosas.

Após a colheita das folhas, elas foram trituradas e maceradas ainda frescas e diluídas com água destilada nas seguintes concentrações: 100; 75; 50 e 25%, logo após os extratos obtidos foram utilizados para fazer o tratamento das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* Pinto Group).

O bioensaio foi realizado em papel filtro (Germiteste), sendo que para cada bioindicador, utilizou-se 25 sementes, para o tratamento, as sementes foram colocadas em um recipiente com 100ml do extrato correspondente, ficando ali por 2 minutos e depois foram escorridas e acondicionadas no papel filtro, sendo que com este foram feitos rolos que foram colocados em embalagens plásticas e acondicionados na câmara germinadora (BOD) por 9 dias em uma temperatura de 28° e com 12h de fotoperíodo.

Durante os 9 dias, os experimentos foram regados dia a dia com água destilada, e ao final do último dia os rolos foram abertos e contadas as sementes germinadas, para tal, foram consideradas germinadas todas as sementes que ao final dos 9 dias apresentaram a emissão da radícula. Para a análise de dados foi aplicado o desenho experimental do tipo Delineamento ao Acaso (DIC) onde buscou-se comparar os tratamentos, fazendo as anotações das variâncias e as comparações das médias pelo teste F. Previamente os dados foram testados quanto anormalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. A análise de variância (ANOVA), assim como o teste F foi desenvolvida através do pacote Bioestat. 5.3 (<https://www.mamiraua.org.br/downloads/programas/>) disponível gratuitamente na internet.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segue abaixo a tabela contendo os dados coletados durante o experimento no fim de 09 dias.

**Tabela 1** - Dados coletados ao final dos 09 dias

| <b>FEIJÃO</b>                 |              |              |              |              |              |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>GERMINAÇÃO EM UNIDADES</b> |              |              |              |              |              |
|                               | Testemunha   | Trat. 100%   | Trat. 75%    | Trat. 50%    | Trat. 25%    |
| <b>Repetições</b>             | 24           | 25           | 25           | 24           | 22           |
|                               | 25           | 25           | 25           | 22           | 24           |
|                               | 25           | 25           | 23           | 25           | 24           |
|                               | 24           | 24           | 25           | 24           | 23           |
|                               | 23           | 25           | 24           | 25           | 25           |
| <b>MÉDIA</b>                  | <b>24,20</b> | <b>24,80</b> | <b>24,40</b> | <b>24,00</b> | <b>23,60</b> |

**Fonte:** Tabela elaborada pelos autores.

Após a análise dos dados, observou-se que para a cultura do feijão não houve diferenças significativas no comparativo dos tratamentos com a testemunha (tabela 2).

**Tabela 2** - Resultados obtidos após análise estatística

| <b>Variáveis</b>             | <b>COMPARATIVOS DE RESULTADOS</b> |         |
|------------------------------|-----------------------------------|---------|
| <b>Testemunha/Trat. 100%</b> | 24,20 a                           | 24,80 a |
| <b>Testemunha/Trat. 75%</b>  | 24,20 a                           | 24,40 a |
| <b>Testemunha/Trat. 50%</b>  | 24,20 a                           | 24,00 a |
| <b>Testemunha/Trat. 25%</b>  | 24,20 a                           | 23,60 a |

**Legenda:** número seguido por letras iguais na linha não diferem significativamente ao nível de 5% de significância. Número seguido por letras diferentes na linha diferem significativamente ao nível de 5% de significância.

**Fonte:** Tabela elaborada pelos autores.

Entretanto, ainda são necessários estudos que levem em consideração outras formas métricas para uma resposta mais assertiva, como por exemplo índice de velocidade de germinação, massa seca da parte aérea, tamanho de planta e etc, assim como o caso do estudo realizado por Quadros et al (2009) o qual objetivou o estudo da alelopatia do extrato de *Tridax Procumbens* na germinação de sementes de alface não obtendo diferenças estatísticas no percentual germinativo, porém apresentou diferenças significativas quando analisados o índice de velocidade de germinação.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A métrica de efeitos alelopáticos é um tema muito complexo e que ainda requer novos estudos, a não observância de diferenças estatísticas no percentual germinativo do feijão após a aplicação do extrato de *Tridax Procumbens* não significa que os efeitos alelopáticos são inexistentes. Para respostas mais assertivas, são necessários estudos mais duradouros e que possam testar não só a germinação, mas também a continuidade da cultura.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos familiares e amigos, que estiveram presentes sempre dando apoio e oferecendo palavras de incentivo, força e otimismo no decorrer da jornada acadêmica. Fica aqui o nosso muito obrigada aos professores e em especial ao nosso orientador (Cid Tacaoca Muraishi), pessoas as quais vieram para somar e contribuir para com nosso aprendizado. Somos imensamente gratos à Deus, que durante toda a caminhada nos concedeu saúde, paciência, sabedoria e encheu nossos corações de luz para que assim conseguíssemos suportar o processo.

## REFERÊNCIAS

IBGE prevê safra recorde de 288,1 milhões de toneladas para 2023, com alta de 9,6% frente a 2022 | Agência de Notícias. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/35418-ibge-preve-safra-recorde-de-288-1-milhoes-de-toneladas-para-2023-com-alta-de-9-6-frente-a-2022>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

AGENDA ESTRATÉGICA AGENDA ESTRATÉGICA. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/agendas/arquivos/feijao-1.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

CENTAURUS, E. Revista A Granja - Atuante, Atualizada, Agrícola | Edição: 689 - FEIJÃO. Disponível em: <<https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/689/materia/88>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

Variedade brasileira de feijão-branco. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/variedade-brasileira-de-feijao-branco>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

Agropós, conheça os 13 principais tipos de feijão cultivados no Brasil! Disponível em: <<https://agropos.com.br/tipos-de-feijao/>>.

FERNANDES, C. Feijoeiro-comum no Brasil: conheça a origem e o histórico do cultivo. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/feijoeiro-comum-no-brasil-origem-e-historico-do-cultivo/#:~:text=Origem%20do%20feij%C3%A3o&text=Seus%20registros%20est%C3%A3o%20direta%20mente%20associados>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

BARBOSA, L. Feijão com arroz e arroz com feijão: o Brasil no prato dos brasileiros. Horizontes Antropológicos, v. 13, n. 28, p. 87–116, dez. 2007.

A história do feijão nosso de cada dia. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/2604-a-historia-do-feijao-nosso-de-cada-dia#:~:text=Um%20estudo%20da%20Embrapa%20denominado>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

KIMANI, P. M. Variedades de feijão para regiões tropicais húmidas : Realidade ou ficção? [em línea]. cgspace.cgiar.org, 2006.

FAO marca Dia Mundial das Leguminosas destacando benefícios da biodiversidade do solo. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2020/02/1703482#:~:text=Este%2010%20de%20fevereiro%2C%20a>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

XIMENES, L. et al. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1031/1/2021\\_CDS\\_197.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1031/1/2021_CDS_197.pdf)>

Área de plantio de arroz e Feijão encolheu mais de 30% em 16 anos, com o avanço da soja e do milho. Disponível em: <<https://www.ibrafe.org/artigo/area-de-plantio-de-arroz-e-feijao-encolheu-mais-de-30-em-16-anos-com-o-avanco-da-soja-e-do-milho>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

Feijão: Brasil é um dos maiores produtores e consumidores. Disponível em: <<https://digital.agrishow.com.br/colunistas/feijao-brasil-e-um-dos-maiores-produtores-e-consumidores>>. Acesso em: 23 nov. 2022.

XIMENES, L. et al. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1031/1/2021\\_CDS\\_197.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1031/1/2021_CDS_197.pdf)>.

Conab - Safra Brasileira de Grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>.

SILVA, G. B. P. DA. Tecnologia de produção de feijão carioca para altas produtividades. Disponível em: <<https://institutoagro.com.br/feijao-carioca/#:~:text=O%20feij%C3%A3o%20carioca%20apresenta%20um>>. Acesso em: 12 nov. 2022

TAVARES, H. et al. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina Genetic variability in traditional germplasm of common black beans in Santa Catarina State, Brazil. *Pesq. agropec. bras*, n. 10, p. 1443–1449, [s.d.].

DE, K. et al. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio Chemical composition of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), BRS-Milênio cultivar. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, v. 28, n. 2, p. 470–476, 2008.

CLEVER, G. et al. MELHORAMENTO DO FEIJOEIRO NO BRASIL: UMA REVISÃO DE LITERATURA. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2017/anais/arquivos/RE\\_0869\\_1360\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_0869_1360_01.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2022.

BERTOLDO, J. et al. GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA Recursos Vegetais e Melhoramento Genético: Conceitos e Aplicações. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202105/11141802-boletim-fepagro-26.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

TSUTSUMI, C. Y.; BULEGON, L. G.; PIANO, J. T. MELHORAMENTO GENÉTICO DO FEIJOEIRO, AVANÇOS, PERSPECTIVAS E NOVOS ESTUDOS. *Nativa*, v. 3, n. 3, p. 217–223, 30 set. 2015.

TSUTSUMI, C. Y.; BULEGON, L. G.; PIANO, J. T. MELHORAMENTO GENÉTICO DO FEIJOEIRO, AVANÇOS, PERSPECTIVAS E NOVOS ESTUDOS. *Nativa*, v. 3, n. 3, p. 217–223, 30 set. 2015.

## Capítulo 4



10.37423/240609107

# FABRICAÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTAÇÃO USANDO RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE GRANITO E CAULIM ESTABILIZADOS POR SOLIDIFICAÇÃO

*ANDRÉ LUIZ FIQUENE DE BRITO*

*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE*

*Ana Cristina Silva Muniz*

*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE*

*André Luiz Muniz Brito*

*UNIVERSIDADE Estadual da PARAIBA*

*Sabrina Maia Sousa*

*UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA  
GRANDE*



**Resumo:** O presente trabalho apresenta a fabricação de blocos para pavimentação usando resíduos sólidos oriundos da indústria de caulim e granito que em suas composições apresentam altas concentrações dos metais alumínio (Al), chumbo (Pb) e manganês (Mn) que se tornam nocivos ao meio ambiente e classificam os resíduos, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como não-perigosos e não-inertes (Classe II A). Os resíduos sólidos foram incorporados em massa cimentícia com o objetivo de serem tratados por meio da Estabilização por Solidificação (E/S) e garantir seu uso na construção civil de maneira que assegure a não contaminação do meio ambiente e a resistência dos blocos. Os blocos de pavimentação são compostos por brita, cimento Portland, areia, água e 10% em massa do resíduo de caulim ou 30% do resíduo de granito em relação à massa do cimento da composição. Foi adotado o planejamento fatorial com duas repetições e usado o fator percentagem em massa de resíduos sólidos de caulim/granito e tempo de cura iguais a 7, 14 e 28 dias. Os resultados mostraram que houve apenas a estabilização do resíduo granito que, após solidificado, não solubilizou concentrações acima do limite máximo permissível de Mn, convertendo esse material em Classe II B. Quanto a resistência dos blocos para pavimentação analisadas, os valores obtidos foram suficientes apenas para seu uso em aterros sanitários.

**Palavras-chave:** Estabilização por Solidificação, Blocos de Pavimentação, Meio Ambiente.

## INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos acontece em todos os setores da sociedade e não pode ser eliminada completamente. Seja no setor produtivo, no de serviços ou consumo, em todos os lugares e situações, resíduos são gerados. A indústria de granito e caulim é uma das que mais se destacam na produção de resíduos sólidos industriais em virtude do elevado volume do não aproveitamento da sua matéria-prima.

Nas últimas décadas, as restrições quanto ao uso do solo para disposição final de resíduos, principalmente aqueles considerados perigosos ou contaminantes com altas concentrações de metais, tem se tornado cada vez mais severa, requerendo que as empresas destinem aos resíduos tratamentos seguros e eficazes. Como é o caso dos resíduos de granito e caulim que possuem em suas composições altas concentrações dos metais de alumínio e manganês que ultrapassam os limites máximos permissíveis. (NÓBREGA *et al.*, 2004)

Analizando a composição química dos resíduos de caulim e granito, Mota *et al.* (2006) e Rezende *et al.* (2008) encontraram concentrações de Silício (Si), Alumínio (Al) e Ferro (Fe) acima dos limites máximos permissíveis no RSI de caulim, enquanto no RSI de granito foram identificadas concentrações de Cadmio (Cd) e Manganês (Mn) acima dos limites máximos permissíveis, caracterizando os resíduos como não-perigosos e não-inertes (Classe II A) conforme a NBR 10004.

Assim, a tecnologia de Estabilização por Solidificação (E/S), segundo EPA (2000) e Spence & Shi (2005), empregada há aproximadamente 60 anos, é impulsionada pela necessidade de melhorar o manuseio do resíduo, reduzir a área superficial e a mobilidade do contaminante no solo por lixiviação e solubilização, transformando o material em um bloco monolítico de alta resistência e durabilidade com resíduos não perigosos ou inertes. (BRITO *et al.* 2002).

Blocos de concreto para pavimentação podem ser fabricados utilizando a tecnologia de estabilização por solidificação (E/S), desde que tenham as características físicas e ambientais consideradas seguras como homogeneidade, compacticidade, arestas vivas, ausência de trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento, durabilidade, resistência à compressão, lixiviação e a não emissão dos poluentes presentes nos resíduos. (MALVIYA & CHAUDHARY, 2006).

A NBR 9781 (ABNT, 1987) fixa as condições exigíveis para a aceitação de peças de concreto destinadas à pavimentação e estipula que a resistência mínima à compressão para tráfego de veículos comerciais de linha seja de 35 Mpa e para tráfego de veículos especiais ou com efeitos acentuados de abrasão

seja de 50 Mpa. Há várias discussões em torno do valor adotado como resistência mínima, que é considerado muito elevado, principalmente, para pavimentos somente utilizados em ambientes com tráfego leve, como calçadas e praças, que são locais com sobrecargas mais baixas.

A tecnologia de estabilização por solidificação (E/S) possui reflexos econômicos e sociais positivos para a indústria geradora de resíduos e para a indústria de pavimentos por apresentar uma nova alternativa de disposição final de resíduos. O setor da construção civil se apresenta como um promissor consumidor e agregador de valor a resíduos indesejáveis gerados não apenas pela própria indústria de construção, mas também por outros setores produtivos.

O presente trabalho tem como objetivo a fabricação de blocos para pavimentação a partir da tecnologia de Estabilização por Solidificação (E/S) para o tratamento dos resíduos de granito e caulim, que são classificados como Classe II A conforme a NBR 10004, por possuírem metais de Alumínio (Al), Ferro (Fe) e Manganês (Mn) com concentrações acima do limite máximo permissível. Analisa-se então, a viabilidade do uso dos blocos a partir da análise de características ambientais e físicas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Gestão Ambiental e Tratamento de Resíduos (LABGER) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) situada no Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

### CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E BLOCOS:

A caracterização dos resíduos de granito e caulim consistiu na determinação dos seguintes fatores/parâmetros: Umidade e sólidos totais (voláteis e fixos), pH e concentração dos contaminantes a partir dos ensaios de lixiviação e solubilização dos resíduos. A caracterização dos blocos consistiu da resistência à compressão, solubilização, determinação de metais, sólidos totais e pH.

### LIXIVIAÇÃO:

O ensaio de lixiviação adotado é o descrito pela norma ABNT NBR: 10.005/2004. O extrato lixiviado foi utilizado para avaliar a imobilização dos contaminantes. Neste caso, os dados foram comparados com os requisitos exigíveis. Esses requisitos estão fixados pela ABNT (2004) – NBR 10.005 visando diferenciar os resíduos classificados pela ABNT (2004) – NBR 10.004 como Classe I - Perigosos e Classe II – Não perigosos.

### SOLUBILIZAÇÃO:

O teste de solubilização adotado é o descrito pela norma ABNT NBR: 10.006/2004 (Anexo A da Norma).

### UMIDADE E SÓLIDOS TOTAIS:

A determinação dos sólidos totais (fixos e voláteis) foi realizada através do método gravimétrico Standard Methods (1998).

### DETERMINAÇÃO DE PH:

A determinação do pH (potencial hidrogeniônico) foi realizada a partir do método eletrométrico proposto pelo Standard Methods for the Examination Of Water And Wastewater (1992).

### ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA):

O ENSAIO DE ABSORÇÃO FOI REALIZADA CONFORME ABNT NBR 9.778 (1987).

### UMIDIFICAÇÃO/SECAGEM (U/S):

O ensaio de umidificação/secagem foi realizado conforme o recomendado pelo WTC (1991).

### RESISTENCIA À COMPRESSÃO:

O ensaio foi realizado por meio de placas auxiliares circulares (NBR 9780:1987) com uma velocidade de carregamento da máquina ao transmitir a carga de compressão ao bloco equivalente a  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s.

### CONFECÇÃO DOS MATERIAIS A SEREM ESTABILIZADOS POR SOLIDIFICAÇÃO:

- i) Definiu-se o traço de 1:5 e pesou-se os aglomerantes (cimento Portland, areia e pedra britada) separadamente em uma balança analítica;
- ii) Pesou-se 30% em massa do resíduos de granito e 10% do resíduo de caulim em relação à massa do cimento em uma balança analítica;
- iii) Colocou-se os aglomerantes, granito e caulim em uma betoneira e misturou-se mecanicamente, cada resíduo com seus aglomerantes separadamente, de forma a obter uma massa homogênea;
- iv) Iniciou-se a contagem do tempo de preparação dos materiais a partir do momento que a água foi adicionada à mistura, em média, 24 horas;

- v) Colocou-se as composições no interior dos moldes;
- vi) Os moldes foram colocadas em uma mesa de vibro-prensagem visando comprimir a mistura e evitar a formação de vazios no interior dos moldes;
- vii) Deixou-se em repouso por um período de 24 horas para endurecimento da pasta;

**Figura 1.** Fabricação dos Blocos de pavimentação a partir da metodologia



Fonte: Autor, 2024.

#### PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL: FATORIAL 2 X 3:

O trabalho foi realizado a partir do planejamento fatorial 2 x 3 com duas repetições (ou Fatorial 2 x 3 com 2 réplicas) com objetivo de verificar se os fatores são significativos na análise de resistência à compressão e imobilização dos contaminantes, além da interação entre eles. O fator percentagem (%) e o fator tempo de cura (dias). Em seguida realizar a modelagem e encontrar o ponto ótimo da resposta estudada (percentagem em massa de caulim, percentagem em massa de granito e o melhor tempo de cura).

O número total de ensaios para os blocos para pavimentação com o resíduo sólido do caulim do planejamento fatorial  $F_1 \times F_2$  ( $2 \times 3 \times 2 = 12$  ensaios), igualmente para os ensaios com o resíduo sólido do granito foi calculado  $F_1 \times F_2$  ( $2 \times 3 \times 2 = 12$  ensaios), totalizando 24 ensaios. O numero de ensaios foi possível ser calculado usando a Equação 1:

$$n = F_1 \times F_2 \times 2 \text{ rep} \quad (1)$$

Em que:  $n$ : Número de ensaios;  $F_1$ : Fator percentagem;  $F_2$ : Fator tempo de cura; rep: Réplicas

## ANÁLISE ESTATÍSTICA (ANOVA):

Para verificar a validação do modelo, checar as respostas e verificar se existem efeitos significativos entre os fatores, foi realizada a Análise de Variância (Analysis of Variance – ANOVA). A Tabela 1 apresenta a saída do software Minitab para ANOVA (Análise de Variância).

**Tabela 1.** Análise de variância (ANOVA) do Fatorial  $F_1 \times F_2$  e 2 réplicas

| Fonte de Variação                | G.L          | Soma Quadrática | Quadrado Médio | Valor $p^{1 e 2}$ |
|----------------------------------|--------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Modelo Regressão (Modelo Linear) | p-1          | SQ reg          | SQreg/p-1      | -                 |
| Resíduo                          | n-m          | SQr             | SQr/n-m        | -                 |
| Interação                        | m-p          | SQfaj           | SQfaj/m-p      | -                 |
| Erro(resíduo)                    | n-m          | SQep            | SQep/n-m       | -                 |
| Total                            | n-1          | SQt             | SQt/n-1        | -                 |
| $R^2$                            | $R^2_{\max}$ | R               |                |                   |

Legenda: n: Número de experimentos; p: Número de coeficientes; m: Número de experimentos distintos; g.l : Graus de Liberdade; SQ : Soma Quadrática; Valor  $p^1$ : Significativamente diferente ( $p \leq 0,05$ ); Valor  $p^2$ : Não significativo ( $p > 0,05$ ); mL: modelo linear

Fonte: MYERS & MONTGOMERY (1995); MONTGOMERY & RUNGER(2009) e MINITAB 17.0 2014).

A ANOVA testa se os termos do modelo têm algum efeito na resposta. Testa o grau do modelo (linear ou quadrático) além da interação. Será aplicado o teste  $P$ , para comparar as médias dos fatores: percentagem (%) e tempo de cura (dias). O nível de significância adotado para validar o teste  $P$  será 0,05 (valor de  $\alpha$ ).

1. Se o valor de  $P$  for  $\leq 0,05$ , as médias dos fatores ou interação serão diferentes, ou seja, houve efeito do fator e/ou interação e as variáveis controláveis influenciaram na variável resposta.
2. Se o valor de  $P > 0,05$ , as médias dos fatores ou interação não são diferentes (são iguais). Isto implica dizer que não haverá efeito do fator e/ou interação e as variáveis controláveis não influenciaram na variável resposta.

## COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO(R):

O coeficiente de correlação (R) é calculado utilizando-se:

$$R = \sqrt{R^2} \quad (2)$$

Esta, por sua vez, representa a correlação entre as variáveis. Sendo assim, o valor de R varia entre -1, que indica uma correlação linear negativa e o valor 1, indica uma correlação linear positiva. Este

coeficiente é, portanto, um número utilizado para classificar a correlação da seguinte forma:  $R = +1$  ou  $-1$  (Correlação é perfeita);  $R > 0,75$  (Correlação é Forte);  $R = 0,5$  e  $< 0,75$  (Correlação é Média);  $R < 0,5$  (Correlação é Fraca) e  $R = 0$  a Correlação é Inexistente. Quanto mais próximo de  $+1$  ou  $-1$  for o valor de  $R$ , melhor será o resultado da correlação entre as variáveis.

#### PORCENTAGEM MÁXIMA DE VARIAÇÃO EXPLICÁVEL:

A porcentagem máxima de variação explicável foi calculada usando a Equação 4. Ela representa o máximo de variação que o modelo explica. Este valor deve ser comparado com o valor explicado pelo modelo ( $R^2$ ).

$$R^2_{\max} = \frac{SQ_{\text{fatores significativos}} - SQ_{\text{erro}}}{SQ_{\text{total}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Em que:

$SQ_{\text{erro}}$ : Soma Quadrado do erro.

#### MODELOS: PLANEJAMENTO FATORIAL E PONTO ÓTIMO (ESTACIONÁRIO):

Se a resposta for modelada por uma função linear das variáveis independentes, a função de aproximação será de 1ª ordem (Equação 4):

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (4)$$

O ponto ótimo será calculado quando for encontrado os níveis de  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , que maximizam a resposta estimada (predita). Este ponto, se existir, será um conjunto de  $x_1, x_2, \dots, x_k$  para o qual as derivadas parciais são iguais a zero (Equação 5):

$$\partial \hat{y} / \partial x_1 = \partial \hat{y} / \partial x_2 = \dots = \partial \hat{y} / \partial x_k = 0 \quad (5)$$

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS:

As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados obtidos do ensaio de solubilização e lixiviação dos resíduos de caulim e granito.

**Tabela 2.** Classificação: Lixiviação e Solubilização do resíduo do Caulim

| Elemento        | Lixiviação<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | L.M.P.<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Solubilização<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | L.M.P.<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Cádmio</b>   | 0,011                               | 0,5                             | < 0,01                                 | 0,005                           |
| <b>Manganês</b> | 0,25                                | 10                              | < 0,01                                 | 0,1                             |
| <b>Chumbo</b>   | 0,46                                | 1                               | <b>0,02</b>                            | 0,01                            |
| <b>Alumínio</b> | 0,39                                | 20                              | <b>0,67</b>                            | 0,2                             |
| <b>Cromo</b>    | 0,014                               | 0,5                             | <0,01                                  | 0,05                            |
| <b>Ferro</b>    | 0,11                                | 30                              | 0,086                                  | 0,3                             |

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se a na Tabela 2 que o resíduo de caulim utilizado na pesquisa classifica-se também como classe II-A (não-perigoso e não-inerte), devido aos elementos de alumínio (Al) e chumbo (Pb) estarem em concentrações acima dos limites máximos permissíveis (L.M.P.) no ensaio de solubilização.

Assim, como na análise de metais realizado por Mota *et.al.* (2013), as altas concentrações do metal Alumínio (Al) se devem ao óxido de alumínio ser um dos principais constituintes da argila caulim e as altas concentrações de Chumbo (Pb) foi encontrada devido às características de solo ou contaminantes da localidade onde a argila foi produzida.

**Tabela 3.** Classificação: Lixiviação e Solubilização do resíduo de Granito

| Elemento        | Lixiviação<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | L.M.P.<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | Solubilização<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) | L.M.P.<br>(mg.L <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Manganês</b> | 3,28                                | 10                              | <b>0,11</b>                            | 0,1                             |
| <b>Alumínio</b> | 1,50                                | 20                              | < 0,10                                 | 0,2                             |
| <b>Ferro</b>    | 1,48                                | 30                              | < 0, 01                                | 0,3                             |
| <b>Cádmio</b>   | 0,013                               | 0,5                             | <0,005                                 | 0,005                           |
| <b>Cromo</b>    | 0,06                                | 5                               | < 0,01                                 | 0,05                            |
| <b>Bário</b>    | 0,47                                | 70                              | < 0,6                                  | 0,7                             |

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se a partir da Tabela 3 que o resíduo de granito utilizado na pesquisa também é classificado como classe II-A (não-perigoso e não-inerte), devido a concentração de Manganês (Mn) estar acima do máximo permitido no ensaio de solubilização por ser um dos principais elementos constituintes do vidro e da rocha do granito. Nóbrega *et al.*, (2004) realizaram um estudo sobre a avaliação ambiental da escória do metal manganês e também concluíram que esse resíduos não pode ser classificado como inerte conforme a NBR 10004.

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos na determinação dos seguintes parâmetros: teor de umidade, as frações de sólidos e o pH. Os ensaios foram realizados em triplicata. Os resultados mostrados a seguir correspondem às médias aritméticas.

**Tabela 4.** Caracterização dos resíduos de Granito e Caulim

| Parâmetros                  | Resíduo de Granito | Resíduo de Caulim |
|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| <b>Teor de umidade (%)</b>  | 0,96               | 9,43              |
| <b>Sólidos totais (%)</b>   | 99,04 <sup>1</sup> | 90,57             |
| <b>Sólidos voláteis (%)</b> | 0,72               | 7,01              |
| <b>Sólidos fixos (%)</b>    | 99,28              | 92,99             |
| <b>pH</b>                   | 7,66               | 6,26              |

1-Valor em Relação ao teor de sólidos Totais

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se a partir da Tabela 4 que ambos os resíduos apresentam um teor pequeno de umidade (principalmente o de granito) o que favorece o uso destes em matrizes cimentíceas e aplicações em geral dentro da construção civil quanto ao quesito de integridade do material ou aplicação na qual se pretende sua incorporação.

O teor de sólidos voláteis representa a fração de compostos orgânicos presentes nos resíduos e facilmente volatilizados em temperaturas acima de 550 °C, o teor de sólidos fixos indica a quantidade de matéria inerte ao resíduo, esses materiais são geralmente areia, pó de pedra e argila.

#### AVALIAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA:

Foram confeccionados corpos de prova de massa de 450 g com os RSI de caulim e granito em sua composição em diferentes percentagens e tempos de cura com o objetivo de escolher os melhores resultados para, enfim, fabricar os blocos para pavimento.

#### RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS CORPOS DE PROVA:

Apresenta-se na Tabela 5 os resultados em MPa do Ensaio de resistência à compressão dos corpos de provas com os resíduos sólidos industriais de Caulim e de Granito.

**Tabela 5.** Resultados do ensaio de RC dos CPs com RSI Caulim e Granito

| Exp | Tempo de Cura (dias) | Porcentagem do RSI Caulim (%) | RC do CPs Caulim (MPa) | Porcentagem do RSI Granito (%) | RC do CPs Granito (MPa) |
|-----|----------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1   | 7                    | 0                             | 4,90                   | 0                              | 15,27                   |
| 2   | 7                    | 10                            | 4,79                   | 30                             | 8,74                    |
| 3   | 7                    | 40                            | 2,65                   | 60                             | 10,69                   |
| 4   | 28                   | 0                             | 4,64                   | 0                              | 18,25                   |
| 5   | 28                   | 10                            | 4,04                   | 30                             | 16,52                   |
| 6   | 28                   | 40                            | 2,65                   | 60                             | 11,18                   |
| 7   | 7                    | 0                             | 4,68                   | 0                              | 15,62                   |

|           |    |    |      |    |       |
|-----------|----|----|------|----|-------|
| <b>8</b>  | 7  | 10 | 5,22 | 30 | 8,47  |
| <b>9</b>  | 7  | 40 | 2,84 | 60 | 11,76 |
| <b>10</b> | 28 | 0  | 4,66 | 0  | 18,34 |
| <b>11</b> | 28 | 10 | 4,24 | 30 | 17,64 |
| <b>12</b> | 28 | 40 | 2,53 | 60 | 11,92 |

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da Tabela 5 foi verificado que os corpos de prova com o RSI do Caulim que adquiriram maior resistência à compressão foram os que continham 10% em massa do RSI e possuíam 7 dias de cura, enquanto que os materiais feitos com o RSI do Granito que adquiriram maior resistência à compressão foram os que continham 30% do RSI e possuíam 28 dias de cura.

#### ABSORÇÃO DE ÁGUA (CAA):

Na Tabela 6 os resultados do ensaio de absorção de água dos corpos de provas com os resíduos sólidos industriais do Caulim e Granito.

**Tabela 6.** Resultados estatísticos do ensaio de CAA dos CP com RSI Caulim e Granito

| <b>Exp.</b> | <b>Tempo de Cura (dias)</b> | <b>Porcentagem do RSI Caulim (%)</b> | <b>CAA do CPs Caulim (%)</b> | <b>Porcentagem do RSI Granito (%)</b> | <b>CAA do CPs Granito (%)</b> |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| <b>1</b>    | 7                           | 0                                    | 10,76                        | 0                                     | 7,89                          |
| <b>2</b>    | 7                           | 10                                   | 12,18                        | 30                                    | 10,04                         |
| <b>3</b>    | 7                           | 40                                   | 19,40                        | 60                                    | 11,68                         |
| <b>4</b>    | 28                          | 0                                    | 10,48                        | 0                                     | 7,01                          |
| <b>5</b>    | 28                          | 10                                   | 12,82                        | 30                                    | 8,98                          |
| <b>6</b>    | 28                          | 40                                   | 19,49                        | 60                                    | 10,81                         |
| <b>7</b>    | 7                           | 0                                    | 10,58                        | 0                                     | 7,70                          |
| <b>8</b>    | 7                           | 10                                   | 12,25                        | 30                                    | 10,03                         |
| <b>9</b>    | 7                           | 40                                   | 19,34                        | 60                                    | 11,93                         |
| <b>10</b>   | 28                          | 0                                    | 10,61                        | 0                                     | 7,16                          |
| <b>11</b>   | 28                          | 10                                   | 12,65                        | 30                                    | 9,06                          |
| <b>12</b>   | 28                          | 40                                   | 19,47                        | 60                                    | 10,97561                      |

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir da porcentagem da CAA dos resíduos expostas na Tabela 6, verificou-se que os CPs produzidos com RSI Caulim que adquiriram menor absorção foram os que continham 10% do RSI e que possuíam 7 dias de cura.

Enquanto para os corpos de provas que possuíam RSI Granito que foi absorvido menor quantidade de água foram os que possuíam 30% de granito em sua composição em relação à quantidade de CPC e com 28 dias de cura.

## ENSAIO DE UMIDIFICAÇÃO/SECAGEM (U/S):

Na Tabela 7 os resultados do ensaio de Umidificação e Secagem dos corpos de provas com os resíduos sólidos industriais do Caulim e Granito.

**Tabela 7** – Resultados do ensaio de U/S: Caulim e Granito

| Exp | Tempo de Cura (dias) | Porcentagem do RSI Caulim (%) | U/S dos CPs Caulim (%) | Porcentagem do RSI Granito (%) | U/S dos CPs Granito (%) |
|-----|----------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 1   | 7                    | 0                             | 0,68                   | 0                              | 3,06                    |
| 2   | 7                    | 10                            | 1,30                   | 30                             | 4,40                    |
| 3   | 7                    | 40                            | 1,62                   | 60                             | 4,92                    |
| 4   | 28                   | 0                             | 1,46                   | 0                              | 3,85                    |
| 5   | 28                   | 10                            | 1,40                   | 30                             | 3,95                    |
| 6   | 28                   | 40                            | 1,66                   | 60                             | 4,27                    |
| 7   | 7                    | 0                             | 0,70                   | 0                              | 2,99                    |
| 8   | 7                    | 10                            | 1,33                   | 30                             | 4,64                    |
| 9   | 7                    | 40                            | 1,65                   | 60                             | 4,89                    |
| 10  | 28                   | 0                             | 1,44                   | 0                              | 3,59                    |
| 11  | 28                   | 10                            | 1,35                   | 30                             | 3,90                    |
| 12  | 28                   | 40                            | 1,62                   | 60                             | 4,32                    |

Fonte: Dados da pesquisa.

Através da análise dos resultados expostos na Tabela 7, assim como nos ensaios de Resistência à Compressão e Absorção de água, verificamos que os materiais feitos através de (E/S) com o RSI Caulim que adquiriram menor porcentagem de umidificação por secagem, foram os que continham 10% do RSI e que possuíam 7 dias de cura absorvendo apenas cerca de 0,68%.

O mesmo se repetiu para os corpos de provas que possuíam o RSI Granito, os adquiriram menor umidificação por secagem foram os que possuíam 30% de granito em sua composição em relação à quantidade de CPC e com 28 dias de cura, absorvendo cerca de 2,99%.

De acordo com o Protocolo de Avaliação de Materiais Estabilizados por Solidificação, após seis ciclos de umidificação e secagem a perda em peso não deve ser superior a 15% do seu peso inicial. Portanto todos os valores encontrados estão dentro do limite máximo permissível.

## DE METAIS DOS BLOCOS PARA PAVIMENTAÇÃO:

A Tabela 8 apresenta os resultados da concentração de metais de Chumbo (Pb), Alumínio (Al) e Manganês (Mn) a partir do fluido da análise de solubilização dos blocos para pavimentação

confeccionados com 0% em massa de RSI em relação ao cimento, 10% de massa do RSI de caulim e 30% do RSI de granito com diferentes tempos de cura, variando entre 7, 14 e 28 dias.

**Tabela 8.** Resultados da Análise da Concentração de Metais dos Blocos de Pavimentação

| Tempo de Cura | Percentagem (%) RSI Caulim | [Al] (mg/L) | [Pb] (mg/L) | Percentagem (%) RSI Granito | [Mn] (mg/L) |
|---------------|----------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|
| 7             | 0                          | 0,25        | 0,01        | 0                           | 0,01        |
| 14            | 0                          | 1,38        | 0,01        | 0                           | 0,01        |
| 28            | 0                          | 1,07        | 0,01        | 0                           | 0,01        |
| 7             | 10                         | 0,78        | 0,01        | 30                          | 0,01        |
| 14            | 10                         | 0,99        | 0,01        | 30                          | 0,01        |
| 28            | 10                         | 1,43        | 0,01        | 30                          | 0,01        |
| 7             | 0                          | 0,58        | 0,028       | 0                           | 0,01        |
| 14            | 0                          | 0,62        | 0,032       | 0                           | 0,01        |
| 28            | 0                          | 1,04        | 0,01        | 0                           | 0,01        |
| 7             | 10                         | 0,90        | 0,01        | 30                          | 0,01        |
| 14            | 10                         | 0,92        | 0,01        | 30                          | 0,01        |
| 28            | 10                         | 0,01        | 0,12        | 30                          | 0,01        |

Fonte: Autor, 2024.

Sabendo que os limites máximos permissíveis da concentração dos metais de acordo com o Anexo G dos Padrões para o Ensaio de Solubilização da ABNT NBR 10004 – 2004 são de 0,2 mg/L para Alumínio (Al), 0,01 para Chumbo (Pb) e 0,1 mg/L de Manganês (Mn), podemos analisar que apenas 1 bloco com RSI caulim não foi estabilizado por o resíduo contido no bloco continuar a solubilizar Pb em concentrações altas. Percebe-se que o mesmo bloco com RSI de caulim que solubilizou concentrações acima do limite máximo permissível de Chumbo foi o único que estabilizou o metal Alumínio.

Logo, não houve estabilização por solidificação para os blocos para pavimentação com o RSI de caulim em sua composição. Observa-se que algumas amostras em branco (0% de resíduo) também se mostraram com concentrações consideráveis dos metais de Alumínio e Chumbo, pode-se supor que houve contaminação por meio da água usada para obter as amostras solubilizadas.

Enquanto que, para os blocos com RSI de granito em sua composição, todos apresentaram concentrações de Mn abaixo do limite máximo permissível. Pode-se então afirmar que para esses blocos houve a estabilização por solidificação do RSI granito e a sua conversão como um material não-perigoso e não inerte (Classe II A) para um material não-perigoso e inerte (Classe II B).

A partir dos resultados da análise da concentração de metais nos blocos de pavimentação podemos verificar se há interação entre os fatores de percentagem e tempo de cura, se são significativos na análise e, com a modelagem, poder encontrar o ponto ótimo da resposta estudada (percentagem em

massa do RSI caulim, percentagem em massa do RSI granito e o melhor tempo de cura) que possibilite a estabilidade dos poluentes contidos nos resíduos solidificados nos blocos.

A Tabela 9 mostra a ANOVA para o resultado das análises das concentrações dos metais dos blocos para pavimentação.

**Tabela 9.** Análise de Variância (ANOVA): Resistência à Compressão de Blocos com RSI

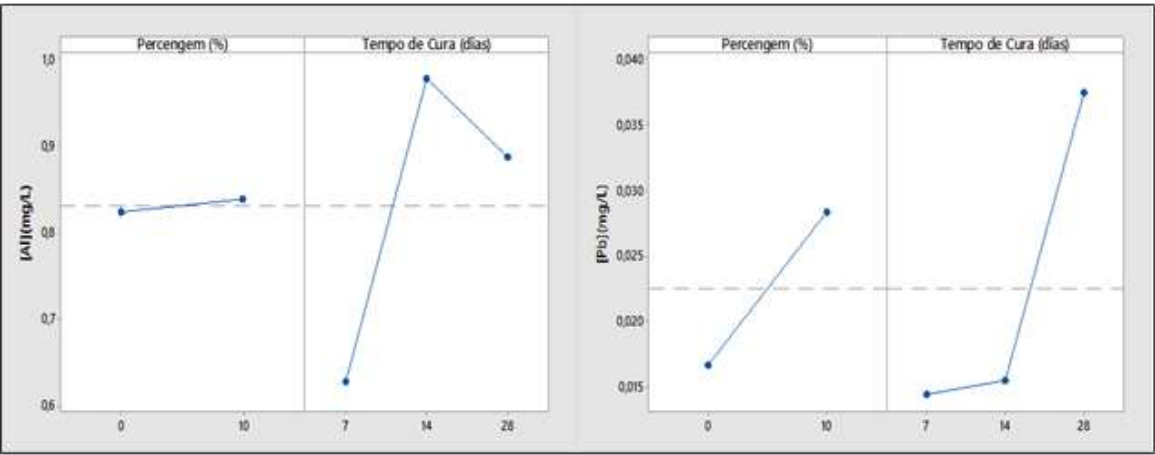
| Fonte de Variação     | Valor de <i>P</i><br>[Al] RSI Caulim | Valor de <i>P</i><br>[Pb] RSI Caulim | Valor de <i>P</i><br>[Mn] RSI Granito |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Fator Percentual      | 0,958>0,05                           | 0,560>0,05                           | -                                     |
| Fator Tempo de Cura   | 0,587>0,05                           | 0,565>0,05                           | -                                     |
| Interação dos fatores | 0,556>0,05                           | 0,337>0,05                           | -                                     |

Fonte: Autor, 2024.

Na Tabela 9, o resultado mostra que os fatores percentuais dos resíduos, o fator tempo de cura e a interação entre os fatores não são significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro (*valores de p*>0,05). Isso significa que a presença dos resíduos na composição dos blocos para pavimentação e o tempo de cura não influenciaram na resposta. Nota-se que não foi possível e nem necessário fazer a análise estatística da concentração do metal Mn para os blocos com RSI granito, pois para todos os blocos apresentaram concentrações com leituras idênticas a 0,01.

O Gráfico 1 mostra os efeitos principais e significativos para as concentrações dos metais contidos no RSI caulim nos blocos para pavimentação. As menores concentrações dos metais são obtidas quando não há presença do RSI caulim (0%) e com o menor tempo de cura, de 7 dias. Nota-se que nenhum dos blocos para pavimentação com RSI caulim em sua composição foi estabilizado.

**Gráfico 1.** Efeitos principais para a concentração de metais presentes no RSI Caulim nos Blocos para Pavimentação



Fonte: Autor, 2024.

O modelo obtido para a análise da interação entre o RSI Caulim e o Tempo de Cura está o mostrado na Equação 11:

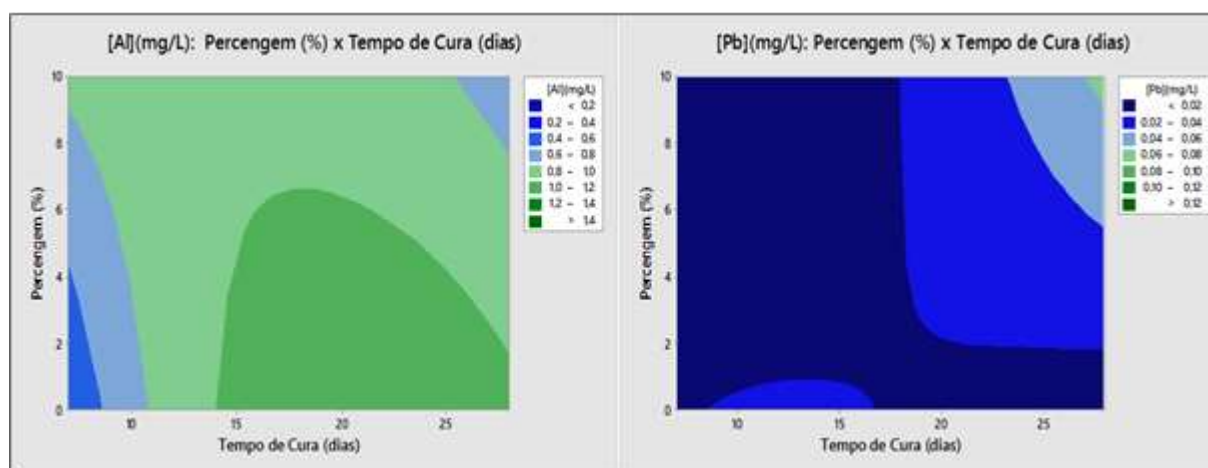
$$[Al](\text{mg/L}) = 0,831 - 0,008 \text{ Percentagem (\%)}_0 + 0,008 \text{ Percentagem (\%)}_{10} \quad (11)$$

Enquanto que para a interação entre o RSI Granito e o Tempo de cura está modelado na Equação 12:

$$RC (\text{Mpa}) = 14,533 - 0,285 \text{ Percentagem(\%)} * \text{Tempo de Cura (dias)} \quad (12)$$

Com os modelos das Equações 11 e 12, pode-se avaliar os gráficos de contorno para verificar a melhor região da resposta obtida.

**Gráfico 2.** Gráfico de contorno para concentração dos metais Al e Pb do RSI Caulim: Percentagem (%) e Tempo de Cura (dias)



Fonte: Autor, 2024.

No Gráfico 2 foram encontradas as curvas de contorno para os blocos com RSI Caulim que mostram a distribuição da concentração dos metais de Al e PB em relação aos parâmetros de percentagem e tempo de cura. A região que apresenta menor concentração do metal alumínio possui tempo de cura entre 0 e 7 dias e percentagem de até 4% do resíduo de caulim. Enquanto que a região que apresenta concentração menor do que 0,02 do metal Pb, está presente de forma mais densa no gráfico entre a percentagem de 0 e 10% do resíduo de caulim e com tempo de cura de até 20 dias.

Apesar da maioria dos blocos analisados terem estabilizado o poluente Pb por solubilizarem o metal em concentração menor do que o limite máximo permissível, o RSI caulim, em sua quase totalidade dos blocos, continuou a solubilizar o metal Al em concentrações superiores ao limite máximo permissível de acordo com NBR 10004. E assim como em casos estudado por Mota *et al.*, 2006, pode-

se afirmar que não houve a estabilização por solidificação dos blocos com resíduo industrial de caulim, continuando a classificar o resíduo como não-perigoso e não-inerte (Classe II A).

Para otimizar a resposta das condições da presença do RSI de caulim com metais poluentes na fabricação dos blocos para pavimentação pode-se visualizar no Gráfico 3 que o ponto da baixa concentração do metal Al ótimo é obtido para blocos para pavimentação com 0% de RSI e o tempo de cura de 7 dias. Enquanto que para menores concentrações do metal Pb é obtido para condições de 0% do RSI caulim e tempo de cura de 28 dias.

**Gráfico 3.** Gráfico dos dados otimizados para a concentração dos metais presente no RSI caulim nos blocos para pavimentação



Fonte: Autor, 2024.

RESISTENCIA À COMPRESSÃO DOS BLOCOS PARA PAVIMENTAÇÃO:

A Tabela 10 apresenta os resultados das análises de resistência à compressão dos blocos para pavimentação confeccionados com 0% em massa de RSI em relação ao cimento, 10% de massa do RSI de caulim e 30% do RSI de granito com diferentes tempos de cura, variando entre 7, 14 e 28 dias.

**Tabela 10.** Resultados do Ensaio de Resistência à Compressão para os Blocos de Pavimentação

| Exp. | Tempo de Cura | Percentagem (%) RSI Caulim | RC (Mpa) RSI Caulim | Percentagem (%) RSI Granito | RC (MPa) RSI Granito |
|------|---------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1    | 7             | 0                          | 13,90               | 0                           | 13,99                |
| 2    | 14            | 0                          | 13,71               | 0                           | 13,71                |
| 3    | 28            | 0                          | 20,85               | 0                           | 20,85                |
| 4    | 7             | 10                         | 10,75               | 30                          | 13,12                |
| 5    | 14            | 10                         | 10,02               | 30                          | 15,44                |
| 6    | 28            | 10                         | 15,13               | 30                          | 12,25                |
| 7    | 7             | 0                          | 14,27               | 0                           | 14,27                |
| 8    | 14            | 0                          | 12,53               | 0                           | 12,53                |

|           |    |    |       |    |       |
|-----------|----|----|-------|----|-------|
| <b>9</b>  | 28 | 0  | 17,22 | 0  | 17,22 |
| <b>10</b> | 7  | 10 | 12,48 | 30 | 12,69 |
| <b>11</b> | 14 | 10 | 10,19 | 30 | 13,44 |
| <b>12</b> | 28 | 10 | 15,81 | 30 | 14,88 |

Fonte: Autor, 2024.

A partir dos resultados de resistência à compressão dos blocos de pavimentação podemos verificar se há interação entre os fatores de percentagem e tempo de cura, se são significativos na análise e, com a modelagem, poder encontrar o ponto ótimo da resposta estudada (percentagem em massa do RSI caulim, percentagem em massa do RSI granito e o melhor tempo de cura).

A Tabela 11 mostra a ANOVA para o resultado de resistência à compressão dos blocos para pavimentação com resíduo de caulim.

**Tabela 11.** Análise de Variância (ANOVA): Resistência à Compressão de Blocos com RSI Caulim

| Fonte de Variação     | G.L | % de Explicação das fontes | Soma Quadrática | Quadrado Médio | Valor de $F$ | Valor de $P$ |
|-----------------------|-----|----------------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|
| Fator Percentual      | 1   | 25,44                      | 27,323          | 27,323         | 18,08        | 0,005<0,0    |
| Fator Tempo de Cura   | 2   | 65,55                      | 70,399          | 35,199         | 23,29        | 0,001<0,05   |
| Interação dos fatores | 2   | 0,56                       | 0,604           | 0,302          | 0,20         | 0,824>0,05   |
| Erro                  | 6   | 8,45                       | 9,070           | 1,5116         | -            | -            |
| Total                 | 11  | 100,00                     | -               | -              | -            | -            |
| $R^2 = 84,52\%$       |     | $R^2_{\max} = 91,55\%$     |                 |                |              |              |

Fonte: Autor, 2024.

Na Tabela 11, o resultado mostra que o fator percentual (*valor de  $p = 0,005$* ) e o fator tempo de cura (*valor de  $p = 0,001$* ) são significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro. Isso significa que a presença de caulim na composição dos blocos para pavimentação e o tempo de cura influenciaram na resposta, mas não houve influência na interação entre os fatores (*valor de  $p = 0,824$* ).

A Tabela 12 mostra a ANOVA para o resultado de Resistência à Compressão dos blocos para pavimentação com resíduo de Granito.

**Tabela 12.** Análise de Variância (ANOVA): Resistência à Compressão de Blocos com RSI Granito

| Fonte de Variação   | G.L | % de Explicação das fontes | Soma Quadrática | Quadrado Médio | Valor de $F$ | Valor de $P$ |
|---------------------|-----|----------------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|
| Fator Percentual    | 1   | 14,80                      | 9,616           | 9,616          | 4,48         | 0,079>0,05   |
| Fator Tempo de Cura | 2   | 29,13                      | 18,928          | 9,464          | 4,41         | 0,066>0,05   |

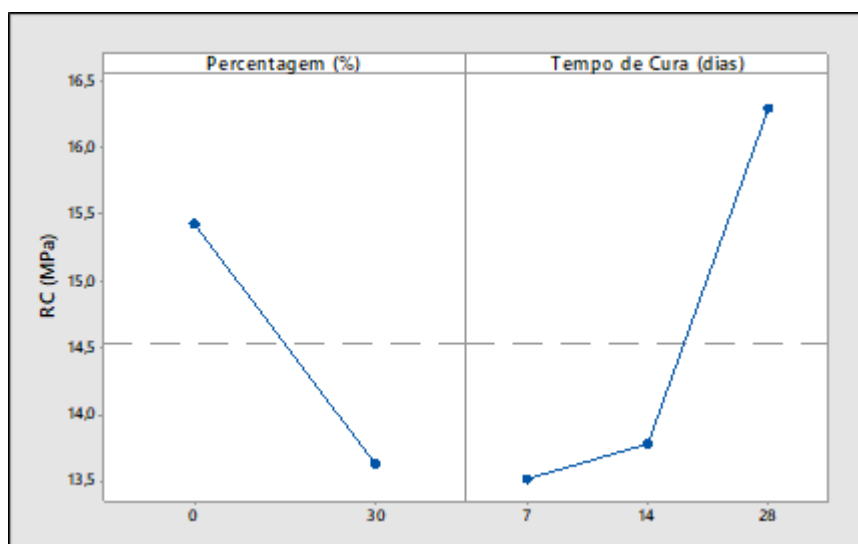
|                       |                        |        |        |       |      |            |
|-----------------------|------------------------|--------|--------|-------|------|------------|
| Interação dos fatores | 2                      | 36,25  | 23,556 | 1,778 | 5,48 | 0,044<0,05 |
| Erro                  | 6                      | 19,83  | 12,887 | 2,148 | -    | -          |
| Total                 | 11                     | 100,00 | -      | -     | -    | -          |
| $R^2 = 63,64\%$       | $R^2_{\max} = 80,17\%$ |        |        |       |      |            |

Fonte: Autor, 2024.

Na Tabela 12, o resultado mostra que o fator percentual (*valor de  $p = 0,079$* ) e o fator tempo de cura (*valor de  $p = 0,066$* ) são significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro. Isso significa que a presença de granito na composição dos blocos para pavimentação e o tempo de cura não influenciaram de forma independente na resposta, enquanto para o resultado que mostra interação dos fatores (*valor de  $p = 0,044$* ), houve influência na resistência à compressão dos blocos para pavimentação.

O Gráfico 4 mostra os efeitos principais e significativos para a resistência à compressão dos blocos para pavimentação com RSI caulim. O melhor resultado é obtido quando não há presença do RSI caulim (0%) e com o tempo de cura de 28 dias, com 20,85 MPa. Para 10% de caulim, foi obtida uma resistência à compressão aproximadamente 12,5 MPa. Com estes valores não foi possíveis atingir a resistência mínima à compressão de 35 MPa estabelecida pela ABNT NBR 9780 (1987) para ambientes com solicitações de veículos comerciais de linha.

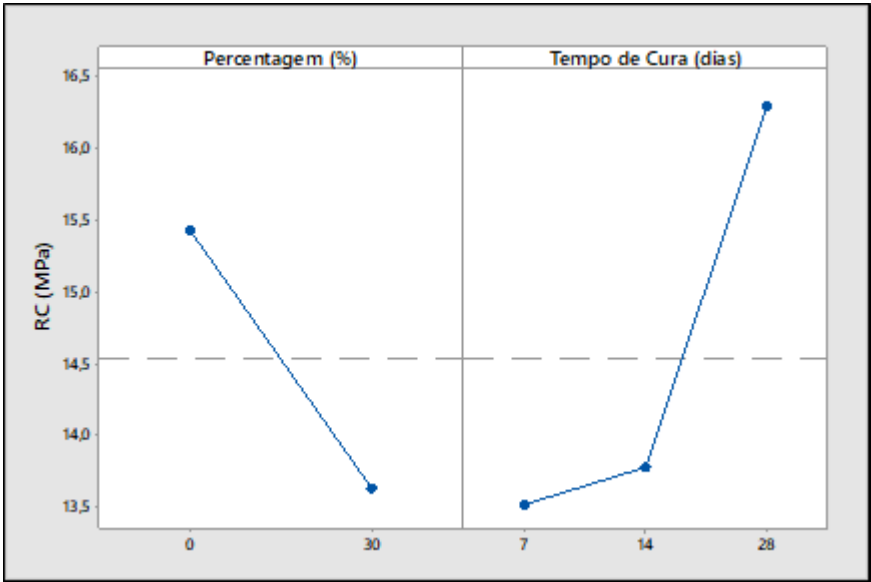
**Gráfico 4.** Efeitos Principais para a RC dos Blocos para Pavimentação com RSI Caulim



Fonte: Autor, 2024.

O Gráfico 5 mostra os efeitos principais e significativos para a resistência à compressão dos blocos para pavimentação com RSI granito, e também o melhor resultado continua a ser com a ausência de RSI granito e com o tempo de cura de 28 dias.

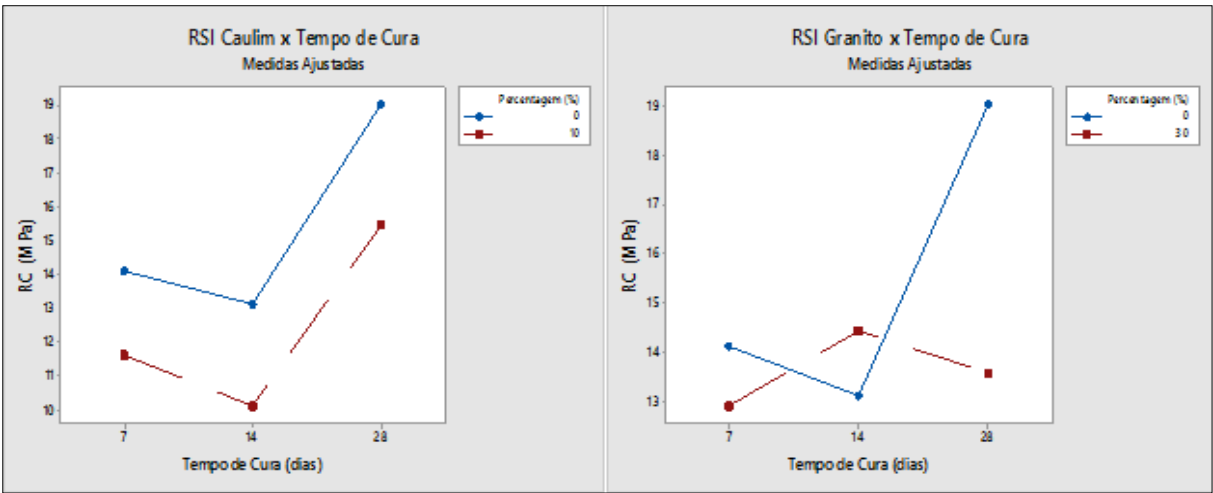
**Gráfico 5.** Efeitos Principais para a Resistencia à Compressão dos Blocos para Pavimentação com RSI Granito



Fonte: Autor, 2024.

O Gráfico 6, corrobora as informações da ANOVA (Tabela 1), mostrando que não há interação entre a presença/ausência do resíduo sólido industrial caulim e o tempo de cura. Enquanto que para a presença/ausência do resíduo sólido industrial granito e o tempo de cura, há interação entre esses fatores.

**Gráfico 3.** Gráfico da interação RSI x Tempo de Cura



Fonte: Autor, 2024.

O modelo obtido para a análise da interação entre o RSI Caulim e o Tempo de Cura está o mostrado na Equação 11:

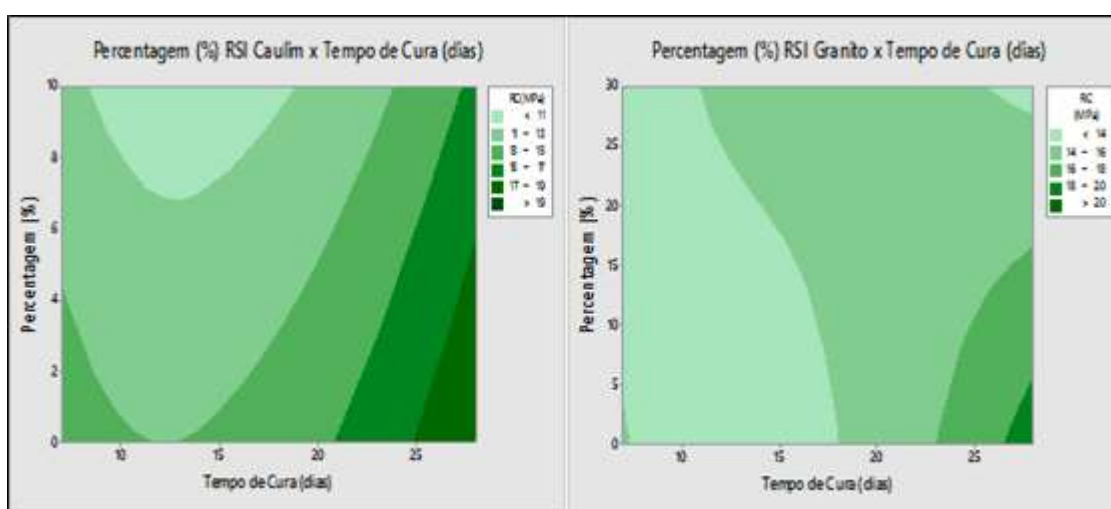
$$RC \text{ (MPa)} = 13,905 - 1,509 \text{ Percentagem(\%)} - 2,295 \text{ Tempo de Cura (dias)} \quad (11)$$

Enquanto que para a interação entre o RSI Granito e o Tempo de cura está modelado na Equação 12:

$$RC \text{ (Mpa)} = 14,533 - 0,285 \text{ Percentagem(\%)} * \text{Tempo de Cura (dias)} \quad (12)$$

Com os modelos das Equações 11 e 12, pode-se avaliar os gráficos de contorno para verificar a melhor região da resposta obtida.

**Gráfico 4.** Gráfico de contorno para RC: Percentagem (%) e Tempo de Cura (dias)



Fonte: Autor, 2024.

No Gráfico 4 foi encontrado as curvas de contorno para os blocos com RSI Caulim que mostram que o melhor resultado encontra-se na região inferior do lado direito. O valor é obtido quando sua composição varia entre 0% e 5% em massa em relação à massa do cimento e com um tempo de cura além de 25 dias. Com a modelagem pode-se afirmar que a região está nos valores maiores que 19 MPa de resistência a compressão.

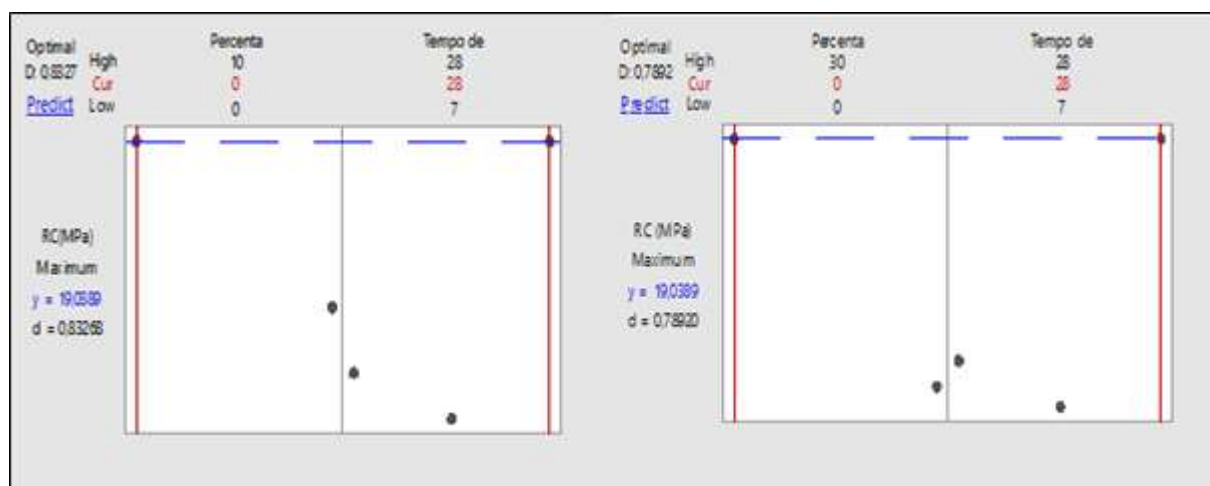
Enquanto que para as curvas de contorno para os blocos com RSI Granito mostram que os melhor resultado são os materiais que possuem a percentagem em massa do RSI granito até 15% e com um tempo de cura maior do que 20 dias.

Embora os melhores resultados de resistência à compressão serem os dos blocos com baixa percentagem de RSI em sua composição, há a observância de que para todos os blocos fabricados e analisados, apresentaram resistência maior do que 11 MPa. Apesar das resistências obtidas não se

enquadrarem na NBR 9781 (ABNT, 1987), que fixa a resistência mínima à compressão de blocos para pavimentação para tráfego de veículos comerciais de linha seja de 35 Mpa, foram resultado muito satisfatórios, visto que, trabalhos como os de Mota *et al.*, 2006 e Rezende *et al.*, 2008 desenvolvidos na mesma linha de pesquisa e sob condições parecidas, não obtiveram resistência maior do que 2,3 MPa.

Para otimizar a resposta das condições de resistência á compressão (Mpa) obtidos para na fabricação dos blocos para pavimentação pode-se visualizar no Gráfico 5 que o ponto ótimo é obtido quando o bloco para pavimentação com 0% de RSI e o tempo de cura de 28 dias. Neste caso, a melhor resposta otimizada é 19,0389 MPa de resistência à compressão.

**Gráfico 4.** Gráfico dos dados otimizados para a resistência à compressão dos blocos para pavimentação com RSI Caulim e Granito



Fonte: Autor, 2024.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a caracterização dos resíduos sólidos industriais de caulim e granito apresentou concentrações acima do limite máximo permissível de solubilização dos metais de Alumínio, Chumbo e Manganês, fato que se deve à própria composição da matéria-prima e à contaminação do local de onde foi resgatado o resíduo.

O tratamento aplicado aos RSI frente ao processo de estabilização por solidificação (E/S) foi analisado em meio a aspectos físicos e ambientais. Os resultados obtidos na análise de concentração de metais solubilizado dos blocos com RSI caulim permitiu concluir que não houve a estabilização dos resíduos a ele encapsulados pela liberação dos metais de Pb e, principalmente, Al em quase sua totalidade dos

blocos fabricados, permanecendo a classificação do resíduo como Classe II A. Enquanto que os blocos com RSI granito apresentou solubilidade do metal Mn menor do que o limite máximo permitido, podendo-se afirmar a estabilidade e conversão desse material para Classe II B.

A análise de resistência á compressão realizada não apresentou nenhum bloco que pudesse obter resistência igual ou superior a resistência mínima à compressão para tráfego de veículos comerciais de linha seja de 35 Mpa fixada pela NBR 9781 (ABNT, 1987), no qual permitindo seu uso apenas em aterros sanitários que possui limite mínimo de resistência à compressão de 1 MPa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - *ABNT NBR 9780*: Fabricação de Pavimentos de Concreto, 1987

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, Guia básico de utilização do cimento Portland – BT-106, 7 ed., São Paulo, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - *ABNT NBR 10.004*: Resíduos Sólidos - Classificação. CENWin, Versão Digital, ABNT NBR 10.004, 71p, 2004<sub>a</sub>

BRITO, A.L.F de; MUNIZ, A. C. S.; LOPES, W. L; LEITE, V. D. PRASSAD. S. Processo de Codisposição de Resíduos Sólidos de Curtume. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 7 – n. 3 e 4, p.144-150, 2002

MALVIYA R, CHAUDHARY R. Factors affecting hazardous waste solidification/stabilization: a review. J Hazard Mater, 2006

MINITAB INC. STATISTICAL SOFTWARE–Data Analysis Software. Version 17, 2014.

MONTGOMERY, Douglas C. e RUNGER, George C., Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros 4ª Edição LTC Editora São Paulo 2009.

MOTA J. D., et al., Aproveitamento dos resíduos de granito e caulim como materiais aditivos na produção de tijolos ecológicos, Universidade Federal de Campina Grande, 2013

MYERS, Raymond H. and MONTGOMERY, Douglas C., Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments, Published by John Wiley and Sons Canada LTD, 1995

NÓBREGA, L. M; ROSA, N. M. G. S; CAMPOS, L. E.P; SOARES, J. B; Avaliação

Ambiental de Escória de Ferro liga Aplicada em Revestimentos de Pavimentos. 36ª Reunião Anual de Pavimentação. Curitiba, Brasil, 2005

REZENDE, M. L. *et al.*, Utilização do Resíduo de Caulim em Blocos de Vedação. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 2008.

SPENCE, R. D.; SHI, C. Stabilization and solidification of hazardous, radioactive and mixed wastes. Boca Raton, Florida. Ed. CRC Press. 378p. 2005

WASTEWATER TECHNOLOGY CENTER – WTC-EC-EPS-3/HÁ/9. Proposed evaluation protocol for cement-based stabilization/solidification wastes. Cadadá: Environment Canada, 1991.

## Capítulo 5



10.37423/240609118

# A GERMINAÇÃO DE UMA REDE DE GUARDIÕES DE SEMENTES CRIOULAS: A RESISTÊNCIA CAMPONESA NA PRESERVAÇÃO DA AGROSOCIOBIODIVERSIDADE

*Fernando Luis Diniz D'Avila*

*Universidade Federal do Paraná - UFPR*



**Resumo:** O aumento de monoculturas no sudoeste do estado do Paraná e norte catarinense, localizados no Bioma Mata Atlântica no Brasil levou a erosão da agrobiodiversidade. Diante disto, o Coletivo Triunfo, grupo formado por agricultores familiares e entidades representativas viabilizou a construção de uma rede de guardiões de sementes crioulas por meio de ações de combate ao uso excessivo dos agrotóxicos, de fomento ao resgate da agrobiodiversidade e ao acesso ao Programa de Aquisição de Alimentos e ao Programa Nacional de Alimentação Escolar, da realização de feiras municipais e regionais de sementes crioulas e da agrobiodiversidade, da construção de casas de sementes e agroindústria de beneficiamento. As ações do Coletivo Triunfo levaram ao aumento da agrobiodiversidade do território e ao reconhecimento do grupo pelas organizações da Agricultura Familiar e poderes públicos como a de um ator político coletivo de formação de opinião pública e de concertação social.

**Palavras-chave:** PAA Sementes; Banco de Germoplasma; Sementes Crioulas; Coletivo Triunfo.

## INTRODUÇÃO

Esta experiência trata da formação do Coletivo Triunfo, um grupo constituído por agricultores camponeses e instituições ligadas ao meio rural, que atuam em ações voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar e camponesa e a promoção da agroecologia na região Sul do Brasil.

O Coletivo Triunfo nasceu em 2010, a partir da iniciativa de nove camponeses e camponesas, que foram estimulados pela organização não governamental (ONG) AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia através de dinâmicas interativas de intercâmbios, que ocorreram no sudeste do estado do Paraná e no planalto norte do estado de Santa Catarina, especialmente nos municípios de São João do Triunfo e São Mateus do Sul, ambos no Paraná. Segundo a AS-PTA (2015), durante a criação do Coletivo as lideranças da agricultura familiar de São João do Triunfo tiveram um papel decisivo para sua consolidação, motivando a nomeação do Coletivo com a força simbólica da palavra “triumfo”.

Atualmente o Coletivo Triunfo é constituído por mais de 40 membros sediados em 17 municípios, que integram quatro mesorregiões dos estados do Paraná e Santa Catarina. Além de agricultores e agriculturas o Coletivo é formado por movimentos sociais do campo e entidades representativas de agricultores familiares e camponeses como sindicatos, cooperativas, associações comunitárias, grupos, professores e estudantes de escolas técnicas, institutos federais, faculdades e universidades públicas estaduais e federais, gestores públicos municipais e estaduais e representantes de cooperativas de trabalho e de extensão rural, assessores técnicos de ONGs e entidades prestadoras de assistência técnica e extensão rural.

Para promover a agroecologia e a agricultura familiar camponesa, o Coletivo Triunfo incentiva o combate ao uso excessivo e indiscriminado dos agrotóxicos, o resgate da agrobiodiversidade, e apoia grupos coletivos para acessarem as políticas públicas de comercialização, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) na modalidade de Sementes – Doação Simultânea, e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), além de fomentar e realizar feiras de sementes crioulas e da agrosociobiodiversidade, dias de campo, oficinas, cursos, intercâmbios, seminários regionais, dentre outros eventos, que dinamizam a rede regional de promoção a agroecologia no Paraná e Santa Catarina.

O foco das atividades do Coletivo Triunfo busca incrementar a diversidade das raças e variedades crioulas, sejam animais e/ou vegetais, que são mantidas pelas famílias camponesas, fortalecendo uma rede de guardiões de variedades de sementes crioulas e da agrosociobiodiversidade, que inclui plantas

alimentícias, ornamentais, medicinais e matéria prima para a fabricação de artesanatos, fibras, óleos e essências aromáticas. Estes guardiões resgatam e preservam a agrosociobiodiversidade, além de saberes e práticas agroecológicas, que diminuem a dependência de pacotes tecnológicos criados por empresas transnacionais, fundadas no uso intensivo de agrotóxicos e adubos de alta solubilidade.

O Coletivo Triunfo atua no bioma de Mata Atlântica, que abrange cerca de 13% do território brasileiro, 98% do estado do Paraná e 100% de Santa Catarina (IBGE, 2004) Nas mesorregiões onde o Coletivo Triunfo atua a Mata Atlântica se caracteriza como Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária, abrigando mais de 350 espécies arbóreas, com endemismo em torno de 40%. Diante do avanço de atividades econômicas predatórias neste bioma, as ações do Coletivo Triunfo, viabilizam a conservação da agrobiodiversidade e a promoção da agroecologia é fundamental para a preservação das funções ecológicas desses territórios.

### AÇÕES DO COLETIVO TRIUNFO

Em busca de fortalecer a agricultura familiar camponesa e promover a agroecologia nos territórios, o Coletivo Triunfo viabiliza reuniões mensais abertas a comunidades e instituições locais, criando um espaço de formação e informação técnica de enfoque agroecológico sobre e para o desenvolvimento rural local, que desencadeia na participação de grupos de agricultores em políticas públicas e em programas de fomento a agroecologia.

Ademais, o Coletivo realiza intercâmbios para construir coletivamente o conhecimento agroecológico por meio de trocas de experiências entre famílias agricultoras camponesas, que recebem um grupo de agricultores visitantes e expõem suas práticas de manejo e de construção de agroecossistemas, fomentando o diálogo entre agricultores sobre técnicas e tecnologias de produção sustentáveis e a adoção de novas práticas. Estes intercâmbios são planejados e definidos coletivamente com temas que enfocam a agroecologia, agrobiodiversidade, manejo ecológico de solos, cooperativismo, agroindustrialização e comercialização.

Outra ação de fortalecimento da agricultura familiar realizada pelo Coletivo Triunfo é o apoio a associações e cooperativas para acessarem as políticas públicas de comercialização como o PNAE e PAA a partir de metodologias práticas, baseadas em novas experiências agroecológicas e de organização social. O PNAE é uma política pública federal, que atua em âmbitos estaduais e municipais, oferecendo alimentação escolar em escolas públicas, que é adquirida de cooperativas e associações da agricultura familiar.

O acesso ao PNAE reflete na estabilidade produtiva, ampliação da renda familiar, manutenção da agrobiodiversidade e na autonomia das famílias perante os sistemas integrados de produção, em especial a fumicultura, que é umas das principais culturas cultivadas no território.

Para apoiar o acesso das associações e cooperativas ao PAA, o Coletivo Triunfo junto com a AS-PTA estimulou a formulação de projetos coletivos para comercializar sementes crioulas de milho através do PAA - Sementes/Doação Simultânea. O PAA Sementes é uma política pública que integra o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Sisan), fortalecendo a soberania e segurança alimentar, a valorização da biodiversidade e da produção agroecológica de alimentos oriundos da agricultura familiar e camponesa, incentivando hábitos alimentares saudáveis (ANA, 2020).

As cooperativas ligadas ao Coletivo Triunfo plantaram mais de 100 campos de multiplicação de sementes crioulas de milho, com 23 variedades resgatadas e conservadas por agricultores camponeses do território, e que foram distribuídas gratuitamente por sindicatos, cooperativas e associações para mais de 8 mil famílias agricultoras camponesas, totalizando 150 toneladas de sementes. Como resultados, houve um incremento no resgate da biodiversidade das variedades crioulas do território e o fortalecimento da rede regional de guardiões das sementes e da agrobiodiversidade.

Apoiando ainda mais o acesso dos grupos de agricultores ao PNAE, em 2019, o Coletivo Triunfo inaugurou em São João do Triunfo no Paraná, a Unidade Agroindustrial de Beneficiamento do Milho Crioulo Ecológico.

A agroindústria de milho crioulo é gerida coletivamente por cooperativas da agricultura familiar, sendo as mesmas que processam o milho crioulo para fabricação de canjica, fubá e quirera. A agroindústria comercializa com dois mercados já estabelecidos, que envolvem a parceria com o poder público local para a venda dos derivados de milho ao PNAE e ao Programa Municipal de Aquisição de Gêneros Alimentícios da Agricultura Familiar, que garantem alimentos saudáveis nas escolas e creches públicas. Outro ponto importante é que a agroindústria também conecta os produtores e consumidores via comercialização em circuitos curtos, estreitando os laços entre campo e a cidade.

As ações do Coletivo levaram a construção de uma casa de sementes ou banco de germoplasma em 2018, no município de Fernandes Pinheiro no Paraná. Esta casa de sementes visa garantir a preservação genética das variedades no território. É um local físico onde as famílias armazenam as sementes crioulas após estarem secas e selecionadas, funcionando como um espaço de troca de sementes, que auxilia no resgate, na melhoria genética e na armazenagem das variedades locais.

Esta casa de sementes atualmente tem como parceiros o Coletivo Triunfo, a AS-PTA e a Universidade Federal do Paraná - UFPR. Desde sua criação a casa já recebeu intercâmbios de agricultores, estudantes e técnicos, servindo como um modelo no território para a preservação da agrobiodiversidade.

Com vistas a incrementar a agrobiodiversidade e fortalecer a rede de guardiões de sementes, o Coletivo Triunfo também fomenta e promove a realização de feiras e festas municipais e regionais de sementes crioulas e da agrosociobiodiversidade. As feiras minimizam os efeitos da erosão genética causada pela disseminação de sementes comerciais, sobretudo das transgênicas.

As feiras de sementes tiveram início em 1999 na comunidade de Pinhalão, no município de União da Vitória, sul do estado do Paraná, com um grupo de mulheres agricultoras, que reservavam um momento durante suas reuniões para troca de sementes. Deste momento, surgiu a primeira feira de troca de sementes realizada pelas agricultoras, com apoio do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de União da Vitória, Prefeitura Municipal e da AS-PTA.

Nesta primeira feira, foram resgatadas mais de 100 variedades de sementes crioulas de diversas espécies, desde milho, feijão, centeio, trigo, arroz, batata inglesa, batata doce, amendoim, hortaliças, árvores nativas e raças de animais de pequeno porte como porcos, galinhas, cabritos entre outros.

O sucesso da primeira feira levou a ampliação e a participação de mais comunidades, e assim, a realização da 1ª Feira Municipal de Sementes Crioulas no ano 2000, no município de União da Vitória, Paraná. As repercussões positivas deste evento provocaram outros municípios da região sudeste paranaense a realizar feiras municipais de sementes crioulas e da agrosociobiodiversidade. Por sua vez, o triunfo destas feiras municipais levou a criação de feiras regionais, que se configuraram numa forma de confraternização entre todos os municípios do sudeste e do centro oriental paranaense, além do planalto norte catarinense, com os municípios de Porto União, Irineópolis, Bela Vista do Toldo e Canoinhas.

Desde sua criação, o Coletivo Triunfo realizou mais de 100 Feiras de Sementes Municipais e 17 Feiras Regionais de Sementes Crioulas e da Agrobiodiversidade, em cerca de 14 municípios nos estados do Paraná e de Santa Catarina.

Além da troca de sementes, as feiras proporcionam espaços privilegiados de resgate do conhecimento camponês e das riquezas culturais, que cada família mantém em sua trajetória de vida e estratégias de trabalho. Além de ser um lugar para comercializar e trocar sementes e saberes, as feiras são lugares

de discussão políticas e reivindicações de direitos e políticas públicas para a agricultura familiar camponesa.

As feiras de sementes crioulas e da agrosociobiodiversidade significa um ato político de resistência camponesa ao sistema agrícola convencional e a destruição do bioma da Mata Atlântica.

## CONCLUSÕES

O Coletivo Triunfo resgatou a conservação da agrosociobiodiversidade nos territórios. Este resgate da agrosociobiodiversidade desenvolveu a conservação do meio ambiente e a preservação dos recursos naturais, trouxe a promoção da agroecologia e da agricultura familiar camponesa, trazendo a autonomia das famílias, a soberania alimentar no campo e o aumento de renda das famílias camponesas. O Coletivo promove uma agricultura socialmente justa e economicamente viável, produzindo alimentos íntegros e puros. Com isso o Coletivo Triunfo é reconhecido pelas organizações da agricultura familiar e poderes públicos como a de um ator político coletivo de formação de opinião pública no contexto regional e de concertação social.

## REFERÊNCIAS

ARTICULAÇÃO NACIONAL DE AGROECOLOGIA. Como acessar a modalidade “Sementes” do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA)? Rio de Janeiro: Articulação Nacional de Agroecologia, 2020.

AS-PTA. "Coletivo Triunfo" Experiências, Formação e organização. 20. ed. Palmeira: ASPTA, 2015.

Coordenadoria de Educação Ambiental - Sema - Pr. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e

Recursos Hídricos – Sema. REVISTA ATLÂNTICA [2018]. Disponível em: [http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexaoambiental/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-11/revistaatlantica\\_vol1.pdf](http://www.conexaoambiental.pr.gov.br/sites/conexaoambiental/arquivos_restritos/files/documento/2018-11/revistaatlantica_vol1.pdf). Acesso em: 07 ago. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em Síntese [2020]. Disponível em:

<<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>> e acesso em: 10 ago. 2020.

# Capítulo 6



10.37423/240609119

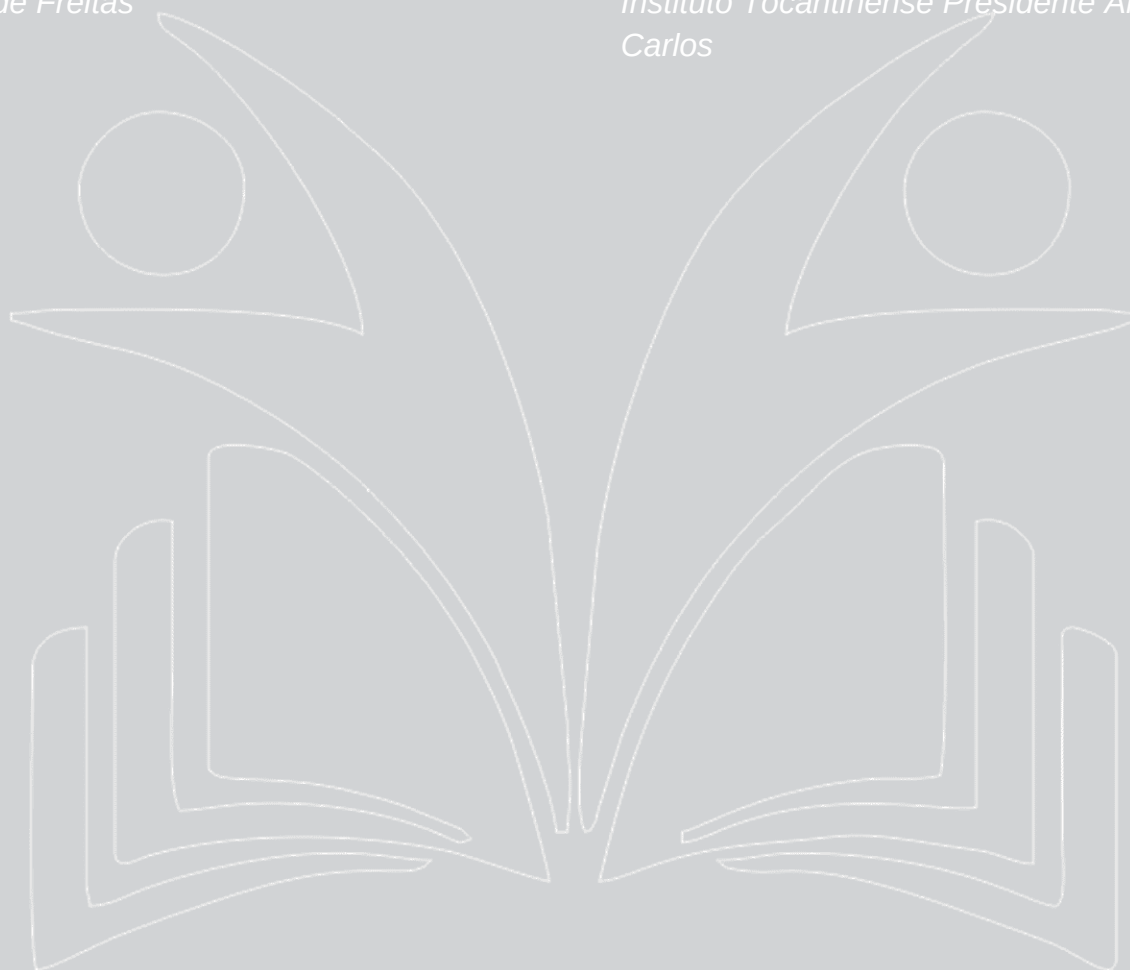
## EFEITO DA CALAGEM NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

*Jacson Pereira Cursino*

*Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos*

*Tulio Dias de Freitas*

*Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos*



**Resumo:** Os solos da região do cerrado apresentam acidez elevada e toxidez lumínica. Isso acarreta, principalmente, na diminuição da disponibilidade de cátions nutrientes, necessários para a cultura vegetal e aumento na solubilidade de cátions e ânions. A acidez ocasiona a diminuição do desempenho das culturas agrícolas, afetando a produtividade. Assim sendo, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito da calagem nas propriedades químicas do solo. A pesquisa ocorreu na Casa de Vegetação do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (ITPAC), localizada em Porto Nacional, Tocantins. Os tratamentos aplicados consistiram em variadas proporções de calcário granulado, correspondendo a 0 ton.ha<sup>-1</sup>, 0,62 ton.ha<sup>-1</sup>, 1,24 ton.ha<sup>-1</sup>, e 2,48 ton.ha<sup>-1</sup>, quantidades estas sugeridas pelo método de saturação por bases, com cada tratamento sendo repetido 5 vezes. Os critérios avaliados foram: pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, CTC e V%. Houve diferença nas propriedades químicas entre os tratamentos, principalmente no aumento no pH e CTC. O pH está diretamente relacionado com a disponibilidade de nutrientes. Sendo assim, conclui-se que diferentes doses de calagem alteram as propriedades químicas do solo.

**Palavras-chave:** pH, Calcário, Macronutrientes.

## 1 INTRODUÇÃO

Os solos da região do cerrado apresentam acidez elevada e toxidez lumínica. Isso acarreta, principalmente, na diminuição da disponibilidade de cátions nutrientes (Ca, Mg, K), necessários para a cultura vegetal e aumento na solubilidade de cátions tóxicos (H, Al) (FRANCHINI, 2004; LIMA et al., 2004). Essa diminuição de nutrientes é, seguramente, um dos principais fatores que interferem na produtividade e na qualidade da forragem (ANDRADE et al., 2000; FAGUNDES et al., 2005; SOSINSKI JÚNIOR et al., 2008).

O desempenho das culturas agrícolas em solos ácidos é limitado pela presença de elementos tóxicos e pela deficiência de Ca e Mg, sendo assim, o uso de corretivos, além de melhorar a acidez também disponibilizam cátions ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), promovendo o equilíbrio nutricional das plantas (LANGE et al., 2021). Segundo pesquisas de CAIRES E JORIS (2016), os corretivos da acidez do solo mais utilizados na agricultura são as rochas calcárias moídas, constituídas por misturas de minerais como a calcita e dolomita, a neutralização da acidez deve levar em conta o conteúdo de neutralizantes de corretivo e, no caso das rochas calcárias moídas, a granulometria.

CAIRES E JORIS (2016) afirmam ainda que, como os corretivos da acidez são constituídos de partículas mais finas, os corretivos granulados possuem maior velocidade de reação sendo importante para os agricultores que buscam maior retorno de seu investimento. O calcário convencional apresenta dificuldade na aplicação, a propriedade mais atraente do calcário peletizado (calcário moído compactado em grânulos) é que ele pode ser espalhado uniformemente com precisão, são resistentes ao transporte, e o mínimo de poeira é criado com a sua distribuição.

A utilização de produtos com maior solubilidade e mobilidade pode se tornar uma boa alternativa na correção do solo, contribuindo principalmente no fornecimento de Cálcio e Magnésio (FIRMANO et al., 2017). Entretanto, deve ser levado em consideração que para substituir o método convencional de calagem, o produto precisa corrigir a acidez do solo e melhorar suas condições químicas e físicas por um período mais longo, favorecendo assim o aumento da produção e tornando sua aplicação economicamente viável ao produtor (SOUZA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

A utilização de calcário nanoparticulado se mostra viável, sendo um corretivo granulado que oferece maior área de contato, reatividade, solubilidade e condutividade elétrica. Como resultado, é recomendado pela rápida elevação do pH, o que reduz a toxicidade aos cultivos agrícolas.

Considerando que as características almejadas em um corretivo de pH do solo, são maior área de contato, poder de reatividade, fertilização, e redução da toxidez, objetivou-se com esse trabalho, avaliar os efeitos da calagem nas propriedades químicas do solo após utilizar como corretivo um produto comercial granulado que visa substituir a calagem tradicional.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na casa de vegetação do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPAC, localizado no município de Porto Nacional- Tocantins. Neste ensaio foram utilizadas diferentes doses de um produto comercial substituto ao calcário de uso tradicional na calagem, cujas especificações são: 24% de CA e 8% de MG.

Adotou-se o Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado, consistindo em 4 tratamentos, sendo uma testemunha (0 ton.ha<sup>-1</sup>), recomendação adequada (0,62 ton.ha<sup>-1</sup>), 2 vezes a recomendação (1,24 ton.ha<sup>-1</sup>) e 4 vezes a recomendação (2,48 ton.ha<sup>-1</sup>) com 5 repetições em cada tratamento.

As características químicas dos solos utilizados no presente experimento estão na tabela 1.

**Tabela 1** - Resultado da análise química do solo da área experimental, coletado na faixa de 0 a 20 cm de profundidade no ITPAC Campus Porto Nacional, 2023.

| Item | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | P<br>mg/dm <sup>3</sup> | K   | Ca<br>cmolc/dm <sup>3</sup> | Mg<br>cmolc/dm <sup>3</sup> | Al   | H + Al | V (%) | M.O<br>g.kg <sup>-1</sup> |
|------|----------------------------|-------------------------|-----|-----------------------------|-----------------------------|------|--------|-------|---------------------------|
| Solo | 4,20                       | 2                       | 0,7 | 0,03                        | 0,22                        | 0,21 | 3,05   | 9,16  | 13,5                      |

Argila (HMFS + Na g/kg) = 530; Silte g/kg estimado = 25; Areia total (peneira g/kg) = 444; pH em H<sub>2</sub>O, KCl, CaCl<sub>2</sub> -Relação 1:2,5; P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu - Extrator Mehlich 1; Ca, Mg, Al - Extrator KCl 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L, pH7,0.

No primeiro momento, foi feito o plantio de *Brachiaria Mavuno* em vasos de 2,7 litros, sendo recomendado a elevação da saturação de base para 70%. Foram utilizados 140 kg/ha de fósforo, 40 kg/ha de potássio e 200 kg/ha de nitrogênio, aplicado em cobertura após 15 dias da germinação.

Realizou-se a coleta do solo para análise após 60 dias do plantio, coletando quantidades iguais das 5 repetições, as amostras foram coletadas para avaliar os efeitos de cada tratamento.

## DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados médios da análise química do solo. Tais resultados foram comparados com os indicados na tabela 1 e auxiliou no entendimento de como as propriedades químicas se comportaram diante dos diferentes tratamentos testados.

**Tabela 1** - Resultado da análise química de tratamentos

|    | pH<br>(CaCl <sub>2</sub> ) | P<br>mg/dm <sup>3</sup> | K<br>mg/dm <sup>3</sup> | Ca <sup>2</sup><br>cmolc/dm <sup>3</sup> | Mg <sup>2</sup><br>cmolc/dm <sup>3</sup> | H + Al | V (%) | CTC  |
|----|----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------|-------|------|
| T1 | 5,27                       | 1,21                    | 15,0                    | 1,87                                     | 0,29                                     | 2,09   | 51,33 | 4,29 |
| T2 | 5,15                       | 4,28                    | 14,0                    | 2,50                                     | 0,49                                     | 2,89   | 51,17 | 5,93 |
| T3 | 5,46                       | 5,72                    | 15,0                    | 2,79                                     | 0,70                                     | 2,35   | 59,41 | 5,78 |
| T4 | 5,55                       | 4,52                    | 16,0                    | 2,98                                     | 0,76                                     | 2,25   | 62,74 | 6,03 |

Percebe-se uma elevação do PH de 5,15 (tratamento 2) para 5,55 (tratamento 4), além de um aumento nos níveis de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, saturação por base e CTC, enquanto o PH de 5,46 presente no tratamento 3, teve maiores níveis de fósforo do que os demais tratamentos. Quando o pH do solo é muito baixo, diversos fatores afetam negativamente o desenvolvimento vegetal. Além de reduzir a disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente Ca, Mg, N, P e Mo, valores baixos de pH favorecem o aumento da concentração de Al na solução do solo (ERNANI et al., 1996). Quando o pH do solo ficar abaixo do adequado, como em casos de solos com baixa T, podem ocorrer toxicidade de elementos como Al<sup>3+</sup> e menor disponibilidade de macronutrientes, como sustentado por MELO et al. (2011).

O aumento do pH do solo em função da adição de doses crescentes de calcário, tem relação direta com a presença de carbonatos e óxidos na composição do corretivo. A literatura indica que quando esses compostos químicos estão em contato com o solo e água, eles se dissociam, liberando cálcio e magnésio, reagindo com os colóides do solo, bem como a hidroxila (OH<sup>-</sup>) que ligada ao hidrogênio (H<sup>+</sup>) forma água. Nessa reação, elevam-se os teores de pH, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, diminuindo a presença de elementos tóxicos como o Al<sup>3+</sup> trocável, formando um ambiente de menor acidez, culminando no aumento da eficiência de uso dos fertilizantes pelas plantas (MARTINS, 2017)

Houve um aumento significativo na disponibilidade de fósforo dos tratamentos que foi usado a calagem em comparação com a testemunha. Resultados diferentes do estudo conduzido por ERNANI et al. (2000) no qual a adição do calcário provocou diminuição no teor de P extraível em

aproximadamente 15%, e isto provavelmente ocorreu devido à precipitação de P com Ca, que tem sua concentração aumentada com a calagem, resultados similares foram encontrados por CHAVES e DE AZEVEDO FARIAS (2008) ao observar que o teor de P no solo diminuiu com a aplicação dos corretivos. PEREIRA et al. (2018), evidencia que na presença Al, formam-se compostos insolúveis, resultando na não disponibilidade do fósforo, contrariando os resultados dessa pesquisa, cujo os níveis de fósforo aumentaram proporcionalmente com o aumento da dose de calcário até o T3. Esse resultado é decorrente da diminuição dos teores de óxido de alumínio e ferro no solo, reduzindo a fixação do fósforo e tornando-o mais disponível para as plantas.

A prática da calagem em conjunto com a adubação provocou aumento nos teores de K disponível,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , na saturação por bases e na CTC efetiva do substrato em trabalhos realizados por SENA et al. (2010).

A relação hidrogênio+alumínio teve maiores níveis no tratamento com recomendação ideal, tornando a calagem um método eficiente para a redução da acidez potencial. Resultados semelhantes foram encontrados por AMARANTI et al. (2012). em que a calagem aumentou os teores de Ca e Mg no solo, os quais passaram, respectivamente, de 0,57 e 0,48  $\text{cmolc kg}^{-1}$ , no pH 4,1, para 9,46 e 9,14  $\text{cmolc kg}^{-1}$  no pH 6,5. Trabalhos conduzidos por CHAVES e DE AZEVEDO FARIAS (2008) concluem resultados diferentes, no qual os teores de potássio no solo não foram alterados com a aplicação dos corretivos, tendo variado de 0,05 a 0,07  $\text{cmolc/ kg}$ . A neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  trocável no solo é essencial para o crescimento radicular da planta, tornando o ambiente favorável para absorção dos elementos essenciais (MI et al., 2016).

BORTOLUZZI (2008), ao analisar o efeito da calagem na relação entre solo e água concluiu que o aumento nas doses de corretivo da acidez do solo aumentou os valores da CTC, conclusão equivalente às deste experimento.

A saturação por base obteve um aumento significativo ao aumentar as doses de calcário, passando de 51,33 na testemunha para 62,74 para o T4. DE CERQUEIRA LUZ (2001) concluiu que após a calagem, ocorreu aumento nos teores de alguns nutrientes, favorecendo o decréscimo do índice de saturação de alumínio e a elevação do índice de saturação por bases.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, que, quanto maior for a dosagem de calcário nas condições deste experimento, maior será a elevação do V% e consequentemente a disponibilidade de P, K, Ca, Mg. Além disso, as aplicações de

calcário foram eficientes para o aumento do PH, estando diretamente relacionada aos valores da disponibilidade dos nutrientes.

## REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C. V. T. et al. Calagem e adubação fosfatada favorecem o crescimento do capim-limão, *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, v. 14, p. 92-96, 2012.
- BORTOLUZZI, Edson Campanhola et al. Efeito da calagem na relação entre solo e água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2621-2628, 2008.
- CAIRES, Eduardo Fávero; JORIS, Helio Antonio Wood. Uso de corretivos granulados na agricultura. *Informações Agronômicas*, n. 154, p. 17-21, 2016.
- CHAVES, Lúcia Helena Garófalo; DE AZEVEDO FARIAS, Carlos Henrique. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 5, p. 75-82, 2008.
- DA COSTA, Kátia Cristina Gavilak et al. Fosfatagem e Calagem no desenvolvimento do capim Mombaça. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 13, p. e361101313794-e361101313794, 2021.
- DA CRUZ, Rossini Sôffa et al. Produtividade do Capim-Cameroon estabelecida em duas classes de solos e submetido a doses crescentes de nitrogênio no norte tocantinense. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 4, p. 393-399, 2010.
- DE CERQUEIRA LUZ, Pedro Henrique et al. Efeitos de tipos e doses de calcário nas características químicas do solo e do capim-Tobiatã (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 23, p. 1091-1097, 2001.
- FAGERIA, Nand Kumar. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 36, p. 1419-1424, 2001.
- FEIO, Bruna Moreira et al. Produção de matéria seca do capim BRS capiaçu e fertilidade do solo em função da calagem. 2023.
- FRANCHINI, Júlio Cezar et al. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. *Scientia Agricola*, v. 58, p. 357-360, 2001.
- GONÇALVES, J. R. P.; MOREIRA, A.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; BOAS, R. L. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 33, p. 369-375, 2011.
- GUARÇONI, André. Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg. 2017.
- LANGE, A. et al. Relações cálcio: magnésio e características químicas do solo sob cultivo de soja e milho. *Nativa*, v. 9, n. 3, p. 294-301, 2021.
- LIMA, A.A.C.; OLIVEIRA, F.N.S.; AQUINO, A.R.L. de. Solos e aptidão agrícola das terras do Estado do Tocantins. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 27p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 31).
- MARTINS, Claudia Miranda; MARTINS, Suzana Cláudia Silveira; BORGES, Wardsson Lustrino. Correção da acidez, adubação e fixação bológica. 2017.

MI, G. et al. Ideotype arquitetura do sistema radicular para o milho para alcançar alto rendimento e eficiência no uso de recursos em sistemas de cultivo intensivo. *Avanços em Agronomia*, v. 139, p. 73-97, 2016.

Pereira, L. E. T., Nishida, N. T., Carvalho, L. R. & Herling, V. R. (2018). Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais. FZEA/USP.01. 56.

QUARTEZANI, Waylson Zancanella et al. NANOPARTICULADO NO FORNECIMENTO DE Ca E Mg NA CULTURA DO CAFÉ VIA FERTIRRIGAÇÃO. *ENERGIA NA AGRICULTURA*, v. 32, n. 3, p. 265-271, 2017.

SENA, Juliana dos Santos et al. Efeito da calagem e da correção dos teores de Ca e Mg do solo sobre o crescimento de mudas de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). *Acta Amazonica*, v. 40, p. 309-317, 2010.

# Capítulo 7



10.37423/240709122

## SUCO DA GRAVIOLA (ANONNA MURICATA L.): UM ESTUDO SENSORIAL REALIZADO EM BELÉM DO PARÁ

*José Marcos Nobre de Moura Junior*

*Universidade Federal do Pará*

*Lázaro de Lima Pantoja Neto*

*Universidade Federal do Pará*

*Charles Alberto Brito Negrão*

*Universidade Federal do Pará*

*Caique Douglas Pantoja Gomes*

*Universidade Federal do Pará*

*Alfredo Gabryell Basto de Abreu*

*Universidade Federal do Pará*

*Maria Júlia da Silva Sena*

*Universidade Federal do Pará*

*Caio Henrique Borges Lima*

*Universidade Federal do Pará*

*Samantha Siqueira Pantoja*

*Universidade Federal do Pará*

*Ewerton Carvalho de Souza*

*Universidade Federal Rural da Amazônia*

*Antonio dos Santos Silva*

*Universidade Federal do Pará*

**Resumo:** A graviola (*Annona muricata* L.) é uma fruta exótica no Brasil, mas atualmente muito cultivado no país, especialmente na região nordeste, sendo consumida in natura, ou em forma de doces e sucos. No Pará, Estado do Norte do Brasil, há duas grandes fábricas industrializadoras de polpas de graviola. O objetivo deste trabalho foi produzir suco de acerola a partir de polpa da fruta originárias das duas fábricas e analisar sensorialmente seus sucos. Os resultados demonstraram que a aceitação dos sucos foi distinta entre os sucos das duas fábricas.

**Palavras-chave:** Produto de origem vegetal; bebida não alcoólica; frutas regionais.

## 1 INTRODUÇÃO

A graviola (*Annona muricata* L.) é uma cultura típica da região das Antilhas localizadas na América Central, mas seu consumo é plenamente difundido pelo mundo e em especial no Brasil, onde detém excelente grau de aceitação no mercado. Dentre as principais variedades consumidas nacionalmente estão as chamadas graviola comum, a lisa e a morada que são cultivadas em diversas regiões brasileiras, como na Amazônia, no Nordeste e no Cerrado (SILVA; SOUZA, 1999).

Entretanto, bem como ao ocorrido a outras culturas, o consumo da graviola vem sofrendo a mudança de uma oferta antes in natura, para formas processadas pela indústria.

Sobre isto, Santos *et al.* (2014) explicam que, em todo o mundo, se observa um aumento do consumo de frutas e esse interesse não se estende somente para frutas tropicais frescas, mas também para sucos processados.

Portanto a polpa da graviola vem sendo cada vez mais utilizada na indústria para produção de sucos concentrados, néctar, geleias, cremes e bebidas (NUNES, 2015), bem como para produção de diuréticos e xaropes antiescorbúticos.

Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivo averiguar o grau de satisfação sensorial e analisar a aceitabilidade de duas marcas da polpa de graviola industrializadas e comercializadas na região metropolitana de Belém, no Estado do Pará.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A GRAVIOLA

A graviola, cujo nome científico é *Annona muricata* L., sendo que origem da palavra *Annona* é do latim e significa "colheita anual". A graviola é que também é conhecida popularmente por araticum, araticum-de-comer, jaca-do-pará, jaqueira-mole, pinha, fruta-do-conde, curaçau, ata-de-lima, ata, coração-da-rainha, guanabana (Peru, Cuba, México), anon (Haiti), sap-sap (África), é uma árvore cuja origem é o México e a América tropical, sendo que ela é largamente cultivada nos Estados do nordeste do Brasil (MING, 2006; LORENZI; MATOS, 2008).

Árvore de graviola (*Annona muricata* L.) pode crescer até 8 m de altura, com folhas obovado-oblongas, brilhantes, medindo entre 8 cm e 15 cm de comprimento, sendo suas flores solitárias, com cálice de sépalas triangulares e pétalas externas grossas de cor amarela (Figura 1 (A)). Já seus frutos são

grandes, tipo baga, tem a superfície espinhosa, grande, medindo entre 25 cm e 35 cm de comprimento, com polpa esbranquiçada mucilaginosa e ácida (Figura (B) e (C)).

**Figura 1.** Árvore e fruto de graviola (*Annona muricata* L.)



**Fonte:** Horto Didático de Plantas Medicinais do HU/CCS (A e B); Escola (s/d) (C).

A polpa do fruto de graviola é muito nutritiva, apresentando a composição nutricional dada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição de polpa de graviola (crua)

| <b>Valor nutricional por 100 g</b>         |                                 |
|--------------------------------------------|---------------------------------|
| <b><u>Energia</u></b>                      | 276 <u>kJ</u> (70 <u>kcal</u> ) |
| <b><u>Carboidratos</u></b>                 |                                 |
| <b><u>Carboidratos</u> totais</b>          | 16.84 g                         |
| • <b><u>Açúcares</u></b>                   | 13.54 g                         |
| • <b><u>Fibra dietética</u></b>            | 3.3 g                           |
| <b><u>Gorduras</u></b>                     |                                 |
| <b><u>Gorduras</u> totais</b>              | 0.3 g                           |
| <b><u>Proteínas</u></b>                    |                                 |
| <b><u>Proteínas</u> totais</b>             | 1 g                             |
| <b><u>Água</u></b>                         | 81 g                            |
| <b><u>Vitaminas</u> *</b>                  |                                 |
| <u>Tiamina</u> (vit. B <sub>1</sub> )      | 0.07 mg (6%)                    |
| <u>Riboflavina</u> (vit. B <sub>2</sub> )  | 0.05 mg (4%)                    |
| <u>Niacina</u> (vit. B <sub>3</sub> )      | 0.9 mg (6%)                     |
| <u>Ácido pantotênico</u> (B <sub>5</sub> ) | 0.253 mg (5%)                   |
| <u>Vitamina B<sub>6</sub></u>              | 0.059 mg (5%)                   |
| <u>Ácido fólico</u> (vit. B <sub>9</sub> ) | 14 µg (4%)                      |

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| <u>Colina</u>            | 7.6 mg (2%)   |
| <u>Vitamina C</u>        | 20.6 mg (25%) |
| <b><u>Minerais *</u></b> |               |
| <u>Cálcio</u>            | 14 mg (1%)    |
| <u>Ferro</u>             | 0.6 mg (5%)   |
| <u>Magnésio</u>          | 21 mg (6%)    |
| <u>Fósforo</u>           | 27 mg (4%)    |
| <u>Potássio</u>          | 278 mg (6%)   |
| <u>Sódio</u>             | 14 mg (1%)    |
| <u>Zinco</u>             | 0.1 mg (1%)   |

\* Percentuais são relativos ao nível de ingestão diária recomendada para adultos.

**Fonte:** USDA Nutrient Dtabase

## 2.2 SUCO DE FRUTAS

Segundo Meletti (2011), o consumo de frutas e seus derivados no Brasil demanda grande esforço coletivo na produção em larga escala desses produtos a fim de garantir o fornecimento para esse mercado. Para Claro e Monteiro (2010), para graviola o cenário do mercado ainda é afetado negativamente pela histórica inserção desse alimento na dieta básica dos brasileiros através do consumo do produto na forma in natura.

No entanto, como afirmam Aquino e Philippi (2002), essa forma de consumo está em transformação, passando a ser mais frequente a utilização de polpas industrializadas. E essa mudança decorre das facilidades no preparo e na obtenção desses insumos.

Segundo Oliveira *et al.* (2017), outro ponto é que atualmente a indústria de bebidas não alcoólicas como sucos, néctares e refrescos tem se preocupado cada vez mais com a demanda dos consumidores que a cada dia são mais exigentes com os produtos que consomem. Logo análises sensoriais são necessárias para boa aceitação no mercado destes produtos.

O suco de graviola é legalmente definido como sendo “o produto definido no art. 18 do Decreto nº 6.871, de 2009, obtido da parte comestível da graviola (*Annona muricata*), por meio de processo tecnológico adequado” (BRASIL, 2018), devendo obedecer a composição estabelecida em lei e dada na Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros legais para o suco de graviola

| Parâmetro                                       | Valor Mínimo |
|-------------------------------------------------|--------------|
| Sólidos solúveis em ° Brix, a 20° C             | 9            |
| pH                                              | 3,5          |
| Acidez Total expressa em ácido cítrico (g/100g) | 0,6          |
| Açúcares Totais (g/100g)                        | 6,5          |
| Ácido ascórbico (mg/100g)                       | 10           |

**Fonte:** Brasil (2018).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 AQUISIÇÃO DAS AMOSTRAS DE POLPAS DE GRAVIOLA E PREPARO DOS SUCOS

As polpas industrializadas de graviola (*Annona muricata* L.) foram adquiridas em supermercados na cidade de Belém, no Estado do Pará, região Norte do Brasil. Dispensados os nomes comerciais, as duas polpas adquiridas foram identificadas como amostra H e M.

O preparo dos sucos de graviola, das marcas H e M, obedeceu ao constante nos rótulos dos produtos, sendo indicado a proporção de 100 g de polpa de graviola para 200 mL de água e 90 g de açúcar comum refinado (sacarose). Todos os ingredientes foram postos em um liquidificador comum para que fossem misturados, por 10 minutos. No total, foram preparados 2 L de cada um dos sucos, que foram acondicionados em garrafas plásticas previamente limpas e descontaminadas, que foram armazenadas em geladeira até a realização das análises sensoriais, que se efetivaram no mesmo dia do preparo dos sucos.

#### 3.2 ANÁLISES SENSORIAIS DOS SUCOS

A análise sensorial ocorreu na Universidade Federal do Pará (UFPA), no dia 03 de dezembro de 2018, em dois prédios específicos, o prédio Mirante do Rio e o Instituto de ciências Biológicas (ICB). A escolha dos entrevistados baseou-se no método descritivo do Instituto Adolfo Lutz (2008), onde foram selecionados de maneira randômica frequentadores da universidade e, a análise sensorial foi realizada através do método de aceitação por escala hedônica (BRASIL, 2005).

Para cada um dos 100 entrevistados, foram entregues 3 copos com capacidade de 50 mL cada, sendo dois copos contendo aproximadamente 25 mL dos sucos H e M e um terceiro contendo aproximadamente 40 mL de água mineral, sendo que a abordagem foi estabelecida da seguinte forma, um breve resumo sobre o trabalho, assinatura do termo de aceite de participação na pesquisa, seguido da entrega dos copos contendo os sucos com as amostras H e M e a ficha avaliativa.

Cada participante avaliou cor, textura, aroma e sabor da amostra, além de mostrar o grau de satisfação quanto as características mencionadas, apontando por meio de classificação, com notas de 1 a 9, partindo da nota mais baixa como desgostei extremamente para a mais alta como gostei extremamente. Intercalando a experimentação entre as amostras foi oferecido copo com 40 mL de água para limpar o paladar e otimizar o estudo. Por fim os indivíduos não treinados marcaram uma alternativa referente a possibilidade de introdução daquele elemento em sua dieta estabelecido pelo teste de aceitação, condicionado pela escala hedônica. O formulário respondido por cada participante está exposto na Figura 2.

**Figura 2.** Ficha da análise sensorial dos sucos de graviola

PESQUISA DE ACEITAÇÃO DE SUCO DE GRAVIOLA

ENTREVISTADO: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: ( ) M ( ) F

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de aceitação de um produto (SUCO DE GRAVIOLA), caso você aceite participar desta pesquisa, saiba que seu nome não será divulgado, apenas sua opinião fará parte de um banco de dados que será utilizado para fins de elaboração de trabalho da disciplina PIAP II e possivelmente de trabalho em congresso. Você não terá nenhuma despesa com essa pesquisa, mas também não receberá nenhum provento financeiro por participar dela.

1- Por favor, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos sensoriais do produto (sabor, aroma, textura e cor) dando notas de acordo com a escala abaixo.

|                                 |                        |                        |
|---------------------------------|------------------------|------------------------|
| ( 1 ) Desgostei extremamente    | Amostra H              | Amostra M              |
| ( 2 ) Desgostei muito           | a) Cor Nota: _____     | a) Cor Nota: _____     |
| ( 3 ) Desgostei moderadamente   | b) Aroma Nota: _____   | b) Aroma Nota: _____   |
| ( 4 ) Desgostei ligeiramente    | c) Textura Nota: _____ | c) Textura Nota: _____ |
| ( 5 ) Nem desgostei, nem gostei | d) Sabor Nota: _____   | d) Sabor Nota: _____   |
| ( 6 ) Gostei ligeiramente       |                        |                        |
| ( 7 ) Gostei moderadamente      |                        |                        |
| ( 8 ) Gostei muito              |                        |                        |
| ( 9 ) Gostei extremamente       |                        |                        |

2- Por favor, após degustar a amostra servida, marque a alternativa que melhor corresponde ao seu julgamento (atitude).

|                                                                         |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ( ) Beberia isso sempre que tivesse oportunidade.                       | ( ) Beberia isso sempre que tivesse oportunidade.                       |
| ( ) Beberia isso muito frequentemente.                                  | ( ) Beberia isso muito frequentemente.                                  |
| ( ) Beberia isso frequentemente.                                        | ( ) Beberia isso frequentemente.                                        |
| ( ) Beberia de vez em quando.                                           | ( ) Beberia de vez em quando.                                           |
| ( ) Beberia isso se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso. | ( ) Beberia isso se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso. |
| ( ) Não gostei disso, mas beberia ocasionalmente.                       | ( ) Não beberia disso, mas comeria ocasionalmente.                      |
| ( ) Raramente beberia isso.                                             | ( ) Raramente beberia isso.                                             |
| ( ) Só beberia isso se não pudesse escolher outro alimento.             | ( ) Só beberia isso se não pudesse escolher outro alimento.             |
| ( ) Só beberia isso se fosse forçado(a).                                | ( ) Só beberia isso se fosse forçado(a).                                |

H M

**Fonte:** Autores (2018).

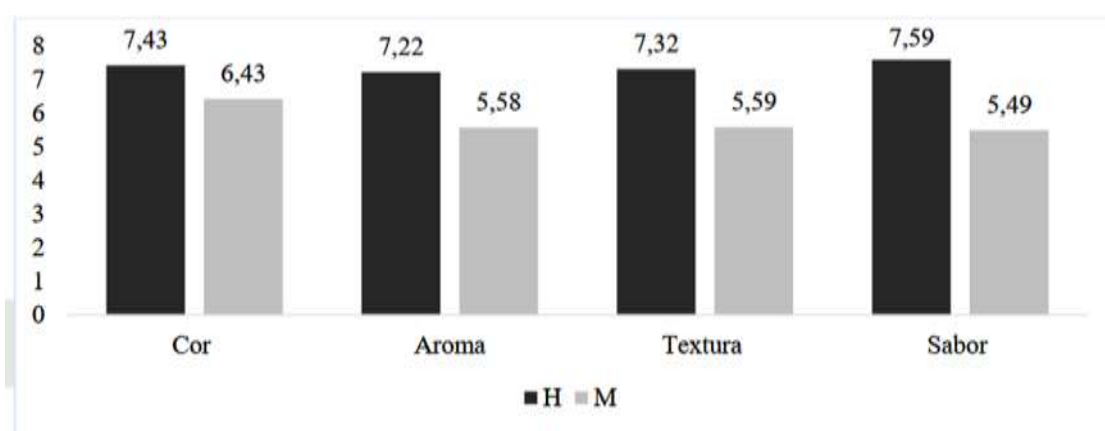
Os dados obtidos foram tabulados no programa Excel 2010, onde foram feitas as análises descritivas e os gráficos deste trabalho.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os provadores ou degustadores dos sucos foram 47 mulheres e 53 homens na faixa etária entre 18 anos e 30 anos.

Ao fim da aplicação dos formulários foram obtidos os resultados, com pontuações para cada parâmetro analisado em cada amostra, esses dados passaram pelos cálculos de média, sendo assim, as pontuações finais em médias gerais de cada parâmetro, analisados nas amostras H e M estão expostas na Figura 3.

**Figura 3.** Resultado da análise sensorial



**Fonte:** Os autores (2019).

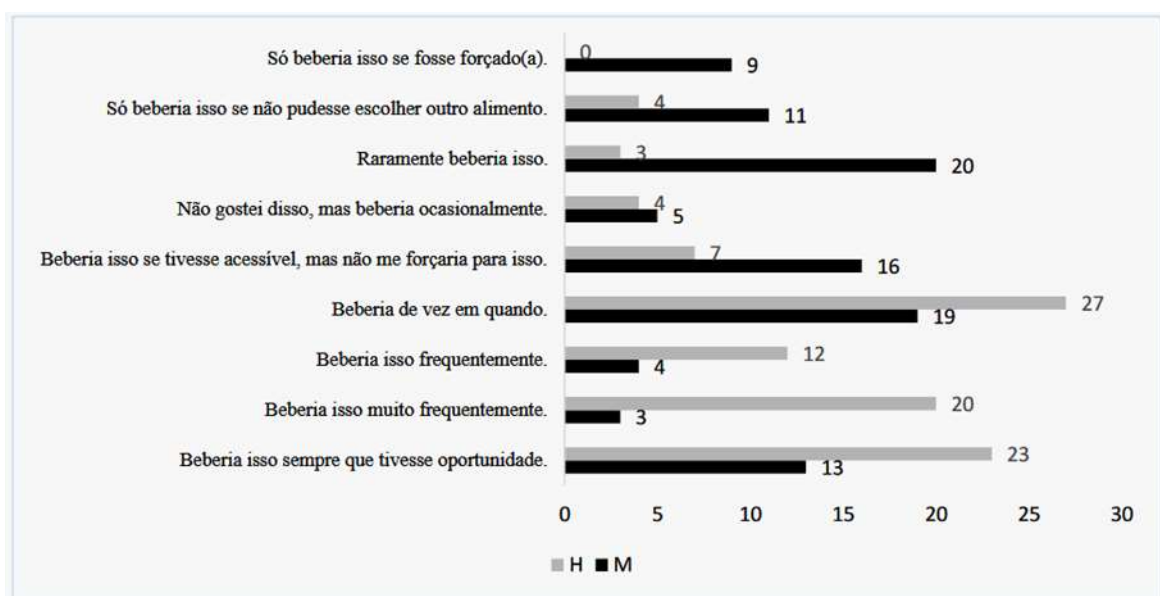
A amostra H obteve aprovação de 88% dos entrevistados ao considerar positiva avaliações acima de 6 dos resultados individuais em todos os parâmetros. Para a amostra M obteve-se uma aceitação de 55%, prosseguindo com a mesma metodologia. O resultado obtido para a amostra H é similar ao obtido por Daltro *et al.* (2014) que estudaram uma formulação mista de suco de graviola e água de coco, obtendo 80 % de aprovação do produto.

No parâmetro sabor observou-se a maior diferença entre as médias obtidas para cada amostra, a amostra H obteve nota média de 7,59 enquanto a amostra M obteve uma média de 5,49, o que denota a preferência dos participantes, no parâmetro sabor, pela amostra H e isto pode ser explicado, pela afirmação dos participantes de terem sentido um sabor fermentado que teria sido apresentado pela marca M. Em comparação ao trabalho desenvolvido por Daltro *et al.* (2014), que obtiveram para o sabor uma média de 6,2, a amostra H teve uma avaliação mais positiva, ao passo que a amostra M teve uma avaliação inferior.

A segunda maior diferença entre as pontuações das marcas H e M decorre sob o parâmetro textura com notas 7,32 e 5,59 respectivamente, o que condiz com a segunda maior reclamação relacionada a quantidade presente de material fibroso, natural para o suco da graviola, na amostra M. Logo, esse dado demonstra uma preferência por sucos com maior processamento. Daltron et al. (2014) obtiveram a média de 6,5 para a textura do suco de graviola com água de coco, sendo o resultado obtido para a marca H superior a este valor, ao passo que o resultado da marca M foi inferior.

Quanto aos parâmetros cor e aroma, os resultados obtidos mantiveram os mesmos comportamentos, resultando na preferência pela marca H. As notas obtidas no parâmetro cor foram de 7,43 para marca H e 6,43 para marca M, enquanto em relação ao aroma H obteve 7,22 e M 5,58. Quanto aos resultados obtidos pela escala Hedônica, as pontuações obtidas para cada marca estão expostas na Figura 4. Daltron et al. (2014) relatam para esses atributos médias iguais a 6,5 (cor) e 6,6 (aroma), e, outra vez a marca H foi mais bem avaliada que o suco com água de coco, já a M foi mais mal avaliada.

**Figura 4.** Resultados da escala hedônica



**Fonte:** Os autores (2019).

Os resultados obtidos demonstraram que dentre os questionamentos realizados a amostra M obteve maiores pontuações entre questões entendidas como ruins a marca, como: “Raramente beberia isso” ou “Beberia se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso”.

O que é uma evidência de baixa aceitação do mercado pelo produto desta marca. Enquanto a amostra H obteve pontuações maiores entre questionamentos considerados bons a marca como: “Beberia isso sempre que tivesse oportunidade” ou “Beberia isso com muita frequência”.

## 5 CONCLUSÕES

A marca H deteve características que mais agradaram dentro dos parâmetros analisados e apresentou menor avaliação negativa sobre sua inserção no consumo regular. Logo é importante consolidar essas preferências nos produtos comerciais ofertados a fim de aumentar a competitividade das marcas e melhorar o grau de aceitabilidade. Ademais ressalta-se que os produtos devem estar permanentemente acompanhando a evolução da demanda dos mercados, que é cada vez mais específica e exigente.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, R. de C. de; PHILIPPI, S. T. Consumo infantil de alimentos industrializados e renda amiliar na cidade de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, v. 36, p. 655-660, 2002.
- BRASIL. Instrução Normativa SDA Nº 37 DE 01/10/2018. REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DOS PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA SUCO DE GRAVIOLA. 2018.
- BRASIL. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde (Série A. Norma e Manuais Técnicos). IV edição, 2005.
- CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A. Renda familiar, preço de alimentos e aquisição domiciliar de frutas e hortaliças no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 44, p. 1014-1020, 2010.
- DALTRON, A. C. B.; et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE BEBIDA MISTA DE GRAVIOLA. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014
- ESCOLA, Brasil. "Graviola". Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/frutas/graviola.htm>. Acesso em 01 de junho de 2024.
- HORTO DIDÁTICO DE PLANTAS MEDICINAIS DO HU/CCS. Graviola. 2020. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/graviola/>. Acessado em 22 de abril de 2021.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. SPE1, p. 83-91, 2011.
- MING, L. C. Plantas Medicinais na reserva extrativista Chico Mendes: uma visão etnobotânica. São Paulo , editora UNESP, 2006.
- NUNES, C. dos R. Estudo Químico e Avaliação da Atividade Antineoplásica de *Annona muricata* L. (Tese) Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes - RJ, MARÇO – 2015.
- OLIVEIRA, F. A. A. de; OLIVEIRA, E. N. A. de; RODRIGUES, F. F. G.; FEITOSA, B. F.; ALMEIDA, F. L. C. Caraterização físico-química e sensorial de bebidas funcionais mistas de graviola com água de coco. *Energ. Agric., Botucatu*, vol. 32, n.3, p.301-308, julho-setembro, 2017.
- SANTOS, D. da C.; MOREIRA, A. da S.; OLIVEIRA, E. N. A. de; SANTOS, Y. M. G. dos. Elaboração de bebida tipo néctar de graviola adoçada com mel de *Apis mellifera*. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 216 – 225, out. – dez, 2014.
- SILVA, S. E. L. da; SOUZA, A. das G. C. de. Avaliação preliminar de cinco tipos de graviola (*Annona muricata* L.) nas condições de Manaus-AM. *EMBRAPA. Boletim de Pesquisa Número 2*. ISSN 1517-2457 setembro, 1999.

SOUZA, A. de M.; PEREIRA, R. A.; YOKOO, E. M.; LEVY, R. B.; SICHIERI, R.. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito nacional de alimentação 2008-2009. Revista de Saúde Pública, v. 47, p. 190s-199s, 2013.

USDA Nutrient Dtabase. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?qlookup=09315&format=Full>. Acesso em 20 de novembro de 2020.



## Capítulo 8



10.37423/240709123

# VINHO DE MIRITI DE IGARAPÉ-MIRI-PA: UM ESTUDO

*Marcos William Leão de Araújo*

*Universidade Federal do Pará*

*Márcio Henrique Santos Souza*

*Universidade Federal do Pará*

*Charles Alberto Brito Negrão*

*Universidade Federal do Pará*

*Thiago de Mele e Silva*

*Universidade Federal do Pará*

*Alfredo Gabryell Basto de Abreu*

*Universidade Federal do Pará*

*Caíque Douglas Pantoja Gomes*

*Universidade Federal do Pará*

*Caio Henrique Borges Lima*

*Universidade Federal do Pará*

*Leonardo Moraes Amorim*

*Universidade Federal do Pará*

*Ewerton Carvalho de Souza*

*Universidade Federal Rural da Amazônia*

*Antonio dos Santos Silva*

*Universidade Federal do Pará*

**Resumo:** O buriti ou miriti é uma palmeira típica das regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde costuma ser utilizada para fabricação de objetos (tronco, folhas e sementes), produção de óleo, alimentos diversos, incluindo o vinho de sua polpa, que é rico em muitos nutrientes. O objetivo do presente estudo foi efetuar uma análise sensorial de vinho in natura de buriti, servido com e sem açúcar a 100 provadores não treinados. Os resultados demonstraram ser a aceitação do vinho adoçado bem superior ao vinho sem adição de açúcar.

**Palavras-chave:** Produto de origem vegetal; bebida não alcoólica; frutas regionais.

## 1 INTRODUÇÃO

O buritizeiro ou miritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.f.) é uma palmeira da família Arecaceae, encontrada nos estados do Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Ceará, Maranhão, Piauí e Tocantins (MANHÃES, 2007; SOUZA, 2004).

O buriti é importante, pois é totalmente aproveitável, desde as folhas (ou palhas) até a raiz, dele são fabricados cestos, bolsas, vassouras, móveis, paredes, cercas, sucos, óleo, remédios, o vinho da polpa do fruto entre outros usos (SOUZA; VIANA, 2018).

O aproveitamento de frutos nativos na incrementação da dieta alimentar torna-se característica crescente à população brasileira (CASTRO et al., 2014). E sabor exótico do buriti está ganhando cada vez mais espaço em sorveterias nas grandes cidades (SAMPAIO e CARRAZZA, 2012).

Para o município de Igarapé-Miri, o consumo do vinho extraído do fruto de buriti possui um alto valor significativo e socioeconômico. Devido a possibilidade de utilizar o buriti como complementar ao provimento de renda hoje oriunda principalmente do açaí (SOUZA, 2016). No entanto, mesmo com a sua importância para essas comunidades, estudos acerca das características de frutos do cerrado são escassos na literatura (SILVA et al., 2008). Assim, visando divulgar e produzir conhecimento sobre essa espécie, mas especificamente do seu consumo, objetivou-se a produção deste trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O buritizeiro é uma palmeira majestosa, de porte arbóreo, que desperta admiração em quem a conhece (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012). Ele pertence ao Reino Plantae, a Divisão Magnoliophyta, a Classe Liliopsida, a Ordem Arecales, a família Arecaceae, ao Gênero *Mauritia* e a espécie *M. flexuosa* (SOUZA; VIANA, 2018). Ele é encontrado na América do Sul, apresentando caule único que pode chegar a altura de 15 a 20 m, com tronco de 30 cm a 50 cm de diâmetro (CASTRO et al., 2014) (Figura 1).

**Figura 1.** Árvore de buriti



**Fonte:** Sampaio (2011).

Segundo Ferreira (2005) esta palmeira tem como origem a região amazônica possuindo uma ampla distribuição na mesma. No Brasil ela ocorre nos estados do Amazonas, Bahia, Ceará, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pará, Piauí, Roraima, São Paulo, Tocantins e Rondônia, embora também ocorra em outros países como Bolívia, Guianas, Colômbia, Venezuela, Trinidad, Equador e Peru.

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) recebe nomes populares diferentes dependendo da região, nomes como miriti, muriti, palmeira-do-brejo entre outros (SAMPAIO, 2011). E, de acordo com Pio (2010) na linguagem indígena buriti tem o significado de “a árvore que emite líquido” ou “a árvore da vida”, eles a consideram sagrada, pois dela se podem fazer tudo que é necessário para sobreviver: alimentos, casas e objetos.

O período de safra do miriti e, portanto, em que se realiza o extrativismo do fruto compreende o período de inverno amazônico, com ápice entre os meses de janeiro a maio (SOUSA et al., 2015). Segundo Sousa (2016), o consumo de miriti se dá predominantemente no inverno, quando ocorre a safra da palmeira e entressafra do açaí, o que o situa como principal substituto do último na dieta ribeirinha.

O fruto do buriti (Figura 2) apresenta um formato entre elíptica e oval, envolvido por um pericarpo (casca), contendo escamas triangulares e de cor castanho-avermelhadas. O mesocarpo (massa) é fino e a cor varia do amarelo ao alaranjado, muito carnoso e oleoso. O endocarpo (bucha) é constituído por um tecido esponjoso, delgado, que vai do branco ao amarelado, possuindo um alto teor de celulose e baixa densidade. O endosperma (semente) é muito duro, de formato ovoide, possuindo em média 2,5 cm de tamanho, o que ocupa a maior parte do volume do fruto. A polpa possui 20 vezes

mais vitamina A que a cenoura, alimento que é uma fonte reconhecida desta vitamina (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012).

**Figura 2.** Frutos de buriti ou miriti



**Fonte:** Autores (2020).

A polpa fibrosa e oleosa (mesocarpo) pode ser consumida in natura e se constitui na maior reserva natural de pró-vitamina A (carotenóides), muito superior ao observado nos óleos de dendê e de pequi (TAVARES et al., 2003; STI/CIT, 1985; MARIATH et al., 1989). Além disso, o miriti contribui significativamente para a segurança alimentar nas comunidades estudadas, pois garante, por meio da renda adquirida, o acesso dos ribeirinhos a outros alimentos e outros bens não produzidos por eles (SOUSA et al., 2015).

A polpa do buriti é uma das principais fontes de pró-vitamina A encontradas na biodiversidade do Brasil, sendo que. Conforme o Ministério da Saúde do Brasil, o buriti contém 4104 microgramas de retinol a cada 100 g de polpa (AFONSO, 2013). Além da grande quantidade de pró-vitamina A, o buriti também é uma boa fonte de cálcio, ferro, lipídios e fibras (Tabela 1)

**Tabela 1.** Composição química de 100 g de polpa de Buriti

| Propriedades    | Teor | Propriedades     | Teor  |
|-----------------|------|------------------|-------|
| Energia (kcal)  | 145  | Ferro (mg)       | 5     |
| Proteína (g)    | 1,8  | Retinol (mcg)    | 4.104 |
| Lipídio (g)     | 8,1  | Vitamina B1 (mg) | 0,03  |
| Carboidrato (g) | 10,2 | Vitamina B2(mg)  | 0,23  |
| Fibra (g)       | 9,6  | Niacina (mg)     | 0,70  |
| Cálcio (mg)     | 156  | Vitamina C (mg)  | 26    |
| Fósforo (mg)    | 54   |                  |       |

**Fonte:** Afonso( 2013), adaptado.

Para Costela e Duran (1982), a avaliação sensorial dos alimentos é uma função primária do homem, na qual os alimentos são rejeitados ou aceitos de acordo com as sensações sentidas ao observá-los, e a qualidade é diretamente proporcional à reação do consumidor. Logo, nota-se a necessidade de se desenvolver pesquisas com o buriti (miriti) que verifiquem sua aceitação no mercado, de forma a elucidar os investimentos de novos produtores na espécie.

### 3 METODOLOGIA

A matéria prima deste trabalho foi obtida de uma vendedora local autodenominada "batedeira de açaí" no município de Igarapé-Miri, onde foram obtidos 8 litros do vinho de miriti (buriti) para a realização da análise sensorial.

Quanto ao processo de fabricação da amostra de vinho, foram necessários 12 kg da fruta com toda a sua estrutura (semente e polpa) e 10 litros de água. Onde primeiro iniciou-se o processo de amolecimento da polpa do fruto, em água quente. Posteriormente é feita a separação da polpa presa na semente, onde é utilizada uma máquina denominada de bateadeira, onde se despeja o fruto e, aos poucos, se acrescenta água mineral.

Após a obtenção da amostra, ela foi dividida igualmente em duas parcelas de 4 litros, nas duas formas de consumo da população miriense, ou seja, da população de Igarapé-Miri, denominadas de amostras S e C, onde a primeira continha apenas o vinho de miriti e a segunda havia o acréscimo de 500 g de açúcar para 4 litros do vinho. Em seguida foram armazenadas em um local refrigerado para garantir o sabor característico do vinho. As amostras obtidas estão expostas na Figura 3.

**Figura 3.** Amostras A do vinho de miriti.



Fonte: Autores (2017).

O teste de aceitação foi realizado com a participação de 100 voluntários escolhidos aleatoriamente no restaurante universitário da Universidade Federal do Pará. Cada voluntário realizou a degustação das duas amostras, S e C, em recipientes contendo 40 mL de cada um dos vinhos, sendo que entre cada degustação foi servido um pouco de água (cerca de 50 mL) aos voluntários, a fim de se tentar isolar os sabores de cada vinho, fazendo-se assim possível uma análise sensorial deste mais clara do produto. E em seguida responderam ao questionário (Figura 4) que foi elaborado de acordo com o livro de Análise sensorial estudos com consumidores, de Minim (2013).

**Figura 4.** Questionário aplicado durante a análise sensorial.

PESQUISA DE ACEITAÇÃO DO VINHO DE MIRITI COMERCIALIZADO NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ MIRI

ENTREVISTADO: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: ( ) M ( ) F

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de aceitação de um produto (vinho de miriti), caso você aceite participar desta pesquisa, saiba que seu nome não será divulgado, apenas sua opinião será feita parte de um banco de dados que será utilizado para fins de elaboração de trabalhos da disciplina PIAP II e possivelmente de trabalho em congresso. Você não terá nenhuma despesa com essa pesquisa, mas também não receberá nenhum provento por participar dela.

1. Experimente cada uma das amostras servidas a você, sendo que entre cada provação, beba um pouco de água, por favor, depois, dê uma nota para cada amostra servida conforme a escala abaixo.

|                               |                |             |
|-------------------------------|----------------|-------------|
| (1) Desgostei extremamente    | Amostra: _____ | Nota: _____ |
| (2) Desgostei muito           |                |             |
| (3) Desgostei moderadamente   | Amostra: _____ | Nota: _____ |
| (4) Desgostei ligeiramente    |                |             |
| (5) Nem desgostei, nem gostei |                |             |
| (6) Gostei ligeiramente       |                |             |
| (7) Gostei moderadamente      |                |             |
| (8) Gostei muito              |                |             |
| (9) Gostei extremamente       |                |             |

2. Qual amostra você preferiu: R: \_\_\_\_\_

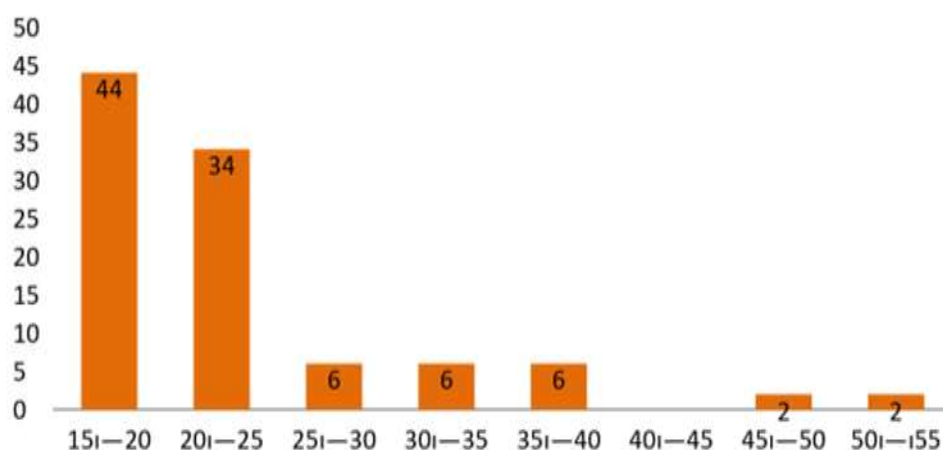
**Fonte:** Autores (2020).

Por fim, foi solicitado aos voluntários que avaliassem as amostras de forma geral, utilizando escala hedônica estruturada em nove pontos variando entre os extremos (9) gostei extremamente e (1) desgostei extremamente, segundo Stone e Sidel (1993). E posteriormente esses resultados passaram por o teste estatístico de comparação de média t de *Student* para amostras independentes, utilizando 5% de significância, com a utilização do Software R.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os voluntários da pesquisa, após a degustação das duas amostras, responderam ao questionário proposto. Sendo assim, após os cálculos de percentagem, notou-se que dos 100 voluntários, 54% eram do gênero masculino e 46 % do gênero feminino. Já em relação as faixas etárias predominantes entre os participantes da pesquisa, a Figura 5 demonstra as percentagens por faixa etária.

**Figura 5.** Faixa etária dos voluntários

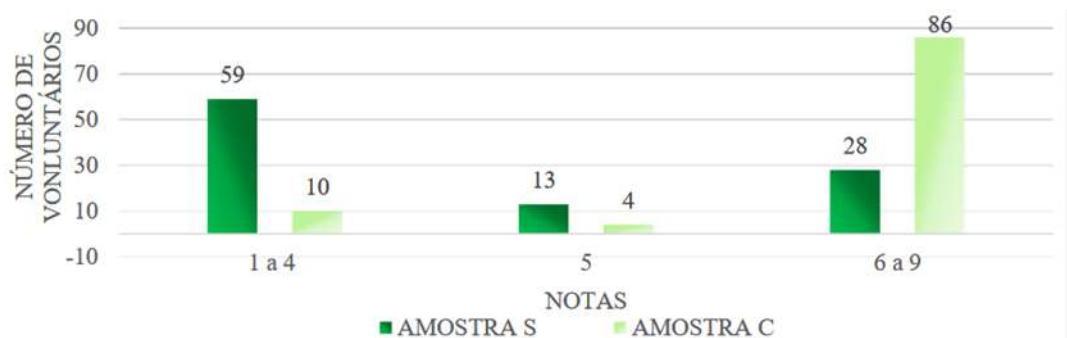


**Fonte:** Autores (2020).

Após os cálculos de percentagem, notou-se um predomínio de idade entre 15 e 19 anos de idade, que corresponderam a 44% dos participantes, em seguida da faixa entre 20 e 24 anos, correspondendo a 34%, as faixas seguintes de 25 a 29 anos, 30 a 34 anos e 35 a 39 anos, cada uma correspondeu a 6% dos participantes, e por fim apenas 4% entre 40 e 44 anos.

Quanto as notas atribuídas por cada voluntário segundo o questionário proposto, os resultados gerados para cada amostra estão expostos na Figura 6.

**Figura 6:** Notas dos entrevistados



**Fonte:** Autores (2020).

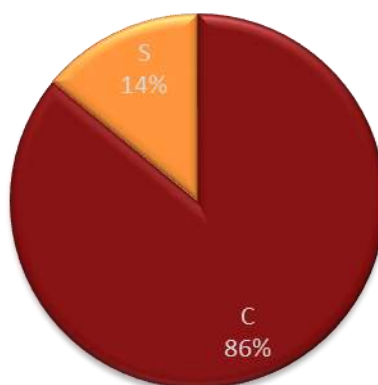
Em relação a amostra S sem açúcar, 59 % dos voluntários atribuíram notas entre 1 a 4, 13 % dos voluntários atribuíram a nota média de 5 e 28 % dos voluntários atribuíram notas entre 6 e 9. Logo observou-se que a maioria dos voluntários demonstraram descontentamento na degustação da amostra S. Quanto a amostra C com adição de açúcar, 10 % dos voluntários atribuíram notas entre 1 e 4, 4 % atribuíram a nota média de 5 e a grande maioria de 86 % dos voluntários atribuíram notas

entre 6 e 9. O que demonstrou que a adição do açúcar tornou o vinho de miriti mais aceitável sensorialmente.

Após um cálculo de média geral das notas atribuídas para cada amostra, realizou-se a análise estatística *t de Student* a fim de avaliar a possibilidade de diferença estatística entre as médias obtidas. As médias obtidas foram de 4,48 para amostra S e de 6,88 para amostra C e, o teste estatístico aplicado com ( $p < 0,05$ ) revelou haver diferença estatística entre as médias ressaltando a preferência dos voluntários pela amostra de maior média.

Este teste está em consonância com a resposta do segundo item do questionário (Figura 7), o qual questionou a preferência dos voluntários entre as amostras, a percentagem de preferência entre os voluntários. A amostra S foi preferida por cerca de 14 % dos voluntários, enquanto a amostra C obteve 86 % dessa preferência. Portanto, notou-se a ampla preferência dos voluntários pela amostra C, que é a amostra que possui açúcar. Logo, neste caso a adição do açúcar tornou o produto mais consumido, o que pode ser usado como estratégia por comerciantes do produto.

**Figura 7.** Preferência dos entrevistados



**Fonte:** Autores (2020).

## 5 CONCLUSÕES

De e acordo com os resultados apresentados, foi observado que houve uma diferença de preferência dos voluntários entre amostras C e S propostas, sendo a amostra C, a de vinho de miriti com açúcar, a qual apresentou maior aceitação por parte dos voluntários. Portanto, o acréscimo de açúcar gerou uma mudança de avaliação e de consumo do produto.

Sendo assim, nota-se a importância da produção de trabalhos científicos, que possibilitem o conhecimento profundo a respeito do processo de preferência de consumo, como também das propriedades físico-químico e nutricional do fruto do miriti, afim de estimular o mercado consumidor tanto em Igarapé-Miri quanto em outras regiões que possuem esta espécie.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, S. R. A cadeia produtiva do buriti (*Mauritia sp*). 2013. 13 f. Tese (Doutoranda em Ciências Florestais)-Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <[http://www.cnf.org.pe/secretaria\\_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Sandra%20Regina%20Afonso.pdf](http://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Sandra%20Regina%20Afonso.pdf)>. Acesso 13 de outubro de 2020.
- CASTRO, D. S. de.; SOUSA, E. P. de.; NUNES, J. S.; SILVA, L. M. de M.; MOREIRA, I. dos S. Caracterização física e físico-química de polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*). Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil), v. 9, n. 2, p. 117 - 120, 2014.
- COSTEL, E; DURAN, L. El análisis sensorial em el control de qualidade de los alimentos. IV. Realización y análisis de los datos. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia, v. 22, n. 1, p. 1-21, mar. 1982.
- MANHÃES, L. R. T. Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*, Mart.): um potente alimento funcional. Dissertação Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 78p.
- MINIM, V. P. R. Análise sensorial - estudos com consumidores. 3ª Edição. Ed: UFV, 2013.332p.
- PIO, B. L. A. Comparação da Distribuição Geográfica Potencial de Buriti, *Mauritia flexuosa* (Araceae) Gerada por Diferentes Modelos Preditivos. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas)-Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: <[http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=6636](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6636)>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.
- SAMPAIO; M. B., CARRAZZA; L. R. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Buriti (*Mauritia flexuosa*). Brasília, DF – 2012,80p.
- SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS G. G.; MARTINS, D. M. de O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.6, p.1790-1793, 2008.
- SOUSA, F. F. de.; BARROS, F. B.; VIEIRA-DA-SILVA, C. Miriti: alimentação e renda na várzea amazônica, Abaetetuba-PA. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 3 de 2015.
- SAMPAIO, M. B. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do buriti. Brasília, DF: [s.n], 2011. 80 p. Disponível em: <<http://www.ispn.org.br/arquivos/Cartilha-Buriti-Web.pdf>>. Acesso em: 10 de agosto de 2020.
- SOUSA, F. F de. Miriti: o açaí do inverno? Extrativismo, comercialização e consumo de frutos de *Mauritia flexuosa* L.f. no estuário amazônico. Dissertação de mestrado. Mestre em Agricultras Familiares e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Pará. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia Oriental.2016.
- SOUZA, J. S. I. Enciclopédia agrícola brasileira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/EDUSP/ESALQ, 2004. 512p.
- SOUZA, N. F. da S.; VIANA, D. dos S. F. Aspectos ecológicos e potencial econômico do Buriti (*Mauritia flexuosa*). AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9; p. 535 2018.

STONE, H. E.; SIDEL, J. L. 1993. Sensory evaluation practices. Ed: Academic, New York, pp 338.



## Capítulo 9



10.37423/240709124

# POLPA DE CUPUAÇU DO ESTADO PARÁ: UM ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL

*Marcos William Leão de Araújo*

*Universidade Federal do Pará*

*Matheus Ramon Blanco Camarão*

*Universidade Federal do Pará*

*Sheila Marcelly Silva Santos*

*Universidade Federal do Pará*

*Caique Douglas Pantoja Gomes*

*Universidade Federal do Pará*

*Alfredo Gabryell Basto de Abreu*

*Universidade Federal do Pará*

*Grazyelle de Fátima Oliveira de Souza*

*Universidade Federal do Pará*

*Marcos Vinicius Pompeu Amaro*

*Universidade Federal do Pará*

*Gilberto Nascimento do Vale*

*Universidade Federal do Pará*

*Ewerton Carvalho de Souza*

*Universidade Federal Rural da Amazônia*

*Antonio dos Santos Silva*

*Universidade Federal do Pará*

**Resumo:** O cupuaçu que é um fruto com sabor exótico, característico e muito utilizado industrialmente, proporciona funções fundamentais ao bem-estar dos consumidores. Portanto, este trabalho teve o intuito de realizar análises físico-químicas e sensoriais da polpa e do suco de cupuaçu *in natura* e industrializada. Avaliou-se condutividade elétrica, viscosidade, densidade, pH, sólidos solúveis totais, resíduos sólidos, umidade e características sensoriais de aprovação do suco de cupuaçu. A viscosidade do suco de cupuaçu da polpa natural foi superior a do suco industrializado, o nível de pH classifica este fruto como ácido e está de acordo com a literatura, nas polpas industrializadas e naturais a relevância se deu nos resíduos sólidos que são superiores nas polpas industrializadas. Observou-se que a umidade entre as polpas variou pouco, com o desvio padrão maior para a polpa natural. Constatou-se que a aprovação dos sucos de polpa industrializada e natural não possui discrepância. Portanto, não há diferenças significativas quanto às polpas e à aceitação do suco é relevante.

**Palavras-Chave:** Tecnologia em alimentos, fruta tropical, avaliação.

## 1 INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum Schum*) é identificado no sul e noroeste da Amazônia oriental brasileira, nordeste do Maranhão e no território amazônico de nações vizinhas, sua importância econômica atrai explorações a respeito da qualidade da polpa do fruto que expõe elevada acidez, baixos teores de lipídios e açúcar (Martins; Martin, 2020). A polpa do fruto pode ser utilizada na fabricação de sorvetes, creme, sucos, licor, geleia, biscoitos e outros.

Este fruto dispõe de compostos fitoquímicos e antioxidantes que fomentam saúde, especialmente ácido ascórbico (vitamina C) (Silva *et al.*, 2020). De forma predominante, é produzida em volumosas quantidades no decorrer de um ciclo curto de tempo e, em razão de sua alta perecibilidade, deteriora-se aceleradamente, sendo que essa produção acontece tal qual a maioria das frutas tropicais em que o período de safra ocorre de novembro a julho (Dias *et al.*, 2019).

No âmbito dos sucos tradicionais o cupuaçu é estimado pelos consumidores na Amazônia, sendo um suco denso e viscoso, dispondo de altas concentrações de colóides e partículas sólidas; o avanço nos estudos é capaz de auxiliar no incentivo da industrialização e, principalmente, a valorização da biodiversidade da Amazônia (Teixeira *et al.*, 2011).

No Brasil, as características da polpa do cupuaçu são regulamentadas pela Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e de Abastecimento, seguindo valores padrões de qualidade para a polpa do fruto (Brasil, 2000). De acordo com a legislação brasileira do Ministério da Agricultura, polpa é compreendida como produto não fermentado, não concentrado ou diluído, conseguido através do esmagamento dos frutos polposos (Brasil, 2018).

Sendo uma frutífera com diversas oportunidades de mercado, dado a abrangência de utilidades da polpa na agroindústria, em companhia de características tecnológicas consideradas ótimas, como alto grau de produtividade da polpa a qualidade sensorial com atributos agradáveis aos consumidores (Guimarães *et al.*, 2017). O cupuaçu é uma das frutas que existem em mais abundância na região Amazônica, sendo assim, muito acessível à população tanto *in natura* quanto através da sua comercialização, por meio de polpa ou produtos industrializados que contêm a fruta em sua composição (Socha; Pinheiro, 2015).

A parte mais apreciada do cupuaçu é a polpa, por isso muitos países europeus têm interesse para comercialização, assim a polpa deve ser processada de acordo com protocolos de qualidade para fins de exportação (Gonçalves *et al.*, 2013).

Diante disso, esse trabalho visou determinar propriedades físico-químicos e realizar uma análise sensorial da polpa e do suco do cupuaçu coletados no Estado do Pará, e aplicar estatística multivariada aos resultados para discriminar o tipo de polpa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A ESPÉCIE CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*)

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) é uma espécie frutífera originária da Amazônia, mais precisamente do Estado do Pará e da região “pré-amazônica” do Estado do Maranhão, sendo uma espécie pré-colombiana que foi domesticada, possivelmente, pelos índios, que também a disseminaram para todos os Estados da região Norte (de Souza; Alves; de Souza, 2017).

O fruto do cupuaçu é uma baga que apresenta um epicarpo rígido, lenhoso, epiderme verde, recoberta por um indumento ferrugíneo, pulverulento que se desprende com o manuseio do fruto (Figura 1), apresentando um formato variável, que pode ser oblongo, ovalado, elíptico, obovóide ou redondo, e com diâmetro transversal de 9 cm a 15 cm, diâmetro longitudinal de 10 cm a 40 cm, peso variando de 200 g a 4000 g (média de 1200 g), espessura da casca (epicarpo e mesocarpo) que oscila entre 0,6 cm e 1,0 cm de espessura (Souza e Sousa, 2002; de Souza; Alves; de Souza, 2017).

**Figura 1.** Frutos de cupuaçu



**Fonte:** de Souza *et al.* (2011).

A polpa do cupuaçu é mucilaginosa, bem abundante, ácida, de coloração amarela, creme ou branca, odor ativo e sabor muito agradável, sendo apropriada para emprego em grande escala na agroindústria de néctares, sucos, sorvetes, doces pastosos e diversas sobremesas (de Souza *et al.*, 2011).

As sementes do cupuaçu apresentam um tegumento firmemente aderido a sua polpa através de fibras, e se encontram superpostas em cinco fileiras verticais. Cada fruto apresenta entre 15 e 50 sementes que são de formato ovóides ou ovóide-elipsóides, apresentando 2,0 cm a 3,0 cm de comprimento; 2,0 cm a 2,5 cm de largura; 1,0 cm a 1,8 cm de espessura e, massa entre 4 g e 7 g (Souza e Sousa 2002; de Souza; Alves; de Souza, 2017).

## 2.2 ASPECTOS GERAIS

A descrição de parâmetros para monitoramento de qualidade, tal qual de compostos bioativos em polpas de frutas, reúne importância nutricional e garante a característica do produto, tendo em vista atender não somente aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, idem às exigências do consumidor (Sousa *et al.*, 2020).

Frutos são produtos orgânicos descritos com baixo índice de gordura, elevada quantidade de fibras e por compreenderem abundância em carboidratos simples, também, contém água, vitaminas, sais orgânicos e minerais. Demonstram ricos itens da alimentação e necessitam serem introduzidos na dieta nutricional com regularidade e equilíbrio (Martins, 2017).

Os frutos tropicais dividem algumas particularidades que os tornam singulares com uma pluralidade de vitaminas, carboidratos e minerais, além do gosto e aroma agradável, tendo vários componentes bioativos fundamentais para uma vida saudável (Nachbar; Souza, 2018).

A atenção com a condição dos frutos e seu tratamento é sinônimo de saúde, visto que fruta e polpa produzidos em espaço insalubre pode orientar sérios riscos ao bem-estar da população que os consome sendo capaz de causar doenças ou contaminação por patógenos, por isso a necessidade de averiguação da qualidade desses alimentos de maneira a atestar a segurança em consumi-los (Souza *et al.*, 2020).

Para Santos *et al.* (2020), as bebidas à base de frutas, saborosas, contendo compostos bioativos como antioxidantes se tornam alimentos convenientes e nutritivos, promovendo a saúde e prevenindo a ação de radicais livres, pois 21% da população brasileira se preocupa com a saúde e o bem-estar oferecidos pelos alimentos consumidos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Cinco amostras de polpa industrializada de cupuaçu, de uma mesma marca e lotes distintos foram adquiridas em supermercados de na cidade de Belém/PA e cinco amostras de polpa de cupuaçu in natura foram adquiridas em uma feira do município de Bragança/PA. Após adquiridas, as dez amostras foram transportadas para o Laboratório de Física Aplicada à Farmácia (LAFFA) da Universidade Federal do Pará (UFPA), no campus de Belém, onde foram mantidas congeladas em refrigerador até o momento das análises.

#### 3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS DE CUPUAÇU (INDUSTRIAL E NATURAL)

Foram realizadas análises físico-químicas das polpas de cupuaçu adquiridas, tanto as polpas naturais como as polpas industrializadas, seguindo metodologias oficiais (Adolfo Lutz, 2008).

\* **pH:** uma solução de polpa de cupuaçu foi preparada se pesando 2 g de polpa e se dissolvendo em 30 mL de água destilada, se misturando em mesa agitadora por 30 min para se obter uma solução bem homogênea. Então, foi imerso o eletrodo de um pHmetro previamente calibrado com soluções padrão pH 4,0 e 7,0 diretamente na solução preparada e o valor de pH foi lido diretamente no visor do pHmetro.

\* **Condutividade elétrica (CE):** uma solução de polpa de cupuaçu foi preparada se pesando 2 g de polpa e se dissolvendo em 30 mL de água destilada, se misturando em mesa agitadora por 30 min para se obter uma solução bem homogênea. Então, foi imerso o eletrodo de um condutivímetro portátil previamente calibrado com solução 14,3 mS/cm diretamente na solução preparada e o valor de CE foi lido diretamente no visor do aparelho.

\* **Sólidos Solúveis Totais (SST):** a determinação de SST das amostras se efetuou a partir da inserção de 2 gotas de polpa de cupuaçu sobre o prisma de um refratômetro portátil (ATAGO 090) e leitura direta do valor diretamente na escala interna do aparelho, que vai de 0° a 32° Brix.

#### 3.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DOS SUCOS DE CUPUAÇU (INDUSTRIAL E NATURAL)

Antes das análises físico-químicas, os sucos de cupuaçu foram preparados a partir das polpas adquiridas (natural e industrializada) seguindo as recomendações de preparo dado no rótulo da embalagem das polpas industrializadas: 500 g de polpa para 2,5 L de água e 200 g de açúcar.

As análises executadas nas polpas de cupuaçu seguiram metodologias oficiais (Adolfo Lutz, 2008). As análises realizadas foram:

\* **pH:** foi imerso o eletrodo de um pHmetro previamente calibrado com soluções padrão pH 4,0 e 7,0 diretamente em uma alíquota de 30 mL do suco posta em um béquer de 50 mL e o valor de pH do suco foi lido diretamente no visor do pHmetro.

\* **Sólidos Solúveis Totais (SST):** a determinação de SST das amostras se efetuou a partir da inserção de 2 gotas de suco de cupuaçu sobre o prisma de um refratômetro portátil (ATAGO 090) e leitura direta do valor diretamente na escala interna do aparelho, que vai de 0° a 32° Brix.

\* **Densidade:** determinada pelo método picnométrico, Um picnômetro de volume igual a 25 mL, previamente calibrado e aferido sua massa, foi adequadamente preenchido pelas amostras de polpa de cupuaçu, sendo o conjunto picnômetro + polpa pesado em balança analítica. A densidade foi então encontrada se dividindo a massa de suco pelo volume do picnômetro (25 mL).

\* **Umidade:** obtida pelo método gravimétrico, onde 2 g de polpa de cupuaçu ( $m_a$ ) foram medidas em balança analítica, utilizando-se caçarolas de porcelana com massa conhecida ( $m_c$ ), sendo o conjunto levado a estufa a 105° C até massa constante, quando, após resfriamento em dessecador, foi levado para nova pesagem em balança analítica ( $m_f$ ). A umidade foi encontrada através da equação abaixo.

$$Umidade (\%) = 100 - \frac{m_f - m_c}{m_a} \cdot 100$$

### 3.4 ANÁLISE SENSORIAL DO SUCO DE CUPUAÇU (INDUSTRIAL E NATURAL)

As amostras de suco de cupuaçu foram obtidas através do preparo convencional utilizando-se aproximadamente em cada amostra 200 g de açúcar, 500 g de polpa e 2.500 mL de água, com agitação manual, depois foram armazenados em geladeira até o dia seguinte.

A análise sensorial foi realizada com a participação de 100 provadores, de faixa etária entre 18 e 30 anos, não treinados que eram estudantes e visitantes da UFPA, através de aceitação por escala hedônica (BRASIL, 2005), eles receberam aproximadamente 20 mL de suco (amostra A). Posteriormente, bebiam a mesma quantidade de água, a fim de lavar as papilas gustativas e impedir que o sabor da amostra anterior se misturasse ao da segunda (amostra B), que era servida logo em seguida. Em seguida, os provadores tiveram que responder a um formulário avaliativo (Figura 2) para cada atributo sensorial do suco com o intuito de vislumbrar a aceitação de cada entrevistado.

**Figura 2:** Formulário da análise sensorial.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – FACULDADE DE FARMÁCIA**

PESQUISA DE ACEITAÇÃO DE SUCO DE CUPUAÇU

ENTREVISTADO: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: ( ) M ( ) F

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de aceitação de um produto (SUCO DE CUPUAÇU), caso você aceite participar desta pesquisa, saiba que seu nome não será divulgado, apenas sua opinião fará parte de um banco de dados que será utilizado para fins de elaboração de trabalho da disciplina PIAP II e possivelmente de trabalho em congresso. Você não terá nenhuma despesa com essa pesquisa, mas também não receberá nenhum provento financeiro por participar dela.

1- Por favor, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos sensoriais do produto (sabor, aroma, textura e cor) dando notas de acordo com a escala abaixo.

| Amostra A                       |                        | Amostra B                       |                        |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|
| ( 1 ) Desgostei extremamente    |                        | ( 1 ) Desgostei extremamente    |                        |
| ( 2 ) Desgostei muito           | a) Cor Nota: _____     | ( 2 ) Desgostei muito           | a) Cor Nota: _____     |
| ( 3 ) Desgostei moderadamente   |                        | ( 3 ) Desgostei moderadamente   |                        |
| ( 4 ) Desgostei ligeiramente    | b) Aroma Nota: _____   | ( 4 ) Desgostei ligeiramente    | b) Aroma Nota: _____   |
| ( 5 ) Nem desgostei, nem gostei |                        | ( 5 ) Nem desgostei, nem gostei |                        |
| ( 6 ) Gostei ligeiramente       | c) Sabor Nota: _____   | ( 6 ) Gostei ligeiramente       | c) Sabor Nota: _____   |
| ( 7 ) Gostei moderadamente      |                        | ( 7 ) Gostei moderadamente      |                        |
| ( 8 ) Gostei muito              | d) Textura Nota: _____ | ( 8 ) Gostei muito              | d) Textura Nota: _____ |
| ( 9 ) Gostei extremamente       |                        | ( 9 ) Gostei extremamente       |                        |

2- Por favor, após degustar a amostra servida, marque a alternativa que melhor corresponde ao seu julgamento (atitude).

| Amostra A                                                               | Amostra B                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ( ) Beberia isso sempre que tivesse oportunidade.                       | ( ) Beberia isso sempre que tivesse oportunidade.                       |
| ( ) Beberia isso muito frequentemente.                                  | ( ) Beberia isso muito frequentemente.                                  |
| ( ) Beberia isso frequentemente.                                        | ( ) Beberia isso frequentemente.                                        |
| ( ) Beberia de vez em quando.                                           | ( ) Beberia de vez em quando.                                           |
| ( ) Beberia isso se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso. | ( ) Beberia isso se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso. |
| ( ) Não gostei disso, mas beberia ocasionalmente.                       | ( ) Não gostei disso, mas beberia ocasionalmente.                       |
| ( ) Raramente beberia isso.                                             | ( ) Raramente beberia isso.                                             |
| ( ) Só comeria isso se não pudesse escolher outro alimento.             | ( ) Só comeria isso se não pudesse escolher outro alimento.             |
| ( ) Só comeria isso se fosse forçado(a).                                | ( ) Só comeria isso se fosse forçado(a).                                |

**Fonte:** Autores (2020).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO SUCO DE CUPUAÇU (INDUSTRIAL E NATURAL)

Na Tabela 1 é possível averiguar os resultados para os parâmetros físico-químicos para as 5 amostras do suco de cupuaçu natural.

**Tabela 1:** Análise físico-química do suco de cupuaçu natural, expressos em média e desvio padrão.

| Amostra      | pH                | CE<br>(mS/cm)      | Densidade<br>(g/mL)    | Viscosidade<br>(cSt) | SST<br>(° Brix)    |
|--------------|-------------------|--------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| A1           | 3,20              | 0,75               | 1,3318                 | 31,34                | 1,00               |
| A2           | 3,20              | 0,75               | 1,3317                 | 33,03                | 1,00               |
| A3           | 3,10              | 0,75               | 1,3315                 | 32,71                | 1,00               |
| A4           | 3,10              | 0,75               | 1,3317                 | 32,22                | 1,00               |
| A5           | 3,10              | 0,75               | 1,3318                 | 32,87                | 1,00               |
| <b>Geral</b> | <b>3,14± 0,05</b> | <b>0,75 ± 0,00</b> | <b>1,3317 ± 0,0012</b> | <b>32,83± 0,68</b>   | <b>1,00 ± 0,00</b> |

**Legenda:** CE: Condutividade Elétrica; SST: Sólidos Solúveis Totais; pH: Potencial Hidrogeniônico.

**Fonte:** Autores (2020).

Os valores de condutividade elétrica mantiveram-se constantes nas 5 amostras avaliadas com 0,75 ms/cm. Em relação ao parâmetro de densidade os valores não variaram tanto em relação as amostras avaliadas, sendo o maior valor na amostra 1 e 5 (1,3318 g/mL) e o menor valor na amostra 3 (1,3315 g/mL). Para o parâmetro de sólidos solúveis totais os valores permaneceram com 1,0 % para todas as 5 amostras. Em relação à viscosidade do suco, os valores também não foram muitos diferentes, sendo o maior valor na amostra 2 (33,03 cSt) e o menor valor na amostra 1 (31,34 cSt). No que se refere ao parâmetro de pH, o maior valor encontrado foi nas amostras 1 e 2 (3,20) e o menor valor nas amostras 3, 4 e 5 (3,10).

Os valores de pH e sólidos solúveis totais (SST) expressos na Tabela 1 estão em conformidade com a Portaria nº 86, de 23 de agosto de 2016, que estabelece que o pH do suco de cupuaçu deve ser no mínimo de 3,0, enquanto os SST em °Brix a 20 °C de no mínimo 9,0; porém os resultados apresentados se encontram bem abaixo do recomendado isso pode ser explicado pelo fato de que o suco foi misturado manualmente não se diluindo completamente em água.

Na Tabela 2 vislumbra-se os resultados para os parâmetros físico-químicos para as 5 amostras do suco de cupuaçu industrializado

**Tabela 2:** Análise físico-química do suco de cupuaçu industrializado, expressos em média e desvio padrão.

| <b>Amostra</b> | <b>pH</b>         | <b>CE<br/>(mS/cm)</b> | <b>Densidade<br/>(g/mL)</b> | <b>Viscosidade<br/>(cSt)</b> | <b>SST<br/>(° Brix)</b> |
|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <b>B1</b>      | 3,30              | 0,79                  | 1,3317                      | 29,93                        | 1,20                    |
| <b>B2</b>      | 3,20              | 0,79                  | 1,3315                      | 30,03                        | 1,20                    |
| <b>B3</b>      | 3,20              | 0,79                  | 1,3316                      | 29,63                        | 1,10                    |
| <b>B4</b>      | 3,20              | 0,79                  | 1,3318                      | 29,75                        | 1,10                    |
| <b>B5</b>      | 3,20              | 0,79                  | 1,3316                      | 29,61                        | 1,10                    |
| <b>Geral</b>   | <b>3,22± 0,04</b> | <b>0,79 ± 0,00</b>    | <b>1,3316 ± 0,0015</b>      | <b>29,79 ± 0,18</b>          | <b>1,14 ± 0,06</b>      |

**Legenda:** CE: Condutividade Elétrica; SST: Sólidos Solúveis Totais; pH: Potencial Hidrogeniônico.

**Fonte:** Autores (2020)

Percebe-se que os valores de pH e sólidos solúveis totais (SST) expressos na Tabela 2 estão correspondentes com a Portaria nº 86, de 23 de agosto de 2016, em que o valor mínimo de pH do suco de cupuaçu deve ser 3,0, além do SST em ° Brix a 20 °C com mínimo de 9,0; no entanto os resultados apresentados se encontram bem abaixo do recomendado isso pode ser explicado pelo fato de que o suco foi misturado manualmente não se diluindo completamente em água.

A Tabela 3 a seguir traz os resultados da comparação das variáveis estudadas nos sucos preparados com as polpas industrializadas (B) e com as polpas naturais (A), via aplicação de teste t de Student com 95 % de confiança.

**Tabela 3.** Resultados (p-valores) dos testes de t de Student para as variáveis dos sucos de cupuaçu

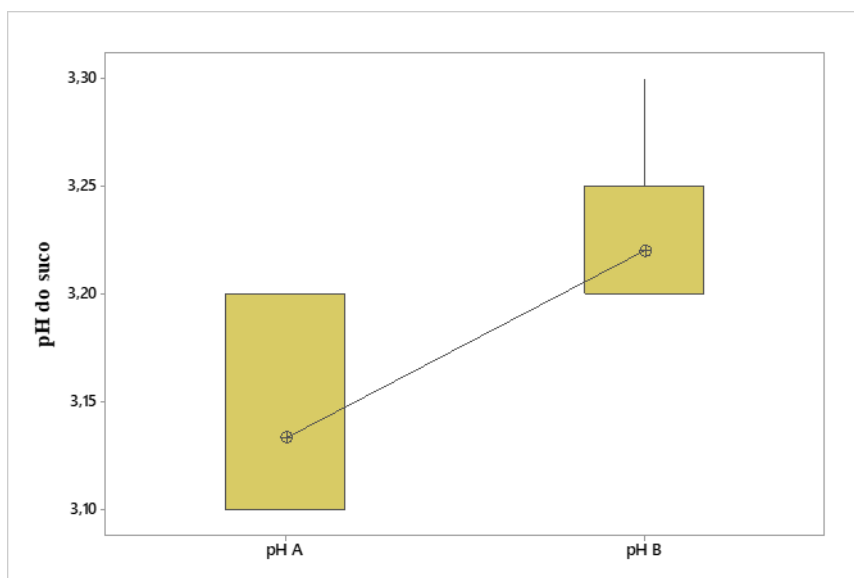
| p-valor | Variável físico-química |    |           |     |             |
|---------|-------------------------|----|-----------|-----|-------------|
|         | pH                      | CE | Densidade | SST | Viscosidade |
|         | 0,018                   | *  | 0,449     | *   | 0,001       |

**Legenda:** SST: Sólidos Solúveis Totais; CE = condutividade elétrica; pH: Potencial Hidrogeniônico; \* indica que não pode ser determinado, pois os valores da variável eram todos iguais.

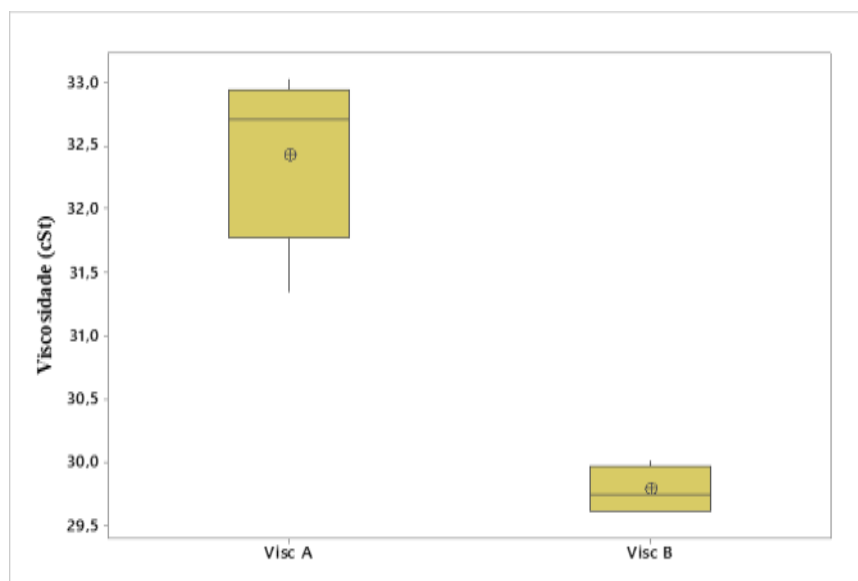
Fonte: Autores (2020).

Apenas as variáveis pH e viscosidade se mostraram significativamente diferentes entre os dois tipos de suco de cupuaçu, pois seus p-valores foram menores que o nível de confiança de 0,05, ou seja, para o pH se obteve p-valor = 0,018 < 0,050 e para a viscosidade p-valor = 0,001 < 0,05. Isto também fica claro nas Figura 3 e 4, onde são apresentados os gráficos de box-plot para as variáveis pH e viscosidade, respectivamente.

**Figura 3.** Gráficos de box-plot para a variável pH dos sucos de cupuaçu



Fonte: Autores (2020).

**Figura 4.** Gráficos de box-plot para a variável viscosidade dos sucos de cupuaçu

**Fonte:** Autores (2020).

Nas duas figuras acima, as “caixas” correspondentes as amostras do tipo A e do tipo B não são totalmente sobreponível (Figura 3) ou nada sobreponível (Figura 4) quando são projetadas no eixo y do gráfico, sugerindo que as amostras podem ser consideradas como diferentes em termos dessas variáveis.

#### 4.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA DE CUPUAÇU (INDUSTRIAL E NATURAL)

Na Tabela 4 verifica-se os resultados das análises físico-químicas para as 5 amostras da polpa do cupuaçu natural.

**Tabela 4.** Análise físico-química da polpa de cupuaçu natural, expressos em média e desvio padrão.

| Amostra      | pH                 | Densidade (g/mL)   | Umidade (%)         | SST (° Brix)        |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| A1           | 3,30               | 1,19               | 93,71               | 12,40               |
| A2           | 3,30               | 1,05               | 94,50               | 11,80               |
| A3           | 3,30               | 1,00               | 93,97               | 12,20               |
| A4           | 3,30               | 0,95               | 93,91               | 12,00               |
| A5           | 3,30               | 1,17               | 93,93               | 11,80               |
| <b>Geral</b> | <b>3,30 ± 0,00</b> | <b>1,05 ± 0,09</b> | <b>94,00 ± 0,34</b> | <b>12,04 ± 0,26</b> |

**Legenda:** SST: Sólidos Solúveis Totais; pH: Potencial Hidrogeniônico.

Fonte: Autores (2020).

No que diz respeito aos valores de densidade, a amostra A1 avaliada foi a que apresentou o maior valor (1,19 g/mL) e a amostra A4 apresentou o menor valor (0,95 g/mL). Em relação ao parâmetro de

sólidos solúveis totais, os valores não variaram tanto em relação as amostras avaliadas, sendo o maior valor na amostra A1 (12,40 %) e o menor valor nas amostras 2 e 5 (11,8,15 %). Para o parâmetro de pH os valores permaneceram constantes para todas as 5 amostras (3,3). No que se refere ao parâmetro de umidade, o maior valor encontrado foi na amostra A2 (94,50 %) e o menor valor na amostra A4 (93,91 %).

Os valores estão em conformidade com a Portaria n° 58, de 30 de agosto de 2016 que estabelece que o pH da polpa de cupuaçu deve ser no mínimo de 3,0 para pH enquanto os SST em °Brix a 20°C de no mínimo 9,0. Souza et al (2020) encontrou valores de 3,54, 3,46 e 3,27 para o parâmetro de pH em polpa de cupuaçu congeladas.

Os valores de densidade obtidos nesse trabalho foram próximos aos encontrados por Mattos e Mederos (2008), em seu trabalho sobre determinação experimental da densidade de polpas de várias frutas tropicais, sendo ele 1,03 g.mL<sup>-1</sup> especificamente para o cupuaçu. Os valores de umidade não são oficialmente padronizados por nenhuma instituição, mas a atividade de água encontrada nas amostras obteve uma média de 5,463 na polpa natural, além de 3,723 na polpa industrializada, sendo assim, muito propicias a contaminação microbiológica se não conservada de forma adequada em refrigeradores.

Na Tabela 5 é possível averiguar os resultados físico-químicos para as 5 amostras de da polpa industrializada de cupuaçu.

**Tabela 5.** Análise físico-química da polpa industrializada de cupuaçu, expressos em média e desvio padrão.

| Amostra      | pH                 | Densidade (g/mL)   | Umidade (%)         | SST (° Brix)        |
|--------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <b>B1</b>    | 3,30               | 1,00               | 92,45               | 11,80               |
| <b>B2</b>    | 3,30               | 0,98               | 92,10               | 12,00               |
| <b>B3</b>    | 3,30               | 1,20               | 92,08               | 12,00               |
| <b>B4</b>    | 3,30               | 1,00               | 92,41               | 11,80               |
| <b>B5</b>    | 3,30               | 0,99               | 92,68               | 12,00               |
| <b>Geral</b> | <b>3,30 ± 0,00</b> | <b>1,03 ± 0,09</b> | <b>92,34 ± 0,24</b> | <b>11,92 ± 0,11</b> |

**Legenda:** SST: Sólidos Solúveis Totais; pH: Potencial Hidrogeniônico.

**Fonte:** Autores (2020).

No que diz respeito aos valores de densidade, nota-se que a amostra B3 avaliada foi a que apresentou o maior valor (1,20 g/mL) e a amostra B2 apresentou o menor valor (0,98 g/mL). Em relação ao parâmetro de sólidos solúveis totais (SST), percebe-se que os valores não variaram tanto em relação

as amostras avaliadas, sendo o maior valor nas amostras B2, B3 e B5 (12,00° Brix) e o menor valor nas amostras B1 e B4 (11,8 ° Brix). Para o parâmetro de pH os valores permaneceram constantes para todas as 5 amostras (3,3). No que se refere ao parâmetro de umidade, o maior valor encontrado foi na amostra B5 (92,48 %) e o menor valor na amostra B3 (92,08 %). No que se refere a pH e aos sólidos solúveis totais (SST), os valores estão em conformidade com a Portaria nº 58, de 30 de agosto de 2016 que estabelece que o pH da polpa de cupuaçu deve ser no mínimo de 3,0 enquanto os SST em ° Brix a 20 °C de no mínimo 9,0. Mattos e Mederos (2008), encontraram valores próximos ao do presente trabalho, em seu trabalho sobre determinação experimental da densidade de polpas de várias frutas tropicais, sendo ele 1,03 g/mL especificamente para o cupuaçu. No que diz respeito à umidade esses valores também não são padronizados instituições, mas a atividade de água encontrada nas amostras obteve uma média de 5,463 na polpa natural, além de 3,723 na polpa industrializada, sendo assim, muito propícias a contaminação microbiológica se não conservada de forma adequada em refrigeradores.

A Tabela 6 a seguir traz os resultados da comparação das variáveis estudadas nas polpas industrializadas (B) e naturais (A), via aplicação de teste t de Student com 95 % de confiança.

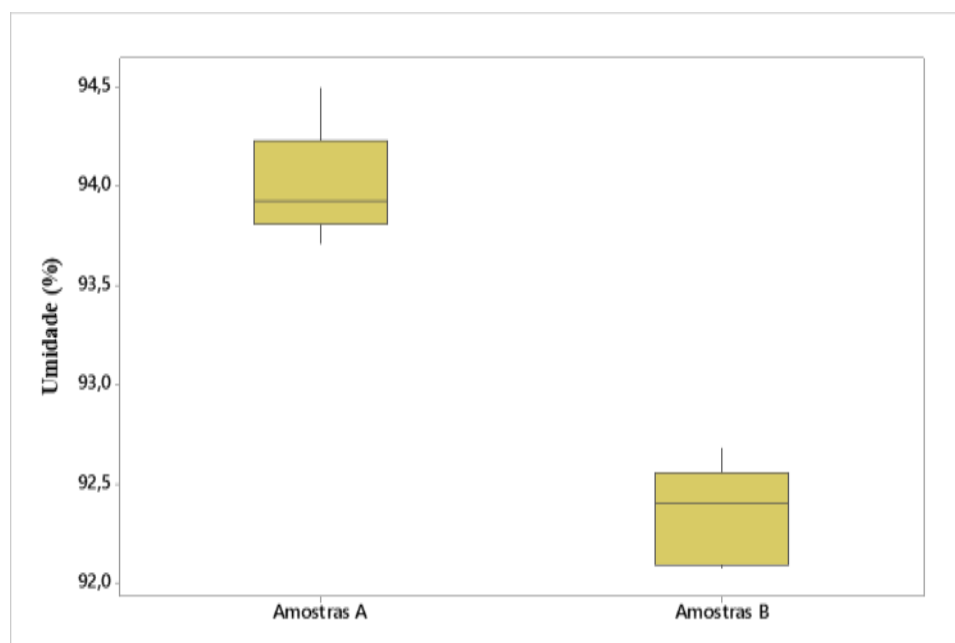
**Tabela 6.** Resultados (p-valores) dos testes de t de Student para as variáveis das polpas de cupuaçu

| p-valor | Variável físico-química |         |           |       |
|---------|-------------------------|---------|-----------|-------|
|         | pH                      | Umidade | Densidade | SST   |
|         | *                       | 0,000   | 0,564     | 0,386 |

**Legenda:** SST: Sólidos Solúveis Totais; pH: Potencial Hidrogeniônico; \* indica que não pode ser determinado, pois os valores da variável eram todos iguais.

**Fonte:** Autores (2020).

Apenas a variável Umidade se mostrou significativamente diferente entre os dois tipos de polpa de cupuaçu, pois seu p-valor foi menor que o nível de confiança de 0,05, ou seja,  $p\text{-valor} = 0,000 < 0,050$ . Isto também fica claro na Figura 5, onde são apresentados os gráficos de box-plot para a variável Umidade.

**Figura 5.** Gráficos de box-plot para a variável umidade das polpas

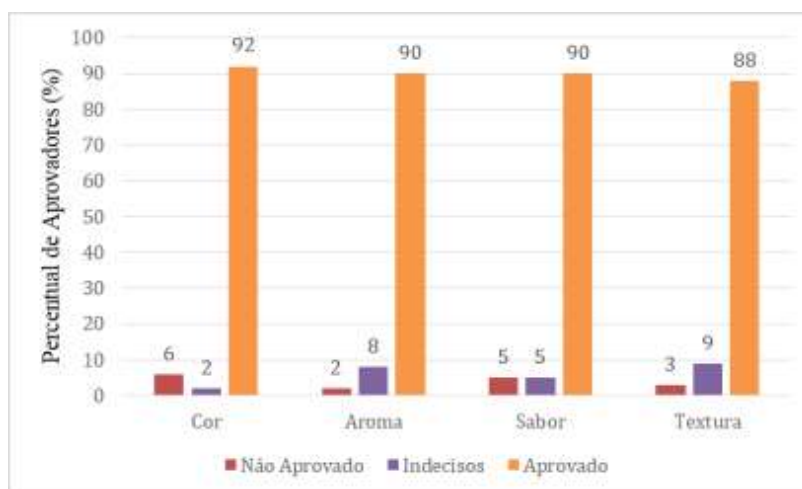
Fonte: Autores (2020).

Como as “caixas” da Figura 5 não são sobreponíveis quando projetadas no eixo dos y (umidade), isso sugere que os sucos de cupuaçu apresentam umidades que não são idênticas de acordo com seu tipo, A ou B.

#### 4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE SENSORIAL DOS SUCOS DE CUPUAÇU

A análise sensorial comparativa para as polpas de suco natural (amostra A) e suco de polpa industrializada (amostra B) feitos com açúcar refinado e água mineral, avaliados por 100 julgadores não treinados e aleatórios (56 homens e 44 mulheres). Na análise sensorial pode-se constatar que a aceitação dos sucos das polpas de cupuaçu industrializada e natural obtiveram índices satisfatórios, com maior nível de aprovação em comparação aos de reprovação.

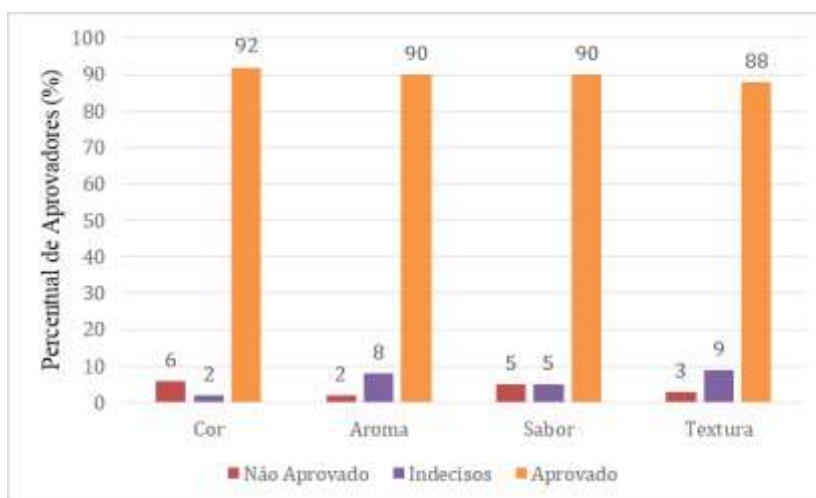
Na Figura 6 verifica-se o nível de aceitação sensorial do suco de cupuaçu natural avaliado no presente trabalho.

**Figura 6.** Gráfico de aprovação sensorial da amostra de suco de cupuaçu natural.

**Fonte:** Autores (2020).

As seguintes porcentagens globais averiguadas são: Para as amostras A, 74% aprovaram a cor, 72% aprovaram o aroma, 60% aprovaram o sabor e 59% aprovaram a textura. Para a rejeição das amostras A, 12% não aprovaram a cor, 13% não aprovaram o aroma, 30% não aprovaram o sabor e 25% não aprovaram a textura. Os indecisos (nem gostei / nem desgostei) para a amostra A, 14% para a cor, 15% para o aroma, 10% para o sabor e 16% para a textura.

Na Figura 7 é possível averiguar a aprovação sensorial do suco de cupuaçu industrializado. Verifica-se que para as amostras B, 92% aprovaram a cor, 90% aprovaram o aroma, 90% aprovaram o sabor e 88% aprovaram a textura do suco de cupuaçu.

**Figura 7.** Gráfico de aprovação sensorial da amostra de suco de cupuaçu feito com polpa industrializada

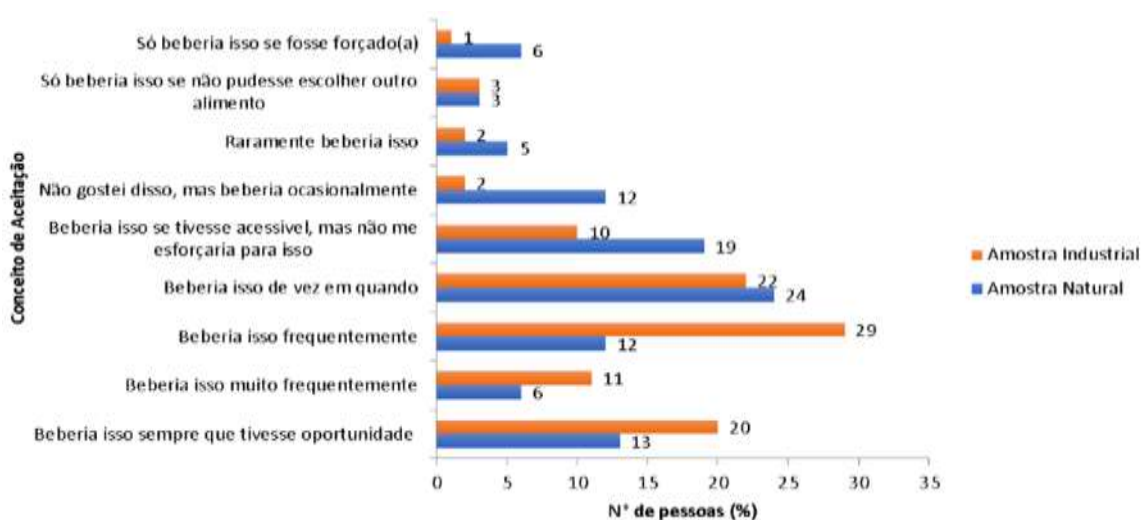
**Fonte:** Autores (2020).

É possível perceber o alto nível de aceitabilidade por parte das pessoas entrevistadas no presente estudo.

A rejeição para as amostras B, 6% não aprovaram a cor, 2% não aprovaram o aroma, 5% não aprovaram o sabor e 3% não aprovaram a textura. Os indecisos para as amostras B, 2% para a cor, 8% para o aroma, 5% para o sabor e 9% para a textura.

Na Figura 8 verifica-se essa aceitação tanto do suco industrial ou natural através de alguns conceitos. Em relação a aceitação através de conceitos, destaca-se que 29% das pessoas entrevistadas beberiam frequentemente a amostra industrial e 24 % beberiam a amostra natural de vez em quando. Observando de uma forma geral, percebe-se que a amostra natural é preferível na maioria dos conceitos

**Figura 8.** Gráfico de aceitação sensorial do suco de cupuaçu natural e industrial baseado em conceitos.



Fonte: Autores (2020)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante este trabalho, é possível notar que existem diferenças tanto físico-químicas quanto sensoriais, quando comparamos o suco e a polpa de cupuaçu in natura e industrializada. Alguns parâmetros como pH, densidade e sólidos solúveis totais se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos em uma das amostras.

Releva-se também a diferença principalmente física entre o suco e a polpa do fruto enquanto os químicos são bem semelhantes, além disso, as duas amostras foram bem aceitas pela população participante.

Dessa forma, o trabalho obteve resultados satisfatórios, mostrando que os produtos são adequados para consumo.

## REFERÊNCIAS

- ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, p. 260, 2008.
- BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa N°. 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da União N°. 6, Brasília, 10 de jan de 2000, Seção I., p. 54-58.
- BRASIL. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2005 (Série A. Normas e Manuais Técnicos). IV edição.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do 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.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.12, de 4 de setembro de 2003. Regulamento Técnico para fixação de padrões de identidade e qualidade dos sucos tropicais e néctares. Diário Oficial da União, Brasília, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físicos Químicos para Análise de Alimentos. 4. Ed. Brasília, DF, 2005. 1018 p.
- DE SOUZA, A. G. C; ALVES, R. M.; DE SOUZA, M. G. Theobroma grandiflorum -Cupuaçuzeiro. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017. Disponível em: [https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur\\_cupuacu\\_0a7.pdf](https://www.procisur.org.uy/adjuntos/procisur_cupuacu_0a7.pdf).
- DE SOUZA, A. DAS G. C; DE SOUZA, M. G.; PAMPLONA, A. M. S. R.; WOLFF, A. C. DA S.. Boas Práticas na Colheita e Pós-Colheita do Cupuaçu. Circular Técnica, 36. 1ª Ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 20911.
- DIAS, J. D. M.; ABREU, V. K. G.; PEREIRA, A. L. F.; LEMOS, T. O.; SANTOS, L. H.; SILVA, V. K. L.; MOTA, A. S. B. Desenvolvimento e avaliação das características físicoquímicas e da aceitação sensorial de doce em massa de cupuaçu. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 36, n. 1, 2019.
- GUIMARÃES, P. V. P.; DURIGAN, M. F. B.; LIMA-PRIMO, H. E. Cupuaçu sob sistemas agroflorestais: Qualidade agroindustrial das polpas e a susceptibilidade a doença vassoura-de ruxa. Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA, 6.; CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 10.; SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO, 5., 2017, Brasília, DF. Agroecologia na transformação dos sistemas agroalimentares na América Latina: memórias, saberes e caminhos para o bem viver: anais. Brasília, DF: Associação Brasileira de Agroecologia, 2017., 2017.
- GONÇALVES, Marcela Vicente Vieira Andrade et al. Caracterização físico-química e reológicas da polpa de Cupuaçu congelada (theobroma grandiflorum schum). Exatas & Engenharia, v. 3, n. 07, 2013.
- MARTINS, M. F. B. (2017). Qualidade microbiológica de polpas de frutas comercializadas no município de Aracaju-SE. 2017. 32 f. Monografia (Graduação) – Curso de graduação em Tecnologia de Alimentos,

São Cristóvão: IFSE, 2017. Disponível em:<<https://repositorio.ifs.edu.br/.../1/Maria%20de%20Fatima%20B%20S%20Martins.pdf>>.

Acesso em 19 de set. de 2020.

MARTINS, M. N. N; MARTIM, S. R. Geleia Mista de Tucumã e Cupuaçu Enriquecida com Exocarpo de Banana Verde. Revista Saber Científico, v. 9, n. 1, p. 90-101, 2020.

MATTOS S. J.; B. J. T. MEDEROS (2009). Densidade de polpas de frutas tropicais: banco de dados e determinação experimental. /Density of tropical fruits pulp: database and experimental determination. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas. 2. 109.

NACHBAR, L. A.; SOUZA, S. A. M. Correlações entre caracteres morfoagronômicos de frutos de genótipos de Cucurbita spp. Revista de ciências agroambientais, v. 15, n. 2, p. 175-180, 2018.

SANTOS, G. Z.; PEREIRA, D. C. S.; MARTINS, E. M. F.; M, M. L.; CAMPOS, A. N. R. Caracterização físico-química, microbiológica e de compostos bioativos de suco tropical e néctar de juçara, acerola e misto de juçara com acerola. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 56438-56462, 2020.

SILVA, H. M; SILVA, D. S.; ANDRADE, D. S.; ABREU, V. K. G.; LEMOS, T. O.; PEREIRA, A. L. F. Doce Em Massa De Cupuaçu: Composição Química, Tabela Nutricional E Apicação Do Semáforo Nutricional. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, v. 7, n. 2, p. 124-136, 3 jul. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/ufv7-8510>.

SOCHA, L. B.; A PINHEIRO, R. B. CUPUAÇU: A FRUTA GLOBALIZADA. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 4, n. 2, p. 554-567, 2015.

SOUZA, A. DAS G. C. DE; SOUSA, N. R.. Cupuaçu. In: Melhoramento de fruteiras tropicais. Viçosa: UFV, 2002, p.251-266.

SOUZA, A. C. F.; SOUZA, SOUZA, A. C. F.; SOUZA, J. F.; MENDES, I. G. Avaliação microbiológica de polpas congeladas de frutas comercializadas em feiras públicas da cidade de Macapá, Amapá. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 9, n. 2, p. e191922152-e191922152, 2020.

SOUSA, Y. A.; BORGES, M. A.; VIANA, A. F. D. S.; DIAS, A. L.; SOUSA, J. J. V. D., SILVA, B. A. D., ... & AGUIAR, F. S. D. Avaliação físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas em Santarém-PA. Brazilian Journal of Food Technology, v. 23, p. e2018085, 2020.

TEIXEIRA, M. F. S.; ANDRADE, J. S.; FERNANDES, O. C. C.; DURÁN, N.; FILHO, J. L. L. Quality Attributes of Cupuacu Juice in Response to Treatment with Crude Enzyme Extract Produced by *Aspergillus japonicus* 586. Enzyme research , v. 2011, 2011. doi:10.4061/2011/494813.

# Capítulo 10



10.37423/240709132

## DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE SOJA SUBMETIDA A DOSES DE POTÁSSIO NO SULCO DE SEMEADURA

*Luiz Henrique Campos de Almeida*

*Universidade Estadual de Londrina*

*Paula Pinheiro Sanches de Almeida*

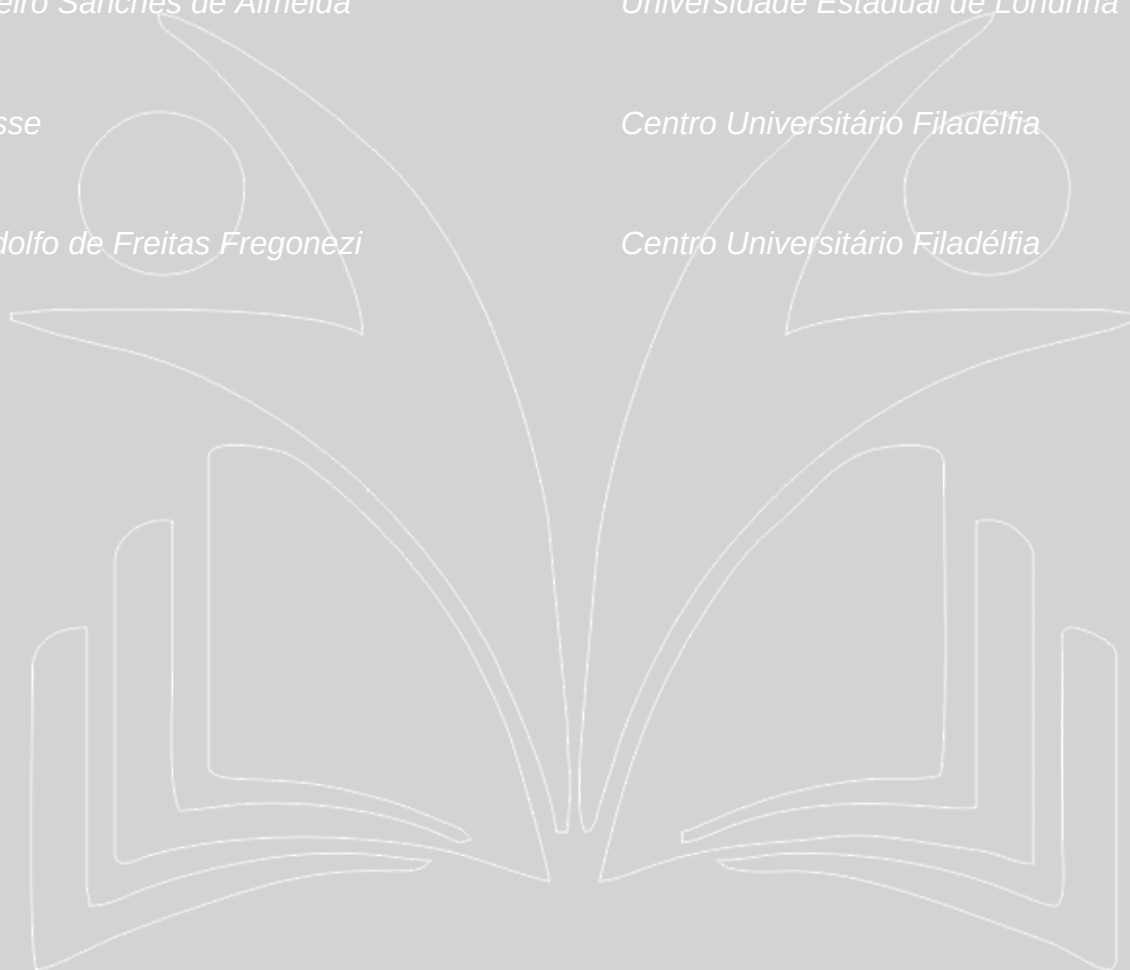
*Universidade Estadual de Londrina*

*Anthony Lisse*

*Centro Universitário Filadélfia*

*Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi*

*Centro Universitário Filadélfia*



**Resumo:** O trabalho foi realizado no sítio Calipial no município de Cambé, Estado do Paraná. O objetivo foi analisar o desenvolvimento da soja sobre diferentes doses de adubações potássicas no sulco de semeadura, realizada sobre a palhada de milho (cultura anterior). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, cada parcela ocupou uma área de 36 m<sup>2</sup>. Foram utilizados cinco tratamentos constituídos por doses de KCl aplicados no sulco de semeadura. As avaliações foram feitas a cada dez dias de plantio, foram avaliados os seguintes parâmetros: estande de plantas, altura, número de trifólios, número de nós e matéria seca de parte aérea. O potássio se encontra livre na planta e participa de diversos processos na planta, como fotossíntese, abertura e fechamento de estômato, absorção de água, etc. Na soja a adubação potássica tem influência na composição química da planta e também da semente a ser obtida pela planta. Dentre os tratamentos utilizados, o melhor resultado foi obtido com a aplicação de 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, onde apresentou melhores resultados em todos os parâmetros avaliados no desenvolvimento da planta, produtividade e MMG (massa de mil grãos).

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L) Merrill). Crescimento. Adubação. Macronutriente.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja *Glycine max* (L) Merrill)(*Glycine max* (L.) Merrill), é uma planta herbácea, cultivada na maioria dos estados do Brasil com objetivo de produzir grãos, utilizada para fabricação de óleos e ração para frangos, suínos e bovinos. É uma planta com grande variabilidade genética, tanto em relação ao ciclo vegetativo (período compreendido entre a emergência da plântula até a abertura das primeiras flores), como no reprodutivo (período do início da floração até o fim do ciclo da cultura), sendo também influenciada pelo meio ambiente.

É uma das principais commodities cultivadas no Brasil, responsável por parte considerável do PIB agrícola brasileiro, ocupou o primeiro lugar no valor bruto de produção (VBP) em 2018 segundo dados de CNA (2018), e pela maior parte da renda gerada pela agricultura brasileira.

Sua principal importância está no seu teor de proteína (próximo de 40%), utilizada na alimentação humana ou animal, é uma das únicas culturas que pode substituir proteínas de origem animal, pois contém em proporções adequadas, todos os aminoácidos essenciais.. Os derivados de soja mais utilizados na alimentação humana são: Leite de soja, óleo de soja, farinha de soja e a carne de soja, conhecida como proteína de soja. Após a extração do óleo, sobra o farelo de soja, principal fonte de proteína para engorda de animais (MOTERLE; BRACCINI; SANTOS, 2009).

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de soja, ultrapassando os Estados Unidos na safra de 2019/2020. O Brasil cultiva área de 36,8 milhões de hectares, com produção na safra atual (2019/2020) 123,249 milhões de toneladas e uma produtividade média de 3.349 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com dados CONAB (2020).

Segundo afirmações de Júnior, Nacke e Marengoni (2008), para o desenvolvimento da soja, um dos nutrientes de maior relevância é o potássio (K), sendo o segundo nutriente mais extraído pela cultura. Faz parte dos principais processos metabólicos das plantas, atuando na abertura e fechamento dos estômatos, na ativação enzimática, no controle osmótico dos tecidos, síntese de proteínas, transporte de açúcares da fonte para o dreno, na fixação de carbono na fotossíntese, dentre outras funções. Uma singularidade é que realiza todas estas funções na forma iônica (K<sup>+</sup>), não sendo incorporado a nenhuma molécula orgânica. Esta característica reflete na liberação de K do tecido vegetal para o solo, sendo que 60 dias é suficiente para disponibilização da maior parte do K presente no tecido (MARCHNER, 2013).

Estudos realizados por Catuchi, Guidorizzi e Guidorizi (2012), indicaram que a adubação potássica promove o aumento da nodulação, do tamanho do grão, do teor de óleo da semente, do número de vagens por planta e da porcentagem de vagens com grãos, além da redução da quantidade de grãos enrugados.

Para uma correta adubação, é necessário conhecer a extração da cultivar de soja, o nível de fertilidade do solo e a resposta da planta ao fertilizante. Quando a adubação é realizada de forma inadequada, com valores inferiores a demanda da planta, resultará no esgotamento de reservas do nutriente no solo, o que reduzirá a produtividade (OLIVEIRA JUNIOR; CASTRO; OLIVEIRA 2013). Com a falta de potássio, as plantas podem apresentar deficiência e os sintomas visuais, que se iniciam com clorose, seguido de necrose das margens e pontas das folhas mais velhas, pois apresenta alta mobilidade nas plantas (MARCHNER, 2013).

Para cada tonelada de soja produzida, as plantas extraem do solo 30,1 kg de K (36,2 kg de  $K_2O$ ) durante todo seu ciclo, dessa quantidade, 14,2 kg de K (17,1 kg  $K_2O$ ) são exportados para os grãos, totalizando 47,1% do absorvido (MOREIRA, A. 2017).

Segundo Pedroso Neto e Rezende (2005), a adubação excessiva ou a deficiência de potássio, acarretará em danos na lavoura, posteriormente levará à perda de sua produtividade. A adubação excessiva no sulco de semeadura poderá aumentar a salinidade (concentração química) próximo das raízes, diminuindo a quantidade de água absorvida por osmose, reduzindo o crescimento, a produtividade e dependendo da dose, pode provocar morte da planta. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial da cultura da soja submetida a doses de potássio no sulco de semeadura.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no sítio Calipial, no município de Cambé, estado do Paraná; com altitude de 575 metros, latitude de 23°14' S e longitude de 51°16' O. O clima do local segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, com chuvas em todas as estações, podendo ocorrer secas no período de inverno. *O solo da propriedade possui textura muito argilosa (com teor de argila acima de 60%) e é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2018), um solo profundo, bem desenvolvido e com saturação de bases acima de 50%.*

*O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, consideradas como parcelas. Cada parcela ocupou uma área de 36 m<sup>2</sup> (3,60 m de largura x 10 m de*

comprimento) com espaçamento entre linhas de 0,45 cm. Foram utilizados cinco tratamentos constituídos por doses de  $K_2O$  aplicados no sulco de semeadura na forma de KCl (60%  $K_2O$ ), sendo: testemunha (0) - 0 kg  $ha^{-1}$   $K_2O$ ; Tratamento 1 (50) - 50 kg  $ha^{-1}$   $K_2O$ ; T2 (100) - 100 kg  $ha^{-1}$   $K_2O$ ; T3 (150) - 150 kg  $ha^{-1}$   $K_2O$  e T4 (200) - 200 kg  $ha^{-1}$   $K_2O$ . Em todos os tratamentos foram aplicados 100 kg  $ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  a partir do fertilizante MAP (Fosfato monoamônico - 50%  $P_2O_5$ ) no sulco de semeadura.

A semeadura foi realizada no dia 23 de outubro de 2019, de forma mecanizada, foram depositadas 10 sementes por metro linear, totalizando 222.222 plantas por hectare. Utilizou-se uma semeadora de 9 linhas para a semeadura, sendo que as rodas compactadoras foram erguidas para deixar o sulco aberto, para em seguida realizar a adubação no sulco de semeadura de forma manual. Utilizou-se a cultivar *GARRA 63I64 IPRO*, um material da empresa BRASMAX bastante conhecido e cultivado na região, que tem como características ciclo de maturação 6.3 e exigência de fertilidade média/alta.

As avaliações foram realizadas a cada 10 dias após a semeadura (DAS) até 70 DAS. Nas avaliações de 10 e 20 DAS, foram avaliados o estande de plantas e a altura. Nas avaliações de 30 até 70 DAS foram avaliados o estande de plantas, altura, número de trifólios, número de nós e massa seca de parte aérea. Para a avaliação do estande de plantas, foi realizado uma contagem de dois metros lineares em quatro linhas de cada parcela utilizando uma trena. Para a avaliação de altura das plantas (AP), foram sorteadas cinco plantas de cada parcela e realizado a medição com uma trena a nível do solo até o ápice da planta. Foram sorteadas quatro plantas de cada parcela e coletadas para realizar a contagem do número de trifólios (NT), número de nós (NO), determinação de massa verde de parte aérea (MVPA) e massa seca de parte aérea (MSPA). Aos 139 DAS foi realizada a colheita de um metro linear por parcela/repetição para determinação da produtividade e massa de mil grãos.

As amostras tiveram massa verde determinada em uma balança analítica, em seguida foram levadas a uma estufa com circulação e renovação de ar onde ficaram a 70 °C por 72 horas, para a determinação da massa seca.

Durante o período em que foi realizado o experimento, até os 70 DAS, obteve-se um total de 449mm de água decorrentes das chuvas no local. Segundo trabalhos realizados pela EMBRAPA (2020) a precipitação ideal durante o ciclo da cultura da soja é de 650 a 700mm de água. Considerando que a cultura estava próxima de 50% do seu ciclo, é uma precipitação considerada ótima para o seu desenvolvimento.

**Figura 1** – Médias de precipitação e temperatura no período de condução do experimento.

Fonte: IAPAR 2020

Ainda, segundo EMBRAPA (2020) a melhor faixa de temperatura para o desenvolvimento da cultura da soja está em torno de 20 a 30 °C, comparando aos resultados obtidos, o desenvolvimento da cultura esteve sob condições ideais de temperatura.

Os dados obtidos foram submetidos as análises de normalidade e homogeneidade dos erros pelos testes de Shapiro-Wilk e Barlett, e posteriormente, à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey e submetidas à análise de regressão polinomial até 2º grau, a 5 % de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de estande, altura de plantas, número de trifólios, número de nós, massa verde de parte aérea e massa seca de parte aérea podem ser observados na tabela 1 e 2.

**Tabela 1** - Estande, altura de planta (AP) e número de trifólios (NT) número de nós (NO), massa verde de parte aérea (MVPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) das diferentes doses de potássio no sulco de semeadura nas avaliações de 10 e 20 DAS.

| Tratamentos   | Estande<br>(metro linear) | AP (cm) | NT | NO | MVPA (g) | MSPA (g) |
|---------------|---------------------------|---------|----|----|----------|----------|
| <b>10 DAS</b> |                           |         |    |    |          |          |
| 0             | 10                        | 7,18    | -- | -- | --       | --       |
| 50            | 10                        | 7,18    | -- | -- | --       | --       |
| 100           | 10                        | 7,18    | -- | -- | --       | --       |
| 150           | 10                        | 7,18    | -- | -- | --       | --       |
| 200           | 10                        | 7,13    | -- | -- | --       | --       |
| CV (%)        |                           | 0,95%   |    |    |          |          |
| <b>20 DAS</b> |                           |         |    |    |          |          |
| 0             | 10                        | 14,53 b | -- | -- | --       | --       |
| 50            | 10                        | 15,00 a | -- | -- | --       | --       |

|        |    |         |    |    |    |    |
|--------|----|---------|----|----|----|----|
| 100    | 10 | 14,53 b | -- | -- | -- | -- |
| 150    | 10 | 14,23 b | -- | -- | -- | -- |
| 200    | 10 | 13,40 c | -- | -- | -- | -- |
| CV (%) |    | 0,97%   |    |    |    |    |

Fonte: Próprio autor (2020)

Na figura 2 podemos observar que conforme aumentamos a dose de potássio no sulco de semeadura, verificamos a redução da altura. O coeficiente de variação ( $r^2$ ) que expressa a realidade, o menor valor observado aos 70 DAS (dias após a semeadura) foi de 77%.

Na primeira avaliação realizada aos 10 DAS, houve uma variação pequena em relação à altura das plantas, isso pode ser explicado devido aos primeiros dias da germinação a plântula recebe seus primeiros nutrientes para desenvolver a parte aérea e raiz pelas reservas dos seus cotilédones, após o começo da formação da raiz a planta começa a utilizar o fertilizante aplicado, como pode ser observado nas avaliações seguintes, onde o aumento da dose de K<sub>2</sub>O no sulco de semeadura prejudica no seu crescimento. A adubação incorreta na semeadura da soja pode causar vários danos no desenvolvimento da planta, influenciando também na sua altura. Resultados semelhantes foram encontrados em algumas pesquisas (MALAVOLTA, 2006; BORKET et al., 1994).

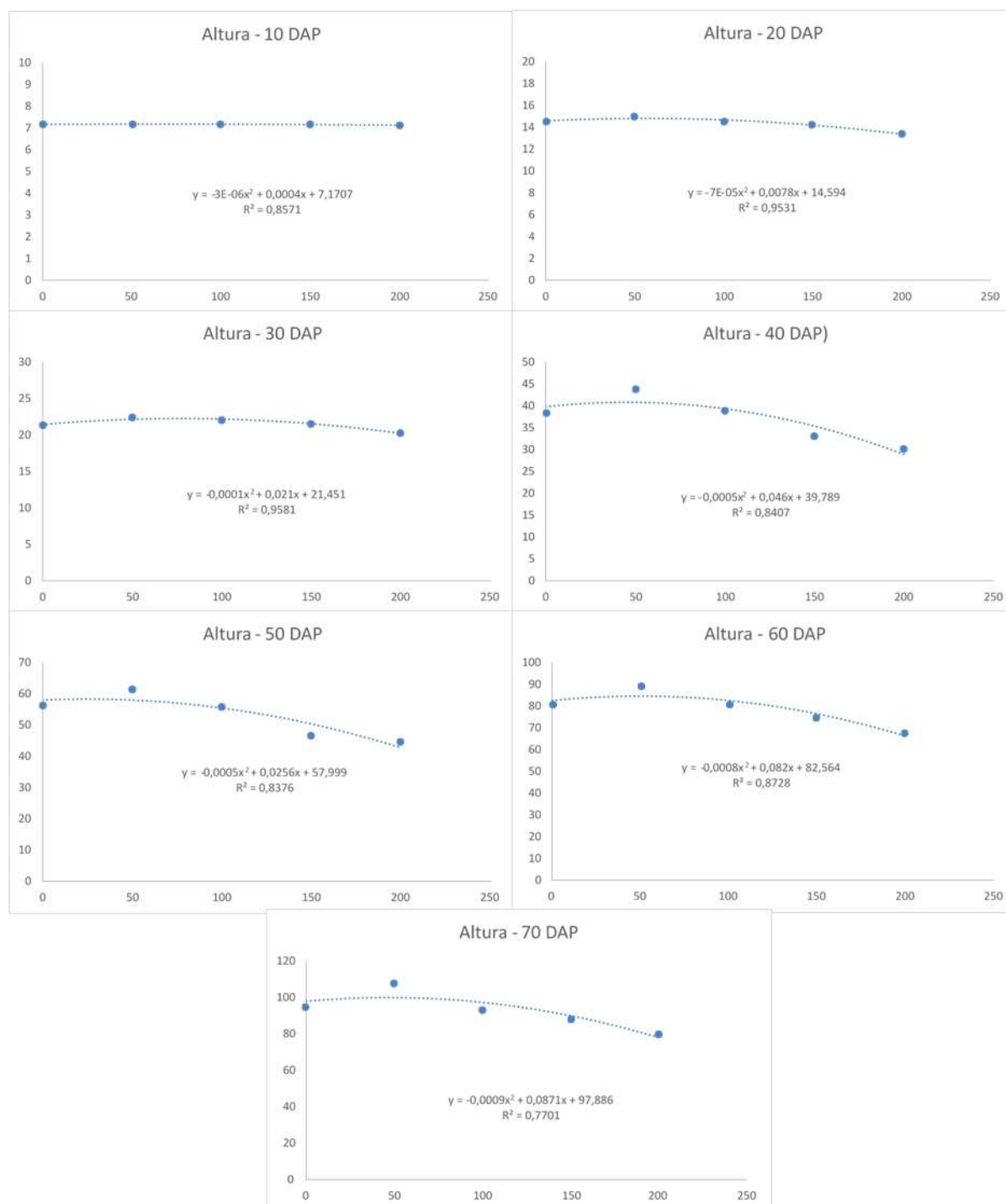
**Tabela 2-** Estande, altura de planta (AP) e número de trifólios (NT) número de nós (NO), massa verde de parte aérea (MVPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) das diferentes doses de potássio no sulco de semeadura nas avaliações de 30 a 70 DAS.

| Tratamentos   | Estande (metro linear) | AP (cm)  | NT      | NO      | MVPA (g) | MSPA (g) |
|---------------|------------------------|----------|---------|---------|----------|----------|
| <b>30 DAS</b> |                        |          |         |         |          |          |
| 0             | 10                     | 21,35 ab | 3,56 b  | 3,82 ab | 7,18 b   | 1,49 b   |
| 50            | 10                     | 22,43 a  | 5,56 a  | 4,25 a  | 12,48 a  | 2,66 a   |
| 100           | 10                     | 22,03 a  | 3,75 b  | 3,75 b  | 8,28 b   | 1,70 b   |
| 150           | 10                     | 21,53 ab | 3,56 b  | 3,44 b  | 6,06 bc  | 1,25 bc  |
| 200           | 10                     | 20,28 b  | 2,69 c  | 2,69 c  | 3,54 c   | 712 c    |
| CV (%)        |                        | 2,68 %   | 6,2 %   | 5,73 %  | 16,27 %  | 16,08 %  |
| <b>40 DAS</b> |                        |          |         |         |          |          |
| 0             | 10                     | 38,38 b  | 9,00 b  | 6,50 b  | 13,44 b  | 2,26 b   |
| 50            | 10                     | 43,83 a  | 13,88 a | 7,94 a  | 31,85 a  | 5,95 a   |
| 100           | 10                     | 38,88 b  | 8,75 b  | 6,50 b  | 14,43 b  | 2,47 b   |
| 150           | 10                     | 33,05 c  | 7,50 bc | 5,81 bc | 10,12 bc | 1,45 bc  |
| 200           | 10                     | 30,15 d  | 6,06 c  | 5,44 c  | 6,65 c   | 784 c    |
| CV (%)        |                        | 1,14 %   | 10,57 % | 6,74 %  | 16,59 %  | 20,89 %  |
| <b>50 DAS</b> |                        |          |         |         |          |          |
| 0             | 10                     | 56,25 b  | 16,88 b | 9,94 b  | 39,75 b  | 7,06 b   |
| 50            | 10                     | 61,40 a  | 22,00 a | 10,88 a | 74,03 a  | 12,31 a  |

|               |    |               |                |               |                |                |
|---------------|----|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>100</b>    | 10 | 55,76 b       | 16,63 bc       | 9,56 bc       | 38,80 b        | 7,40 b         |
| <b>150</b>    | 10 | 46,58 c       | 15,38 bc       | 8,88 cd       | 25,83 bc       | 4,90 bc        |
| <b>200</b>    | 10 | 44,60 c       | 11,75 c        | 8,38 d        | 21,49 c        | 4,14 c         |
| <b>CV (%)</b> |    | <b>1,67 %</b> | <b>13,19 %</b> | <b>3,73 %</b> | <b>17,43 %</b> | <b>16,21 %</b> |
| <b>60 DAS</b> |    |               |                |               |                |                |
| <b>0</b>      | 10 | 80,65 b       | 25,13 bc       | 12,94 b       | 97,08 b        | 18,33 b        |
| <b>50</b>     | 10 | 89,10 a       | 34,19 a        | 15,00 a       | 155,89 a       | 27,37 a        |
| <b>100</b>    | 10 | 80,65 b       | 26,44 b        | 12,69 b       | 89,95 b        | 17,61 bc       |
| <b>150</b>    | 10 | 74,60 c       | 19,00 cd       | 11,81 bc      | 62,14 c        | 12,85 cd       |
| <b>200</b>    | 10 | 67,55 d       | 16,63 d        | 11,25 c       | 47,34 c        | 10,26 d        |
| <b>CV (%)</b> |    | <b>1,13 %</b> | <b>12,21 %</b> | <b>4,41 %</b> | <b>13,28 %</b> | <b>12,66 %</b> |
| <b>70 DAS</b> |    |               |                |               |                |                |
| <b>0</b>      | 10 | 94,70 b       | 29,81 b        | 16,50 b       | 128,74 b       | 25,82 b        |
| <b>50</b>     | 10 | 107,70 a      | 39,06 a        | 18,63 a       | 207,87 a       | 41,48 a        |
| <b>100</b>    | 10 | 93,00 b       | 25,63 bc       | 15,19 c       | 104,65 bc      | 22,07 bc       |
| <b>150</b>    | 10 | 87,85 c       | 24,56 bc       | 14,75 c       | 81,03 c        | 17,69 bc       |
| <b>200</b>    | 10 | 79,75 d       | 21,25 c        | 14,31 c       | 65,61 c        | 14,05 c        |
| <b>CV (%)</b> |    | <b>1,04 %</b> | <b>10,42 %</b> | <b>3,09 %</b> | <b>17,35 %</b> | <b>16,93 %</b> |

Fonte: Próprio autor (2020)

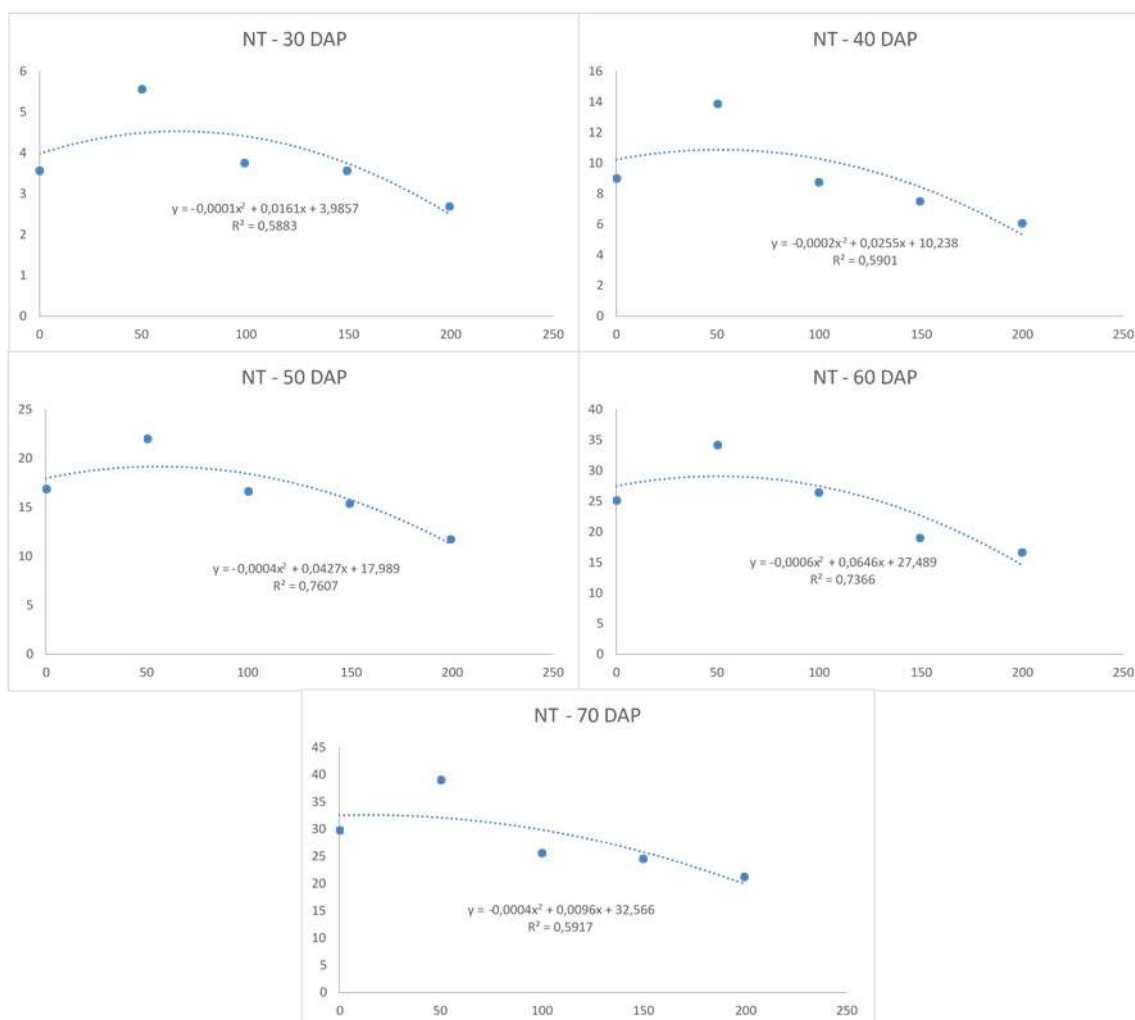
**Figura 2** – Altura de plantas aos 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 70 DAS de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O).



Fonte: Próprio autor (2020)

De acordo com os resultados de número de trifólios (NT) da figura 3, observamos que conforme aumenta a dose de potássio no sulco de semeadura, ocorre a redução do número de trifólios, sendo o r<sup>2</sup> com menor valor observado aos 30 DAS de 58%.

**Figura 3** – Número de trifólios aos 30, 40, 50, 60 e 70 DAS de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O).

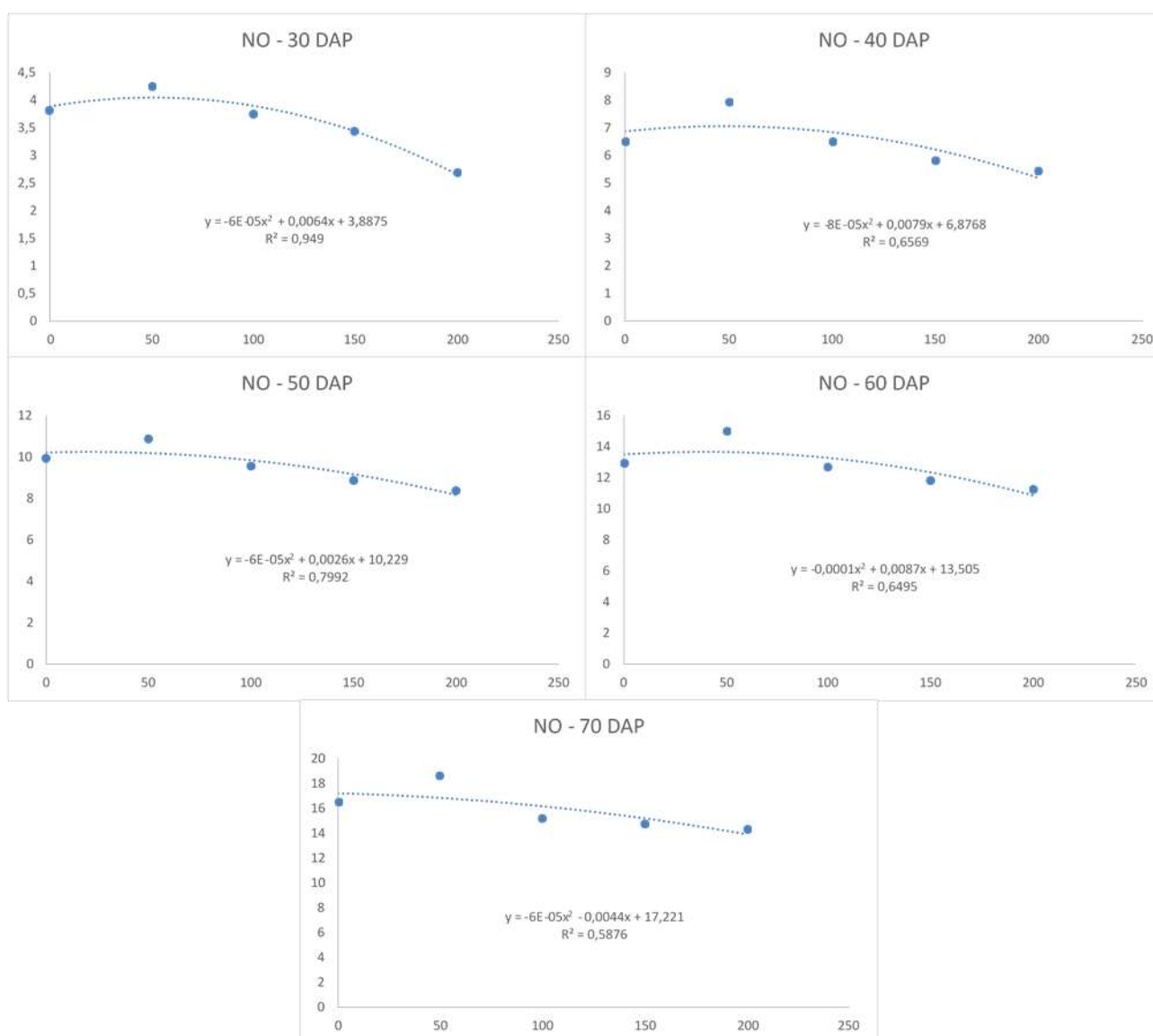


Fonte: Próprio Autor (2020)

Com relação ao número de trifólios (Figura 3) podem ser observadas grande variação com as diferentes doses de potássio utilizadas. Na dose de 50 foram obtidos os melhores resultados, com um número de trifólios maior nas doses menores (0, 50 e 100) e nas doses maiores (150 e 200) podemos observar a diminuição dos números de trifólios. Resultados semelhantes as conclusões de SERAFIM et al. (2012), onde doses excessivas de potássio interferiram em vários aspectos no desenvolvimento da planta, como altura de plantas, número de trifólios, número de nós, massa verde de parte aérea e massa seca de parte aérea.

Os resultados para números de nós, podem ser visualizados na figura 4. Conforme aumentamos a dose observa-se redução do número de nós, com  $r^2$  que expressa a realidade, com menor valor aos 70 DAS (dias após a semeadura) com 58%. O número de nós apresentou melhores resultados nos tratamentos com as doses 0, 50 até 100. As doses de 150 e 200 comprometeram o desenvolvimento da planta, afetando não somente no seu número de nós, mas também outros atributos fitotécnicos (FOLONI; ROSOLEM, 2008).

**Figura 4** – Número de nós aos 30, 40, 50, 60 e 70 DAS de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O).

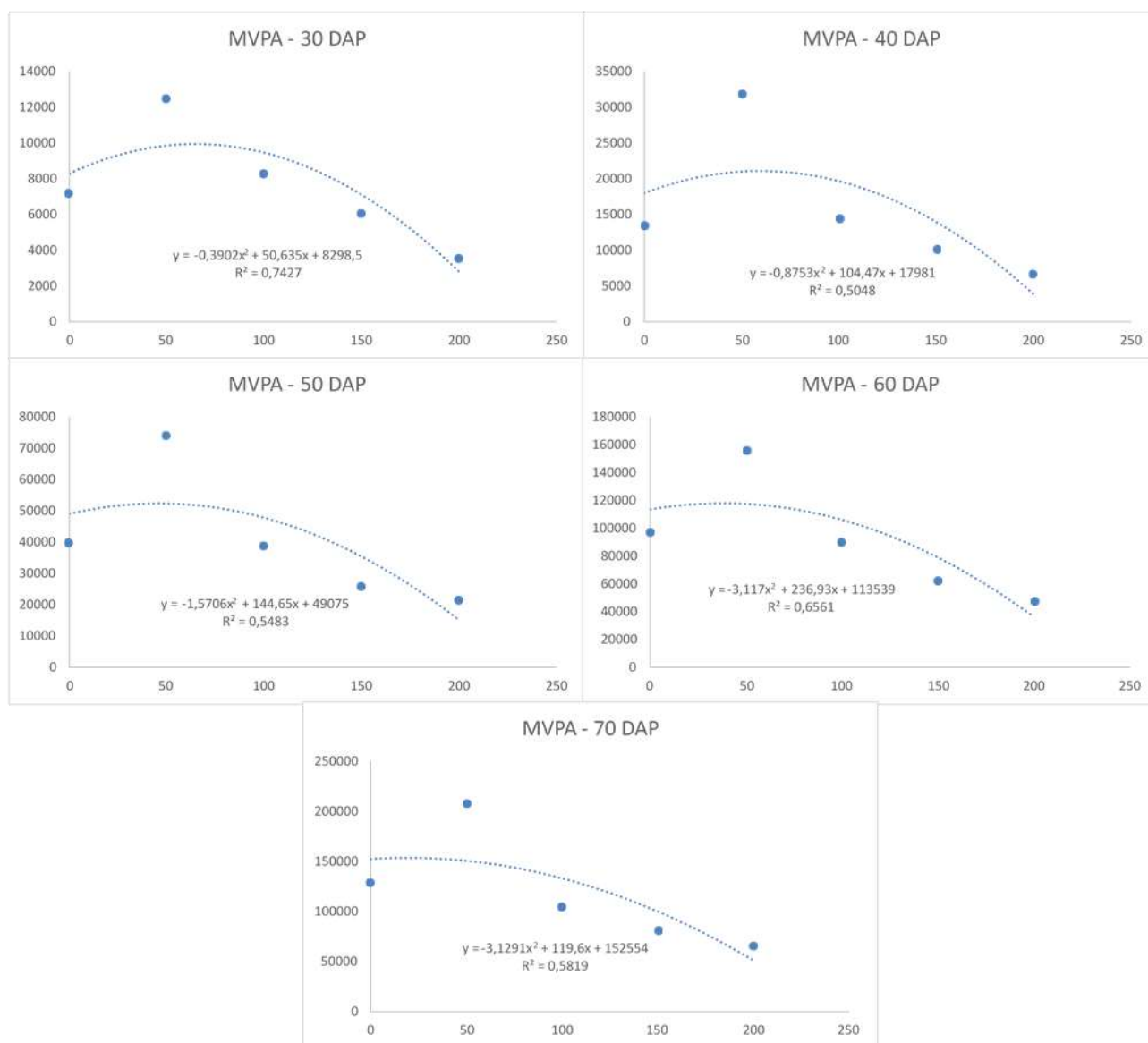


Fonte: Próprio autor (2020)

Os resultados para massa verde de parte aérea das plantas são demonstrados na figura 5. Assim como as demais características podemos observar um crescimento da dose 0 para 50 e depois começa a

reduzir conforme o aumento das doses (100, 150 e 200), sendo o menor  $r^2$ , observado aos 40 DAS (dias após a semeadura) com valor de 50%.

**Figura 5** – Massa verde de parte aérea aos 30, 40, 50, 60 e 70 DAS de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O).



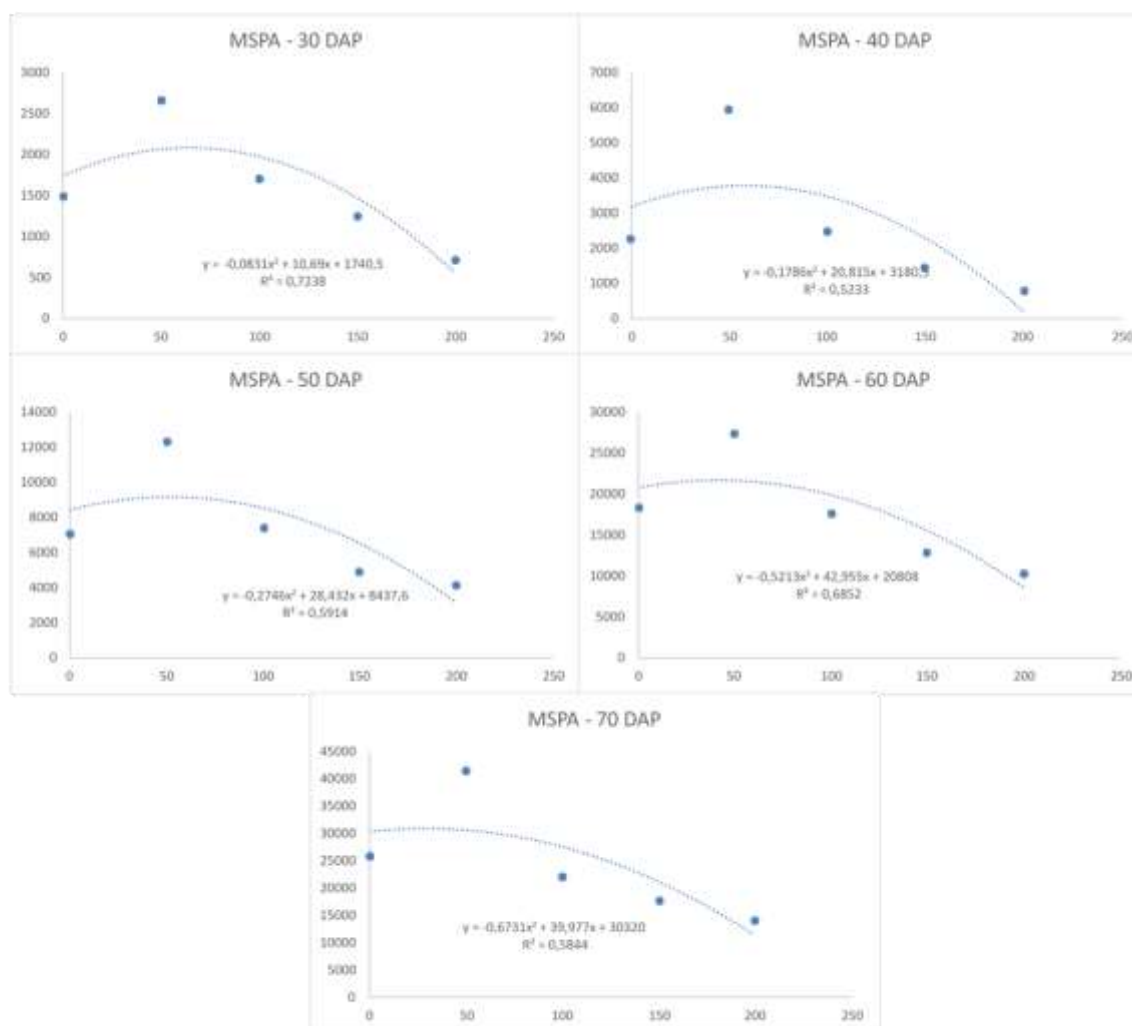
Fonte: Próprio autor (2020)

Dentre as avaliações realizadas, a massa verde de parte aérea também confirma que doses excessivas do potássio no sulco de semeadura (100, 150 e 200) interferem diretamente no desenvolvimento da planta, e quanto maior a dose aplicada, menor massa verde as plantas apresentam. Resultados que ocorrem, pois as plantas reduzem a absorção de água por osmose, a absorção de nutrientes e consequentemente a formação de tecidos. Trabalhos realizados por VENTIMIGLIA et al., (1999) comprovam que esse e outros vários aspectos avaliativos da planta como altura de plantas,

número de trifólios, número de nós, massa verde de parte aérea e massa seca de parte aérea são afetados com o aumento da dose de potássio no sulco de semeadura.

A massa seca apresentou comportamento semelhante a massa verde, sendo os resultados visualizados na figura 6. Crescimento da massa seca da dose 0 para 50, e redução conforme o aumento da dose (100, 150 e 200). O ( $r^2$ ) expressando a realidade, onde o menor valor é observado aos 40 DAS com 52%. Resultados semelhantes são encontrados em trabalhos de (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2011).

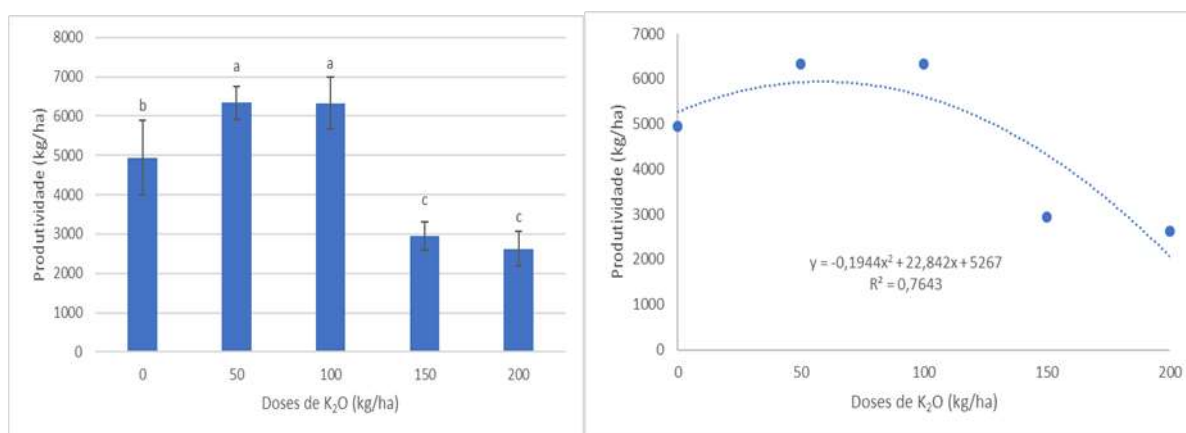
**Figura 6** – Massa seca de parte aérea aos 30, 40, 50, 60 e 70 DAS de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O).



Fonte: Próprio autor (2020)

De acordo com os resultados de produtividade (Figura 7), podemos observar um crescimento da dose 0 para as doses 50 e 100, com diminuição da produtividade com as doses 150 e 200. Importante salientar que as maiores doses (150 e 200) apresentaram comportamento inferior a dose 0. A dose 100, atrasou e não reduziu o crescimento das plantas, fato observado pelos atributos fitotécnicos avaliados, onde sempre foi inferior a dose 50, entretanto a produtividade foi semelhante.

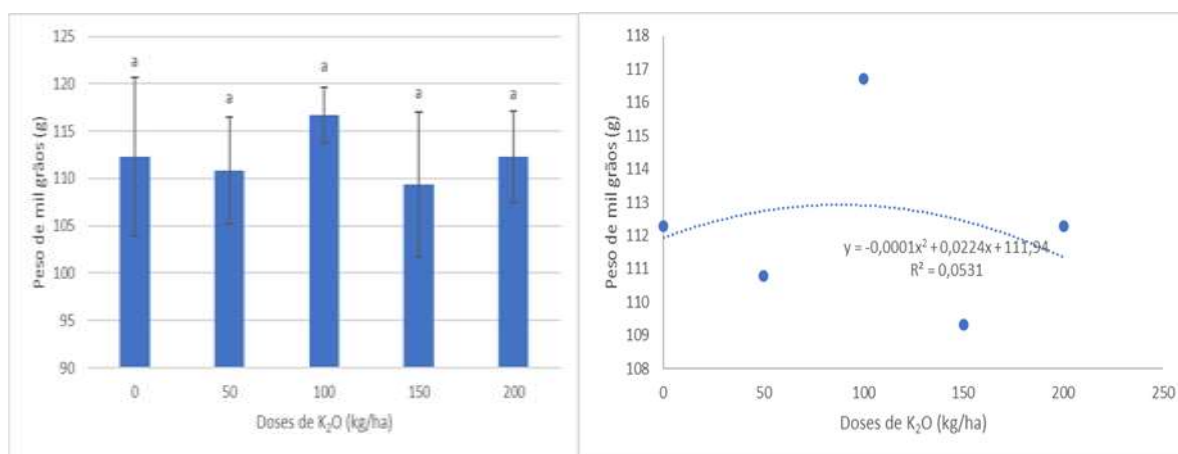
**Figura 7** – Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200  $\text{kg ha}^{-1}$  K<sub>2</sub>O).



Fonte: Próprio autor (2020)

Na figura 8 é apresentado a massa de mil grãos de acordo com as diferentes doses de  $\text{K}_2\text{O}$  no sulco de semeadura, onde não se observa diferença significativa

**Figura 8** – Massa (peso de mil grãos) de acordo com doses de Potássio (0, 50, 100, 150 e 200  $\text{kg ha}^{-1}$  K<sub>2</sub>O).



Fonte: Próprio autor (2020)

#### 4 CONCLUSÃO

A adubação potássica é indispensável na cultura da soja, porém cuidados devem ser tomados em relação as doses aplicadas no sulco de semeadura. Para o presente trabalho, doses de até 100 kg ha<sup>-1</sup> apresentaram resposta positiva para produtividade, apesar de atrasar o desenvolvimento da soja. Doses acima de 100 kg ha<sup>-1</sup> comprovam a redução no desenvolvimento da planta com comprometimento na produtividade.

## REFERÊNCIAS

BATISTELLA FILHO, Felipe. ADUBAÇÃO COM FÓSFORO E POTÁSSIO PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA. 2012. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

CATUCHI, Tiago Aranda; GUIDORIZZI, Fernando Vieira Costa; GUIDORIZZI, Kezia Aparecida. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. 2012. 527 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2012.

CNA: panorama do agro. panorama do agro. 2018. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 05 out. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Necessidades de água. 2020. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONT000g0tfm0kj02wx5ok026zxpqm21bbwa.html>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

GONÇALVES JÚNIOR, Affonso Celso; NACKE, Herbert; MARENGONI, Nilton Garcia. PRODUTIVIDADE E COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA ADUBADA COM DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO, POTÁSSIO E ZINCO. 2008. 666 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2009.

MARCHNER, Petra (Ed.). Mineral Nutrition of Higher Plants. Oxford: Academic Press, 2013.

MOREIRA, A; PAULETTI, V; MOTTA, A. C. V. Manual de adubação e calagem para o estado do paraná. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo. Curitiba, 2017. 482 p. Volnei Pauletti e Antonio Carlos Vargas Motta.

MOTERLE, Lia Mara; BRACCINI, Alessandro de Lucca e; SANTOS, Renato Frederico dos. Influência da adub  o com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja. 2009. 265 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, Adilson de; CASTRO, Cesar de; OLIVEIRA, Fábio Alvares de. ADUBAÇÃO POTÁSSICA DA SOJA: CUIDADOS NO BALANÇO DE NUTRIENTES. 2013. 24 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, 2013.

PALHANO, João Baptista; MUZILLI, Osmar; IGUE, Kozen. ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA EM CULTURA DE SOJA NO ESTADO do parana. 1983. 362 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Instituto Agronomico do Paraná, Brasília, 1983.

PEDROSO NETO,; REZENDE. DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DE G R  OS E Q UALIDADE DE SEMENTE DE SOJ A. 2005. 36 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba, 2005.

ROSOLEM, Ciro A.; NAKAGAWA, João; MACHADO, José R.. ADUBAÇÃO POTÁSSICA DA SOJA EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO FASE ARENOSA'. 1984. 1326 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Instituto Internacional de Potassa/instituto de Potassa e Fosfato, Brasília, 1984.

SALTON, Júlio Cesar; FABRICIO, Amoacy Carvalho; TIRLONI, Carolina. Cloreto de Potássio na Linha de Semeadura Pode Causar Danos à Soja. 2002. 3 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Dourados, Ms, 2002.

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araujo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa;2018

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS: A MULTIDISCIPLINARIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

VOLUME XVII



[conhecimentolivre.org/home](http://conhecimentolivre.org/home)



[contato@conhecimentolivre.org](mailto:contato@conhecimentolivre.org)



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE