



# Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia

v.2 2020

**Estudos e Inovações**  
**na Engenharia e Agronomia**  
v.2

E829 Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia v.2/ Organizadores:  
Francisco et al.

— Campina Grande: EPTEC, 2020.  
105 f.: il. color.

ISBN: 978-65-00-02255-1

1. Engenharias. 2. Desenvolvimento Tecnológico. 3. Ideias Inovadoras. 4. Difusão. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Silva, Virgínia Mirtes de Alcântara. III. Santos, Newton Carlos. IV. Título.

CDU 62

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.  
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.  
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.

### **Créditos de Imagens da Capa**

Freepick.com

### **Editoração, Revisão e Arte da Capa**

Paulo Roberto Megna Francisco

### **Conselho Editorial**

Djail Santos (CCA-UFPB)  
Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)  
George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)  
Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)  
João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)  
José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)  
Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)  
Lúcia Helena Garófalo Chaves (CTRN-UFCG)  
Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)  
Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)  
Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)  
Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)  
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco  
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva  
Newton Carlos Santos  
(Organizadores)

**Estudos e Inovações  
na Engenharia e Agronomia  
v.2**



1.a Edição  
Campina Grande-PB  
2020

## Realização

**Portal Tecnológico  
de Divulgação Científica**  
Eventos, Pesquisas e Inovação



## Apoio



Universidade Federal  
de Campina Grande



INSTITUTO  
FEDERAL  
Pará



INSTITUTO  
FEDERAL  
Roraima



INSTITUTO  
FEDERAL  
Goiás



INSTITUTO  
FEDERAL  
Ceará



INSTITUTO  
FEDERAL  
Pernambuco



UFRRJ  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO DE JANEIRO



60 ANOS  
UFRN  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



Universidade Federal  
do Espírito Santo

SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>6</b>
<i>APROVEITAMENTO DO CAROÇO DE AÇAÍ NA PRODUÇÃO DE SUBSTRATO ALTERNATIVO PARA USO NA OLERICULTURA</i> .....	<b>6</b>
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>17</b>
<i>CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ NO ESTADO DE RORAIMA</i> .....	<b>17</b>
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>25</b>
<i>DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DO USO DO FÓSFORO</i> .....	<b>25</b>
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>31</b>
<i>EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DO ULTRASSOM NA COR INSTRUMENTAL DA POLPA DE JAMBOLÃO (<i>Syzygium jambolanum</i>)</i> .....	<b>31</b>
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>36</b>
<i>PREVISÃO DE VENDAS DE COLHEDORAS DE GRÃOS POR MEIO DA ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS</i> .....	<b>36</b>
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>47</b>
<i>AValiação DO EFEITO DA HIDROLISE ENZIMÁTICA NA VISCOSIDADE DA POLPA DE GRAVIOLA</i> .....	<b>47</b>
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>52</b>
<i>RESÍDUOS MADEIREIROS URBANOS: ABORDAGEM TÉCNICA PARA A SUA UTILIZAÇÃO COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL E SUSTENTÁVEL</i> .....	<b>52</b>
<b>Capítulo 8</b> .....	<b>61</b>
<i>DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE FEIJÃO-FAVA (<i>PHASEOLUS LUNATUS L.</i>) COM DIFERENTES TEORES DE ÁGUA</i> .....	<b>61</b>
<b>Capítulo 9</b> .....	<b>68</b>
<i>AValiação DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE QUEIJO COALHO E DOS ESTABELECIMENTOS QUE O COMERCIALIZAM NA CIDADE DE SIRINHAÉM – PERNAMBUCO</i> .....	<b>68</b>
<b>Capítulo 10</b> .....	<b>75</b>
<i>AValiação DO EFEITO DA PASTEURIZAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOATIVAS DA POLPA DA GOIABA (<i>Psidium guajava L.</i>)</i> .....	<b>75</b>
<b>Capítulo 11</b> .....	<b>80</b>
<i>CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS</i> .....	<b>80</b>
<b>Capítulo 12</b> .....	<b>91</b>
<i>ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA FUNDAÇÃO PEDRO PAES MENDONÇA NO POVOADO SERRA DO MACHADO, RIBEIRÓPOLIS/SE</i> .....	<b>91</b>
<b>Curriculum dos Organizadores</b> .....	<b>105</b>

## Capítulo 1

# APROVEITAMENTO DO CAROÇO DE AÇAÍ NA PRODUÇÃO DE SUBSTRATO ALTERNATIVO PARA USO NA OLERICULTURA

Antonia Fabrícia de Oliveira Pinheiro<sup>1</sup>

Gabriel Leite da Silva<sup>2</sup>

Silvana Gomes dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnóloga em Agroecologia IFPA/Campus Bragança, fabricia\_o\_liveira@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduando em Tecnologia em Agroecologia IFPA/Campus Bragança, gleite018@gmail.com

<sup>3</sup>Professora EBT/IFPA/Campus Bragança, silvana.santos@ifpa.edu.br

### Introdução

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart), é uma palmeira tropical amplamente difundida e cultivada na região amazônica brasileira (NEVES et al., 2015). A palmeira alcança aproximadamente em torno de 15 a 20 metros de altura, e são extraídos para consumo o palmito e o fruto. Popularmente o fruto é mais conhecido como açaí, mas tem outras denominações em diferentes regiões de ocorrência como açaí do Pará, açaí do baixo amazonas, açaí de touceira, açaí de planta, juçara e juçara de touceira (NASCIMENTO et al., 2008).

De acordo com Almeida et al. (2017), após o processamento do açaí, o vinho, que é o beneficiamento da polpa do fruto, corresponde apenas 15%, e os 85% restantes, são referentes ao caroço e fibras, que geralmente são descartados como rejeito orgânico.

O tratamento e a destinação final dos resíduos orgânicos urbanos e rurais sempre foram uma preocupação populacional devido as questões de saneamento ambiental. Na maioria dos municípios brasileiros, a administração se limita apenas ao recolhimento do lixo domiciliar, depositando-o em locais afastados da população, ou seja, os resíduos são dispostos inadequadamente no ambiente (JUNKES et al., 2002).

Descartados no meio ambiente, é desperdiçado o potencial que o caroço de açaí possui para os setores industriais e da agricultura, torna-se apenas mais um lixo orgânico que prejudica ao meio ambiente e as populações (LIMA, 2009).

A agroecologia é uma ciência que utiliza a base dos princípios ecológicos para o desenho e manejo dos sistemas agrícolas sustentáveis e de conservação dos recursos naturais (ALTIERI, 1998). Práticas alternativas como adubação verde, fixação biológica de nitrogênio,

compostagem, entre outras, adotadas pelos agricultores, favorece a biodiversidade nos sistemas produtivos (LONGHI, 2008).

É essencial que esses materiais produzidos nas agroindústrias passem por tratamentos, e a compostagem pode ser uma alternativa, por oferecer um destino correto para esses resíduos, minimizando seu impacto negativo ao ambiente, além de promover o devido tratamento para os mesmos melhorando suas características (CANTÚ et al., 2017).

A agricultura demanda atualmente alternativas no que possam ser relacionadas ao desenvolvimento sustentável, sendo a busca de produções de substratos uma delas. Para a produção de substratos necessita-se de fontes que sejam abundantes, e que seja de baixo custo para o produtor, desta maneira, os resíduos orgânicos ganham espaço para tal fim (ASSIS, 2006).

O composto produzido pode substituir fertilizantes e adubos sintéticos, que oferecem maiores custos e também são altamente poluentes (CANTÚ, 2014). Suas características devem constituir boas propriedades físicas, com capacidade de reter a umidade, boa sustentação para as raízes, assim como também fornecer os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas (CORTI & CRIPPA, 1998).

Levando em consideração a cadeia produtiva do açaí, e o bem-estar da sociedade, é fundamental que os resíduos de caroço de açaí tenham uma destinação adequada, assim como promover uma agricultura sustentável com a produção de substratos orgânicos através de compostagem para suprir as necessidades dos agricultores (TEIXEIRA et al., 2002).

Portanto, o presente trabalho visa avaliar o potencial do caroço de açaí para a produção de substrato orgânico para uso na agricultura.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na área experimental localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - Campus Bragança, na latitude 01° 03' 13" Sul e longitude 46° 45' 56" Oeste.

### Coleta e secagem

Os materiais utilizados para montagem do experimento foram os caroços de açaí (*Euterpe oleracea* Mart), folhagens de feijão

guandu (*Cajanus cajan*) e a serapilheira, composta por folhas e galhos em decomposição. Os caroços de açaí foram coletados em pontos de comercialização na região bragantina, no qual os mesmos após a retirada da polpa foram alocados as margens dos estabelecimentos, como apresentado na Figura 1a. As folhas de feijão guandu, foram coletadas na área experimental do IFPA-Campus Bragança (Figura 1b), e a serapilheira nas áreas de mata da instituição (Figura 1c).

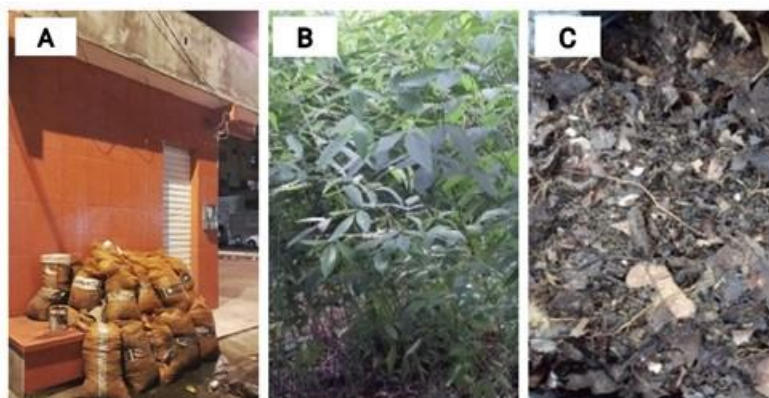


Figura 1. Coleta dos materiais para montagem da pilha de compostagem - caroço de açaí (A) feijão guandu (B) e serapilheira (C).

Os caroços de açaí após a coleta foram dispostos sobre uma lona para secagem em local coberto pelo período de 15 dias.

### Fragmentação

Os caroços de açaí secos, foram triturados, com o objetivo de diminuir as

partículas do material, para redução do tempo de decomposição (Figura 2a). Foi usado um triturador forrageiro em duas numerações de peneira (5 e 3 cm). As folhas de feijão guandu foram cortadas com um tesourão de poda, tornando-se também um material mais acessível para decomposição (Figura 2b).



Figura 2. Trituração do caroço de açaí (A); Fragmentação do feijão guandu (B).

### Compostagem

A pilha de compostagem foi coberta por lona transparente de 100 micras, para proteção da chuva. A proporção usada foi de 20kg de caroço de açaí, 5kg de folhagens de feijão guandu e 3kg de serapilheira (20:5:3), sendo que a mesma foi dividida em duas fases. De

acordo com Teixeira (2002), as misturas dos materiais, devem se possível, serem utilizadas na proporção de 70% de material rico em carbono e o restante dos materiais rico em nitrogênio.

Na primeira fase usou-se a proporção total do caroço de açaí (20kg), no entanto as



folhas de feijão guandu e a serapilheira foram usadas somente parte de suas proporções (3 e 2kg). O experimento foi montado sobre uma lona transparente (Figura 3a), no qual foi fechada para auxiliar no aumento da temperatura.

Após 30 dias da montagem da pilha de compostagem, o material foi triturado

novamente, e adicionou-se o restante das folhas de feijão guandu e serapilheira para completar a proporção (20:5:3), portanto, 2kg de folhas de feijão guandu e 1kg de serapilheira foram misturados a pilha. A pilha voltou ao processo de compostagem em uma composteira (Figura 3b).



Figura 3. Pilha de compostagem montada inicialmente até os 30 dias (A); Pilha de compostagem após os 30 dias até os 60 dias (B).

O manejo da compostagem consistiu no monitoramento em revirar e umedecer a pilha sempre gerenciando as condições de temperatura, umidade e aeração durante todo o processo. Para Oliveira et al. (2004) é importante manter o material úmido, molhando o mesmo pelo menos uma vez por semana.

Para a aeração, o material foi revirado de cinco em cinco dias, para evitar excesso de umidade, compactação do composto, mau cheiro da pilha, entre outros fatores.

O monitoramento consistiu de acordo com Nunes (2009) verificar a umidade da pilha

pelo teste da mão, onde consistiu em pegar com a mão um pouco de material do interior da leira e comprimi-lo com bastante força. O ponto ideal da umidade é quando a água começa a verter entre os dedos, sem escorrer.

No acompanhamento da temperatura, teve-se o auxílio de um termo higrômetro (Figura 4) em que constituiu em monitorar a mesma as 8, 10, 12, 14, 16 e 18 hs, durante cinco dias nas duas fases, e assim determinou-se o horário de pico de temperatura.



Figura 4. Monitoramento de temperatura da compostagem através do Termo higrômetro.

#### *Análise química*

Para análise laboratorial, foram conduzidas ao Laboratório Agrotécnico de Piracicaba-SP, amostras coletadas dos

compostos do caroço de açaí compostados durante 30 e 60 dias, para identificar suas propriedades químicas. Para comparações, foram encaminhadas também ao laboratório

amostra de húmus de minhoca preparado artesanalmente (serragem + aparas de grama + cascas de frutas + resíduos de legumes + borra de café + cascas de ovos) , e uma amostra de substrato Bioplant® (cascas de pinus + esterco + serragem + fibra de coco + vermiculita + casca de arroz + cinza + gesso agrícola + carbonato de cálcio + magnésio + termofosfato magnesiano (yoorin) e aditivos fertilizantes).

#### *Ensaio em bandeja (preliminar)*

Nas duas fases do experimento, foram montados ensaios em bandeja com a cultura da alface da variedade crespa (*Lactuca sativa* var. crispa) (Figuras 5a e 5b), com intuito de testar a eficiência do composto na produção de mudas.

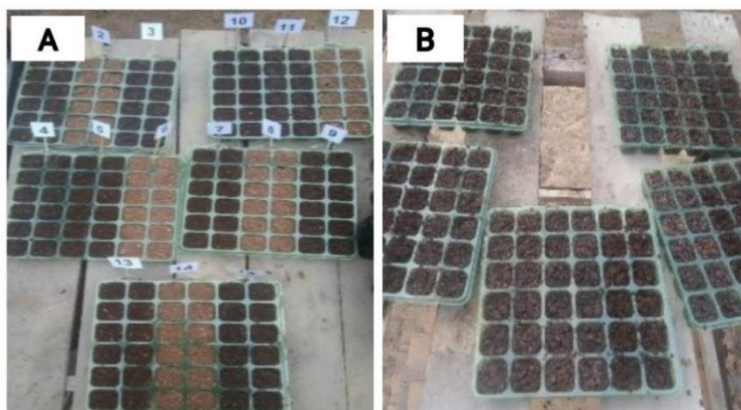


Figura 5. Ensaio em bandeja montado com os compostos de 30 dias (A) e 60 dias (B) de compostagem.

O delineamento do ensaio foi em blocos casualizados com três tratamentos e cinco repetições, em bandejas com 36 células, disposta em casa de vegetação.

Os compostos usados no primeiro ensaio foi húmus de minhoca artesanal + composto de açaí 30 dias + substrato Bioplant®. No segundo ensaio foi utilizado o composto de açaí 60 dias + húmus comercial Terra Nobre® + substrato Bioplant®.

Foram verificados os parâmetros número de plantas; comprimento de raiz; massa fresca e número de folhas. Foi realizado a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## **Resultados e Discussão**

### *Varição de temperatura*

Após o teste de temperatura para o horário de pico, definiu-se que nas duas fases o

horário deu-se pelas 14 horas, sendo assim o monitoramento de temperatura feito no seguinte horário e de cinco em cinco dias.

A temperatura do composto variou de 30 a 50°C (Figura 6), atingindo o pico de 50°C no 15º dia após a montagem da pilha, que caracteriza assim, sua fase termófila, ocorrendo até o 30º dia do processo de compostagem. Entende-se desta maneira, que a atividade microbiana ainda estava elevada no final do primeiro ciclo do experimento. De acordo com Pereira Neto (2007), na fase termófila ocorre o processo de máxima degradação dos compostos orgânicos, onde a mesma é uma fase de degradação ativa de polissacarídeos, como o amido, celulose e as proteínas, transformado todos em subprodutos que serão usados pela microbiota.

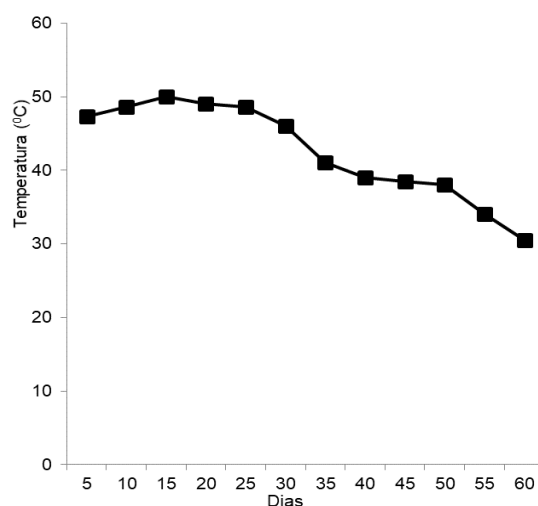


Figura 6. Monitoramento da variação da temperatura durante o processo de compostagem.

Almeida et al. (2005) citam que à medida que a temperatura retorna para valores mais baixos, até chegar na temperatura ambiente, permite assim, que aconteça a renovação de populações de microrganismos.

A fase mesófila ocorreu a partir do 40º dia do processo, onde a temperatura começa a decrescer, com 39°C até atingir a mínima de 30°C, no qual segundo Almeida et al. (2005) há o aparecimento de novos microrganismos.

De acordo com Kiehl (1985), a máxima de temperatura excelente para a compostagem é de 50 a 70°C sendo 60°C a mais indicada. Paiva et al. (2010) afirmam que a variação da temperatura ao longo do processo, indica os tipos de microrganismos predominantes na compostagem, e conseqüentemente a eficiência para os termos agrônômicos e sanitários. A elevação da temperatura é fundamental, pois contribui para a esterilização do material, provocando a morte de organismos patógenos (GOMES & PACHECO, 1998).

Segundo Valente et al. (2009), a temperatura no processo de compostagem é afetada por alguns fatores para sua variação mínima e máxima, sendo alguns deles o tamanho da pilha, a umidade do substrato, a disponibilidade de nutrientes, entre outros. Cooper et al. (2010) citam que, as formas e dimensões das pilhas são variáveis, pois são de acordo ao local de montagem, as pilhas com pouco volume tendem a perder calor facilmente, desta maneira não podendo chegar a temperaturas muito altas.

Portanto, observa-se que não ocorrem valores elevados de temperatura na compostagem trabalhada, possivelmente relacionado à altura da pilha, de aproximadamente 50 cm não podendo desta

maneira, ocorrer geração de calor. Entretanto, a compostagem alcança o nível de 50°C, temperatura no qual já pode ocorrer a esterilização do composto. Valente et al. (2009) afirmam que temperatura de 50°C com o máximo de até 70°C proporciona condições desfavoráveis para a sobrevivência e para o desenvolvimento dos microrganismos patogênicos.

#### *Características do composto*

Ao decorrer do processo de compostagem observa-se boa decomposição da pilha, entretanto, logo nos primeiros dias apresenta mau cheiro, que de acordo com Teixeira et al. (2004) é importante conferir se o processo aeróbio está ocorrendo corretamente na compostagem, para assim evitar mau cheiro. Com isso, descobriu-se a pilha de compostagem da lona transparente, para que ocorresse melhor circulação de oxigênio na pilha, e o mau cheiro fosse eliminado.

Ao final do processo da primeira fase, o composto do caroço de açaí aos 30 dias, obteve uma aparência física de que o mesmo ainda não estava adequado, sua cor ainda estava muito clara, e pouco homogênea (Figura 7a). Pois, por se tratar de um material fibroso, suas partículas ainda não estavam bem decompostas. Oliveira et al. (2004) relatam que as características de um substrato pronto são: composto humificado, cor escura, homogêneo e com cheiro de terra.

O composto do caroço de açaí 60 dias apresenta características relacionadas a um processo de decomposição bem avançado, com decomposição completa dos materiais, cor escura, bem homogêneo, e com cheiro de terra úmida (Figura 7b), como citado por Oliveira et al. (2004).



Figura 7. Compostos de caroço de açaí das compostagens de 30 dias (A) e 60 dias (B).

#### Análise química dos substratos

Os resultados obtidos a partir da análise química mostram que ocorre alterações no pH

entre os tratamentos avaliados, como pode-se observar na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química dos compostos orgânicos

Amostra	pH CaCl <sub>2</sub>	P resina mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al mmolc dm <sup>-3</sup>	Al	Soma bases	CTC	Sat. bases V%	Sat. Al m%
Húmus de Minhoca	7	440	315	27	31	15	0	373	388	96	0
Bioplant®	5,7	610	34	108	92	38	0	234	272	86	0
Açaí 60dias	4,9	51	16	17	14	38	0	47	85	55	0
Açaí 30 dias	5,4	310	42	16	22	34	1	80	114	70	1

\*pH = Potencial Hidrogênioônico, P = Fosforo, K = Potássio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio, Al = Alumínio, H+Al = Acidez Potencial, CTC = Capacidade de Troca de Cátions.

Nota-se que o pH do húmus artesanal encontra-se nas condições de neutro (pH=7), enquanto o composto Bioplant® (pH=5,7), o composto de açaí a partir de 30 dias de compostagem (pH=5,4), e o composto de açaí após 60 dias de compostagem (pH=4,9) se encontra nas condições de pH ácido. Ferraz et al. (2005) cita que, o pH nos valores de 6,0 a 7,0, ocorre a adequada disponibilidade de nutrientes nos substratos comerciais, e para os substratos orgânicos esse valor varia de 5,2 a 5,5, sendo ideal a faixa de pH 5,5 a 6,5.

Para Paiva (2010), pH é um indicativo na compostagem, sua variação é referente ao estágio do processo da mesma e também dos materiais que compõem a pilha. Haug (1993) durante o processo da compostagem, observou que pode ocorrer uma redução do pH, tornando o composto suavemente ácido, isso decorrente por conta da ação de decomposição da matéria orgânica pelos fungos e as bactérias, causado devido a liberação de ácidos. Ao longo do processo, estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados, atingindo na etapa final do processo um pH levemente alcalino.

Para Pedrosa et al. (2013), o período de decomposição da matéria orgânica depende dos tipos de materiais que a pilha é composta, sendo que para que todo ciclo esteja completo são necessários aproximadamente de 90 a 120 dias, no qual a compostagem passa por todas as fases, encerrando com sua maturação, onde todos os nutrientes chegam a uma estabilização.

Portanto, a soma dos dois ciclos da compostagem são 60 dias, no qual nota-se que o valor de pH do processo de compostagem poderia ainda se estabilizar, ou sua variação, também pode ser referente à composição dos materiais da pilha.

O composto Bioplant® obtém maior teor de P = 610 mg/dm<sup>3</sup>; Ca = 108 mmolc/dm<sup>3</sup>; Mg = 92 mmolc/dm<sup>3</sup>, seguido pelo húmus de minhoca, com valores de P = 440 mg/dm<sup>3</sup>; K = 315,0 mmolc/dm<sup>3</sup>. As somas de bases (S) e a CTC dos receptivos compostos obtém valores elevados, sendo húmus de minhoca com S = 373 mmolc/dm<sup>3</sup>; CTC = 388 mmolc/dm<sup>3</sup> e o composto Bioplant® com S = 234 mmolc/dm<sup>3</sup>; CTC = 272 mmolc/dm<sup>3</sup>.

O composto de açaí após 30 dias de compostagem apresenta os seguintes valores de

$P = 310 \text{ mg/dm}^3$ ;  $K = 42 \text{ mmolc/dm}^3$ ;  $Mg = 22 \text{ mmolc/dm}^3$ ;  $S = 80 \text{ mmolc/dm}^3$ ;  $CTC = 114 \text{ mmolc/dm}^3$ ; em relação ao composto de açaí com 60 dias de compostagem que apresenta os valores de  $P = 51 \text{ mg/dm}^3$ ;  $K = 16 \text{ mmolc/dm}^3$ ;  $Mg = 14 \text{ mmolc/dm}^3$ ;  $S = 47 \text{ mmolc/dm}^3$ ;  $CTC = 85 \text{ mmolc/dm}^3$ . Além disso, apresenta alumínio tóxico na concentração de  $1 \text{ mmolc/dm}^3$ .

Desta maneira, pode-se notar que, os substratos comerciais apresentam maior concentração dos nutrientes essenciais para as plantas, pois os mesmos contêm em suas formulações uma maior diversidade de materiais e aditivos (Bioplant®), ou passam por um processo de compostagem longo de 90 a 120 dias (húmus de minhoca).

Santos Júnior et al. (2014) citam que, mais do que exercer a função de suporte às plantas, o substrato para cultivo de mudas deve proporcionar adequado suprimento de ar e água ao sistema radicular. Adicionalmente, este deve ser isento de fitopatógenos, de fácil manejo, baixo custo, alta disponibilidade e ter longa durabilidade.

Os compostos orgânicos podem ser utilizados como alternativas para a produção de mudas, pois o cultivo demonstra aptidão ao uso desses substratos, o seu período de cultivo nos mesmos é curto, e os substratos pelas suas características físicas contribuem para o seu desenvolvimento. De acordo com Sousa (1997), é difícil encontrar todas as condições ideais nos substratos, entretanto suas características físicas é um fator essencial para oferecer boas condições as mudas.

Considerando a concentração de nutrientes no composto de açaí de 30 dias, pode-se inferir que os mesmos podem não estar disponíveis, devido ao nível do processo ao qual se encontra a compostagem, com a crescente atividade microbiológica ainda presente, verificado pelos altos valores de temperatura.

Para Aquino et al. (2005) os resíduos orgânicos passam por transformações metabólicas pelos fungos e bactérias, entre outros microrganismos presentes no processo de compostagem. Com isso, para realização dessas atividades, os nutrientes são imobilizados na forma orgânica, e somente após a digestão da matéria orgânica por esses organismos ocorre transformação e a liberação dos nutrientes (P, K, Ca, Mg) em minerais prontos para absorção das plantas.

No gráfico da Figura 8 pode-se verificar a relação C/N dos compostos dos caroços de açaí, de 49/1 para o composto de 30 dias, e de 22/1 para o ciclo de compostagem de 60 dias. De acordo com Sharma et al. (1997), os índices de relação C/N avaliam os níveis de maturação das substâncias orgânicas e os efeitos no crescimento microbiológico. Desta maneira, o composto de 60 dias mostra-se mais equilibrado, oferecendo maior quantidade de N, que é um essencial nutriente para desenvolvimento das plantas. Maragno et al. (2007) afirmam que, o equilíbrio da relação C/N é um fator essencial na compostagem, já que, o principal objetivo da mesma, é criar condições para fixar nutrientes, de modo a serem posteriormente utilizados como adubo.

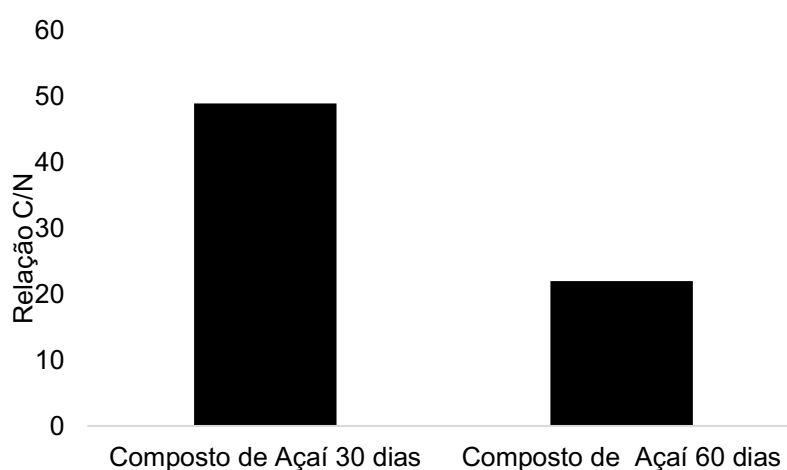


Figura 8. Relação C/N dos compostos de caroço de açaí 30 e 60 dias.

O composto de caroço de açaí após 30 dias apresenta uma relação C/N muito elevada, e mesmo contendo maiores valores nutricionais do que o de 60 dias, não está apropriado para o

uso agrícola, devido à alta relação C/N influenciar negativamente na disponibilidade desses nutrientes. A instrução normativa nº 25 do Ministério de Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (MAPA, 2009) destaca que, a relação C/N não pode ultrapassar a 20, e o teor de nitrogênio total deve ser no mínimo de 5,0 g kg<sup>-1</sup> para compostos orgânicos.

O composto de açaí do período de 30 e 60 dias já supre o teor de N exigido pela normativa com valores iguais 7,4 g kg<sup>-1</sup> e 16,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, entretanto, somente o substrato de 60 dias de compostagem apresenta valor próximo ao exigido pela a normativa relacionado a relação C/N (22/1).

Observa-se com base no acompanhamento do processo de compostagem, que mais alguns dias de compostagem seria o suficiente para o composto alcançar uma relação C/N dentro do parâmetro exigido. Contudo, mesmo nas condições do estudo (60 dias) o substrato já pode suprir demandas para a produção de mudas agrícolas, pois mostra que devido sua relação C/N está próximo ao ideal, os nutrientes

presentes no substrato podem ser absorvidos pela planta, assim como suas características físicas apresentam boas condições para o uso, como cita os autores Ros et al. (2015) que as características físicas dos substratos influenciam diretamente para germinação e desenvolvimento das plantas.

#### *Análise das mudas cultivadas nos substratos*

A análise de variância, mostra que não há diferença significativa para o parâmetro de número de folhas. Constata-se que o número de plantas cultivadas no composto de caroço de açaí compostado durante 30 dias, e o composto Bioplant® não diferenciam estatisticamente entre si ( $P < 0,05$ ), e são superiores as mudas cultivadas em húmus de minhoca (Tabela 2). Para as variáveis de massa fresca e comprimento de raiz, o Bioplant® obtém melhores resultados entre os compostos orgânicos.

Tabela 2. Parâmetros de crescimento de mudas de alface aos 30 dias após semeadura em substrato comercial Bioplant®, húmus de minhoca artesanal e composto de caroço de açaí após 30 dias de compostagem

Tratamentos	Número de plantas	Massa fresca	Comprimento da raiz
	Unid.	G	Cm
Húmus de minhoca	2,00 b	0,168 b	4,626 b
*C. de caroço de açaí	11,40 a	0,280 b	2,756 b
Bioplant®	11,40 a	3,168 a	10,100 a
CV%	10,12	18,36	20,84

\*Composto do caroço de açaí compostado durante 30 dias CV= Coeficiente de variação. Médias de 5 repetições. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

No composto Bioplant®, o desenvolvimento das mudas de alface apresenta maior exuberância e vigor, demonstrando-se mais saudáveis, enquanto as mudas do composto de húmus apresentam problemas, no qual se observa a morte de 98% das mudas por podridão da base do caule e tombamento.

Os patógenos do solo são os principais ocasionadores pela perda de qualidade das mudas, doenças como tombamento ou damping off, são doenças comuns na fase inicial do crescimento das plantas. O tombamento é causado por fungos de solo, principalmente aqueles dos gêneros *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* e *Fusarium*, e pode ocorrer antes ou após a germinação das plantas (LOPES et al., 2005).

Portanto, a partir dos sintomas apresentados nas mudas cultivadas no húmus de minhoca, poderia o mesmo apresentar problemas de sanidade, devido sua produção

não conter padrões que garantem a sua qualidade

As mudas cultivadas no composto de açaí compostado durante 30 dias, apresentam boa germinação, no entanto, não mostram bom desenvolvimento (Tabela 2), possivelmente, relacionado a elevada relação C/N do composto, como demonstrado no gráfico da Figura 8. Apesar do composto apresentar o teor de N conforme exigido pelo MAPA (2009), sua alta relação C/N reduz a disponibilidade desse nutriente, sendo o mesmo um dos nutrientes de maior exigência pelas culturas onde a sua baixa disponibilidade afeta significativamente o desenvolvimento das mudas de alface. Como já citado por Maragno et al. (2007), o equilíbrio da relação C/N é uns dos principais fatores na criação de condições para a fixação dos nutrientes, para então absorção pelas plantas.

No segundo ensaio, a análise de variância, para os parâmetros, números de

plantas e comprimento de raiz não se diferenciam estatisticamente ( $P < 0,05$ ) quando

as mudas foram cultivadas no composto de açaí de 60 dias e no Bioplant® (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros de crescimento de mudas de alface aos 25 dias após semeadura em substrato comercial Bioplant®, húmus de minhoca Terra Nobre® e composto de açaí 60 dias após de compostagem

Tratamentos	Número de plantas	Massa fresca	Comprimento da raiz
	Unid.	g	cm
Húmus de Minhoca	4,400 b	0,280 b	2,78 b
C.de caroço de açaí	9,200 a	2,568 a	3,376 a
Bioplant®	8,600 a	0,288 b	6,994 a
CV%	32,92	72,82	17,19

\*Composto do caroço de açaí compostado durante 60 dias CV= Coeficiente de Variação. Médias de 5 repetições. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Devido aos problemas relacionados ao húmus de minhoca produzido, o mesmo foi substituído por um húmus comercial Terra Nobre®, um composto também pronto e estabilizado, entretanto diferente do húmus produzido artesanalmente, ele segue padrões de qualidade da indústria. Ainda assim, o húmus não obteve bons resultados em nenhum dos parâmetros (Tabela 3), suas características aparentam um composto denso, que assim impede a germinação e crescimento das plantas.

As plantas cultivadas no substrato de açaí da compostagem de 60 dias, apesar dos valores obtidos na análise química (Tabela 1), apresentam bom desenvolvimento, no qual

mostram-se mudas exuberantes e saudáveis (Figura 9). Possivelmente decorrente do elevado teor de N que contém no substrato, que apresenta um valor com o dobro de concentração em relação ao composto de 30 dias, onde perante isso, como já citado pelos autores Sharma et al. (1997) e Maragno et al. (2007), e Taíz e Zieger (2004), o nitrogênio é um importante elemento para plantas, sua falta afeta diretamente na formação de raízes, no processo de fotossíntese, na produção e translocação de foto assimilados e na taxa de crescimento entre folhas e raízes, sendo o crescimento foliar o primeiro a ser afetado.



Figura 9. Mudanças de alface cultivadas em composto de caroço de açaí compostado durante 60 dias, substrato Bioplant® e húmus de minhoca Terra Nobre®.

## Conclusão

O composto produzido a partir do aproveitamento do caroço de açaí, através da compostagem pelo período de 60 dias, apresentou características físicas desejáveis, níveis ótimos de N, e mesmo não contendo elevados teores dos demais nutrientes, promoveu bom desenvolvimento das mudas de

alface, e possibilitou a substituição dos substratos comerciais.

## Referências

ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. 110p.

- ALMEIDA, C.; OLIVEIRA, J.; PENA, T.; PINTO, M.; SANTOS, P.; TEIXEIRA, F.; SILVA, M. Guia da reciclagem orgânica: resíduos orgânicos, compostagem, digestão anaeróbia. Grupo de Estudos Ambientais-Escola Superior de Biotecnologia-Universidade Católica Portuguesa, 2005. 82p. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.14/5418> Acesso em: 15 de agosto de 2018.
- ALMEIDA, A. V. da C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F.; MELO, A. C. S. Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa. Revista GEPROS, v.12, n.3, p.59, 2017.
- AQUINO, A. M. D.; ALMEIDA, D. L. D.; GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H. Biomassa microbiana, colóides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, n.11, p.1087-1093, 2005.
- ASSIS, R. L. de. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. Economia Aplicada, v.10, n.1, p.75-89, 2006.
- AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. Revista da FAPES, v.3, n.2, p.81-86, 2007.
- CANTÚ, R. R. Acidificação de dejetos de suínos em compostagem automatizada: emissões gasosas de nitrogênio e resposta da alfaca à aplicação do composto no solo. 92f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.
- CANTÚ, R. R.; SCHALLERBERGER, E.; MORALES, R. G. F.; HARO, M. M.; VISCONTI, A. Dinâmica da temperatura na compostagem de resíduos da indústria do palmito. Cadernos de Agroecologia, v.11, n.2, p.11, 2017.
- CORTI C.; CRIPPA L. Compost use in plant nurseries: hydrological an physicochemical characteristics. Compost Science and Utilization, v.6, p.35-45, 1998.
- COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: Teórico e Prático. Piracicaba: ESALQ-Divisão de Biblioteca. 2010. 35p.
- FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. M. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. Acta Scientiarum Agronomy, v.27, n.2, p.209-214, 2005.
- GOMES, W. R. da; PACHECO, E. Composto orgânico. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988. 11p. (Boletim Técnico, 11).
- HAUG, R. T. The Pratical Handbook of Compost Engineering. Lewis: Boca Ratón, 1993. 752p.
- JUNKES, M. B. Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte. 116f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.
- KIEHL, J. E. Fertilizantes Orgânicos. 1 ed. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985. 492p.
- LIMA, H. T. Aproveitamento de resíduos agroindustriais (borra de açaí e glicerol) na elaboração de biscoito. 111f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Instituto de Tecnologia. Universidade Federal do Pará. Belém, 2009.
- LOPES, C. A.; REIS, A.; MAKISHIMA, N. Como prevenir o tombamento em mudas de hortaliças. Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2005. 4p.
- LONGHI, A. Agroecologia e soberania alimentar. 2008. Disponível em: <<http://cetap.org.br/wpcontent/uploads/2008/10/agroecologiesoberaniaalimentar2.pdf>> Acesso em: 03/12/2018.
- MARAGNO, E. S.; TROMBIN, D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.12, n.4, p.355-360, 2007.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº. 25, de 23 de julho de 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumosagropecuarios/insumosagricolas/fertilizantes/legislacao/in-25-de-23-7-2009-fertilizantes-organicos.pdf/view>. Acesso em: 22/11/2018.
- NASCIMENTO, R. J. S. D.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. Revista Brasileira de Fruticultura, v.30, n.2, p.498-502, 2008.
- NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. D. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. Quality of fruits manually processed of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). Revista Brasileira de Fruticultura, v.37, n.3, p.729-738, 2015.



- NUNES, M. U. C. Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade, Embrapa. Sergipe, 2009. (Circular Técnica 59). 7p.
- OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA-FORTALEZA, J. P. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17p.
- PAIVA, E. C. R.; DE MATOS, A. T.; DA COSTA, T. D. R.; JUSTINO, E. A.; DE PAULA, H. M. Comportamento do pH e da temperatura do material durante a compostagem de carcaça de frango com diferentes materiais orgânicos. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 1, 2010, Bauru. Anais...Bauru, 2010.
- PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Ed. rev. e aum. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 81p.
- PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; DO REGO FARIAS, E. T. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. *Nativa*, v.1, n.1, p.44-48, 2013.
- DA ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F. D.; SOMAVILLA, L. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. *Floresta e Ambiente*, v.22, n.4, p.549-558, 2015.
- SHARMA, V. K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, G. Processing of urban and agro-industrial residues by aerobic composting. *Energy Conversion and Management*, v.38, n.5, p.453-478, 1997.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. D. S.; ARAÚJO, D. L.; GUEDES FILHO, D. H. Substratos e diferentes concentrações da solução nutritiva preparada em água residuária no crescimento do girassol. *Revista Ciência Agronômica*, v.45, n.4, p.696-707, 2014.
- INFOPÉDIA. Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa. Serapilheira. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/serapilheira>. Acesso em: 02-12-2018.
- SOUSA, J. A.; LÉDO, F. J. da S.; DA SILVA, M. R. Produção de mudas de hortaliças em recipientes. Embrapa Acre. Circular Técnica (INFOTECA-E), 1997. 18p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3ª edição. Editora Artmed, 2004, 719p.
- TEIXEIRA, L. B.; GERMANO, V. L. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica (INFOTECA-E), 2004. 8p.
- TEIXEIRA, L. B.; GERMANO, V. L. C.; DE OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J. Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí. Embrapa Amazônia Orienta. Circular Técnica (INFOTECA-E), 2002. 8p.
- VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B.; CABRERA, B. R. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v.58, n.1, p.59-85, 2009.

## Capítulo 2

# CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ NO ESTADO DE RORAIMA

Hudson do Vale de Oliveira<sup>1</sup>

Eli Carlos de Oliveira<sup>2</sup>

Édison Miglioranza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo; Prof. Dr. do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima-IFRR, Campus Boa Vista Zona Oeste, hudson.oliveira@ifrr.edu.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Dr. Pesquisador da Empresa Omnia Brasil, eli.oliveira@omnia brasil.com.br

<sup>3</sup>Prof. Dr. da Universidade Estadual de Londrina-UEL, emiglior@uel.br

### Introdução

A conceituação da expressão cadeia produtiva foi desenvolvida como um instrumento de visão sistêmica, uma vez que a produção de bens poderia ser representada por meio de um sistema, no qual os diversos atores estariam interconectados. Essa interconexão se daria por meio de fluxos de materiais, de capital e de informação com o objetivo principal de suprir um mercado consumidor final com os produtos oriundos deste sistema (CASTRO et al., 1995; CASTRO et al., 2002; BORGES, et al., 2012).

Castro (2000) define quatro possibilidades por meio da análise prospectiva de cadeias produtivas, identificar fatores críticos de competitividade e sustentabilidade ambiental em relação a cadeias produtivas competidoras, principalmente relacionadas aos elos agrícola e agroindustrial; oferecer subsídios à elaboração de políticas públicas de melhoria de competitividade das cadeias estudadas; oferecer subsídios aos integrantes desta cadeia para promover um aprimoramento da coordenação e da competitividade; buscar novas oportunidades para a melhoria da competitividade da cadeia produtiva, contribuindo para o planejamento do desenvolvimento setorial e regional.

Para Batalha (1997), a cadeia de produção pode ser definida como a soma de todas as operações de produção e de comercialização que foram necessárias para passar de uma ou várias matérias-primas de base a um produto final, isto é, até que o produto chegue às mãos de seu usuário.

Devido à acirrada concorrência estabelecida no mercado, as empresas têm buscado estratégias que as tornem cada vez mais competitivas. Segundo Bronzeri (2010), as estratégias entre as empresas de uma cadeia

produtiva influenciam todas as organizações da cadeia, ou seja, ao adotar estratégias que fortaleçam os elos envolvidos, ela tende a se fortalecer, melhorando o desempenho econômico-financeiro das organizações e também da região, que se beneficia pelos empregos gerados pelas empresas, seja direta ou indiretamente.

Segundo dados do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2006), o agronegócio tem aumentado a sua participação não só na pauta de exportação brasileira, mas também na formação do PIB. Nesse sentido, o agronegócio tem sido responsável por 33% do PIB total do país, bem como por 37% dos empregos gerados no Brasil.

Nessa perspectiva, o arroz é uma cultura agrícola que se apresenta como o principal componente da dieta básica e diária da população mundial. Além disso, é considerado, por muitos nutricionistas, como um dos cereais mais equilibrados, em termos de composição dos nutrientes, e digestivos (LUDWIG, 2004).

A cadeia produtiva do arroz tem se configurado como uma das que apresentam maior importância para o agronegócio brasileiro, especialmente porque o arroz é um produto que apresenta elevado consumo (VIANA & SOUZA, 2006; VIEIRA et al., 2012; VIEIRA et al., 2014; ZAMBERLAN & SONAGLIO, 2011a).

Embora a cadeia produtiva do arroz tenha passado por períodos de grandes desafios, tais como o excesso na oferta do produto, especialmente em virtude do aumento das áreas de produção, as elevadas produtividades e as importações (LAGO et al., 2007), essa cadeia produtiva tem se configurado como uma das mais importantes para o agronegócio brasileiro, principalmente tendo em vista ser um produto de elevado consumo interno e que representa

um volume expressivo da produção de grãos no país (ZAMBERLAN & SONAGLIO, 2011b).

Para Fochezatto (1994), a cadeia produtiva do arroz apresenta quatro etapas e/ou elos principais, a produção de matéria-prima; o processamento industrial dessa matéria-prima; o comércio atacadista/varejista; e o consumidor final.

Na cadeia produtiva do arroz observa-se, por exemplo, que o produtor é o que menos lucra com o negócio arroz, especialmente quando os preços se encontram muito baixos, e a agroindústria beneficiadora tem seu lucro. Por outro lado, a agroindústria sente-se pressionada pelo grande número de concorrentes no mercado e, especialmente, pelos consumidores que tem se mostrado cada vez mais exigentes, inclusive as redes de varejo (PARAGINSKI, 2012).

No Estado de Roraima, o agronegócio do arroz tem participação significativa na geração de emprego, renda e, também, no Produto Interno Bruto (PIB), se configurando como uma das poucas cadeias produtivas que estão efetivamente estabilizadas (CORDEIRO et al., 2009; CORDEIRO & MEDEIROS, 2010).

O fortalecimento empresarial do Estado de Roraima está atrelado a uma perspectiva de desenvolvimento que, num primeiro momento, está relacionada à consolidação da produção de bens primários que garantam, em curto prazo, o auto-abastecimento interno, inclusive em crescentes níveis de processamento industrial e cujo padrão tecnológico seja compatível com o estágio de desenvolvimento regional (MDA, 2010).

Nesse sentido, é importante destacar que a dimensão geopolítica do Estado está sendo aproveitada como uma alavanca indispensável para estimular o ciclo industrial. Além disso, com as promissoras perspectivas em relação ao mercado externo, especialmente em virtude do avanço nas relações fronteiriças, têm-se a proposta de se atingir novos mercados, inclusive possibilitando o ingresso de capitais no Estado para a expansão e a consolidação das atividades produtivas (MDA, 2010).

Segundo a SEPLAN/RR (2013), o PIB do Estado de Roraima ficou em R\$ 6,3 bilhões em

2010, sendo que o setor terciário respondeu por 82% desse total, seguido pelo setor secundário com 13% e pelo setor primário com 5%, apresentando um crescimento real em volume de 9,6% nesse ano. O PIB do Estado de Roraima teve uma participação de 0,17% do PIB nacional.

O arroz é um dos produtos agrícolas que apresenta maior importância, especialmente por possuir uma cadeia bem definida no Estado de Roraima, inclusive com a estruturação de várias agroindústrias que, além de fornecerem produtos para o abastecimento do mercado local, também distribuem para outros estados da Região Norte do país, principalmente ao Estado do Amazonas (FABRE et al., 2011).

Borges et al. (2012) ratificam essa ideia quando destacam que uma cadeia agroindustrial, devidamente organizada e que apresenta um adequado funcionamento na realização de suas atividades, contribui de forma significativa para o desenvolvimento socioeconômico da região na qual ela está inserida.

Diante destas considerações, o objetivo deste trabalho é caracterizar a cadeia produtiva do arroz no Estado de Roraima.

## Material e Métodos

O Estado de Roraima tem 80% do seu território no extremo norte brasileiro, localizado acima da linha do equador. Apesar do seu extenso território, é composto por quinze municípios: Amajari, Alto Alegre, Boa Vista, Bonfim, Cantá, Caracará, Caroebe, Iracema, Pacaraima, Rorainópolis, São João da Baliza, São Luís, Mucajaí, Normândia e Uiramutã. Internacionalmente, faz fronteira com a Venezuela e com a Guiana, enquanto nacionalmente suas fronteiras são com os estados do Pará e do Amazonas. Segundo dados do IBGE (2018), a população total é de 576.568 habitantes, com densidade demográfica de 2,57 hab./Km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

Na Figura 1, é representado o PIB do Estado de Roraima, por municípios, de acordo com SEPLAN/RR (2013).

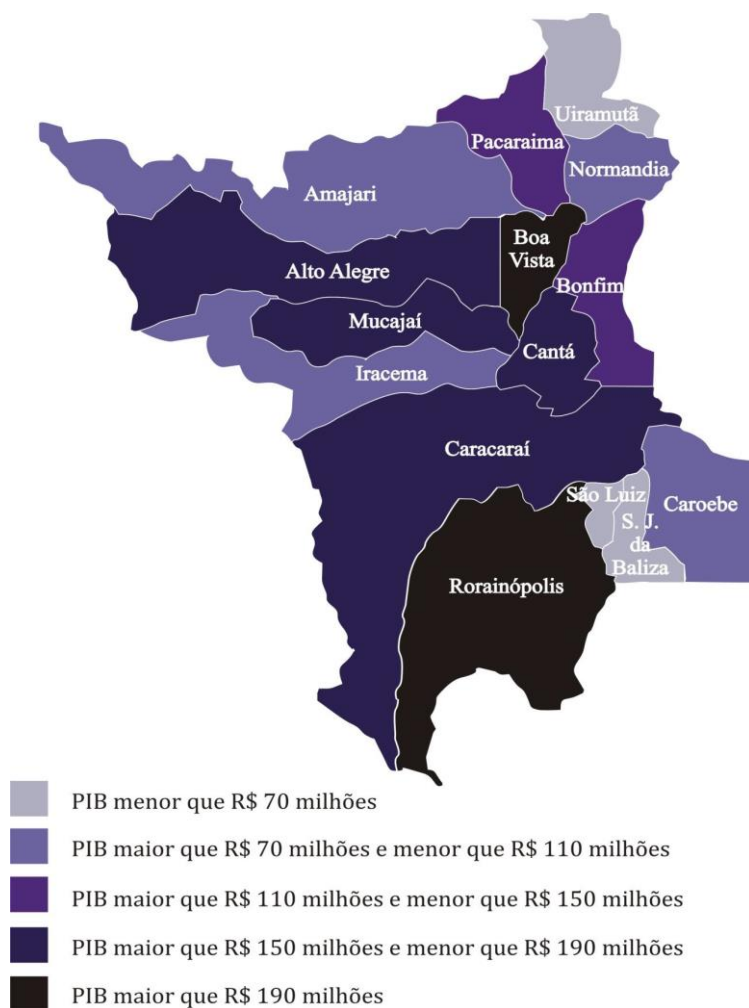


Figura 1. Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios do Estado de Roraima. Fonte: SEPLAN/RR (2013).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da capital do Estado (Boa Vista), que em geral representa o comportamento dos outros municípios, é do tipo Aw, ou seja, tropical chuvoso, com estação chuvosa de abril a setembro e estação seca de outubro a março. A média anual de precipitação é em torno de 1.667 mm, a da umidade relativa é de 70% e a da temperatura ambiente fica em torno de 27,4°C (ARAÚJO et al., 2001).

O estudo caracteriza-se como exploratório e descritivo. Trata-se de um estudo exploratório, uma vez que o foco não é fornecer elementos conclusivos, mas possibilitar uma melhor compreensão da cadeia em análise. O caráter descritivo está atrelado ao fato de descrever as inter-relações dos elos envolvidos no processo, bem como o impacto destas em diferentes perspectivas (GIL, 2008).

Para caracterização da cadeia produtiva do arroz no Estado de Roraima levou-se em consideração dados do IBGE e da SEPLAN/RR. Além disso, agregou-se, na coleta de dados, a realização de visitas a Associação dos

Arrozeiros de Roraima (AARR) e de entrevistas com produtores e com um representante de uma fábrica de beneficiamento de arroz na cidade de Boa Vista, Roraima. As entrevistas tiveram por foco obter informações específicas sobre a estruturação da cadeia produtiva em análise.

A realização da análise da cadeia produtiva do arroz, por meio de sua caracterização descritiva, foi utilizada a perspectiva dos segmentos agroindustriais proposta por Araújo (2005). Nessa perspectiva, os segmentos em questão são divididos em antes da porteira, dentro da porteira e depois da porteira.

### Resultados e Discussão

Na Figura 2 observa-se a estruturação da cadeia produtiva do arroz no Estado de Roraima, conforme as informações obtidas durante a coleta de dados e considerando a perspectiva dos segmentos agroindustriais proposta por Araújo (2005).

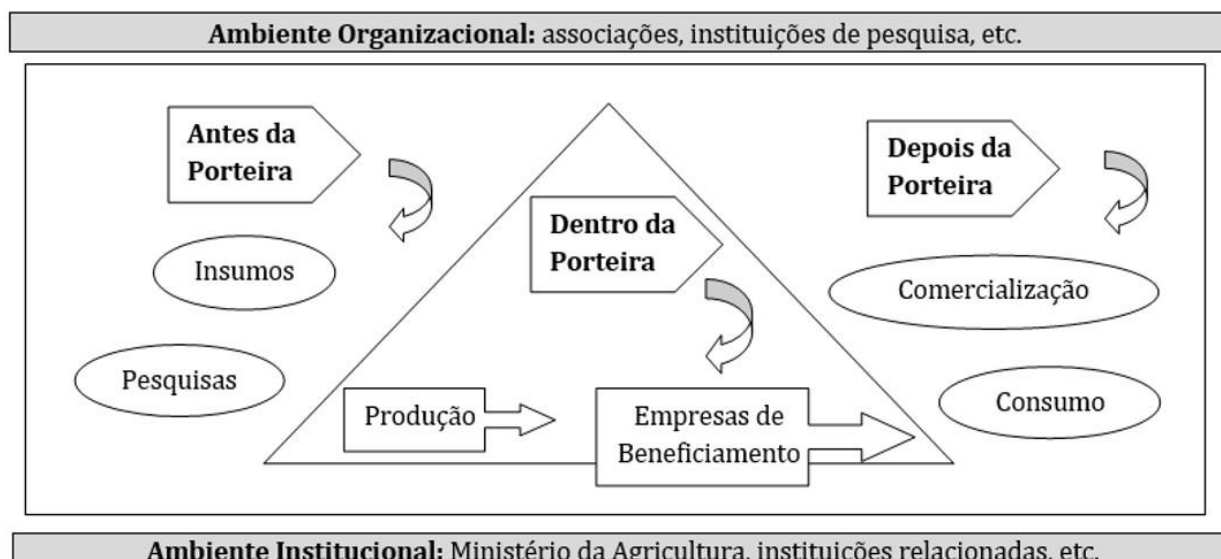


Figura 2. Cadeia produtiva do arroz no Estado de Roraima.

Fonte: Adaptado de Araújo (2005).

A cadeia produtiva do arroz no Estado de Roraima está de acordo com a perspectiva proposta por Araújo (2005), ou seja, antes da porteira, se configura com a obtenção dos insumos produtivos, assim como por meio das pesquisas relacionadas a cultura; dentro da porteira, por meio da produção da cultura, assim como da sua transformação e/ou seu beneficiamento; e depois da porteira, por meio da comercialização e/ou da distribuição do arroz de forma que o produto possa chegar no consumidor final.

Nesse sentido, é possível observar a representatividade em todos os elos da cadeia produtiva do arroz, nos diferentes segmentos, produção, transformação/beneficiamento, comercialização/distribuição e consumo, assim como identificar a interação entre os ambientes organizacional e institucional e destes com os elos diretamente ligados a cadeia produtiva.

A cadeia produtiva do arroz a nível nacional apresenta uma segmentação padrão levando em conta os segmentos agroindustriais ressaltados por Araújo (2005). Porém, é importante destacar que cada região e, especificamente, cada Estado da federação, apresenta uma cadeia diferenciada em virtude das particularidades de cada um.

No Estado de Roraima, a segmentação antes da porteira caracteriza-se pelas empresas que fornecem os insumos necessários para que ocorra a produção do arroz. Nesse interim, é importante ressaltar que alguns insumos são obtidos fora do Estado. Além dos insumos, destaca-se também a participação de instituições de pesquisas que desenvolvem

estudos relacionados a cadeia produtiva do arroz ou, especificamente, sobre a cultura como, por exemplo, o desenvolvimento de novas cultivares (CORDEIRO et al., 2001).

Além disso, ainda sobre o aspecto da produção, é pertinente destacar que, conforme informações do representante de uma fábrica de beneficiamento de arroz na cidade de Boa Vista, existiam 16 grandes produtores de arroz na região da Terra Indígena Raposa Serra do Sol que, sem dúvida, eram responsáveis por grande parte da produção de arroz do Estado consolidando, dessa forma, a cadeia agrícola em questão. Porém, com a demarcação da região, apenas 10 destes produtores estão em atividade, em virtude da falta de incentivo (PORTAL G1, 2014).

O segmento dentro da porteira, em Roraima, é representado pela produção do arroz, ou seja, pelos produtores que plantam a cultura, assim como pelos responsáveis pela transformação e/ou beneficiamento do produto. Aqui, é importante destacar, conforme retrata a Figura 2, que esses elos estão ora dentro da porteira, quando, por exemplo, o beneficiamento é feito pelo próprio produtor, que não é raro acontecer no Estado, ora no segmento depois da porteira, quando o produtor leva o seu produto para que ele seja beneficiado por agroindústrias específicas que trabalham com o beneficiamento.

A cadeia produtiva de arroz em Roraima conta, em média, com 14 agroindústrias, gerando empregos diretos e indiretos. Essas são responsáveis por comercializar/distribuir 27 marcas de arroz produzidas no Estado

(CORDEIRO et al., 2007; SAKASAKI et al., 2008; BRAGA et al., 2009).

No segmento depois da porteira, no Estado de Roraima, é possível observar, para além do beneficiamento, a questão da comercialização/distribuição do produto, assim como o consumo propriamente dito.

Com relação a comercialização do produto, não foi possível precisar, a nível de Estado, o número de elos/estabelecimentos que estão diretamente envolvidos com a distribuição do arroz.

No que se refere a distribuição do arroz produzido em solo roraimense, Cordeiro et al. (2007) destacam que, de acordo com a AARR, do total da produção de arroz obtida no Estado, cerca de 20 a 30% é utilizada para abastecer o mercado internamente. Portanto, o grande volume de produção (70 a 80%) é destinado para outros mercados, principalmente para o Estado do Amazonas, especialmente a sua capital, Manaus, que apresenta uma demanda correspondente a 90.000 toneladas de arroz beneficiado.

Brum e Portella (2007) destacam que a cadeia produtiva do arroz no Brasil é representada no primeiro segmento (antes da porteira) pelas indústrias de insumos – que garantem a produção da cultura; no segundo segmento (dentro da porteira) pelos produtores rurais – que se utilizam do insumo para maximizar a produtividade da cultura; e, no último segmento (depois da porteira), pelas indústrias de processamento, pelos empacotadores e pelas indústrias de beneficiamento, bem como pelos supermercados, pela cozinha industrial, pelas empresas de cestas básicas e, principalmente, pelo consumidor final.

Observa-se, portanto, que, de maneira geral, o último elemento da proposta de segmentação da cadeia produtiva ressaltada por Araújo (2005) apresenta vários elos caracterizando, dessa forma, o segmento mais complexo da cadeia em questão.

Nesse sentido, Zamberlan et al. (2013) destacam que no segmento depois da porteira são observados vários intermediários que podem ser considerados como primários, secundários, terciários e assim sucessivamente, dependendo da cadeia em análise.

Zamberlan et al. (2013) salientam que tais intermediários se referem a empresas ou a pessoas que adquirem, ou seja, compram os produtos dos produtores repassando-os para os outros níveis de comercialização dentro da

cadeia produtiva. Tal característica é evidente, principalmente, em regiões nas quais os produtores não apresentam uma adequada organização da cadeia, ficando, portanto, com uma elevada dependência destes intermediários, uma vez que são estes os responsáveis por recolher os produtos e escoá-los, posteriormente, para os locais de comercialização.

Dentro do processo de comercialização encontram-se, por exemplo, as indústrias de beneficiamento e os empacotadores. As indústrias de beneficiamento, como o próprio nome sugere, beneficiam o arroz deixando-o próprio para o consumo, bem como também empacotam o produto para a comercialização. Os empacotadores, por sua vez, adquirem o arroz da indústria e realizam o empacotamento do produto para comercializar com atacadistas e/ou varejistas. Estes dois elos (atacadistas e/ou varejistas) são importantes para promover o escoamento do produto ao consumidor final “fechando”, portanto, a cadeia produtiva (ZAMBERLAN et al., 2013).

Com relação ao consumo e, mais especificamente, referindo-se a classificação do arroz no Brasil, Zamberlan e Sonaglio (2011a), destacam que essa classificação é regulamentada pela Portaria nº 269 de 17 de novembro de 1988. Dessa forma, o arroz é classificado em grupos, em subgrupos, em classes e em tipos.

No caso dos grupos, o arroz pode se enquadrar em casca ou beneficiado; quanto aos subgrupos: com casca natural ou beneficiado e beneficiado integral, além de parboilizado, parboilizado integral e polido (que é o mais consumido); quanto as classes, o arroz pode ser classificado em longo fino, longo, médio, curto e misturado; e, por fim, quanto aos tipos o arroz pode se classificar de 1 a 5, dependendo do percentual de defeitos no grão (ZAMBERLAN & SONAGLIO, 2011a).

Ainda segundo Zamberlan e Sonaglio (2011a), a maioria das empresas prefere trabalhar com o arroz polido tipo 1 ou tipo 2, uma vez que são os mais aceitos pelos consumidores. Porém, destacam que não existe uma regra geral, pois o tipo a ser produzido e comercializado depende muito das preferências regionais.

De acordo com Gularte (2004), os padrões de consumo do arroz podem ser classificados em três grandes modelos, como o asiático, subtropical e ocidental. No modelo asiático, o consumo médio *per capita* de arroz é superior

aos 100kg ao ano. O modelo subtropical apresenta um consumo médio *per capita* entre 35 e 65kg ao ano. Já no modelo ocidental esse consumo *per capita* gira em torno de 10kg ao ano.

Gularte (2004) destaca, ainda, que no Brasil o consumo *per capita* de arroz é de aproximadamente 45kg ao ano e que as preferências de consumo de arroz sofrem influências dos aspectos regionais dentro do país.

Segundo a Proteste (2014), o consumo de arroz por cada brasileiro é cerca de 25kg por ano, sendo o tipo branco polido considerado o preferido da população. Observa-se, portanto, redução no consumo *per capita* de arroz pelos brasileiros.

Por ser um produto pertencente a cesta básica e, portanto, essencial na alimentação das pessoas, Lago et al. (2007) destacam que o arroz não pode e não deve apresentar um elevado custo para o consumidor final. Nesse sentido, os autores destacam que o grande desafio é promover a integração e a reorganização da cadeia produtiva garantindo a agregação de rentabilidade à produção de arroz.

Borges et al. (2012) ressaltam que essa agregação pode ocorrer na medida em que os investimentos realizados nos diferentes elos que compõem a cadeia produtiva criam demandas e estas, conseqüentemente, incentivam o surgimento de novos investimentos gerando renda, empregos, assim como bem-estar para a população.

Nessa perspectiva, Borges et al. (2012) destacam, ainda, que estudos relacionados à análise de cadeias produtivas são importantes, pois fornecem inúmeras contribuições à sociedade como, por exemplo, sugestões de políticas públicas a serem implementadas, desenvolvimento de ferramentas de coordenação e governança, elaboração de ações coletivas que beneficiem todos os elos da cadeia produtiva, entre outras.

## Conclusão

A cadeia produtiva do arroz no Estado de Roraima está bem estruturada, sendo possível observar claramente os elos que a compõem dentro de cada segmentação. Essa adequada estruturação pode ser um fator importante para a consolidação da cultura do arroz no Estado.

Quanto aos produtores de arroz, que perpassam toda a cadeia produtiva, observou-se que a maioria possui estrutura de beneficiamento do produto. Assim,

considerando a perspectiva dos segmentos agroindustriais, o elo da transformação ora estar presente no segmento dentro da porteira e ora no segmento depois da porteira.

Foi possível identificar, ainda, no segmento depois da porteira – elementos comercialização e consumo – que grande parte do arroz produzido em Roraima é distribuída na região norte do país, especialmente para o município de Manaus, no Estado do Amazonas. Essa concentrada distribuição pode representar uma alta demanda da região norte pelo produto, abrindo mercado para produtores de outras regiões do país, inclusive impulsionado pelo ambiente institucional como, por exemplo, por meio das áreas de livre comércio.

## Referências

- ARAÚJO, M. J. Fundamentos de Agronegócios. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 160p.
- ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.3, p.563-567, 2001.
- BATALHA, M. O. Gestão Agroindustrial. São Paulo: Atlas, 1997. 896p.
- BORGES, S. R. dos S.; OLIVEIRA, M. R. T. de; ARAÚJO, W. P.; SILVA, E. M. da; SOARES, C. D. F. Proposição de um modelo para a cadeia produtiva do arroz vermelho da Paraíba. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.14, n.4, p.353-362, 2012.
- BRAGA, R. M.; CORDEIRO, A. C. C.; MARIANO, F. da S. Mercado varejista de arroz em Boa Vista, Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. 32p.
- BRONZERI, M. de S. Estratégias na cadeia produtiva do café: uma análise de empresas e produtores do norte pioneiro do Paraná. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 13, 2010, São Paulo. Anais... São Paulo. FGV-EAESP, 2010.
- BRUM, A. L.; PORTELLA, E. F. M. As estratégias de competitividade para a cadeia produtiva do arroz: o caso das cooperativas da Fronteira-Oeste do Rio Grande do Sul. Desenvolvimento em Questão, v.5, n.9, p.121-146, 2007.
- CASTRO, A. M. G. de; COBBE, R. V. C.; GOEDERT, W. J. Prospecção de demandas tecnológicas - Manual metodológico para o SNPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Pesquisa e Difusão de Tecnologia. Brasília: Embrapa-DPD, 1995, 82p.

- CASTRO, A. M. G. Análise da competitividade de cadeias produtivas. In: Workshop de Cadeias Produtivas e Extensão Rural na Amazônia, Manaus, 2000. Anais...Manaus, 2000.
- CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 22, 2002, Salvador. Anais... Salvador, 2002.
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; SMIDERLE, O. J. Cultivares de arroz de sequeiro recomendadas para Roraima. Boa vista: Embrapa Roraima. Embrapa Roraima. Comunicado Técnico 2. 2001. 5p.
- CORDEIRO, A. C. C.; MOURÃO JÚNIOR, M. C.; MEDEIROS, R. D. de. Análise do agronegócio do arroz irrigado em Roraima – período 1981 a 2007. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 5, 2007, Pelotas-RS. Embrapa Clima Temperado, Anais... Pelotas, 2007.
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; MARSARO JÚNIOR, A. L.; NECHET, K. de L. Recomendações técnicas para o cultivo do arroz irrigado em várzeas de Roraima. Circular Técnica. EMBRAPA: Boa Vista – RO, 2009. 19p.
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de. BRS Jaçanã e BRS Tropical: cultivares de arroz irrigado para os sistemas de produção de arroz em várzea de Roraima. Revista Agro@ambiente, v.4, n.2, p.67-73, 2010.
- FABRE, D. V. O.; CORDEIRO, A. C. C.; FERREIRA, G. B.; VILARINHO, A. A.; MEDEIROS, R. D. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em arroz de várzea. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.41, n.1, p.29-38, 2011.
- FOCHEZATTO, A. Análise da carga tributária incidente sobre as cadeias agroindustriais do arroz e soja. 181f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220p.
- GULARTE, M. A. Arroz: propriedades de consumo e preferências do consumidor. 2004. Disponível em: <<http://www.congressorizicola.org.br>> Acesso em: 08 jan. 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rr/boa-vista/panorama>. Acesso em: 19 jun. 2019.
- LAGO, A.; CORONEL, D. A.; LENGELER, L.; SILVA, T. N. da.; OLIVEIRA, C. B. de. O setor orizícola brasileiro e gaúcho: desafios, oportunidades e estratégias frente à crise atual. Cadernos de Economia, n.20, 2007.
- LUDWIG, V. S. A agroindústria processadora de arroz: um estudo das principais características organizacionais e estratégicas das empresas líderes gaúchas. 167f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios). Programa de Pós-Graduação em Agronegócios. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estatísticas. 2006. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: propostas de políticas para o território sul de Roraima. Rorainópolis-RR, 2010.
- PARAGINSKI, A. L. A natureza das inovações em agroindústrias de arroz do Rio Grande do Sul. 112f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2012.
- PORTAL G1. Após anos da saída de arroteiros, índios dizem produzir na Raposa. 27 fev. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/2014/02/apos-5-anos-da-saida-de-arroteiros-indios-dizem-produzir-na-raposa.html>. Acesso em: 26 ago. 2019.
- PROTESTE. Arroz integral: melhor, impossível. Ano XIII, n.138, p.8, 2014.
- SAKAZAKI, R. T.; ALVES, J. M. A.; LOPES, G. N. Arroz Irrigado em Roraima. Agro@ambiente Online, v.2, n.1, p.69-76, 2008.
- SEPLAN/RR. Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento de Roraima. Panorama e Vetores de Desenvolvimento de Roraima. v.1: Características gerais, infraestrutura, incentivos e comércio exterior. Divisão de Estudos e Pesquisas. 2013. Disponível em: [www.seplan.rr.gov.br](http://www.seplan.rr.gov.br). Acesso em: 15 ago. 2019.
- VIANA, J. G. A.; SOUZA, R. S. de. Análise do comportamento dos preços históricos do arroz no Rio Grande do Sul de 1973 a 2005. In: Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2006, Fortaleza. Anais...Fortaleza, 2006.
- VIEIRA, A. C. P.; WATANABE, M.; YAMAGUCHI, C. K.; BRUCH, K. L.; TEIXEIRA, L. X. Rizicultura: a influência das inovações em cultivares da cadeia produtiva na região sul catarinense. In: Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 50, 2012, Vitória. Anais...Vitória, 2012.



VIEIRA, A. C. P.; ZANATTA, B.; BRUCH, K. L.; JENOVEVA NETO, R.; YAMAGUCHI, C. K. Cadeia produtiva orizícola: uma análise de P&D das novas cultivares utilizadas nas regiões da AMREC e AMESC no sul de Santa Catarina. Revista de Propriedade Intelectual – Direito Contemporâneo e Constituição, v.5, n.3, p.87-111, 2014.

ZAMBERLAN, C. O.; SONAGLIO, C. M. A influência da produção interna e das importações orizícolas do Mercosul no preço interno do

arroz em casca. Revista de Economia Mackenzie, v.8, n.3, p.10-29, 2011a.

ZAMBERLAN, C. O.; SONAGLIO, C. M. A produção orizícola brasileira a partir da década de 1990: evolução e perspectivas econômicas. Qualit@s Revista Eletrônica, v.1, n.1, p.1-15, 2011b.

ZAMBERLAN, C. O.; WAQUIL, P. D.; HENKIN, H. Interligando a cadeia produtiva da indústria de beneficiamento de arroz. Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, v.11, n.1, p.186-214, 2013.

### Capítulo 3

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE MILHO EM FUNÇÃO DO USO DO FÓSFORO

Laura Carneiro Silva<sup>1</sup>  
Weder Ferreira dos Santos<sup>2</sup>  
Lucas Carneiro Maciel<sup>3</sup>  
Layanni Ferreira Sodré Santos<sup>4</sup>  
Adriano Silveira Barbosa<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Acadêmica em Agronomia, UFT/Campus Gurupi, Tocantins, lauracarneirolem@gmail.com

<sup>2</sup>Docente em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, UFT/Campus Gurupi, Tocantins, eng.agricola.weder@gmail.com

<sup>3</sup>Bacharel em Agronomia, UFT/Campus Gurupi, Tocantins, lucarneiromaciel@gmail.com

<sup>4</sup>Mestre em Agroenergia, UFT/Campus Gurupi, Tocantins, farm.layannisd@gmail.com

<sup>5</sup>Bacharel em Agronomia e Mestrando em Produção Vegetal, UFT/Campus Gurupi, Tocantins, adrianobarbosa.27@hotmail.com

### Introdução

A agricultura mundial enfrenta o desafio de aumentar a produção de alimentos, mas a expansão da área cultivada é restrita, então para atender essa demanda deve se aumentar a produtividade das culturas (SAATH & FACHINELLO, 2018). O milho (*Zea mays L.*) se destaca nesse cenário por ser o cereal mais cultivado no mundo e fonte de carboidrato na alimentação humana e animal (CONTINI et al., 2019).

O milho é uma cultura de importância alimentar, social, econômica e agrônômica. Possui mais de 3500 aplicações, e é utilizado juntamente com a soja como base da alimentação animal (CONTINI et al., 2019). Além disso, é utilizado nos sistemas de produção para a sucessão ou rotação de culturas o que leva a diminuição de incidência de pragas e doenças e traz outros benefícios (REIS et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2009).

Na safra 2019-2020 a área cultivada atingira 17 milhões de ha e uma produção total de 98 milhões de toneladas. No estado do Pará a produção vem aumentando ano a ano, porém ainda a produtividade de 3.255 kg ha<sup>-1</sup> ainda é inferior à média da região norte e do Brasil (CONAB, 2019). Essa baixa produtividade é devida as altas temperaturas noturnas, o baixo nível tecnológico empregado, e a falta de cultivares adaptadas as condições de estresse abiótico (COELHO et al., 2019).

O milho é uma planta exigente quanto a nutrição, a extração dos nutrientes no período vegetativo segue a ordem decrescente: potássio (K) > nitrogênio (N) > fósforo (P), já no período reprodutivo é N > K > P (MENEZES et al., 2018).

Para cada tonelada de grãos produzidos são exportados em média 14,2 kg de N, 1,5 kg de P e 2,8 kg de K (SIMÃO et al., 2017). O fósforo é quase todo translocado para os grãos (87%), devido estar ligado a compostos orgânicos de reserva (RESENDE et al., 2006).

O fósforo nas plantas desempenha funções estruturais e participa de vários processos, como a fotossíntese, síntese proteica e transferência de energia. Está ligado direta e indiretamente a maioria dos fenômenos biológicos. Por isso, a aplicação de P eleva o teor nas folhas e impacta no crescimento e desenvolvimento das plantas (PRADO, 2008).

Nos solos do cerrado uma limitação para a produção de milho é a disponibilidade de P, que em condições naturais, é muito baixa. E esses solos ainda tem alto potencial de retenção do P aplicado (SOUSA et al., 2016a). Assim, para obter altos rendimentos é primordial a utilização da adubação fosfatada. Porém, dado o alto custo desses fertilizantes e como a rocha fosfática, matéria prima para a fabricação, é um recurso finito, é necessário a utilização eficiente dos fertilizantes fosfatados e a busca de cultivares mais eficientes no uso do fósforo (HEUER et al., 2017).

De acordo com Simão et al. (2017) a redução dos valores de remoção de nutrientes por cultivares de milho modernos evidencia prováveis ganhos de eficiência de uso. Mas, ainda há pouca informação sobre o comportamento dos cultivares em diferentes níveis de fósforo, principalmente no estado do Pará.

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho

agronômico de cultivares de milho em função do uso do fósforo no Estado do Pará.

### Material e Métodos

A área de estudo localizado no Sítio Vitória nas coordenadas de 8°18'32"S e 50°36'58"W, município de Santa Maria das Barreiras, Estado do Pará. O clima da região é do

tipo Aw segundo a classificação de Köppen, o que indica clima tropical com estação seca no inverno (DUBREUIL et al., 2017).

Amostra do solo, classificado como Argissolo vermelho-amarelo (SANTOS et al., 2018) da área experimental apresenta teor de fósforo descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Características química e física do solo da área experimental para a camada de 0–20 cm

Argila %	pH CaCl <sub>2</sub>	M.O. dag kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Ca molc dm <sup>-3</sup>	Mg molc dm <sup>-3</sup>	Al molc dm <sup>-3</sup>	CTC molc dm <sup>-3</sup>
15	4,8	1,7	4,9	43	1,7	0,3	0,20	5,21

M.O: Matéria orgânica.

Foram realizados dois ensaios de competição de cultivares de milho. Os ensaios foram instalados sob condições contrastantes de fósforo: alto P (100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e baixo P (50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicados na semeadura utilizando como fonte o adubo superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As doses de fósforo foram definidas acordo com a necessidade da cultura do milho, o teor do nutriente no solo e levando em conta as doses usuais dos produtores (SOUSA & LOBATO, 2004).

O delineamento experimental utilizado, em cada ensaio, foi de blocos ao acaso com dez tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram compostos por dez cultivares, seis dessas foram os híbridos: AG 1051, AG 8088, BR 206, BRS 3046, PR 27D28 e 2B655PW, e as outras quatro foram as populações de polinização aberta (PPA): AL BANDEIRANTE, ANHEMBI, CATIVERDE e ORION.

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5,00 m, com espaçamento de 0,90 m. Na colheita, foram utilizadas as duas fileiras centrais de cada, descartando-se 0,50 m de cada extremidade, totalizando uma área útil de 4 m<sup>2</sup>.

O preparo do solo foi realizado com a aração, gradagem e sulcamento. A semeadura foi realizada na época da chuva e a adubação foram efetuadas manualmente em 23 de dezembro de 2017. Foi realizado o desbaste após a emergência, deixando o espaçamento de 0,20 m entre plantas, para obtenção de uma população de 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>.

As adubações nitrogenada e potássica, em cobertura, foram parceladas nos estádios V4 e V8 (quatro e oito folhas completamente abertas). Foi utilizada a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N

e 90 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, tendo como fonte a ureia (43% de N) e o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O).

Os tratos culturais, como o controle fitossanitário de doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados seguindo as recomendações técnicas da cultura (BORÉM et al., 2015).

A colheita foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de maturação fisiológica (R6). Em seguida, as espigas foram trilhadas e os grãos pesados, onde foi calculada a massa de grãos de cada parcela corrigida a 13% de umidade e transformada em kg ha<sup>-1</sup>. Foram mensuradas as alturas de espiga (AE) e de planta (AP) com uma trena métrica, considerando a distância do solo até a inserção da primeira espiga e última folha aberta, respectivamente. Ainda foi calculada a eficiência agrônômica pelo método da diferença, conforme apresentado Johnston et al. (2014).

Após a tabulação dos dados, foram submetidos ao teste de normalidade. Em seguida, realizada análise de variância para cada ensaio e, após, análise conjunta seguindo o critério da homogeneidade dos quadrados médios residuais dos ensaios. As médias foram comparadas pelo teste de grupos de Scott e Knott (1974), a 5% de significância, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

### Resultados e Discussão

Observa-se que ocorre efeito significativo da interação (Tabela 2) para as variáveis altura de espiga (AE), altura de planta (AP) e produtividade (PROD).

Tabela 2. Análise de variância conjunta de altura de espiga (AE), altura de planta (AP) e produtividade (PROD) de dez cultivares de milho em função do uso do fósforo

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrado Médio		
		AE	AP	PROD
Ensaio	1	8906,02*	6762,82*	126417260,40*
Cultivar	9	646,01*	620,73*	6392053,17*
Interação	9	159,05*	105,59*	2093500,23*
Bloco (Ensaio)	4	46,52 <sup>ns</sup>	10,91 <sup>ns</sup>	207488,25 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	44,67	9,28	228271,02
Média		105,4	211,3	8043
Coeficiente de variação (%)		6,3	1,4	5,9

\*Significativo e <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F ao a 5% de significância.

De acordo com Perecin e Cargnelutti Filho (2008) a significância da interação demonstra que os fatores estudados são dependentes, ou seja, o comportamento dos cultivares para essas variáveis depende da presença ou ausência do fósforo. Os coeficientes de variação (CV) de AE, AP e PROD são classificados como baixo e a precisão experimental como alta (PIMENTEL-GOMES, 2009).

As médias de AE (Tabela 3) variam de 83 a 148 cm, em baixo P os cultivares foram divididos em dois grupos de média, e em alto P em quatro grupos. As médias do cultivar PR27D28 não diferem nos dois ensaios, e juntamente com o CATIVERDE apresentam as maiores médias em baixo P. Em alto P o CATIVERDE apresenta a maior média, e o AG 8088 e BRS 3046 as menores médias.

Todos os cultivares apresentam maiores médias de AP em alto P, que variam de 182 a 240

cm. Em baixo P foram formados seis grupos de médias, e o CATIVERDE apresenta a maior, e o BRS 3046 a menor. Já em alto P foram formados quatro grupos, o CATIVERDE e o BR 206 apresentam as maiores médias, e o AG 8088 a menor.

Alves et al. (2019) avaliando genótipos de milho obteve médias de AE de 88 cm e AP de 233 cm, essas médias foram menores e maiores que as encontradas neste trabalho, respectivamente. Silva et al. (2019) estudando o comportamento do milho em diferentes doses de nitrogênio e Parente et al. (2016) em doses de potássio encontraram médias de AP e AE inferiores as encontradas nesse estudo. E corroborando com esses resultados, Oliveira et al. (2019) também observaram acréscimo na AE e AP de plantas de milho com o uso do fósforo.

Tabela 3. Médias de altura de inserção de espiga (AE) e altura de planta (AP) de dez cultivares de milho em função do uso de fósforo

Cultivar	AE (cm)			AP (cm)		
	Baixo P	Alto P	Média	Baixo P	Alto P	Média
PR27D28	104 Aa	113 Ac	109	195 Be	225 Ab	210
2B655PW	86 Bb	109 Ac	97	199 Bd	209 Ad	204
AG 1051	93 Bb	127 Ab	110	211 Bb	225 Ab	218
AG 8088	85 Bb	98 Ad	91	199 Bd	211 Ad	205
AL BAND.	93 Bb	112 Ac	102	192 Be	224 Ab	208
ANHEMBI	83 Bb	117 Ac	100	202 Bc	216 Ac	209
BR 206	94 Bb	126 Ab	110	205 Bc	237 Aa	221
BRS 3046	91 Bb	105 Ad	98	182 Bf	205 Ad	194
CATIVERDE	110 Ba	148 Aa	129	220 Ba	240 Aa	230
ORION	94 Bb	123 Ab	108	203 Bc	228 Ab	215
Média	93 B	118 A	105	201 B	222 A	211

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, pelo critério de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de significância.

Uma altura de inserção da espiga elevada predispõe as plantas ao acamamento (ZOZ et al., 2018), e ainda desfavorece o acúmulo de carboidratos nos grãos, pois as folhas acima da

espiga são mais eficientes na produtividade (ALVIM et al., 2011). Porém, uma altura de planta e de inserção da espiga baixa afeta as

perdas na colheita mecanizada e a pureza dos grãos (CAMPOS et al., 2010)

As médias de PROD dos cultivares (Tabela 4) são maiores em alto P, e variam de 5446 a 11486. No ensaio de baixo P as médias foram divididas em dois grupos, e o PR27D28, 2B655PW, AG 8088, BR 206 e BRS 3046 apresentam-se os mais produtivos. Estas produtividades são maiores que a média do estado do Pará (CONAB, 2019).

Conforme Sousa et al. (2016b), em disponibilidade muito baixa de fósforo a produtividade das culturais anuais pode chegar

até 40% do potencial. E nesses ambientes com restrição de P os mecanismos das plantas, são: alterações na arquitetura e morfologia das raízes, aumento da capacidade de absorver P e acidificação da rizosfera (SOUSA et al., 2016a).

Em alto P as médias foram divididas em cinco grupos, o AL BANDEIRANTE e o CATIVERDE apresentam as produtividades mais baixas. E o AG 1051 e BRS 3046 são os mais produtivos. As produtividades alcançadas nos dois ensaios são maiores que as encontradas por Fidelis et al. (2014).

Tabela 4. Médias de produtividade (PROD) e eficiência agrônômica (EA) de dez cultivares de milho em função do uso de fósforo

Cultivar	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )			EA (kg kg <sup>-1</sup> )
	Baixo P	Alto P	Média	
PR27D28	7387 Ba	9482 Ac	8435	42
2B655PW	6698 Ba	10450 Ab	8574	75
AG 1051	6344 Bb	11174 Aa	8759	97
AG 8088	7998 Ba	10177 Ab	9088	44
AL BAND.	5824 Bb	7077 Ae	6450	25
ANHEMBI	5446 Bb	8490 Ad	6968	61
BR 206	7412 Ba	9249 Ac	8331	37
BRS 3046	7136 Ba	11486 Aa	9311	87
CATIVERDE	5501 Bb	7650 Ae	6576	43
ORION	6169 Bb	9710 Ac	7939	71
Média	6592	9495		58

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e minúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, pelo critério de agrupamento de Scott e Knott (1974), a 5% de significância.

As médias de EA variam de 25 a 97 kg kg<sup>-1</sup>, o AG 1051, BRS 3046 e o 2B655PW apresentam as três maiores médias. Fidelis et al. (2014) encontraram resposta de até 26,34 kg kg<sup>-1</sup>, resultado menor que neste trabalho.

### Conclusão

O cultivar CATIVERDE apresentou maiores alturas de inserção da espiga e de plantas em baixo e alto fósforo.

Os cultivares BRS 3046 e AG 1051 foram os mais produtivos em alto fósforo, e tiveram as maiores medias de eficiência agrônômica.

Novas propostas de estudos devem abordar o crescimento do sistema radicular dos cultivares com maiores eficiência agrônômica, e também testar a inoculação de micorrizas nos cultivares com maior produtividade em baixo fósforo.

### Referências

ALVES, L. W. R.; MONTAGNER, A.; PEREIRA, J. F. Potencial produtivo de cultivares de milho no

Cerrado do Amapá. Macapá: Embrapa Amapá, 2019. 8p.

ALVIM, K. R. T.; BRITO, C. H.; BRANDÃO, A. M.; GOMES, L. S.; LOPES, M. T. G. Redução da área foliar em plantas de milho na fase reprodutiva. Revista Ceres, v.58, n.4, p.413-418, 2011.

BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. Milho: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV, 2015. 351p.

CAMPOS, M. C. C.; SILVA, V. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN, M. Z. Produtividade e características agrônômicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. Revista Acadêmica Ciência Animal, v.8, n.1, p.77-84, 2010.

COELHO, B. A.; DIAS, V. C.; PELÚZIO, J. M.; SOUZA, C. M.; SIQUEIRA, G. B.; SANTOS, W. F. Produtividade do milho cultivado em baixa latitude na entressafra inoculado com *Azospirillum brasilense* com diferentes doses de nitrogênio. Journal of Bioenergy and Food Science, v.6, n.1, p.8-28, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos:

- Primeiro Levantamento. 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 14 nov. 2019.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 45p.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 a 2015. *EchoGéo*, v.41, p.1-27, 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; SANTOS, G. R.; SILVA, R. R.; VELOSO, D. A. Classificação de populações de milho quanto a eficiência e resposta ao uso de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, v.19, n.2, p.59-64, 2014.
- HEUER, S.; GAXIOLA, R.; SCHILLING, R.; HERRERA-ESTRELLA, L.; LÓPEZ-ARREDONDO, D.; DELHAIZE, E.; ROUACHED, H. Improving phosphorus use efficiency - a complex trait with emerging opportunities. *The Plant Journal*, v.90, p.868-885, 2017.
- JOHNSTON, A. E.; POULTON, P. R.; FIXEN, P. E.; CURTIN, D. Phosphorus: its efficient use in agriculture. *Advances in Agronomy*, v.123, p.177-228, 2014.
- MENEZES, J. F. S.; BERTI, M. P. S.; VIEIRA JUNIOR, V. D.; RIBEIRO, R. L.; BERTI, C. L. F. Extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.5, n.3, p.55-59, 2018.
- OLIVEIRA, L. J.; SALVADORI, J. R.; CORSO, I. C. Plantio direto favorece controle natural de pragas. *Visão Agrícola*, n.9, p.99-103, 2009.
- OLIVEIRA, R. C.; BITTAR, D. Y.; SILVA, A. G.; BRITO, G. H. M. Características morfológicas e produtivas na cultura do milho. *Ipê Agronomic Journal*, v.3, n.1, p.26-36, 2019.
- PARENTE, T. L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; SOUZA, L. G. M.; PIVETTA, R. S.; BOSSOLANI, J. W. Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão. *Revista Agro@mbienteOnline*, v.10, n.3, p.193-200, 2016.
- PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.1, p.68-72, 2008.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de Estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.
- PRADO, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407p.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summa phytopathol*, v.37, n.3, p.85-91, 2011.
- RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KINPARA, D. I.; SANTOS, J. Z. L.; CARNEIRO, L. F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da Região do Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.453-466, 2006.
- SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, v.56, n.2, p.195-212, 2018.
- SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, v.30, p.507-512, 1974.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAUJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SIBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>. Acesso em: 03 abr. 2020.
- SILVA, K. C. L.; SANTOS, W. F.; AFFÉRI, F. S.; PELUZIO, J. M.; SODRÉ, L. F. Diversidade genética em genótipos de milho de plantio tardio sob diferentes níveis de nitrogênio no Tocantins. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.6, n.3, p.92-100, 2019.
- SIMÃO, E. D. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; MARTINS, D. C.; VANIN, A. Demanda de nutrientes pelo milho safrinha em função da época de semeadura e adubação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.16, n.3, p.481-494, 2017.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2.ed. Planaltina: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SOUSA, D. M. G.; NUNES, R. S.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. D. Manejo do fósforo na região do Cerrado. In: FLORES, R. A.; CUNHA, P. P. (Eds.). Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado. Goiânia: UFG, 2016a. 503p.
- SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; SANTOS JUNIOR, J. Manejo da adubação fosfatada para culturas anuais no cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2016b. 10p.

ZOZ, T.; LANA, M. C.; STEINER, F.; ZOZ, A.; ZOZ, J.; ZUFFO, A. M. Densidade populacional, espaçamento e adubação nitrogenada na

semeadura de milho de segunda safra. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.12, n.1, p.103-125, 2018.

## Capítulo 4

# **EFEITO DO TEMPO E TEMPERATURA DO ULTRASSOM NA COR INSTRUMENTAL DA POLPA DE JAMBOLÃO (*Syzygium jambolanum*)**

**Virgínia Mirtes de Alcântara Silva<sup>1</sup>**

**Newton Carlos Santos<sup>2</sup>**

**Raphael Lucas Jacinto Almeida<sup>3</sup>**

**Victor Herbert de Alcântara Ribeiro<sup>4</sup>**

**Lucas Rodolfo Inácio da Silva<sup>5</sup>**

**Anna Paula Rocha de Queiroga<sup>6</sup>**

**Hilda Camila Nascimento Nogueira<sup>7</sup>**

<sup>1,4</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/Campus Campina Grande-PB, virginia.mirtes2015@gmail.com; victor\_herbert@hotmail.com

<sup>2,3</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN/CCT/UAEQ/Campus Natal-RN, newtonquimicoindustrial@gmail.com; raphaelqindustrial@gmail.com

<sup>5</sup>Engenheiro de Biotecnologia e Bioprocessos, Mestre em Engenharia de Química, rodolfo\_i@hotmail.com

<sup>6</sup>Mestranda em Química, Universidade Federal da Paraíba, UFPB/CCT/UAQ, annapaula\_rocha@hotmail.com

<sup>7</sup>Mestranda em Exploração Petrolífera e Mineral, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTT/UAE Petro/Campus Campina Grande-PB, hildacamila@hotmail.com

### **Introdução**

Jambolão (*Syzygium cumini* (L.)) é uma fruta ainda pouco explorada no Brasil e sem mercado estabelecido, foi relatado como uma boa fonte de polifenóis como fenólicos ácidos, taninos e flavonoides, particularmente antocianinas (GARCIA et al., 2020). A sua cor púrpura intensa é devido ao alto teor de compostos de antocianinas, igualmente presentes em frutas como uva (*Vitis* sp.), mirtilo (*Vaccinium myrtillus*), e jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). É interessante notar que uma das características especiais desses compostos é sua alta solubilidade em misturas aquosas. Por outro lado, os teores de antocianina encontrados nos frutos de jambolão são semelhantes aos detectados nos mirtilos, que já são considerados como um produto nutracêutico de alta importância comercial (SILVA et al., 2018a). A fruta não possui alto valor comercial no Brasil e a maior parte da produção é perdida, o que a torna uma matéria-prima barata para extração de antocianinas e outros compostos (SILVA et al., 2018b).

As antocianinas são pigmentos roxos, azuis e vermelhos naturais e são uma subclasse importante de polifenóis/flavonoides. Esses pigmentos estão presentes em uma ampla gama de flores, frutas e vegetais e foram relatados como associados a uma série de benefícios à saúde humana (HONG et al., 2020). Estudos epidemiológicos, clínicos e *in vitro* mostram

grandes efeitos biológicos relacionados a esses compostos, tais como: atividades antioxidantes, anti-inflamatória, antimicrobiana e anticarcinogênica (MOREIRA et al., 2017).

Devido a múltipla bioatividade destes polifenóis, a indústria de alimentos busca técnicas alternativas para sua conservação, que não ocasionem perdas indesejáveis e preservem as características do produto (TAO et al., 2020). Dentre os métodos não térmicos de conservação de alimentos, a aplicação do ultrassom tem sido estudada como tecnologia alternativa aos métodos de tratamento térmico (TOMADONI et al., 2018). O processamento de ultrassom induz mudanças químicas e físicas em diferentes sistemas alimentares. Em sistemas de alimentos como sucos e polpas, os efeitos mecânicos ocorrem como consequência da alta energia fornecida. As modificações estruturais obtidas podem ou não ser desejável no processamento de alimentos (CAMPOLI et al., 2018). Para Ordóñez-Santos et al. (2017) este método preserva a qualidade das polpas de frutas, retendo grande parte dos compostos bioativos e redução de microrganismos patógenos.

A cor é uma característica física que pode sofrer mudanças em virtude da aplicação de tratamentos térmicos e não térmicos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho, é avaliar os efeitos da aplicação do ultrassom nas medidas instrumentais de cor da polpa do jambolão.



## Material e Métodos

Foram utilizados, como matéria-prima a Jambolão (*Syzygium cumini* (L.)) em estágio de maturação maduro coletado em área rural do município de Lagoa Seca, Paraíba. Os frutos

foram lavados em água corrente, sanitizados em água clorada (100 ppm) por 15 minutos, despulpado manualmente com o auxílio de facas de aço inoxidável, obtendo-se assim a sua polpa (Figura 1).



Figura 1. Frutos e polpa do jambolão.

Após o despulpamento, 50g de polpa de jambolão foram distribuídos em tubos previamente esterilizados e submetidos ao tratamento de Ultrassom por 10 e 15 min a 25, 40 e 50°C respectivamente. Para a realização dos tratamentos foi utilizado o equipamento de ultrassom do tipo banho com frequência de 40 kHz.

### Análise de cor

Os parâmetros de cor foram determinados utilizando-se o espectrofotômetro Mini Scan Hunter Lab XE Plus (Reston, VA, EUA), no sistema de cor Cielab, o qual permitiu a obtenção dos parâmetros: L\* (luminosidade); a\* (transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*)); e b\* (transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*)). Após a aferição dos dados de a\* e b\*, estabeleceu-se os valores do croma (C\*), que representa a saturação ou intensidade da cor, sendo 0 = cor impura e 60 = cor pura conforme Equação 1.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

### Resultados e Discussão

Na Figura 2, observa-se os valores obtidos para a coordenada cromática L\* da polpa de jambolão nos seus diferentes tratamentos.

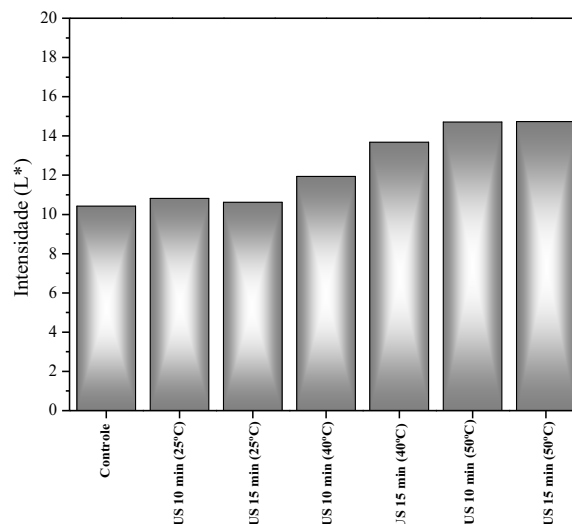


Figura 2. Coordenada cromática L\* da cor instrumental da polpa de jambolão em seus diferentes tratamentos.

A polpa que não foi submetida ao tratamento ultrassônico apresenta valor de 10,42 para a coordenada cromática L\*. Nunes (2019), ao determinar a cor da polpa do jambolão *in natura* obteve valor de 10,31 para a mesma coordenada cromática. Segundo Kim et al. (2019) este parâmetro (L\*) representa a luminosidade com valores que podem variar de 0 (preto) a 100 (branco) estabelecendo assim uma escala cinza. Quando se aplicado o tratamento ultrassônico à polpa, observa-se aumento na intensidade da sua cor, quando se teve aumento do tempo e temperatura.

Para o tempo de 10 min os valores são de 10,81; 11,93 e 14,71, para as temperaturas

de 25, 40 e 50°C, respectivamente. Para o tempo de 15 min os valores são de 10,62; 13,98 e 14,73, para as temperaturas de 25, 40 e 50°C, respectivamente. Vale salientar que, para a temperatura de 50°C, o valor deste parâmetro apresenta uma mínima alteração.

Canuto et al. (2010) obtiveram os seguintes valores da coordenada cromática L\* pra diferentes polpas de frutas: açaí (16,6), acerola (23,8); bacaba (26,8); tamarindo (33,8).

Na Figura 3, observa-se os valores obtidos para a coordenada cromática a\* da polpa de jambolão nos seus diferentes tratamentos.

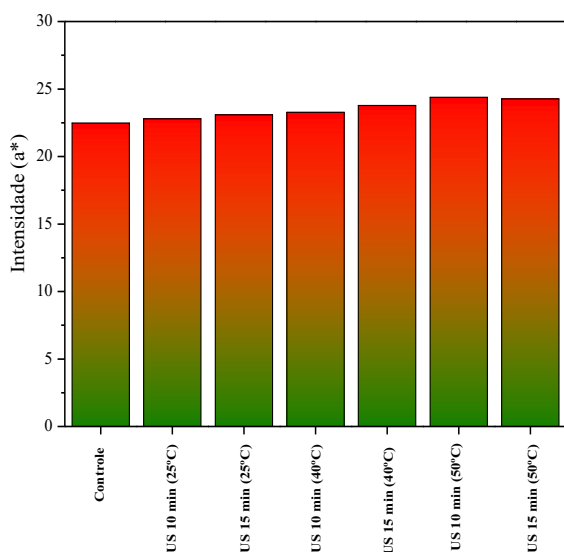


Figura 3. Coordenada cromática a\* da cor instrumental da polpa de jambolão em seus diferentes tratamentos.

Com relação a coordenada cromática a\* polpa *in natura* (controle) apresenta valor de 22,48. O tratamento ultrassônico promoveu aumento nos valores dessa coordenada sendo mais intenso para as polpas submetidas a 10 e 15 minutos na temperatura de 50°C, que apresentam valores de 24,38 e 24,26, respectivamente. Indicando uma intensificação da cor vermelha após os tratamentos com ultrassom. Menelli et al. (2019), ao aplicarem o processo ultrassônico em sucos de morango, também observaram aumento nos valores de a\* com aumento do tempo e temperatura de processo.

De acordo com Patras (2019) geralmente, as alterações de cor observadas podem estar relacionadas ao pH, mas também devido à polimerização e escurecimento das antocianinas. Segundo Zou e Hou (2017), a

aplicação do ultrassom pode acelerar a liberação de pigmento dos tecidos de frutos.

Na Figura 4, observa-se os valores obtidos para a coordenada cromática b\* da polpa de jambolão nos seus diferentes tratamentos.

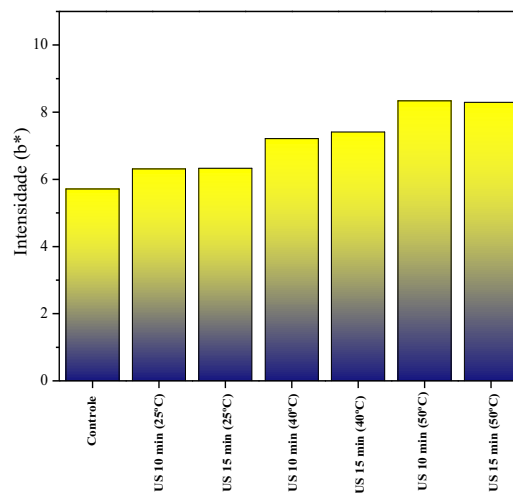


Figura 4. Coordenada cromática b\* da cor instrumental da polpa de jambolão em seus diferentes tratamentos.

Observa-se na polpa controle (in natura) valor de 5,71 para coordena cromática b\*. Santos et al. (2020) ao analisarem os parâmetros instrumentais de cor na polpa integral de noni, obtiveram valor de 17,50 para a coordenada cromática b\*. Moura et al. (2016) obtiveram valor de 4,72 para mesma coordenada cromática em um produto elaborado a base de morango. Assim como para as outras coordenadas cromáticas analisadas, a coordenada b\* também apresenta aumento em seus valores quando se tinha maior intensificação do tempo e temperatura.

No entanto, apenas no tratamento com 50°C ocorre uma redução no valor de 8,34 para 8,29 quando o tempo varia de 10 para 15 min. Para Dias (2014), as alterações de cor observadas neste estudo podem ter sido causadas pela cavitação, que governa várias reações físicas, químicas e biológicas, tais como a aceleração da decomposição química de partículas suscetíveis, como enzimas e microrganismos.

Na Figura 5, observa-se os valores obtidos para o croma (C\*) da polpa de jambolão nos seus diferentes tratamentos. O croma (C\*), ou índice de saturação, caracteriza o atributo quantitativo da cor e é proporcional à sua intensidade (WIBOWO et al., 2015).

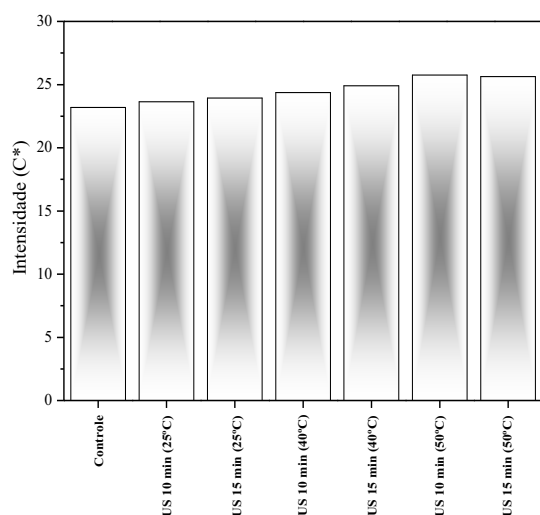


Figura 5. Cromo (C\*) da polpa de jambolão em seus diferentes tratamentos.

A polpa do jambolão in natura, apresenta valor de 23,19 para o C\*, valor este, próximo ao observado por Monteiro et al. (2020) em cubos de berinjela de 22,08. Observa-se aumento da intensidade da cor para todos os experimentos realizados, sendo que a polpa submetida ao tratamento ultrassônico de 10 min e 50 °C apresenta valor de 25,76, proporcionando maior brilho na cor observada em relação aos demais tratamentos. Para Pathare et al. (2013) o cromo (C\*) descreve o brilho da cor, ou seja, a saturação e quanto mais alto valor do C\* mais viva é a cor observada.

### Conclusão

O tratamento ultrassônico no qual a polpa do jambolão foi submetida, promoveu aumento em todos os parâmetros de cor instrumental analisados. Sendo este aumento mais intenso, quando houve aumento do tempo e temperatura. No entanto, vale ressaltar a importância de estudos futuros analisado a influência desse tratamento na biodisponibilidade dos compostos presente na polpa.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado aos autores.

### Referências

CAMPOLI, S. S.; ROJAS, M. L.; AMARAL, J. E. P. G.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; AUGUSTO, P. E. D. Ultrasound processing of guava juice: Effect on

structure, physical properties and lycopene in vitro accessibility. *Food Chemistry*, v.268, p.594-601, 2018.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.

DIAS, D. R. C. Efeitos do ultrassom em parâmetros de qualidade do suco de graviola (*Annona muricata* L.). 75f. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2014.

DOS SANTOS, A. F.; CHAVES, M. A.; BASTOS, T. D. S.; SANTOS, C. T.; NETO, M. A. B.; COSTA, T. V.; CASTRO, S. S. Effect of filtration on the physico-chemical characteristics, phenolic constituents and color of noni pulp. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.1, p.1491-1501, 2020.

GARCIA, S. L. A.; SILVA, G. M.; MEDEIROS, S. M. S.; QUEIROGA, A. P. R.; QUEIROZ, B. B.; FARIAS, D. R. B.; CORREIAS, J. O.; FLORETINO, E. R.; BURITI, F. C. A. Influence of co-cultures of *Streptococcus thermophilus* and probiotic lactobacilli on quality and antioxidant capacity parameters of lactose-free fermented dairy beverages containing *Syzygium cumini* (L.) skeels pulp. *RSC Advances*, v.10, n.17, p.10297-10308, 2020.

HONG, H. T.; NETZEL, M. E.; O'HARE, T. J. Optimisation of extraction procedure and development of LC-DAD-MS methodology for anthocyanin analysis in anthocyanin-pigmented corn kernels. *Food Chemistry*, p.126515, 2020.

KIM, D. S.; LEE, D. U.; CHOI, J. H.; KIM, S.; LIM, J. H. Prediction of carotenoid content in tomato fruit using fluorescence screening method. *Postharvest Biology and Technology*, v.156, 2019.

MENELLI, G. S.; FRACALLOSSI, K. L.; LEPAUS, B. M.; SILVA, L. F.; JOSÉ, J. F. B. de S. Effect of ultrasound in instrumental color of strawberry juice. *Higiene Alimentar*, v.33, n.288-289, p.3408-3412, 2019.

MONTEIRO, S.; MONTEIRO, S.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; CRUZ, O.; MARTINS, L.; GOMES, J. P. Application of combined osmotic and air fryer drying processes in hibiscus spiced eggplants. *Research, Society and Development*, v.9, n.3, e07932267, 2020.

MOREIRA, G. C. R. C.; ASSIS, C. F.; BOTELHO, R. V.; VAZ, D. S. S. FREIRE, P. L. I.; BENNEMANN, G. D. Conteúdo de minerais, compostos fenólicos e antocianinas em farinhas de bagaço de uva das variedades Seibel e Bordô provenientes de uma

vinícola sul-paranaense. *Nutrição Brasil*, v.16, n.6, p.391-397, 2018.

MOURA, S. C. S. R.; VISSOTTO, F. Z.; RUFFI, C. R. G.; ALVES JÚNIOR, P. Propriedades físicas e reológicas de produtos à base de frutas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.19, 2016.

NUNES, J. S. Extração de antocianinas do jambolão (*Syzygium cumini*). 128f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2019.

ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E.; MARTÍNEZ-GIRÓN, J.; ARIAS-JARAMILLO, M. E. Effect of ultrasound treatment on visual color, vitamin C, total phenols, and carotenoids content in Cape gooseberry juice. *Food Chemistry*, v.233, p.96-100, 2017.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, v.6, n.1, p.36-60, 2013.

PATRAS, A. Stability and colour evaluation of red cabbage waste hydroethanolic extract in presence of different food additives or ingredients. *Food Chemistry*, v.275, p.539-548, 2019.

SILVA, W. P.; NUNES, J. S.; GOMES, J. P.; ARAÚJO, A. C.; SILVA, C. M. D. P. S. Obtaining anthocyanin from jambolan fruit: Kinetics, extraction rate, and prediction of process time for different

agitation frequencies. *Food Science & Nutrition*, v.6, n.6, p.1664-1669, 2018a.

SILVA, W. P.; NUNES, J. S.; GOMES, J. P.; ARAÚJO, A. C.; SILVA, C. M. D. P. S. Description of jambolan (*Syzygium cumini* (L.)) anthocyanin extraction kinetics at different stirring frequencies of the medium using diffusion models. *Heat and Mass Transfer*, v.54, n.11, p.3275-3285, 2018b.

TAO, Y.; WU, Y.; HAN, Y.; CHEMAT, F.; LI, D.; SHOW, P. L. Insight into mass transfer during ultrasound-enhanced adsorption/desorption of blueberry anthocyanins on macroporous resins by numerical simulation considering ultrasonic influence on resin properties. *Chemical Engineering Journal*, v.380, p.122530, 2020.

TOMADONI, B.; CASSANI, L.; VIACAVA, G.; MOREIRA, M. D. R.; PONCE, A. Effect of ultrasound and storage time on quality attributes of strawberry juice. *Journal of Food Process Engineering*, p.1-8, 2016.

WIBOWO, S.; VERVOORT, L.; TOMIC, J.; SANTIAGO, J. S.; LEMMENS, L.; PANAZZO, A.; GRAUWET, T.; HENDRICKX, M.; LOEY, A. V. Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. *Food Chemistry*, v.171, p.330-340, 2015.

ZOU, Y.; HOU, X. Sonication enhances quality and antioxidant activity of blueberry juice. *Food Science and Technology*, v.37, n.4, p.599-603, 2017.

## Capítulo 5

# PREVISÃO DE VENDAS DE COLHEDORAS DE GRÃOS POR MEIO DA ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS

**Jhiorranni Freitas Souza<sup>1</sup>**  
**Anderson Gomide Costa<sup>2</sup>**  
**Túlio de Almeida Machado<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Seropédica-RJ, jhiorranni\_freitas@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ, andersongc7@gmail.com

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do Departamento de Agronomia, IFGoiano, Morrinhos-GO, machado.tulio@gmail.com

### Introdução

A agricultura é um dos pilares da economia brasileira. De acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), o PIB do agronegócio brasileiro cresceu 3,81% em 2019 representando 21,4% do PIB total do país (CEPEA, 2020). O contínuo aumento da mecanização e atualmente da automação tem papel fundamental na sua crescente expansão. A cada ano, a produção e a produtividade agrícola aumentam e conseqüentemente há cada vez maiores investimentos na expansão das fronteiras agrícolas por todo o país. O crescimento da agroindústria com a comercialização de novas máquinas e equipamentos com tecnologias cada vez mais avançadas, dado o passar dos anos e as condições de mercado, foram se tornando mais favoráveis aos produtores que desta forma impulsionaram as vendas de maquinários para a agricultura (EMBRAPA, 2020).

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) mantém o otimismo para com o setor e projeta um novo crescimento no volume de vendas em 2020 na ordem de 2,9%, sendo prevista a venda de aproximadamente 40 mil unidades de máquinas agrícolas, entre tratores e colhedoras (ANFAVEA, 2020).

Segundo Vian et al. (2014), até o século XVIII apenas instrumentos rudimentares fabricados de madeira e ferro eram utilizados na agricultura. Ainda, de acordo com mesmo autor, os Estados Unidos foram os pioneiros no uso de grandes trilhadoras e *combines* (colhedoras movidas a vapor), e a partir daí o país assumiu papel principal no desenvolvimento tecnológico

e na fabricação de máquinas agrícolas (OLIVEIRA, 2016).

O aumento da população mundial e, conseqüente, aumento da demanda alimentícia obrigaram os produtores a aumentarem sua produção em um curto espaço de tempo (SANTOS, 2018). Segundo Vian e Andrade Jr. (2010), as colhedoras de grãos foram desenvolvidas após a segunda guerra mundial impulsionada pelo crescimento acelerado da produção de grãos e demanda por este tipo de máquina agrícola.

De acordo com Preza (2015), a indústria de colhedora de grãos começou a se implantar no Brasil a partir de 1966, com o surgimento das primeiras unidades produtivas concentrando-se na região sul do país. A produção de soja atingiu a importância relativa da produção de trigo da região e as produções de carne de porco e de aves ampliaram em paralelo a demanda por farelo de soja, importante fonte de proteína vegetal na alimentação animal.

Vieira Filho (2017), destaca que na década de 60 foi onde a população urbana brasileira ultrapassou a quantidade de pessoas que viviam em áreas rurais. Essa mudança demográfica ascendeu a demanda por *commodities* agrícolas, exigindo da produção nacional grandes volumes de recursos e novas tecnologias para produção de alimentos.

A partir do início da década de 70, a indústria de colhedora de grãos ganhou impulso, dado que a produção e a exportação de cereais e de grãos em geral passaram a constituir fonte de divisas cambiais (AMATO NETO, 1985). Segundo o do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA, 2020), em 2019 a balança comercial do

agronegócio brasileiro gerou resultado líquido positivo de 7,06 bilhões de dólares americanos.

A automatização das fases do processo de produção agrícola como o preparo do solo, semeadura, plantio, fertilização, cultivo e aplicação de defensivos, através da utilização de tratores e de seus implementos, juntamente com cultivadores motorizados, passou a partir de então, a serem incorporadas com o uso das colhedoras automotrizes (AMATO NETO, 1985).

Nos últimos anos, a produção brasileira de grãos se manterá em constante crescimento, de acordo com o levantamento da CONAB (2020), o volume total de grãos deverá chegar a 251,1 milhões de toneladas, sendo 3,8% superior ao da temporada passada. Toda esta expansão vem evidenciando o papel fundamental que as colhedoras de grãos (*combines*) apresentam para garantir altos índices de produção.

Neste cenário, o Brasil destaca-se atualmente como um dos maiores produtores de *commodities* agrícolas do mundo, a agricultura brasileira chegou ao século 21 como nosso principal pilar econômico (MAGGI, 2016). Em 2019 os produtores rurais e nossa agroindústria foram responsáveis por 43% de tudo que o Brasil exportou (CEPEA, 2020). A expansão de área plantada, aumento da renda do produtor, quebra de paradigma tecnológico incrementou o índice de mecanização agrícola no país. O mercado de máquinas agrícolas colhedoras de grãos no Brasil evoluiu de 5315 unidades vendidas em 1976, primeiro ano da série histórica, para 8.539 em 2013, maior volume anual da série histórica conhecida, de acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2020).

Neste significativo segmento que tem alta relevância para a produção agrícola brasileira, verifica-se a necessidade de estudos que permitam estimar a venda de colhedoras de grãos no Brasil a partir da utilização de modelos quantitativos, encontrando-se assim incentivo para fomentar, e através de seus resultados contribuir, com informação à academia e ao mercado de máquinas agrícolas no Brasil (FERNANDES 2018; OLIVEIRA, 2016).

A indústria de máquinas agrícolas é influenciada por ciclos econômicos que exercem grande impacto no planejamento de vendas e custos de produção (BARICELO, 2013). Com relação a eles, Keynes (2010) estabelece corretamente o funcionamento dos ciclos nas grandes economias avançadas, em que por

natureza os agentes econômicos, tomam suas decisões baseados em experiências do passado próximo, e do presente, na esperança de prever o comportamento futuro do mercado. Modelos matemáticos podem ser ajustados para descrever as séries ou apenas para prever valores futuros, quando a série é decomposta em suas componentes explicáveis, como tendência, sazonalidade, ciclicidade, e na componente aleatória (SALES et al., 2018). A aplicação desses modelos para estimar parâmetros econômicos no setor agrícola é utilizada para reduzir incertezas do mercado e permitir um planejamento a curto e médio prazo para as empresas brasileiras (OLIVEIRA, 2016).

A suposição básica que norteia a análise de séries temporais é que há um sistema causal relativamente constante, relacionado com o tempo, que exerceu influência sobre os dados no passado e pode continuar a fazê-lo no futuro. Este sistema causal costuma atuar criando padrões não aleatórios que podem ser detectados em um gráfico da série temporal, ou mediante algum outro processo estatístico (REIS, 2015).

Dentre alguns estudos encontrados, observou-se a presença de pesquisas com séries temporais em análise de demanda de veículos no Brasil (LOURENÇO & NASCIMENTO, 2012) e de regressões lineares (FAUTH et al., 2011). Oliveira (2016), buscou estimar a demanda de tratores agrícolas no Brasil para o triênio 2016-2018, utilizando-se para este fim de técnicas de modelagem econométrica com modelos univariados e multivariados. O autor explica a econometria de séries temporais a partir da utilização de modelos SARIMA que se mostrou, neste caso, aplicável ao ajuste de um modelo aos dados da série histórica.

Considerando os dados temporais disponibilizados pela ANFAVEA, este trabalho possui objetivo de obter um modelo a partir da análise de séries temporais para previsão de vendas de colhedoras de grãos no Brasil para o triênio 2018-2020.

## Material e Métodos

Os dados para desenvolvimento do modelo de séries temporais foram obtidos no banco de dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA (2020). As observações avaliadas foram referentes as vendas nacionais de colhedoras de grãos. As informações foram agrupadas em registros mensais no período

entre janeiro de 1976 a dezembro de 2016, totalizando 504 observações.

A estacionariedade da série é uma premissa fundamental, pois garante que os resultados do estudo do seu comportamento possam ser generalizados para outros períodos de tempo. As séries que não apresentam essa característica devem passar por transformações em seus dados originais (WOOLDRIDGE, 2012).

Foi realizada uma análise preliminar dos dados através do gráfico da série original, da função de autocorrelação (FAC), função de autocorrelação parcial (FACP) para verificação da existência das componentes de tendência acompanhada com a aplicação do teste Dickey-Fuller aumentado de raiz unitária (CASTRO et al., 2016). Segundo Amaral (2011), a premissa de ausência de correlação serial nos erros pressupõe que o erro relacionado a qualquer das observações não é influenciado pelo erro de qualquer outra observação. Na prática, os testes estatísticos são aplicados nos resíduos gerados pelo modelo, com o objetivo de verificar se têm comportamento puramente aleatório. O correlograma é uma ferramenta comumente usada para checar a aleatoriedade de um conjunto de dados. A presença de tendência é detectada quando as correlações não apresentam comportamento gradualmente regressivo.

Para complementar a análise, aplicou-se o teste Dickey-Fuller aumentado de raiz unitária, com o intuito de avaliar se a série em questão é um processo estacionário. A série estacionária deve conter raízes unitárias. Os testes de raízes unitárias são capazes de detectar se a série foi suficientemente diferenciada para se tornar estacionária (AMARAL, 2011). Em geral, quando há presença de raiz unitária, o modelo se torna de passeio aleatório sem deslocamento, ou seja, um processo estocástico não-estacionário (GUJARATI, 2006).

Outra importante análise é a verificação da variabilidade na dispersão dos dados que compõe a série história em torno da média. Quando constata alta variabilidade, é necessária a realização de uma transformação nos dados originais visando a redução nas amplitudes de dispersão e a estabilização da variância. Para esta etapa, foi realizada uma análise dividindo as observações de cada série em grupos de 12 dados (janeiro à dezembro). Foram retiradas as médias e os valores de desvio padrão de todos os grupos e analisada a relação linear entre estes parâmetros. Coeficientes de relação

com alta magnitude (coeficiente angular da reta próximo a 45°) indicam dependência destes parâmetros e necessidade de transformação dos dados originais nas séries. Uma vez constatada a necessidade, foi efetuada a transformação nos dados originais a partir da aplicação do logaritmo neperiano de acordo com a Equação 1. Um conjunto arbitrário, um processo estocástico é uma família  $Z = \{Z(t), t \in T\}$ , tal que, para cada  $t \in T$ ,  $Z(t)$  é uma variável aleatória (MORETTIN & TOLOI, 2004).

$$\Delta Z_t^* = \Delta \log Z_t \quad (\text{Eq.1})$$

A seguir, a transformação nos dados originais a partir da aplicação do logaritmo neperiano foi efetuada para a redução nas amplitudes de dispersão e a esbalização da variância.

Após a transformação dos dados e análise do comportamento não estacionário, foi realizado o procedimento para a eliminação do efeito da componente tendência aplicando a primeira diferença na série transformada de acordo com a Equação 2.

$$\Delta Z(t) = Z(t) - Z(t-1) \quad (\text{Eq.2})$$

Para verificação da sazonalidade foi avaliado o periodograma da série transformada para a verificação de existência de picos sazonais. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar estatisticamente a existência da componente sazonalidade na série transformada. O efeito sazonal foi corrigido no processo de modelagem, estimando coeficientes a partir dos modelos do tipo SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> para lags múltiplos de 12 de acordo com a Equação 3.

$$\phi(B)\Phi(B^{12})(1-B^{12})^D(1-B)^dZ_t = \theta(B)\Theta(B^{12})a_t \quad (\text{Eq.3})$$

Em que:  $\Phi(B^{12}) = 1 - \Phi_1(B^{12}) - \dots - \Phi_P(B^{12P})$  é o operador autorregressivo sazonal de ordem P;  $\Theta(B^{12}) = 1 - \Theta_1(B^{12}) - \dots - \Theta_Q(B^{12Q})$  é o operador de médias móveis sazonal de ordem Q; S o número de diferenças simples; D indica o número de diferenças sazonais;  $\theta(B) = 1 - \theta_1B - \dots - \theta_qB^q$ ;  $\phi(B) = 1 - \phi_1B - \dots - \phi_P(B^P)$ .

Com base nas informações da função de autocorrelação e autocorrelação parcial foram testados modelos SARIMA visando um ajuste mais adequado para o conjunto de dados. Os modelos foram selecionados com base na

comparação estatística do teste  $Q(k)$  de Box-Pierce e Qui-quadrado para os 15 primeiros lags. O critério de Akaike (menor índice AIC) foi utilizado para indicar o modelo ideal para realizar a previsão de vendas de colhedoras de grãos para o triênio 2018-2020.

### Resultados e Discussão

Na Figura 1 observa-se a série temporal das vendas nacionais de colhedoras de grãos

com 504 observações e sua evolução no tempo. A análise permite identificar que a série temporal apresenta sinais de tendência, uma vez que há variações em torno da média da série ao longo do tempo. Ainda, é possível identificar a presença de sazonalidade pelo comportamento que se repete ao longo do tempo.

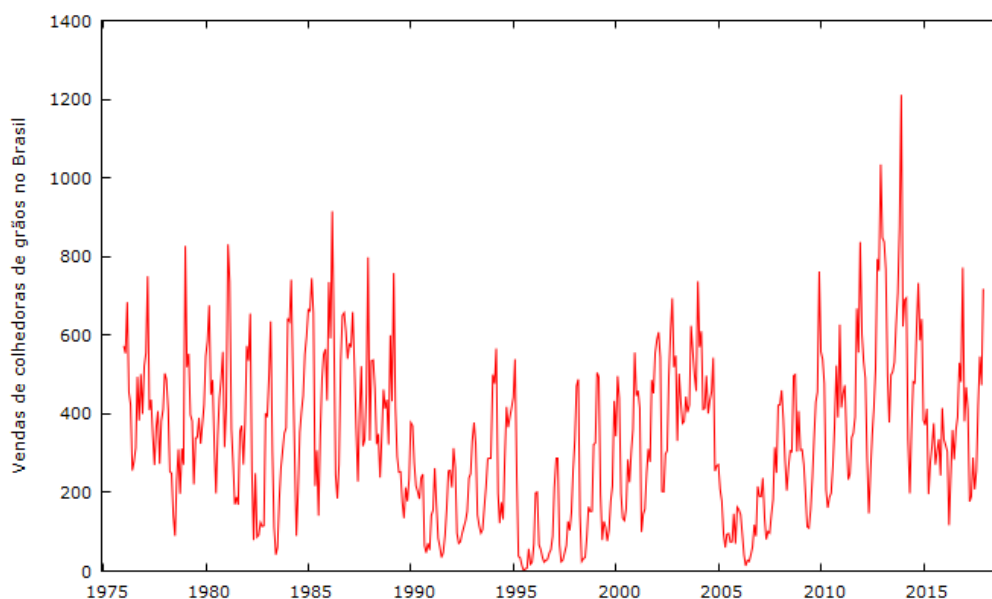


Figura 1. Série temporal de vendas de colhedoras de grãos no Brasil de janeiro de 1976 a dezembro de 2016.

Dornelas (2017) observou comportamento similar ao comparar métodos de previsão de vendas aderentes ao processo de gestão de demanda no setor de máquinas agrícolas. Produtos agrícolas também possuem comportamentos sazonais, normalmente relacionados aos períodos de safra e entressafra, dependendo da variedade plantada e da região em que são explorados (SATO et al., 2005; MEDEIROS et al., 2017).

Para análise preliminar da estacionariedade da série temporal, avalia-se a

existência da tendência nas observações ao longo do tempo por meio da avaliação do correlograma com o uso da autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) das observações com 36 defasagens, conforme apresentado na Figura 2. A análise permite identificar sinais de tendência na série temporal, uma vez que as correlações não apresentaram comportamento gradualmente regressivo.



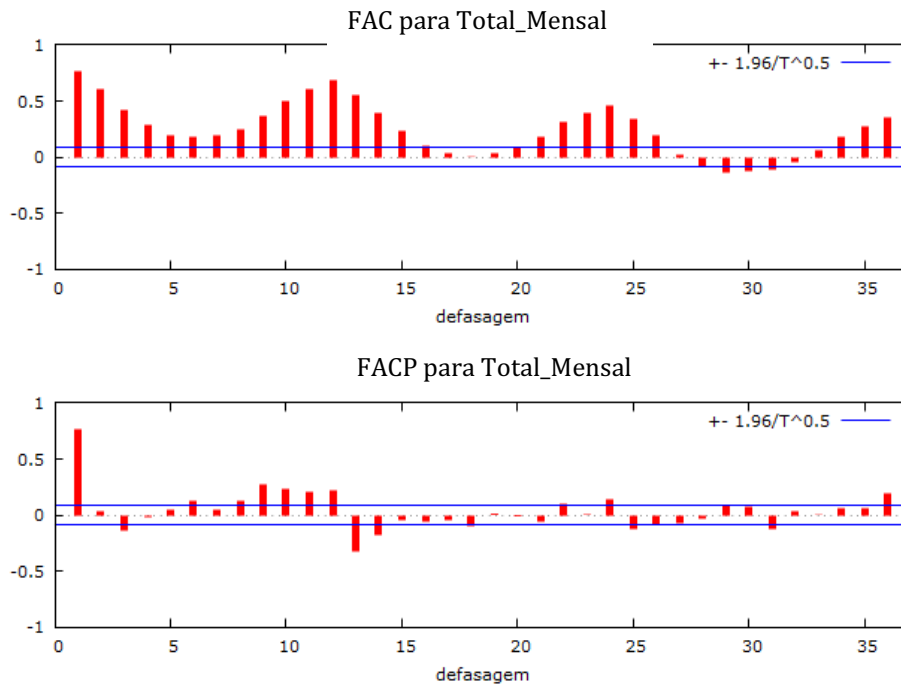


Figura 2. Representação gráfica da autocorrelação (FAC) e autocorrelação parcial (FACP) com 36 defasagens da série temporal das vendas de colhedoras de grãos de janeiro de 1976 a dezembro de 2016.

Um comportamento similar de tendência também foi observado por Oliveira (2016) ao analisar as séries temporais de vendas de tratores agrícolas entre os anos 2016 e 2018. Além da tendência, a presença de lags com significativa função de autocorrelação parcial da FAC e FACP possibilita a análise de outras características como a sazonalidade observada por Sales et al. (2018) no estudo para predição da produção brasileira de veículos para o 2º semestre de 2015.

Após a verificação da tendência, realiza-se a avaliação da necessidade de transformação dos dados. A dispersão entre o desvio padrão e a média aritmética dos dados distribuídos em grupos de 12 amostras, demonstra uma leve inclinação da reta, o que não permite a confirmação da variabilidade nos dados (Figura 3). No entanto, como critério de segurança, opta-se por aplicar uma transformação logarítmica nos dados.

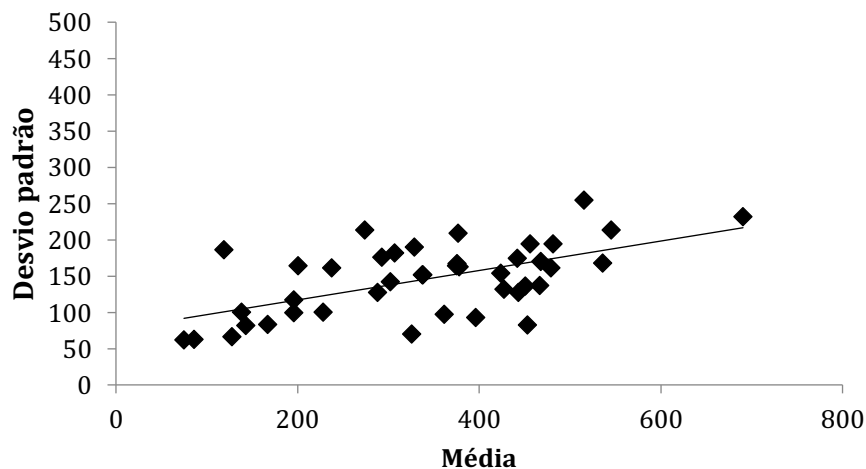


Figura 3. Análise da dependência linear entre média e o desvio padrão dos grupos criados a partir da série histórica de venda colhedoras de grãos no período de janeiro de 1976 a dezembro de 2016 (N=504/12).

Na Tabela 1, observa-se o teste Dikey-Fuller Aumentado aplicado para confirmar a existência de estacionaridade, o qual demonstra que o *tau* estimado (-0,87) está fora do intervalo

de confiança em até 10% de significância. Portanto, a série original não apresenta raiz unitária, o que permite observar que a série é um processo estacionário.

Tabela 1. Teste Dikey-Fuller aumentado para série temporal original das vendas de colhedoras de grãos de janeiro de 1976 a dezembro de 2016

Estimado	Tau (Níveis de significância)		
	1%	5%	10%
-0,87 <sup>ns</sup>	-2,58	-1,95	-1,62

ns – Não significativo a um nível de 10%.

A utilização do teste Dikey-Fuller Aumentado para análise estatística da tendência é um método comum de avaliação de estacionaridade de séries temporais que confirma a análise visual preliminarmente realizada com a avaliação dos lags. Em trabalhos como Oliveira (2016) e Medeiros et al. (2017) também pode ser observado a aplicação do teste Dikey-Fuller aumentado com finalidade semelhante a este estudo.

Assim, diante dos resultados, evidencia-se a existência de tendência e a necessidade de transformação logarítmica. Após essa constatação foi aplicado na serie original a

primeira diferença para retirada da tendência e uma transformação logarítmica nas observações. O comportamento da série temporal após a retirada da tendência e da aplicação da transformação logarítmica pode ser observada na Figura 4. O teste de Dikey-Fuller aumentado (Tabela 2) para a série transformada confirma que após a primeira diferença a série temporal se torna estacionária. O valor estatístico de -4,79, quando comparado com os valores tabelados críticos para 1% (-2,58), 5% (-1,95) e 10% (-1,62), encontra-se dentro do intervalo de confiança.

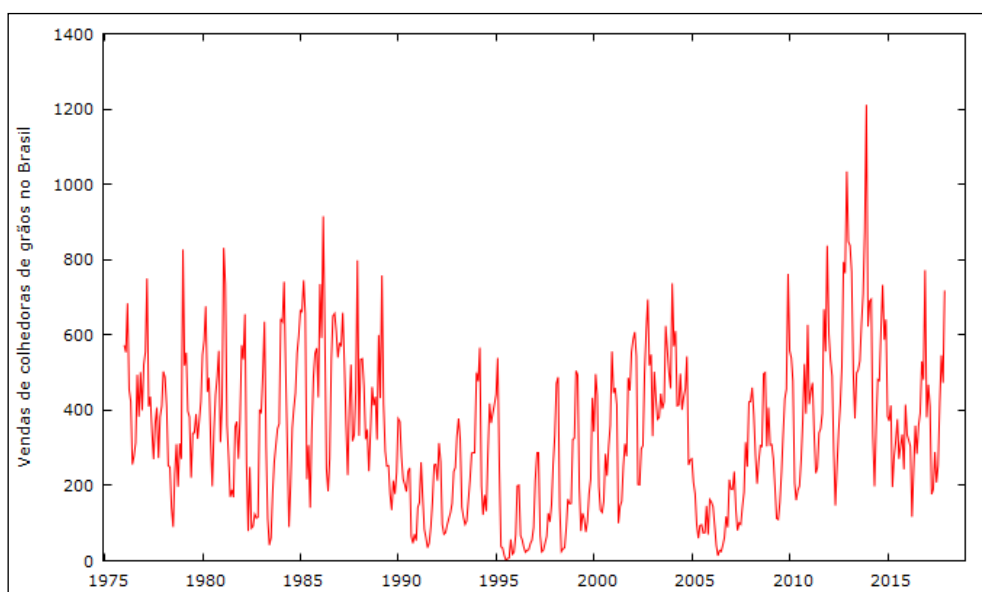


Figura 4. Série transformada após a aplicação da transformação logarítmica e da primeira diferença nos dados originais.

Tabela 2. Teste Dikey-Fuller aumentado para série temporal transformada das vendas de colhedoras de grãos de janeiro de 1976 a dezembro de 2016

Estimado (modelo sem constante)	Tau (Níveis de significância)		
	1%	5%	10%
-4,79*	-2,58	-1,95	-1,62

\*- Significativo a um nível de 1,0%.

Em geral, a utilização da primeira diferença é capaz de eliminar o efeito da

tendência das séries temporais (VIAN & SILVA, 2017). No entanto, em alguns casos, a aplicação

da transformação logarítmica e a aplicação da primeira diferença nem sempre é capaz de tornar a série estacionária. Nessas situações, aplicações sucessivas das diferenças são alternativas para obter estacionariedade da série. Sales et al. (2018), verificaram a necessidade de duas diferenciações para que a série referente a produção brasileira de veículos para o 2º semestre de 2015 se tornasse estacionária.

Uma vez retirada o comportamento de tendência da série avalia-se o periodograma da

série. Ao observar a Figura 5, constata-se a presença de evidências sazonais, observadas de forma contundente em períodos de 12 meses e de forma superficial em períodos de 6 meses. A partir do teste de Kruskal–Wallis, a um nível de significância de 1%, confirma-se estatisticamente a existência de sazonalidade na série temporal, indicando que os modelos do tipo SARIMA são os mais adequados para serem aplicados a esta série.

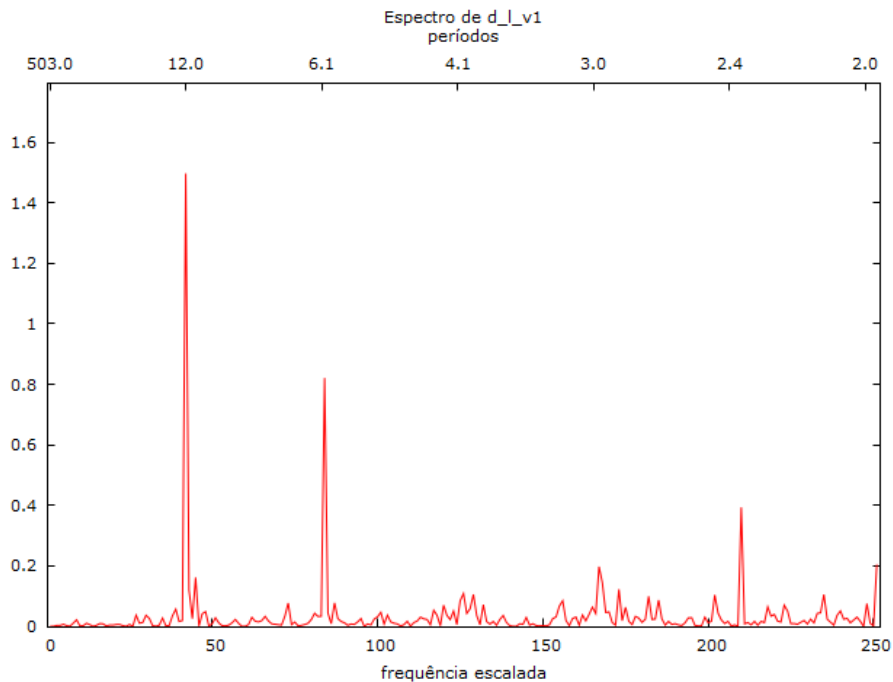


Figura 5. Períodograma da série histórica de venda colhedoras de grãos no período de janeiro de 1976 à dezembro de 2016 após a transformação logarítmica e primeira diferença.

A sazonalidade é um efeito comum observado em séries temporais associadas à venda e compras de produtos. Zucoloto et al. (2018) observaram pelo períodograma a presença da componente sazonal na série temporal de exportação brasileira de automóveis. Geralmente este tipo de comportamento está associado a eventos anuais, como datas comemorativas e início de atividades agrícolas. No caso desse estudo, o início do período da colheita da soja e do milho podem ser os responsáveis pelos picos sazonais observados.

Seguindo Sales et al. (2018), o modelo SARIMA incrementa o modelo ARIMA por meio do fator sazonalidade. Contudo, o mesmo autor destaca possibilidade de utilização do modelo ARIMA, desde que ocorra a eliminação da influência da componente sazonal por meio de duas diferenciações nas funções de FAC E FACP.

No caso deste estudo, optou-se por não eliminar a componente sazonal, sendo testados vinte e cinco modelos SARIMA variando as componentes autoregressivas e médias móveis. Modelos os quais apresentam FAC e FACP fora do intervalo de confiança onde foram descartados, por não cumprir a premissa inicial para escolha do modelo que melhor se ajusta aos dados.

A Tabela 3 apresenta os três modelos que melhor se ajustam ao conjunto de dados, com base na comparação estatística do teste  $Q(k)$  de Box–Pierce e Qui-quadrado para os 15 primeiros lags. Dentre os modelos de melhor ajuste, o modelo SARIMA  $(1,1,2) \times (0,1,2)_{12}$  é o selecionado para realizar a previsão de vendas de colhedoras de grãos para o triênio 2018–2020 de acordo com o critério de Akaike (menor índice AIC). Este critério tem como ideia principal estipular uma punição pela adição de regressores ao modelo (ZUCOLOTO, 2018).

Trabalhos anteriores, como Sales et al. (2018) e Oliveira (2016), indicavam o uso deste critério

para a escolha do modelo que melhor se ajusta aos dados.

Tabela 3. Modelos SARIMA (p,d,q) x (P,D,Q)<sub>12</sub> de melhor ajuste para representar a série temporal de venda de colhedoras de grãos no período de janeiro de 1976 à dezembro de 2017 para 15 lags(k)

Modelos selecionados	Qui <sup>2</sup> (k-p-q)	Q(k)	AIC
SARIMA (1,1,2) x (0,1,2) <sub>12</sub>	26,22	17,18*	463,22
SARIMA (0,1,2) x (1,1,1) <sub>12</sub>	27,68	23,37*	476,51
SARIMA (0,1,2) x (0,1,1) <sub>12</sub>	26,22	17,92*	482,26

\*Significativo a um nível de 1%.

Todos os coeficientes estimados para o modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)<sub>12</sub> apresentam-

se significativos a um nível de 0,01 de significância pelo teste z (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes estimados para o modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)<sub>12</sub>

	Coeficientes	Erro padrão	Teste z
phi_1	0,742	0,090	8,23*
theta_1	-1,916	0,065	-29,28*
theta_2	0,926	0,065	14,02*
Theta_1	-0,716	0,461	-15,55*
Theta_2	-0,139	0,455	-3,057*

\*Coeficiente significativo a um nível de 1% pelo teste z.

O modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)<sub>12</sub> foi aplicado a série original para prever o número de vendas de colhedoras de grãos nos 36 meses que compõe o triênio 2018-2020. A série histórica das vendas de colhedoras de grãos no

Brasil entre janeiro de 1976 e dezembro de 2016 e a série estimada pelo modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)<sub>12</sub> com a previsão para o triênio 2018-2020 são apresentadas simultaneamente na Figura 6.

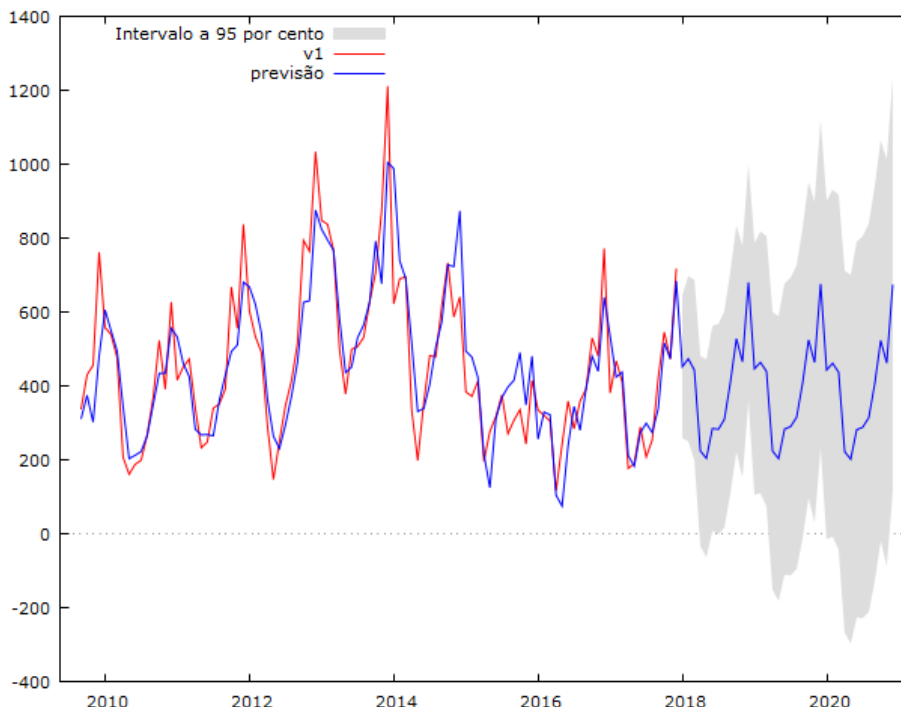


Figura 6. Série histórica das vendas de colhedoras de grãos no Brasil entre janeiro de 1976 e dezembro de 2016 e série estimada pelo modelo SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)<sub>12</sub> com a previsão para o triênio 2018-2020.

Oliveira (2016) relatou que fatores não relacionados aos fundamentos econômicos que

influenciam a demanda, respondem por parte significativa da diferença entre os resultados

estimados pelo modelo e os resultados reais. Neste contexto, a pandemia global de Covid-19 vivenciada em 2020, influenciará no comportamento padrão da série temporal, acarretando em um provável aumento na diferença entre valores estimados e valores reais.

O resultado da previsão do número de vendas de colhedoras de grãos no triênio 2018-2020 e o comparativo com os valores reais até março de 2020 já divulgados pela ANFAVEA

podem ser observados na Tabela 5. O erro absoluto médio entre os dados estimados pelo modelo e os dados reais são de 121,9 colhedoras de grãos para o biênio 2018-2019. O mês onde ocorre maior aproximação entre o real e o estimado é março para 2018 e janeiro para 2019. Os meses de dezembro de 2018 e setembro de 2019 são os que apresentam maior diferença entre os valores reais e os valores estimados pelo modelo.

Tabela 5. Previsão de vendas nacionais de colhedoras de grãos para o Brasil no triênio 2018-2020 e estimativa de vendas mínimas e máximas em um intervalo de confiança de 95%

		Jan.	Mar.	Jun.	Set.	Dez.	Anual
<b>2018</b>	Mínimo	259	200	9	111	361	1582
	Previsão	452	443	285	410	680	4759
	Máximo	645	686	562	709	999	8034
	Real	270	419	480	536	979	5759
	Erro	182	24	195	126	299	141,8
<b>2019</b>	Mínimo	610	749	--	--	234	652
	Previsão	446	439	283	470	667	4735
	Máximo	787	804	677	825	1117	9482
	Real	448	593	517	685	756	5580
	Erro	2	154	244	278	80	101,9
<b>2020</b>	Mínimo	--	--	--	--	117	117
	Previsão	443	437	282	405	462	4712
	Máximo	901	917	789	939	674	10842
	Real	340	389	--	--	--	--
	Erro	103	48				89,7

O crescimento observado nas vendas de máquinas agrícolas em março de 2018 pode estar associado a aspectos econômicos positivos, como a inflação sob controle, e o aumento nas projeções da atual safra de grãos. Os primeiros meses de 2018 apresentam taxa de crescimento anual negativa de acordo com os dados da (ANFAVEA, 2020), o que pode indicar que os produtores não demonstraram necessidade de novos investimentos em máquinas e implementos agrícolas. As estimativas de redução na produção de grãos para a safra 2018/2019 também explicam o baixo desempenho do setor nos últimos meses. Entretanto, a partir de agosto de 2018 as taxas de crescimento das vendas de colhedoras de grãos foram impulsionadas pela redução de juros e boas perspectivas em relação às safras agrícolas. É também possível observar que, durante o biênio 2018-2019, nos meses próximos da colheita de soja e milho, novembro e dezembro, há um aumento significativo da taxa de crescimento das vendas de colhedoras

de grãos, comparado, por exemplo, aos meses de inverno.

Ainda de acordo com a ANFAVEA (2020), em 2018 foram vendidas 1.000 unidades a mais de colhedoras de grãos que o previsto pelo modelo escolhido, e em 2019 foi registrado 845 unidades vendidas a mais que o previsto. Esses valores podem ter sido motivados por recursos de financiamentos do setor, ou seja, recursos destinados aos agricultores para o financiamento de máquinas por meio dos programas como Moderfrota e PRONAF.

### Conclusão

As vendas de colhedoras apresentaram sazonalidade significativa, o que levou a modelagem SARIMA. Esse modelo foi capaz de captar a variabilidade da série de vendas de colhedoras estudada e se mostrou eficiente na previsão, considerando os períodos de variação do mercado.

O modelo escolhido, SARIMA (1,1,2) x (0,1,2)<sub>12</sub>, apresentou um erro absoluto médio de

141,8 colhedoras para o ano de 2018 e 101,9 colhedoras para o ano de 2019.

Os modelos SARIMA poderão ser utilizados em outros bancos de dados relacionados ao setor econômico agrícola visando o auxílio no planejamento de medidas que possibilitem desenvolvimento econômico deste setor.

### Referências

AMARAL, B. M. Modelos VARX para geração de cenários de vento e vazão aplicados à comercialização de energia. 155f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Elétrica. Pontifca Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil – origens e evolução. Revista de Administração de Empresas, v.25, n.3, p.57-69, 1985.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Séries Mensais, a partir de janeiro de 1960, de máquinas agrícolas e rodoviárias por segmento. 2020. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/estatisticas>. Acesso em: 10 de março de 2020.

BARICELO, L. G.; BACHA, C. J. C. Oferta e demanda de máquinas agrícolas no Brasil. Revista de Política Agrícola, v.22, p. 67-83, 2013.

CASTRO, N. R; GILIO L.; SILVA, A. F.; OZAKI, V. A. Modelos univariados e multivariados aplicados à previsão de valores de exportação: uma análise comparativa para o complexo soja. Revista Espacios, v.37, n.4, p.15, 2016.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Departamento de Economia, Administração e Sociologia, 2020. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 09 de março de 2020.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Índices de exportação do agronegócio: 2019, 2020. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_ExportAgro\\_2019\\_.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_ExportAgro_2019_.pdf). Acesso em: 10 de março de 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.7 Safra 2019/20, n.5. Quinto Levantamento. Brasília, p.1-25, 2020.

DORNELAS, R. C. Previsão de vendas e gestão da demanda de máquinas agrícolas: proposta de uma abordagem baseada por redes em redes neurais artificiais. 95f. Dissertação (Mestrado

em Pesquisa Operacional). Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas. Limeira, 2017.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-automacao-e-agricultura-de-precisao>. Acesso em: 09 de março de 2020.

FAUTH, K. M.; MORAIS, I. A. C. D.; CLEZAR, R. V. O mercado de automóveis, ônibus e caminhões no Brasil, 1996-2008. In: Encontro Nacional de Economia, 37, 2011, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, 2011.

FERNANDES, M. A. Estratégias de competição das empresas multinacionais do setor de máquinas e implementos agrícolas no Brasil de 2007 a 2018. 169f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2018.

GUJARATI, D. N. Econometria básica. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2006. 812p.

KEYNES, J. M. Teoria geral do emprego, do juro e da moeda. Lisboa: Relógio D'Água, 2010. 392p.

LOURENÇO, I. D. S.; NASCIMENTO, L. D. O. Métodos de previsão aplicados a uma série de volume de produção de caminhões. 102f. Dissertação (Pós-Graduação em Métodos Estatísticos Computacionais). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2012.

MAGGI, B. Carta da Agricultura: Crescer e Simplificar. Revista de Política Agrícola, v.25, n.2, p.14-25, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Balança Comercial Brasileira do Agronegócio, Departamento do Agronegócio – DEAGRO/FIESP. 2020. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/balanca-comercial/attachment/file-20200414204000-bca2020/>. Acesso em: 16 de março de 2020.

MEDEIROS, A. P. de; BENDER FILHO, R.; CORONEL, D. A. Causalidade entre crédito, preços e produção agrícola. Revista de Política Agrícola, v.26, n.4, p.71-85, 2017.

MORETTIN, P.; TOLOI, C. M. C. Análise de séries temporais. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 535p.

OLIVEIRA, C. D. G. Indústria de máquinas agrícolas no Brasil: um modelo para estimação da demanda de tratores para o triênio 2016–2018. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2016.

PREZA, F. B.; JUNG, J. S. Análise dos procedimentos de manutenção previsto e não previstos no manual do operador e no service

- advisor da colheitadeira John Deere 1175. 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Manutenção Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.
- REIS, M. M. Análise de Séries Temporais. 4.ed. Instituto Nacional de Estatística: 7001, 2015. 30p.
- SALES, J. P. de; SILVA, J. M. P.; DIAS, V. G.; FIRMINO, P. R. A. Utilização do método de Box-Jenkins para modelagem e previsão da produção brasileira de autoveículos. *Latin American Journal of Business Management*, v.9, n.1, p.252-266, 2018.
- SANTOS, P. M. de J. R. Desenvolvimento e importância das colhedadeiras de soja. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Produção de Grãos). Universidade Estadual de Goiás. Posse, 2018.
- SATO, G. S.; MARTINS, V.; BUENO, C.; ASSUMPÇÃO, R. Cadeia produtiva da uva de mesa fina no estado de São Paulo: produção, sazonalidade de preços e canais de distribuição. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 43, 2005, Ribeirão Preto, 2005.
- VIAN, C. de F.; ANDRADE Jr., A. M. Evolução histórica das máquinas no mundo: origens e tendências. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.51, n.4, p.48, 2010.
- VIAN, C. de F.; ANDRADE Jr., A. M.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. da. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.51, n.4, p.719-744, 2014.
- VIAN, C. de F.; SILVA, R. P. Avaliação ex-post de ato de concentração na indústria de máquinas agrícolas com o uso de séries temporais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.55, n.1, p.157-178, 2017.
- VIEIRA FILHO, J. E. R. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade. Albert Fischlow - Brasília: Ipea, p.305, 2017. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170626\\_livro\\_agricultura\\_no\\_brasil.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170626_livro_agricultura_no_brasil.pdf). Acesso em: 12 de março de 2020.
- WOOLDRIDGE, J. M. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 5. ed. Michigan: South-Western College Pub, 2012.
- ZUCOLOTO, A. C.; GIAROLA, L. T. P.; ROCHA, R. C. da. Modelagem da exportação brasileira de automóveis. *Revista Eletrônica Matemática e Estatística em Foco*, v.6, n.1, p.12-23, 2018.

## Capítulo 6

# AVALIAÇÃO DO EFEITO DA HIDROLISE ENZIMÁTICA NA VISCOSIDADE DA POLPA DE GRAVIOLA

Virgínia Mirtes de Alcântara Silva<sup>1</sup>

Raphael Lucas Jacinto Almeida<sup>2</sup>

Newton Carlos Santos<sup>3</sup>

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro<sup>4</sup>

Lucas Rodolfo Inácio da Silva<sup>5</sup>

Anna Paula Rocha de Queiroga<sup>6</sup>

Hilda Camila Nascimento Nogueira<sup>7</sup>

<sup>1,4</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/Campus Campina Grande-PB, virginia.mirtes2015@gmail.com; victor\_herbert@hotmail.com

<sup>2,3</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN/CCT/UAEQ/Campus Natal-RN, raphaelqindustrial@gmail.com; newtonquimicoindustrial@gmail.com

<sup>5</sup>Engenheiro de Biotecnologia e Bioprocessos, Mestre em Engenharia de Química, rodolfo\_i@hotmail.com

<sup>6</sup>Mestranda em Química, Universidade Federal da Paraíba, UFPB/CCT/UAQ, annapaula\_rocha@hotmail.com

<sup>7</sup>Mestranda em Exploração Petrolífera e Mineral, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTT/UAE Petro/Campus Campina Grande-PB, hildacamila@hotmail.com

## Introdução

O consumo de polpas de frutas vem aumentando no Brasil, principalmente, devido a praticidade oferecida pelos produtos, pela falta de tempo da população em preparar suco de frutas *in natura*, além disso, pela preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis e nutritivos (MELO et al., 2020).

A graviola (*Annona muricata*), pertencente à família *Annonaceae*, é uma das importantes frutíferas cultivadas no Nordeste Brasileiro, principalmente nos Estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco e Bahia (TELES et al., 2017). É uma fruta tropical que apresenta alto valor, com grandes perspectivas econômicas para comercialização e exportação. Por apresentar excelentes características sensoriais e valor nutritivo significativo, os produtores apostam cada vez mais na sua industrialização para produção de polpas, sucos e néctares (WATANABE et al., 2014; SÃO JOSÉ et al., 2014; CAVALCANTE et al., 2017). Segundo Ramos et al. (2016), esta fruta pode ser usada no tratamento de abscessos, câncer, catarro, cólicas, diabetes, diarreias, insônia, depressão, hipertensão arterial, reumatismo, vermes e inflamações.

Para fabricação da maioria dos produtos derivados de frutas, geralmente, se utiliza a polpa concentrada, da qual se torna indispensável o conhecimento de suas propriedades físicas e químicas nas etapas do

processamento. Sob o ponto de vista do processamento industrial, de todas as propriedades dos fluidos é a viscosidade que requer maior atenção no estudo do escoamento destes (ONGARATTO et al., 2015).

Uma prática geral no processamento de frutas e vegetais é o tratamento da polpa com preparações enzimáticas apropriadas. Sucos com baixa viscosidade, alta clareza e alta nutrição são mais desejáveis pelos consumidores. As pectinases desempenham um papel crucial para reduzir a viscosidade, aumentar o rendimento e a clarificação das polpas (GARG et al., 2016). O processo de hidrólise enzimática ocorre pela ação de enzimas. Essas enzimas são chamadas celulases, secretadas por fungos ou bactérias, sendo esses, microrganismos que se alimentam da matéria orgânica (COSTA et al., 2017).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do tempo, temperatura e concentração enzimática na viscosidade da polpa de graviola, por meio de hidrólise enzimática com pectinase.

## Material e Métodos

As graviolas (*Annona muricata*) foram adquiridas no comércio local da cidade de Natal-RN. Os frutos em estágio de maturação maduro foram lavados em água corrente, sanitizados em água clorada (100 ppm) por 15 minutos e



despolpado manualmente separando-se então as suas frações: casca, polpa e sementes.

Utilizou-se também a pectinase (Pectinex Ultra SP-L, com atividade padrão de 26000 PGU/mL a pH 3,5, PGU – atividade de poligalacturonase). Essas enzimas são comercialmente produzidas a partir dos microrganismos *Aspergillus aculeatus*, fornecida pela empresa Novozymes (Bagsvaerd, Dinamarca).

#### *Planejamento experimental fatorial para hidrólise enzimática*

Tabela 1. Planejamento para hidrólise enzimática da polpa de graviola, com suas respectivas variáveis independentes e seus níveis reais

Variáveis	-1	0	+1
Tempo (min)	10	30	50
Temperatura (°C)	35	45	55
Carga enzimática (%)	0,07	0,35	0,63

#### *Hidrólise enzimática*

Para o procedimento de hidrólise, a polpa foi colocada em Erlenmeyers de 250 mL fechados e aquecidos em banho termostático até a temperatura de hidrólise. Em seguida, as enzimas foram adicionadas a polpa e mantida em agitador modelo TE-421 (Tecnal, Piracicaba, SP) sob temperatura controlada e agitação de 150 rpm, durante todo tempo de reação. Ao final de cada ensaio, a polpa tratada foi aquecida em banho termostático até as condições de inativação enzimática (80°C/5 min) e resfriado até 30°C.

Um planejamento experimental 2<sup>2</sup> com 3 repetições no ponto central, totalizando 7 ensaios foi realizado para avaliar a influência e o comportamento experimental das variáveis independentes (variáveis de entrada), tempo, temperatura e carga enzimática, sobre a variável resposta (dependente), viscosidade da polpa na hidrólise enzimática. A Tabela 1, apresenta os valores utilizados nas variáveis de entrada. O efeito das variáveis independentes sobre a variável dependente foi avaliado mediante análise estatística, utilizando-se o programa computacional Statistica® v.11.

#### *Determinação da viscosidade*

Para leitura da viscosidade foi utilizado um viscosímetro Brookfield, modelo DVII+Pro utilizando o spindlen nº 4, com velocidade de rotação de 5 rpm e temperatura de 25°C.

#### **Resultados e Discussão**

Na Tabela 2 observa-se os valores da variável dependentes, encontrados nos diferentes experimentos do planejamento experimental fatorial, em função das variáveis independentes.

Tabela 2. Matriz do planejamento experimental fatorial das variáveis tempo, temperatura e concentração enzimática e dos valores de viscosidade da polpa de graviola após a hidrólise

Ensaio	Tempo (min)	Temperatura (°C)	Concentração (%)	Viscosidade (cP)
1	-1 (10)	-1 (35)	-1 (0,07)	91,2
2	+1 (50)	-1 (35)	-1 (0,07)	136,2
3	-1 (10)	+1 (55)	-1 (0,07)	98,1
4	+1 (50)	+1 (55)	-1 (0,07)	193,7
5	-1 (10)	-1 (35)	+1 (0,63)	138,7
6	+1 (50)	-1 (35)	+1 (0,63)	172,5
7	-1 (10)	+1 (55)	+1 (0,63)	135,6
8	+1 (50)	+1 (55)	+1 (0,63)	200,9
9	0 (30)	0 (45)	0 (0,35)	139,3
10	0 (30)	0 (45)	0 (0,35)	141,2
11	0 (30)	0 (45)	0 (0,35)	143,1

Observa que o menor valor de viscosidade 91,2cP é o obtido para o ensaio (1) com hidrólise enzimática no nível (-1) do planejamento experimental. No entanto, o maior valor da viscosidade 200,9cP ocorre para o ensaio (8) com hidrólise enzimática no nível

(+1) do planejamento experimental. Observa-se também, que o aumento do tempo, temperatura e concentração da enzima durante a hidrólise enzimática possibilita um acréscimo nos valores da viscosidade. Pois a hidrólise enzimática diminuiu a mobilidade das

partículas em suspensão, aumentando consequentemente a viscosidade da polpa. Queiroz et al. (2019) ao realizarem a hidrólise enzimática da polpa de jaca, observaram os menores valores da viscosidade com uso do maior tempo de hidrólise e maior concentração enzimática, independentemente do tempo.

Para Ongaratto e Viotto (2015), quanto menor a viscosidade do fluido, menor é a perda de carga durante o escoamento, o que diminui os custos de potência com bombeamento e, consequentemente, os custos energéticos. A viscosidade é diretamente influenciada pela pectina, cuja presença pode causar ainda, em processos de filtração com membranas,

incrustação e, consequentemente, a diminuição do fluxo permeado (VIDAL et al., 2006).

Segundo Sousa et al. (2017) a viscosidade é o principal parâmetro estudado em alimentos líquidos e semilíquidos, e é considerada o meio de fundamento para se caracterizar a textura do fluido. Na industrialização de polpa de frutas, frequentemente são utilizados processos térmicos (aquecimento e/ou resfriamento), que podem acarretar modificação na sua viscosidade.

A Tabela 3, demonstra a análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para a variável de resposta da hidrólise enzimática e o teste F com 95% de confiabilidade.

Tabela 3. Análise de variância (ANOVA) dos modelos ajustados para a variável de resposta da hidrólise enzimática da polpa de graviola

ANOVA				
Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	Teste F
<b>Regressão</b>	11500,74	5,00	2300,1480	$F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ 22,71
<b>Resíduo</b>	100,25	5,00	20,0500	$F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ 0,42
<b>F. de Ajuste</b>	93,03	-	-	-
<b>Erro Puro</b>	7,22	-	-	-
<b>Total</b>	11600,99	10,00	-	-
<b>R<sup>2</sup></b>	99,13	-	-	-

A partir da análise dos resultados obtidos com relação ao parâmetro de viscosidade da polpa, verifica-se que o coeficiente de determinação é superior a 99%, indicando ótimo ajuste aos dados experimentais. Observa-se que para a regressão da variável analisada, o valor de  $F_{\text{calculado}}$  é maior que o valor de  $F_{\text{tabelado}}$ , logo, o modelo linear apresenta-se estatisticamente preditivo, pois, para um modelo ser estatisticamente preditivo, a razão  $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$  deve ser  $> 4$ .

Os efeitos individuais das variáveis independentes (tempo, temperatura e concentração enzimática) tal como da interação entre elas sobre a variável de resposta (viscosidade da polpa) apresentam modelo estatisticamente significativo ( $F_c \geq F_{\text{tab}}$ ). Pode-se verificar no diagrama de Pareto (Figura 1) os fatores que apresentam maior influência na hidrólise enzimática da polpa de graviola.

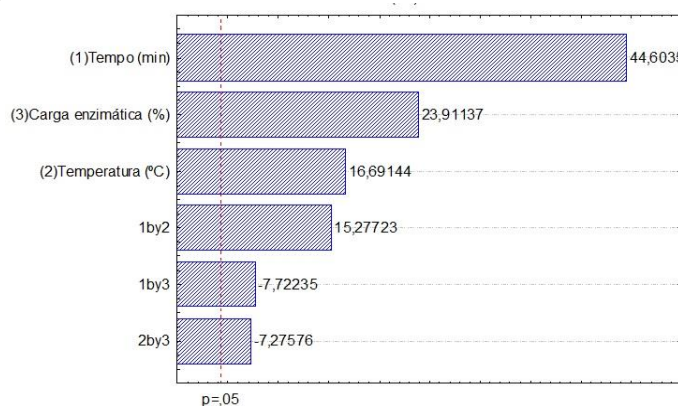


Figura 1. Diagrama de Pareto para influência dos fatores tempo, temperatura e concentração enzimática para o parâmetro de viscosidade da polpa de graviola após hidrólise enzimática.

A magnitude dos efeitos é representada pelas barras horizontais enquanto que, a linha perpendicular às barras representa a magnitude dos efeitos com significado estatístico para  $p = 0,05$ , ou seja, os fatores são estatisticamente significativos com 95% de confiança (SILVA JÚNIOR et al., 2020). O tempo é a variável que mais influência na resposta estudada apresentando efeito e a sua interação com a temperatura são os fatores que mais influenciaram significativamente na

viscosidade da polpa. Pode-se observar também que a interação entre a temperatura e a concentração da enzima são os fatores que menos influenciam na viscosidade da polpa de graviola após a hidrólise enzimática.

Estão apresentados na Figura 2, as superfícies de respostas obtidas para a viscosidade da polpa de graviola (variável resposta) após o processo de hidrólise enzimática com a enzima pectinase.

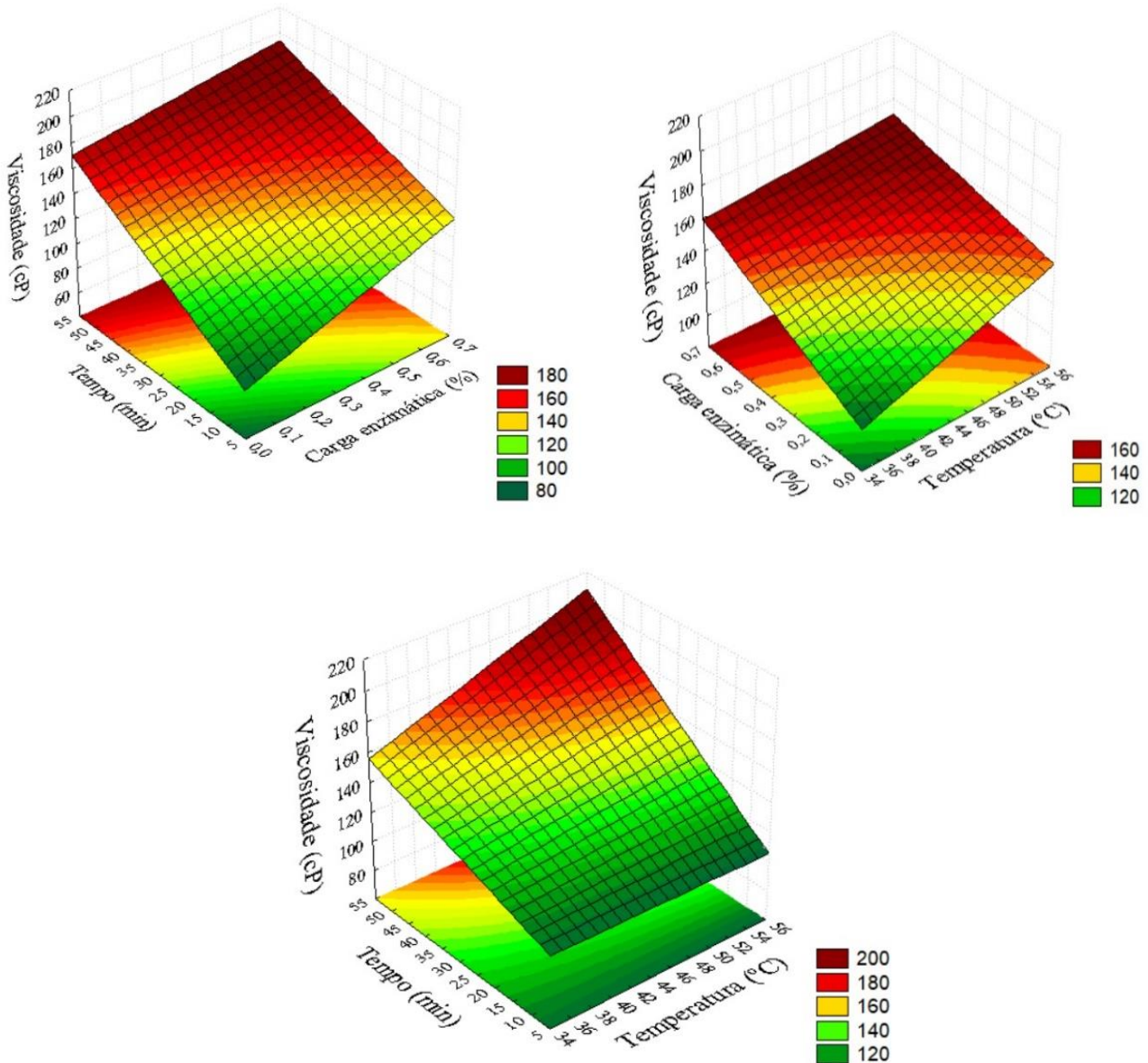


Figura 2. Superfície de resposta da viscosidade da polpa de graviola após a hidrólise enzimática, relacionando o tempo, temperatura e concentração enzimática.

De acordo com o planejamento experimental fatorial  $2^2$  verifica-se que o aumento desses fatores (tempo, temperatura e concentração enzimática) favorece a o aumento da viscosidade da polpa de graviola.

Considerando os termos significativos e com o auxílio da metodologia de superfície de resposta, obteve-se o modelo matemático (Equação 1) que representa a resposta viscosidade da polpa de jaca.

$$V \text{ (cP)} = 61,1659 - 0,4867t + 163,7053T + 0,0513x45,0t - 0,9263t.T - 1,7455x45,0t + 8,6765 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: V é a viscosidade da polpa (cP); t é o tempo de hidrólise (min); T é temperatura de hidrólise (°C).

### Conclusão

A aplicação da pectinase no tratamento enzimático da polpa de graviola demonstrou eficiência na redução da viscosidade da mesma. Foi perceptível que nas menores temperaturas, tempos e concentração enzimática, menor foi a viscosidade da polpa.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado aos autores.

### Referências

CAVALCANTE, C. E. B.; RODRIGUES, S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Avaliação dos parâmetros de secagem da polpa de graviola em pó obtida por secagem em spray dryer. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.20, e2016015, 2017.

COSTA, J. R. C.; HOMEM, C. L. G.; PINHEIRO, I. R. Estudo cinético enzimático da hidrólise de bagaço de laranja. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*, v.4, n.1, p.68-71, 2017.

GARG, G.; SINGH, A.; KAUR, A.; SINGH, R.; KAUR, J.; MAHAJAN, R. Microbial pectinases: an ecofriendly tool of nature for industries. *Biotech*, v.6, n.1, 2016.

MELO, J. C. S.; DANTAS, H. C.; DE OLIVEIRA, R. G. M.; DA COSTA, C. H. C.; DE MEDEIROS SANTOS, Ê. R. Aplicação de modelos matemáticos na descrição do comportamento da viscosidade aparente da polpa de cajá. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v.14, n.1, p.76-81, 2020.

ONGARATTO, E. S.; VIOTTO, L. A. Efeito do tratamento enzimático sobre a viscosidade e os teores de fibra e pectina em suco de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). *Brazilian Journal of Food Technology*, v.18, n.3, p.231-238, 2015.

QUEIROZ, E. L.; SOUZA, S. M. A.; ALMEIDA, T. B.; MARTINEZ, E. A. Efeito da hidrólise enzimática na viscosidade de polpa de jaca para produção de bebidas. *Higiene Alimentar*, v.33, n.288/289, p.3394-3398, 2019.

RAMOS, B. A. A.; ALMEIDA, L. C.; FERREIRA, J. H.; ALVES, L. S.; DIAS, M. S.; DE CASTRO ELER, J. F. Teor de vitamina c presente na polpa natural e da polpa congelada da graviola. *ÚNICA Cadernos Acadêmicos*, v.3, n.1, 2016.

SÃO JOSÉ, A. R.; PIRES, M. M.; FREITAS, A. L. G. E.; RIBEIRO, D. P.; PEREZ, L. A. A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.36, p.86-93, 2014.

SILVA JÚNIOR, J. F.; SANTIAGO, A. M.; GALDINO, P. O.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; MARSIGLIA, W. I. M. L.; ALMEIDA, R. L. J. Aplicação da desidratação osmoconvectiva para o aproveitamento tecnológico da casca de banana. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 1, p. e103911808, 2020.

SOUSA, S. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, F. B. Comportamento reológico das polpas de noni integral e concentradas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.20, p.e2016067, 2017.

TELES, A. C. M.; PINTO, E. G.; SANTOS, J. R.; OLIVEIRA, C. F. D.; SOARES, D. S. B. Desenvolvimento e caracterização físico-química de geleia comum e extra de graviola com pimenta. *Revista de Agricultura Neotropical*, v.4, n.1, p.72-77, 2017.

TORRES, L. B. V.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Viscosidade aparente da polpa de umbucajá concentrada a 10 C. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.5, n.2, p.161-168, 2003.

VIDAL, J. R. M. B.; SIERAKOWSKI, M. R.; HAMINIUK, C. W. I.; MASSON, M. L. Propriedades reológicas da polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv Keitt) centrifugada. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, n.5, p.955-960, 2006.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L.; CAMARA, F. M.; ALMEIDA, G. V. B.; ALVES, A. A. Perfil de comercialização das anonáceas nas CEASAS brasileiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.36, p.65-70, 2014.

## Capítulo 7

# **RESÍDUOS MADEIREIROS URBANOS: ABORDAGEM TÉCNICA PARA A SUA UTILIZAÇÃO COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL E SUSTENTÁVEL**

**Gabriela Fontes Mayrinck Cupertino<sup>1</sup>**

**Natália Dias de Souza<sup>2</sup>**

**Fabiola Martins Delatorre<sup>3</sup>**

**Alfredo José dos Santos Junior<sup>4</sup>**

**Ananias Francisco Dias Júnior<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Mestranda em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro- ES, gabriela.mayrinck01@gmail.com

<sup>2</sup>Dra. Profa. Adjunto, UFRRJ, Seropédica – RJ, natdias@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduanda em Eng. Industrial Madeireira, UFES, Jerônimo Monteiro – ES, fabiolamdelatorre@gmail.com

<sup>4</sup> Mestrando em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro- ES, alf.junior12@gmail.com

<sup>5</sup>Dr. Prof. Adjunto, UFES, Jerônimo Monteiro – ES, ananias.dias@ufes.br

### **Introdução**

Observa-se que nas últimas cinco décadas houve um grande crescimento populacional no mundo seguido de um forte processo de urbanização. Segundo dados da FAO, a previsão é que no ano de 2050 a população chegue a 9,8 bilhões de habitantes, onde 68% irão residir em centros urbanos. Esse aumento populacional em grande escala resultará em inúmeros danos, tanto para a natureza, como para o próprio homem. Um dos problemas mais sérios causados pelas grandes metrópoles é a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), sendo esses, em geral, representados por papel, vidro, material lignocelulósico, plástico e material orgânico (DIAS JÚNIOR et al., 2017). Estudos das Organizações das Nações Unidas (ONU) e do Banco Mundial afirmam que na metade desse século a população mundial produzirá 4 bilhões de toneladas de lixo urbano por ano. De acordo com a World Wide Fund for Nature (WWF, 2019), o Brasil é o quarto país que mais produz lixo no mundo, ficando atrás apenas para os Estados Unidos, China e Índia. No país são gerados em média 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano, podendo chegar a 100 milhões de toneladas no ano de 2030 (ABRELPE, 2019).

Um dos instrumentos importantes que trata dos resíduos sólidos é a Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visa gerenciar os resíduos sólidos, atribuindo a sua separação por frações, processamento em usinas de reciclagem, recuperação de energias contidas nele, tratamento e disposição de tecnologias

para quando a reciclagem não for possível (BRASIL, 2010). Sua atuação é de caráter conjunto vinculada com a obrigação do poder público de cada município, o qual tem como função implementar e executar planos para melhor gerenciamento de resíduos sólidos. Contudo, são totalizados no país cerca de três mil municípios com a destinação inadequada desse material (ABRALPE, 2016). Parte desse material, sendo estes depositados em aterros sanitários, os quais possuem a vida útil reduzida, em virtude da baixa eficiência operacional (COSTA FILHO & CARVALHO JÚNIOR, 2019).

Outro fator relacionado ao crescimento demográfico é o aumento do consumo de energia. De acordo com dados do International Energy Agency (IEA, 2007), o consumo final mundial de energia no ano de 2004 foi de cerca de 7,6 bilhões equivalentes de petróleo (tep), estimando um crescimento de 2% ao ano. As projeções afirmam que a demanda por esse insumo irá dobrar no ano de 2030 e que as reservas de combustíveis não renováveis se esgotarão nos próximos 100 anos. Nesse aspecto, as políticas que visam o aproveitamento racional e integral dos recursos energéticos disponíveis ganham força, destacando-se a biomassa (IBÁ, 2016). Em muitos países é possível realizar a recuperação energética, de diferentes materiais presentes nos RSU, visando diminuir o uso de combustíveis fósseis, os quais são considerados inseguros por serem impossíveis de renovação, e aumentar o uso de fontes de energia alternativa (DIAS JÚNIOR et al., 2017). Dessa forma é possível reduzir o quantitativo de

resíduos encaminhados para disposição final, com adoção de alternativa de geração de energia a partir dos Resíduos Sólidos Urbanos-RSU. Os componentes a base de madeiras que constituem o RSU, denominado Resíduos Madeireiros de Origem Urbana (RMOU) e materiais lignocelulósicos, são os que mais se destacam quando o objetivo é a valoração para fins energéticos, uma vez que os mesmos apresentam caráter renovável e sua conhecida qualidade para produção de energia (ANDRADE, 2017).

O uso desses resíduos na produção de energia é uma alternativa para agregar valor e diminuir os impactos causados (MATTHEWS et al., 2015; CORONA et al., 2020). A fração de material lignocelulósico contida no RSU podem deixar de ser um passivo ambiental e ser utilizados como matéria prima para diferentes finalidades, podendo gerar lucro para o governo, comunidades locais e sociedade em geral (WIECHETECK, 2009). O foco das pesquisas voltadas para a transformação de energia a partir da biomassa, visando o desenvolvimento sustentável e ambientalmente correto, está direcionado à combustão direta

como o método mais utilizado. A fim de ter uma definição para o potencial uso de um material é necessário conhecê-lo. Análises que permitam conhecer sua estrutura, composição e comportamento são essenciais para uma a determinação de uma melhor aplicabilidade.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização para fins energéticos dos resíduos lignocelulósicos de origem urbana do município do Rio de Janeiro.

### Material e Métodos

#### Coleta e preparo do material

O estudo foi realizado no município do Rio de Janeiro-RJ, localizada entre as coordenadas geográficas 22° 54' 13" de latitude sul e 43° 12' 35" de longitude oeste de Greenwich, em uma altitude de 20m.

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi coletado na estação de transferência da Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), localizada no bairro do Caju, o material lignocelulósico classificado conforme a Figura 1.

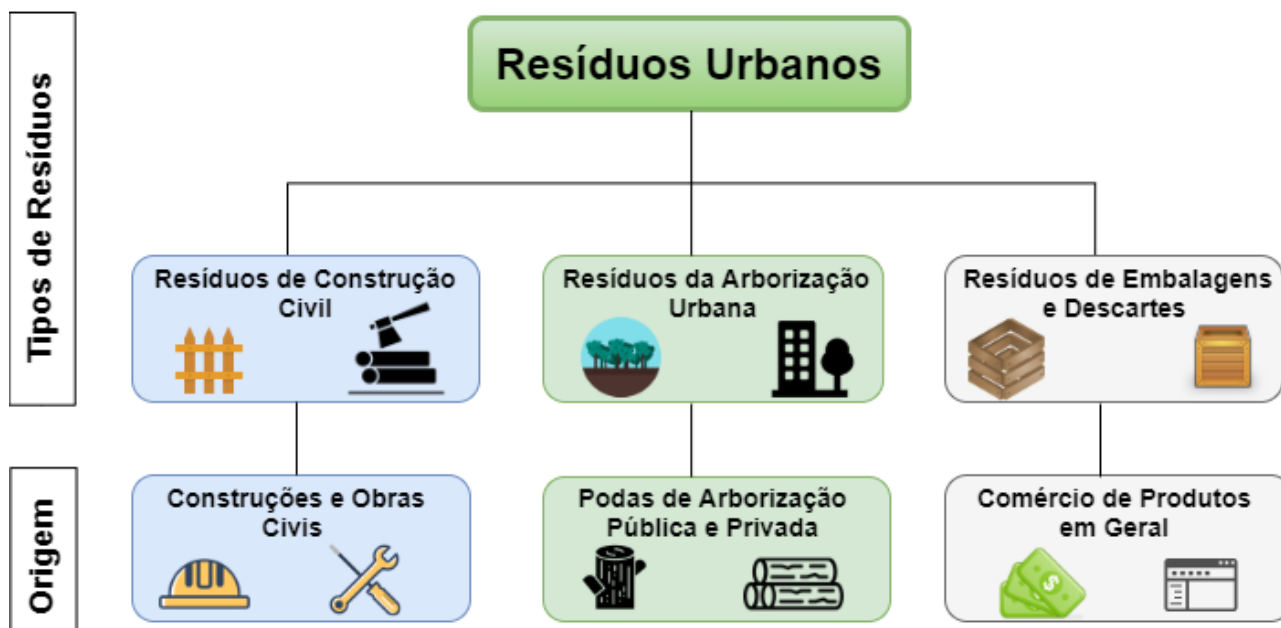


Figura 1. Classificação dos tipos de resíduos de madeira em ambiente urbano.

A coleta foi realizada nos meses de agosto a outubro de 2019, sendo o material denominado mix. O material foi processado no pátio da estação de tratamento por um equipamento de origem alemã modelo EDGE

TRM516 usado para fazer a fragmentação e peneiramento (Figura 2). A amostragem do material lenhoso (mix) foi realizada de acordo com as diretrizes da NBR 10007 (ABNT, 2004), que trata da amostragem de resíduos sólidos.



Figura 2. Picador modelo EDGE TRM516. Fonte: EDGE (2020).

Após a coleta do material, o mesmo foi encaminhado para o pátio da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foi seco a temperatura ambiente por 72 horas. Após a secagem, o material foi moído em um moinho de martelos e em seguida utilizando-se um moinho de faca do tipo Willey foi convertido à serragem.

#### *Determinação da umidade*

O teor de umidade para o material lignocelulósico foi determinado pelo método da norma ABNT NBR 14929:2003, em que se utiliza o peso da massa úmida (PU) e o peso final da massa seca (PS), de acordo com a Equação 1.

$$\% \text{ Umidade} = \left[ \frac{(PU - PS)}{(PS)} \right] * 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

#### *Análise da composição imediata*

##### *Teor de voláteis*

O teor de voláteis foi determinado adaptando-se as normas ASTM D-1762-84 (2007) para análise imediata de madeira. Primeiramente o forno do tipo mufla foi aquecido a 950°C e juntamente os cadinhos com o material utilizados para a determinação da umidade foram pré-aquecidos da seguinte forma: Com a porta aberta por 2 minutos com temperatura de cerca de 300°C e posteriormente direcionados para a borda do forno por 3 minutos com temperatura de cerca de 500°C. Com a porta da mufla fechada e com as amostras direcionadas para a parte traseira do forno, as mesmas ficaram por 6 minutos. Após o material foi levado para o dessecador por 1 hora para o seu resfriamento e foi posteriormente pesado. Para obtenção do teor de voláteis foi utilizada a Equação 2, em que se usa o peso da amostra após secagem em 150°C (A), e o peso da amostra após secagem em 950°C (B).

$$\% \text{ Voláteis} = \left( \frac{A - B}{B} \right) * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

##### *Teor de cinzas*

O teor de cinzas foi determinado por meio da adaptação da norma ASTM D-1762-84 (2007), em que se utilizou os cadinhos, com peso conhecido, contendo o material volátil utilizada para a análise anterior. Os mesmos foram tampados e encaminhados para o forno tipo mufla à 750°C por 6 horas. Após o tempo estimado o material foi levado para o dessecador por 1 hora para o seu esfriamento. Efetuou-se a pesagens dos cadinhos e os valores do peso dos cadinhos vazios e tampados (PZ), o peso inicial da massa volatizado com o cadinho tampado (PI) e o peso do cadinho tampado com as cinzas (PZ), foram aplicados na Equação 3.

$$\% \text{ Cinzas} = \left[ \frac{(PZ - PC)}{(PI - PC)} \right] * 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

##### *Teor de carbono fixo*

A quantidade de carbono fixo foi determinada por diferença entre a soma dos teores (%) de materiais voláteis e cinzas e 100%, por meio da norma ASTM D-1762-84 (2007), sendo esse cálculo exemplificado na Equação 4.

$$\% \text{ Carbono Fixo} = 100\% - \% \text{ Voláteis} - \% \text{ Cinzas} \quad (\text{Eq. 4})$$

##### *Determinação do poder calorífico*

A determinação do poder calorífico superior foi feita adaptando-se a Norma NBR 8633 (ABNT, 1984) (Carvão Vegetal - Determinação do Poder Calorífico). Neste procedimento 0,70g da amostra absolutamente seca foram colocadas em uma bomba calorimétrica isotérmica modelo IKA C200. Para cada amostra, foram feitas 2 repetições seguindo a metodologia de utilização proposta por Takeshita e Dias Júnior (2017). A transformação dos valores do PCS para Poder Calorífico Inferior (PCI) foi realizada utilizando-se a Equação 5. O percentual de hidrogênio (H) presente no material como 6% (BRITO, 1993).

$$PCI = PCS - 600 * \frac{9H}{100} \quad (\text{Eq. 5})$$

Grande parte dos sistemas de utilização da biomassa para a produção de energia não secam o material abaixo de 10% de umidade, portanto o poder calorífico que melhor se aproxima da realidade é o Poder Calorífico Útil (PCU), derivado do PCI, e que considera um dado teor de umidade (U), sendo calculado com base na Equação 6 (VALE et al., 2000).

$$PCU = PCI(1 - U) - 600U \quad (\text{Eq. 6})$$

#### *Determinação de contaminantes sólidos não combustíveis em biomassa*

Em uma estufa a 103±2°C foram colocados 200g do mix moído e peneirado *in natura*, por 4 horas. Em seguida, o material foi retirado da estufa e com o auxílio do dessecador foi esfriado para que possa ser moído, visando obter uma quantidade de 50g na peneira de 16 mesh e 40 mesh sendo o mesmo separado e identificado como Biomassa Original - BO.

Para a biomassa residual, utilizou-se o material peneirado na fração 16 mesh e 40 mesh. Essas amostras foram colocadas em um béquer de 250 mL contendo previamente 200 mL de água destilada. O material foi agitado por 1 minuto e mantido em repouso por 2 minutos. Em seguida a serragem que se encontrava sobrenadante ao líquido foi recolhida e colocada em estufa até permanecer com a massa constante. O material foi esfriado em um dessecador e posteriormente identificado como Biomassa Lavada - BL, sendo esse conteúdo isento de contaminantes externos, que não agregam na combustão (ANDRADE, 2017).

#### *Determinação de teor de não combustíveis totais (NCT), não combustíveis originais (NCO) e não combustíveis adquiridos (NCA)*

Em uma estufa a 103±2°C foram colocados 200g do material mix estudado, *in natura*, por 4 horas. Em seguida, o material foi retirado e com o auxílio do dessecador e resfriado e moído, visando a obtenção de 50g na peneira de 16 mesh e 40 mesh sendo identificado como Biomassa Original - BO. Posteriormente, utilizou-se o mix peneirado na fração 16 mesh e 40 mesh, essas amostras foram colocadas em um béquer com 200 mL de água destilada. O material foi agitado por 1 minuto e mantido em repouso por 2 minutos. Em seguida a serragem que se encontrava sobrenadante ao líquido foi recolhida e colocada em estufa até permanecer com a massa constante, o material

foi resfriado em um dessecador e posteriormente identificado como Biomassa Lavada - BL, definindo esse conteúdo como inseto de contaminantes externos. Para a determinação do teor de não combustíveis, foi empregado a Norma ABNT NBR 13999:2003 - Papel, cartão, pastas celulósicas e madeira — Determinação do resíduo (cinza). A análise foi realizada com a Biomassa Original - BO a 525°C, sendo esse resultado denominado Teor de Não Combustíveis Totais - NCT. Para obtenção do Teor de Não Combustíveis Originais - NCO foi realizada a mesma metodologia descrita na norma, contudo utilizando o material identificado como Biomassa Lavada - BL. Para o cálculo do Teor de Não Combustíveis Adquiridos - NCA e Taxa de Contaminação Externa - TCE foi aplicado as Equações 7 e 8 propostas por Brito e Ceribelli (2012).

$$NCA (\%) = NCT (\%) - NCO (\%) \quad (\text{Eq. 7})$$

$$TCE (\%) = \frac{NCA (\%)}{NCT (\%)} \quad (\text{Eq. 8})$$

#### *Determinação da massa específica Densidade a granel*

Para determinação da densidade a granel, utilizou-se a Norma ABNT NBR 6922:1981 de forma adaptada para material lignocelulósico, a qual direciona para uma coleta representativa do material na forma bruta. Foi realizado uma inspeção, espalhando em uma superfície o mix para a retirada de materiais estranhos, como terra, e após foi acoplada em uma caixa com paredes rígidas com dimensões de 600x600x600 milímetros e com peso conhecido, a fim de não deixar espaços vazios. Para o cálculo da densidade a granel foi utilizada a massa da caixa vazia (M1), a massa da caixa cheia (M2) e o volume da caixa (V), conforme a Equação 9.

$$D = \frac{M2 - M1}{V} \quad (\text{Eq. 9})$$

#### *Densidade energética*

Para a determinação da densidade energética, realizou-se a multiplicação do poder calorífico útil (PCU) e densidade a granel (ANDRADE, 2017).

#### *Análise estatística*

Os dados foram analisados aplicando a estatística descritiva, a fim de se obter a média, desvio padrão e coeficiente de variação dos



valores absolutos encontrados nas análises realizadas.

## Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados proveniente da análise química imediata do material de estudo, de teores de carbono fixo, materiais voláteis e cinzas e suas respectivas variações estatísticas.

Tabela 1. Teores de cinzas, carbono fixo e materiais voláteis

Estatística	Cinzas	Carbono Fixo	Materiais Voláteis
Teor médio (%)	4,9	18,3	76,8
Desvio Padrão	0,005	0,006	0,011
Coef. Variação (%)	9,99	3,22	1,40

O teor médio de materiais voláteis é de 76,8% (Tabela 1), sendo este semelhante ao encontrado por Rocha et al. (2004) para resíduo agrícola, e por Souza et al. (2012) e Silva (2016), para resíduos de madeiras tropicais, o qual possuíam um teor médio de 84,40 e 81,85% respectivamente. Já para madeira, o percentual de voláteis obtidos neste trabalho é similar ao de *Pinus taeda* (SOUZA et al., 2012; SILVA, 2016). Vale ressaltar que materiais voláteis afetam a ignição, uma vez que, maior será a reatividade. Dessa forma, esse teor interfere em quanto a biomassa queima (KLAUTAU, 2008; VIEIRA, 2012). Dias Júnior et al. (2014), afirmam também que esse material é essencial para quando se necessita de presença de chamas no processo de combustão.

Já em relação ao carbono fixo, o percentual é de 18,3% (Tabela 1), valor superior aos encontrados para resíduos madeireiros de origem urbana *in natura* e similar aos percentuais obtidos para resíduos de soja, materiais estes que se destacam para geração de energia (WERTHER et al., 2000; ANDRADE, 2017). Castro et al. (2017) obtiveram 12,40% de teor de carbono fixo para cavacos de eucalipto, sendo o mix residual urbano com percentual mais elevado do que dessa biomassa importante no setor energético.

Pereira et al. (2013), afirmam que o carbono fixo é um grande contribuinte de fonte energética, uma vez que aumenta a energia durante a combustão e o rendimento energético nos fornos.

O teor médio de cinzas para os resíduos lignocelulósicos urbanos é de 4,9%, valor este superior ao encontrado por para *Eucalyptus* sp. e para resíduos madeireiros de origem urbana (RMOU). (PEREIRA et al., 2013; ANDRADE et al., 2017). Um elevado teor de cinzas contribui para uma diminuição da eficiência, aumento do consumo de oxigênio para que elas possam derreter e pela perda de calor com a saída das cinzas do reator (HOFFMANN, 2010). Além disso, sabe-se que as cinzas contribuem para entupimento e incrustações por escórias no equipamento (VIEIRA, 2012). No estudo de Dias Júnior et al. (2017) foi possível observar que ao misturar os RMOU com lascas de madeira de eucalipto obteve-se uma redução de 3,09% do percentual de cinzas sendo essa uma possível alternativa para diminuição desse teor. Em relação ao teor de umidade, o mesmo foi de 12%.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de poder calorífico, densidade a granel e densidade energética para o material.

Tabela 2. Valores de poder calorífico, densidade a granel e densidade energética à 12% de umidade

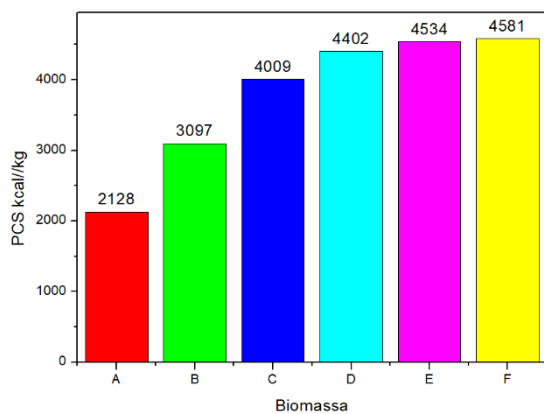
Estatística	PCS (kcal/kg)	PCI (kcal/kg)	PCU (kcal/kg)	DG (kg/m <sup>3</sup> )	DE (kJ/m <sup>3</sup> )
Média	4581	4264	4258	92	1639023
Desvio Padrão	153,62	144,02	143,86	11,22	40821
Coef. Variação (%)	3,35	3,38	3,38	12,20	10,43

PCS= Poder Calorífico Superior; PCI=Poder Calorífico Inferior; PCU= Poder Calorífico útil; DG= Densidade a Granel; DE= Densidade Energética.

O poder calorífico superior (PCS) é de 4581 kcal/kg (Tabela 2), sendo superior ao encontrado por Souza et al. (2016) para resíduos de poda urbana do município de Piracicaba-SP. Vieira (2012), avalia o poder

calorífico superior de diferentes biomassas, como o bagaço de cana, lenha, casca de arroz, eucalipto e sabugo de milho, observa-se os resultados de 2127, 3097, 4009, 4402 e 4534 kcal/kg, respectivamente. A Figura 4

correlaciona os valores encontrados por Vieira (2012) com o PCS do mix lignocelulósico, elucidando graficamente um maior resultado quando comparado com outras biomassas usadas para fins energéticos.



Legenda: A = bagaço de cana, B = lenha, C = casca de arroz, D = eucalipto, E = sabugo de milho e F = RMOU do RJ.

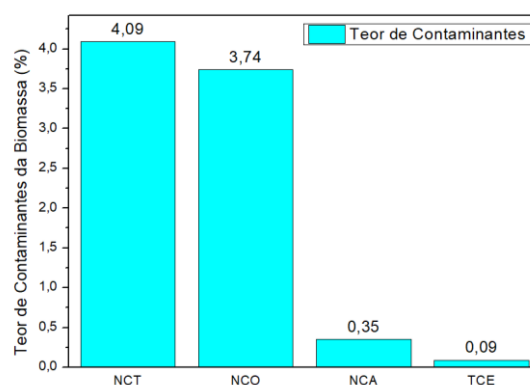
Figura 4. Poder calorífico superior (PCS) de diferentes biomassas usadas como fonte de energia.

Em relação ao Poder Calorífico Inferior dos resíduos lignocelulósicos urbano do Rio de Janeiro apresenta 4264,13 kcal/kg (Tabela 3), o mesmo é superior ao encontrado por Vissotto (2012) para resíduos florestais. Essa diferença pode ser ocasionada pela pequena fração dos RCC e embalagens presentes na amostra estudada. Quando se relaciona o PCI do material estudado com resíduos madeireiros de origem urbana *in natura*, observa-se que apresenta valores similares, uma vez que para RMOU apresenta resultado variando entre 4167 a 4369 kcal/kg. Já para madeira, o valor do poder calorífico inferior é superior ao encontrado para *Eucalyptus* spp., madeira muito utilizada para fins energéticos (ANDRADE, 2017; QUIRINO et al., 2005). O valor de poder calorífico útil (PCU), à 12% de umidade, encontrado para o mix urbano é de 4258 kcal/kg. Pereira et al. (2016) obteve o valor de 3706 kcal/kg para cavacos de eucalipto em mesmas condições de umidade.

A obtenção da densidade a granel foi obtida a fim de calcular a densidade energética (DE), uma vez que se relaciona à energia contida em um dado volume de madeira (JESUS et al., 2017). A DE do material estudado é de 1639023 kJ/m<sup>3</sup>, sendo esse valor inferior ao encontrado por Andrade (2017) para RMOU, o qual variou de 3502978 a 4480348 kJ/m<sup>3</sup>. Essa diferença de valor é resultado da baixa densidade a granel do

material, visto que possui formato irregular, o que proporciona espaços vazios. Esse baixo valor pode ser explicado pela metodologia de análise do material ser inadequada, visto que a mesma é comumente usada para carvão e não resíduos lignocelulósicos.

A Figura 5 expressa os valores médios encontrados na presente pesquisa para teores de contaminantes e taxa de contaminação externa.



Legenda: NCT = Teor de Não Combustíveis Totais; NCO = Teor de Não Combustíveis Originais; NCA = Teor de Não Combustíveis Adquiridos; TCE = Taxa de Contaminação Externa.

Figura 5. Teor de contaminantes dos resíduos lignocelulósicos urbanos do Rio de Janeiro.

A taxa de contaminantes encontrada na biomassa por este trabalho é de 0,085% (Figura 3), valor este muito baixo quando comparado ao encontrado por Andrade (2017). Essa afirmativa pode ser explicada por grande parte do material ser de origem lignocelulósica, não tendo a presença de contaminantes como metais, concreto, argamassa, ceras, papéis de parede, óleos, vernizes e colas, os quais são verificados nessa análise (RAMADE SCOTLAND, 2004).

## Conclusão

Com base nos resultados encontrados pôde-se concluir que:

Em relação ao teor de cinzas, o mesmo se mostrou superior ao de outros materiais com destaque energético, necessitando avaliar formas de reduzir esse percentual;

O material em questão possui potencial para geração de energia, contudo, é recomendado a realização de novas metodologias e análises para melhor elucidar essa afirmação.

## Referências Bibliográficas

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2016. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2016/>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2018/2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 07 abr. 2020.
- ASTM, American Society for Testing Materials. ASTM D 1762-84: Standard method for chemical analyses of wood charcoal. Philadelphia: ASTM International, 2007. 2p.
- ANDRADE, C. R. Tratamento térmico da madeira contida nos resíduos sólidos urbanos visando sua adequação para uso energético. 85f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2017.
- ANDRADE, C. R.; DIAS JUNIOR, A. F.; BRITO, J. O.; PROTASIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; MELO, I. C. N. A. Waste wood of urban origin for energy use. *Revista Árvore*, v.41, n.2, p.01-08, 2017.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13999: Papel, cartão, pastas celulósicas e madeira - Determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525<sup>o</sup>. Rio de Janeiro, 2003. 5p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 25p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6922: Carvão vegetal - ensaios físicos -determinação da massa específica do carvão vegetal. Rio de Janeiro, 1981. 2p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8633: carvão vegetal - determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13p.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14929: Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro, 2003. 3p.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Diário Oficial da União, Brasília, nº 147. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 22 de out. 2019.
- BRITO, J. O. Expressão da produção florestal em unidades energéticas. Congresso Florestal Pan-americano, 7, 1993, Curitiba, Anais...Curitiba, 1993. p.280-82.
- BRITO, J. O.; CERIBELLI, U. L. Determinação de contaminantes sólidos não combustíveis em biomassa: Procedimento de Avaliação. Grupo de Pesquisa em Bioenergia e Bioprodutos de Base Florestal. Piracicaba: USP/ESALQ, 2012.
- CASTRO, E. M. S.; FONTOURA, L. A. M.; PRIEBE, G. P. S; de SOUZA G; Estudo da utilização de casca de arroz, cavaco de eucalipto e aparas de couro para a geração de energia via co-combustão. In: Congresso Brasileiro de Carvão Mineral, 5, 2017, Criciúma. Anais...Criciúma, 2017.
- CORONA, B.; SHEN, L.; SOMMERSACHER, P.; JUNGINGER, M. Consequential life cycle assessment of energy generation from waste wood and forest residues: the effect of resource-efficient additives: The effect of resource-efficient additives. *Journal of Cleaner Production*, v.12, p.120948-120950, 2020.
- COSTA FILHO, F. O. H.; CARVALHO JÚNIOR, F. H. Estimating the lifespan of the expansion of a landfill in Brazil by means of a model equation based on socio-economic indicators. *International Journal of Environment and Waste Management*, v.24, n.2, p.161-177, 2019.
- DIAS JÚNIOR, A. F.; ANDRADE, A. M.; COSTA JÚNIOR, D. S. Caracterização de briquetes produzidos com resíduos agroflorestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.34, n.79, p.225-234, 2014.
- DIAS JUNIOR, A. F.; ANUTO, R. B.; ANDRADE, C. R.; SOUZA, N. D. D.; TAKESHITA, S.; BRITO, J. O.; NOLASCO, A. Influence of Eucalyptus wood addition to urban wood waste during combustion. *Cerne*, v.23, n.4, p.455-464, 2017.
- EDGE, TR516 Track Trommel, 2020. Disponível em: <https://edgeinnovate.com/products/trt516/>. Acesso em: 13 abr. 2020.
- EIA. Energy Information Administration. International energy outlook. Washington, 2007. Disponível em: [www.eia.doe.gov/oiaf/archive](http://www.eia.doe.gov/oiaf/archive). Acesso em: 06 abr. 2020.
- HOFFMANN, B. S. O ciclo combinado com gaseificação integrada e a captura de CO<sub>2</sub>: Uma solução para mitigar as emissões de CO<sub>2</sub> em termelétricas a carvão em larga escala no curto prazo. 143f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Programa de Pós Graduação em Planejamento Energético.

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório IBÁ 2016. Disponível em: [http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf). Acesso em: 05 abr. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 17 jul. 2019.

JESUS, M. S.; COSTA, L. J.; FERREIRA, J. C.; FREITAS, F. P.; SANTOS, L. C.; ROCHA, M. F. V. Caracterização energética de diferentes espécies de *Eucalyptus*. *Floresta*, v.47, n.1, p.11-16, 2017.

KLAUTAU, J. V. P. Análise experimental de uma fornalha a lenha de fluxo concorrente para secagem de grãos. 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

MATTHEWS, R.; MORTIMER, N.; LESSCHEN, J. P.; LINDROOS, T. J.; SOKKA, L.; MORRIS, A.; HENSHALL, P.; HATTO, C.; MWABONJE, O.; RIX, J. Carbon impacts of biomass consumed in the EU: quantitative assessment. Final Project Report, v.1, 2015.

PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, L. C. Correlações entre a relação cerne/alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. *Scientia Forestalis*, v.41, n.98, p.217-225, 2013.

PEREIRA, M. P. D. C. F.; COSTA, E. V. S.; PEREIRA, B. L. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CARNEIRO, A. D. C. O.; COSTA, A. Torrefação de cavacos de eucalipto para fins energéticos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.36, n.87, p.269-275, 2016.

QUIRINO, W. F.; VALE, A. T.; ANDRADE, A. P.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. D. S. Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos. *Revista da Madeira*, v.89, n.100, p.100-106, 2005.

REMADE SCOTLAND. Woodwaste arisings in Scotland: assessment of available data on scottish wood waste arisings. 3ed. Glasgow - Scotland: Drumond House, 2004. 23p.

ROCHA, J. D.; PÉREZ, J. M. M.; CORTEZ, L. A. B. Aspectos teóricos e práticos do processo de pirólise de biomassa. Curso Energia na Indústria de Açúcar e Alcool. UNIFEI, Itajubá, 2004. 22p. Disponível em: [https://nest.unifei.edu.br/portugues/pags/novidades/curso\\_cyted/files/pdf/Tema%20%20-%20Processos%20e%20Tecnologias%20para%20a%20Conversao%20do%20Bagaco%20e%20Energia%20e%20Combustiveis/Pirolise.pdf](https://nest.unifei.edu.br/portugues/pags/novidades/curso_cyted/files/pdf/Tema%20%20-%20Processos%20e%20Tecnologias%20para%20a%20Conversao%20do%20Bagaco%20e%20Energia%20e%20Combustiveis/Pirolise.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

SILVA, P. D. Avaliação do processo de adensamento de resíduos de poda de árvore visando o aproveitamento energético: o caso do campus da USP na capital. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

SOUZA, M. M. de; SILVA, D. A.; ROCHADELLI, R.; SANTOS, R. C. dos. Estimativa de poder calorífico e caracterização para uso energético de resíduos da colheita e do processamento de *Pinus taeda*. *Floresta*, v.42, n.2, p.325, 2012.

SOUZA, N. R. D.; ALENCAR, L. S.; MAZZONETTO, A. W. Potencial energético do resíduo das podas de árvores no município de Piracicaba - SP. *Energia na Agricultura*, v.31, n.3, p.237-245, 2016.

TAKESHITA, S.; DIAS JÚNIOR, A. F. Guia prático de instalação e utilização de bomba calorimétrica modelo Ika C200. 2017. 5p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ananias\\_Junior/publication/317114299\\_Guia\\_pratico\\_de\\_instalacao\\_e\\_utilizacao\\_de\\_Bomba\\_Calorimetrica\\_modelo\\_Ika\\_C200/links/5926de84a6fdc44434f900e/Guia-pratico-de-instalacao-e-utilizacao-de-Bomba-Calorimetrica-modelo-Ika-C200.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ananias_Junior/publication/317114299_Guia_pratico_de_instalacao_e_utilizacao_de_Bomba_Calorimetrica_modelo_Ika_C200/links/5926de84a6fdc44434f900e/Guia-pratico-de-instalacao-e-utilizacao-de-Bomba-Calorimetrica-modelo-Ika-C200.pdf). Acesso: 05 abr. 2020.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; CARVALHO, C. M.; VEIGA, R. A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* hill ex-maiden e *Acacia mangium* willd em diferentes níveis de adubação. *Cerne*, v.6, n.1, p.83-88, 2000.

VIEIRA, A. C. Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia. 56f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Energia na Agricultura. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2012.

VISSOTTO, J. P.; MAZZONETTO, A. W.; NEVES, R. C.; SÁNCHEZ, E. M. S.; SÁNCHEZ, C. G. Caracterização de *Pinus*, *Eucaliptus*, Casca de *Eucaliptus* e resíduos florestais e de destoca para fins energéticos. In: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2012, São Luís. Anais..São Luís, 2012.

WERTHER, J.; SAENGER, M.; HARTGE, E. U.; OGADA, T.; SIAGI, Z. Combustion of agricultural residues. *Progress in Energy and Combustion Science*, v.26, n.1, p.1-27, 2000.

WIECHETECK, M. Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos. Sumário Executivo – Revisão 00. Projeto PNUD BRA 00/20 – Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/164/\\_publicacao/164\\_publicacao10012011033501.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033501.pdf). Acesso em: 13 abr. 2020.

WWF. World Wide Fund for Nature. Solucionar a Poluição Plástica: Transparência e Responsabilização. (Org) WIT, W.; HAMILTON, A.; SCHEER, R.; STAKES T.; ALLAN S. Suíça, 2019. Disponível em: [https://jornalismsocioambiental.files.wordpress.com/2019/03/plastic\\_report\\_02-2019.pdf](https://jornalismsocioambiental.files.wordpress.com/2019/03/plastic_report_02-2019.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

## Capítulo 8

# DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE FEIJÃO-FAVA (*PHASEOLUS LUNATUS L.*) COM DIFERENTES TEORES DE ÁGUA

Paulo Roberto Megna Francisco<sup>1</sup>

Cibelly Maria Araújo Leite<sup>2</sup>

Newton Carlos Santos<sup>3</sup>

Sâmela Leal Barros<sup>4</sup>

Josivanda Palmeira Gomes<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dr. em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Eng. Agrícola UFCG, Campina Grande-PB, cibellymariaal@gmail.com

<sup>3</sup>Mestrando em Eng. Agrícola UFCG, Campina Grande-PB, newtonquimicoindustrial@gmail.com

<sup>4</sup>Mestranda em Eng. Agrícola UFCG, Campina Grande-PB, samelaleal7@gmail.com

<sup>5</sup>Dra. Profa. Titular, UFCG, Campina Grande-PB, josivanda@gmail.com

### Introdução

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), uma das cinco espécies cultivadas do gênero *Phaseolus*, é uma leguminosa tropical caracterizada por elevada diversidade genética e elevado potencial de produção, que se adaptam às mais diferentes condições ambientais, mas desenvolve-se melhor nos trópicos úmidos e quentes (MAQUET et al., 1999), sendo amplamente distribuída pelas Américas (GUTIÉRREZ-SALGADO et al., 1995).

É uma espécie plurianual, predominantemente autógama, com aproximadamente 10% de taxa de cruzamento natural (HARDY et al., 1997). De acordo com Beyra e Artiles (2004), o hábito de crescimento dessa espécie pode ser indeterminado trepador, com o desenvolvimento da gema terminal em uma guia, ou determinado anão com desenvolvimento completo da gema terminal em uma inflorescência. O feijão-fava se destaca como uma das culturas da região Nordeste do Brasil, cultivado em regime de sequeiro, com pouco uso de tecnologias, por agricultores familiares, resultando em baixos índices de produtividade, e grande oscilação na produção.

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também conhecido como fava ou feijão-de-lima, está presente entre as quatro espécies do gênero explorado e produzido mundialmente; é utilizada na alimentação humana e animal, para fornecer proteína vegetal, diminuindo a dependência quase exclusiva dos feijões do grupo Carioca; pode ainda ser utilizada como adubo verde ou cultura de cobertura para proteção do solo, sendo, portanto, uma fonte de renda e alimento (VIEIRA, 1992; ALCÂNTARA 1998; PEGADO et al., 2008).

Outra característica que favorece a produção do gênero *Phaseolus*, é a grande variabilidade climática que se adaptam. O feijão-fava é uma leguminosa que requer pouca umidade quando comparada a outras espécies do mesmo gênero, e destaca-se como a mais tolerante ao calor (SOTO et al., 2005). Sendo considerada, como cultura de importância econômica e social, principalmente devido a sua rusticidade, que possibilita o prolongamento da colheita em período seco (AZEVEDO et al., 2003).

No Brasil, o consumo é preferencialmente na forma de grãos verdes cozidos. A fava é cultivada em quase todo o território nacional, atingindo relativa importância econômica apenas em alguns Estados, incluindo a Paraíba. No ano 2000, foram produzidas, no Brasil, 15,7 mil toneladas de grãos secos de fava, numa área plantada de 41,7 mil ha, sendo os maiores produtores os Estados da PB, CE, PI, PE e MG (IBGE, 2002). Conforme dados do IBGE (2012), a Paraíba era o principal Estado produtor de fava do Brasil, o maior em área cultivada e de melhor produtividade com média, no período, foi de 0,352 t ha<sup>-1</sup>. Conforme dados do IBGE (2016) A Paraíba se mantém como o principal produtor brasileiro de feijão-fava, com área plantada de 8.254 ha, produção de 1.439 t, e produtividade de 200 kg ha<sup>-1</sup>/ano, corresponde a 35,8% da produção nacional.

Tem sido observada grande variabilidade no tamanho, cor e forma das sementes de feijão-fava, variação esta que parece estar relacionada ao genótipo. Devido à pouca exploração comercial do feijão-fava, faz-se necessário estudos morfológicos de

sementes, pois, conforme Zimmermann e Teixeira (1996) é de fundamental importância, registrar o maior número possível de caracteres que identificam a planta, dando subsídios aos programas de melhoramento. A cultura da fava tem merecido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa e extensão, o que tem resultado em limitado conhecimento das características agrônômicas da cultura.

Na análise de alimentos, é de extrema importância a determinação de seus parâmetros, podendo ter diferentes finalidades, como a avaliação nutricional de um produto, controle de qualidade do alimento, desenvolvimento de novos produtos e a monitoração da legislação (AMORIM et al., 2012).

Para reduzir o teor de umidade dos alimentos, é adequado realizar o processo de secagem, que, além de prolongar a vida útil, reduz significativamente os custos de certas operações, como embalagem, transporte e armazenamento, que consequentemente aumenta o valor comercial do produto. No entanto, a seleção das condições adequadas à operação de secagem (temperatura, tipo de secagem e tempo) influenciam diretamente na qualidade (SOUSA et al., 2017).

O teor de água dos grãos é, juntamente com a temperatura, o fator primordial na conservação dos grãos e sementes. Quando o teor de água é baixo [11 a 13% (b.u.)], a atividade vital (respiração) é diminuída e o metabolismo é reduzido. A combinação de baixa temperatura e baixo teor de água dos grãos é ideal para a armazenagem de sementes e grãos que necessitam da manutenção da sua qualidade (BRAGANTINI, 2005).

As propriedades físicas dos grãos e sementes também são de extrema importância para o dimensionamento e projeto de equipamentos transportadores, de limpeza e separação, no emprego de técnicas utilizadas no armazenamento e construção de silos e outros dispositivos de armazenagem. O conhecimento das relações entre as propriedades físicas e os fatores de deterioração, pode auxiliar na solução de problemas relacionados à transferência de calor e massa durante as etapas de secagem e na aeração e para um armazenamento correto do produto (GONELI et al., 2003).

Sousa (2003) afirma que, durante o armazenamento dos grãos de feijão, ocorrem algumas alterações químicas e estruturais que levam a depreciação da qualidade geral e do

valor nutritivo do produto. Essa perda de qualidade caracteriza-se por mudanças na cor, no sabor e pelo aumento no grau de dureza dos grãos, resultando em acréscimos no tempo de cozimento.

A qualidade dos grãos é importante parâmetro para a comercialização e o processamento, podendo afetar o valor do produto. Apesar de toda a tecnologia disponível à agricultura brasileira, as perdas qualitativas e quantitativas, originadas durante o processo de pós-colheita dos grãos, ainda não são bem controladas, e, durante o armazenamento, a massa de grãos é constantemente submetida a fatores externos (FARONI et al., 2009).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo determinar as propriedades físicas de grãos de fava em diferentes teores de umidade.

### Material e Métodos

As amostras de fava (*Phaseolus lunatus L.*) foram adquiridas em supermercado com maior fluxo de vendas localizado na cidade de Campina Grande-PB e encaminhadas para análise (Figura 1). As análises foram realizadas no Laboratório de Armazenamento e Processamentos de Produtos Agrícolas (LAPPA), localizado no Centro de Recursos Naturais e Tecnologia (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - Paraíba.



Figura 1. Grãos de fava in natura.

Amostras dos grãos foram umidificadas em teores de 48hs e 72hs utilizando-se embalagem fechada com água e tela perfurada suspensa. Os grãos in natura e em diferentes teores de água foram caracterizados quanto as propriedades de teor de água determinado

conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando o método da estufa, a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , durante 24 horas, com 3 repetições de 10 grãos para a variedade, sendo os resultados expressos em % de teor de água (b.u.).

$$\text{Teor de água} = 100 (M - m)/M - t \text{ (Eq.1)}$$

Em que: M = massa inicial das dos grãos úmidas e do recipiente que as contêm; m = massa final, do recipiente e das dos grãos secas; t = tara, massa do recipiente.

O tamanho e esfericidade das grãos foi analisado quanto ao comprimento, largura, espessura com auxílio de paquímetro digital (precisão de 0,01mm) sendo que “a” representa o comprimento ou o maior eixo, mm; “b” a largura ou eixo médio, mm; e “c” a espessura ou menor eixo, mm, utilizando 3 repetições de 10 grãos para cada tratamento conforme metodologia de Mohsenin (1986). Trata-se de outro critério para caracterizar um produto agrícola onde se tenta aproximar formas geométricas indefinidas à forma esférica.

Avaliaram-se, ainda, o peso de 30 grãos, onde foram contadas manualmente e em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g (BRASIL, 2009). Após a pesagem das amostras foi calculado a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos. O resultado de peso médio foi expresso em gramas.

Após foi calculado o volume (Figura 2) utilizando a Equação 2, e a seguir realizado o cálculo da massa específica real ( $\rho_r$ ) pela Equação 3.

$$\text{Vol (cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa de fluido deslocado (g)}}{\text{massa específica do fluido (g.cm}^{-3}\text{)}} \text{ (Eq.2)}$$

$$\rho_r = \frac{m}{V_r} \text{ (g.cm}^{-3}\text{)} \text{ (Eq. 3)}$$

Onde:  $\rho_r$  = massa específica real; m = massa;  $V_r$  = volume (volume real, sem considerar a porosidade intergranular).



Figura 2. Pesagem da massa específica real.

A porosidade foi calculada pelo método de Gustafson e Hall (1972) utilizando-se a Equação 4.

$$\varepsilon = [1 - (\rho_{Ap} / \rho_{un})] \text{ (Eq.4)}$$

Onde:  $\varepsilon$  = porosidade (%);  $\rho_{Ap}$  = massa específica aparente ( $\text{kg.m}^{-3}$ ); e  $\rho_{un}$  = massa específica unitária ( $\text{kg.m}^{-3}$ ).

A determinação do ângulo de talude dos grãos com 3 repetições foi realizada utilizando-se um aparelho construído em acrílico, com dimensões de 500 x 200 x 400mm, que permite a visualização do efeito produzido quando se realiza o escoamento do produto. Após o escoamento do material determina-se o ângulo formado entre a borda do material escoado com o plano horizontal com auxílio de um dispositivo dotado de transferidor.

Para análise dos dados experimentais foi realizada média, desvio padrão e coeficiente de variação.

## Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1 e 2 observa-se os resultados obtidos para as 3 repetições dos tratamentos da fava *in natura* (0hs) e umidificada (48 e 72hs).



Tabela 1. Propriedades físicas de grãos de feijão-fava *in natura*

Repetição	TU (%)	M (g)	MER (g/cm <sup>3</sup> )	MEA (g/cm <sup>3</sup> )	P (%)	ARD (máx)	ARD (mín)	DMP (mm)			E
								a	b	c	
R1	15,77	0,76	1,25	0,80	36,13	15,00	10,00	16,39	11,36	6,01	2284,00
R2	13,39	0,76	1,24	0,79	36,51	15,00	10,00	15,34	10,94	5,37	1945,89
R3	15,11	0,83	1,23	0,75	38,66	16,00	13,00	16,19	11,10	5,63	2097,22
Média	14,76	0,79	1,24	0,78	37,10	15,33	11,00	15,98	11,13	5,67	2109,04
Des. Pad.	1,23	0,15	0,05	0,02	1,11	0,47	1,41	0,56	0,21	0,33	362,35
CV (%)	8,30	18,73	3,70	3,06	3,00	3,07	12,86	3,49	1,88	5,74	17,18

Legenda: TU: Teor de umidade; M: Massa do grão; MER: Massa específica real; MEA: Massa específica aparente; P: Porosidade; ARD: Ângulo de repouso dinâmico; DMP: Dimensões mutuamente perpendiculares; E: Esfericidade; CV: Coeficiente de variação.

Para o tratamento 0hs (*in natura*) os resultados indicam que, o teor médio de água dos grãos de feijão-fava apresenta um coeficiente de variação de 8,3%, com média de 14,76% e desvio padrão de 1,23 para a variedade estudada (Tabela 1). Bertolin et al. (2011), em trabalho realizado com diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), observaram teores de água da ordem de 11,45 a 13,85%. Estes foram próximos aos encontrados dos grãos de feijão-fava do presente trabalho. Segundo Coimbra (2007), o teor de água inicial das sementes é um fator primordial para a padronização dos testes de avaliação da qualidade fisiológica a serem realizados,

ressaltando que o teor elevado de água pode favorecer o desempenho das sementes nos testes.

Para o tratamento com 48hs de umidificação, os resultados indicam que, o teor médio de água dos grãos de feijão-fava apresenta um coeficiente de variação de 2,8%, com média de 16,17% e desvio padrão de 0,45 para a variedade estudada (Tabela 2). Na Tabela 3, para o tratamento com 72hs observa-se o teor médio de água dos grãos de feijão-fava apresenta um coeficiente de variação de 1,55%, com média de 16,02% e desvio padrão de 1,55% ocorrendo uma estabilização.

Tabela 2. Propriedades físicas de grãos de feijão-fava com 48h de umidificação

Repetição	TU (%)	M (g)	MER (g/cm <sup>3</sup> )	MEA (g/cm <sup>3</sup> )	P (%)	ARD (máx)	ARD (mín)	DMP (mm)			E
								a	b	c	
R1	15,77	0,89	1,24	0,73	40,71	18,00	16,00	17,55	11,49	5,92	2274,04
R2	13,39	0,86	1,24	0,74	93,88	20,00	18,00	16,83	11,32	5,69	2146,69
R3	15,11	0,82	1,22	0,75	38,49	20,00	17,00	16,34	11,15	5,73	2124,57
Média	16,17	0,85	1,23	0,74	57,69	19,33	17,00	16,91	11,32	5,78	2181,77
Desvio Padrão	0,45	0,09	0,04	0,01	25,61	0,94	0,82	0,61	0,17	0,12	266,75
CV (%)	2,80	10,70	3,18	0,99	44,38	4,88	4,80	3,59	1,52	2,14	12,23

Legenda: TU: Teor de umidade; M: Massa do grão; MER: Massa específica real; MEA: Massa específica aparente; P: Porosidade; ARD: Ângulo de repouso dinâmico; DMP: Dimensões mutuamente perpendiculares; E: Esfericidade; CV: Coeficiente de variação.

Para os grãos *in natura*, pode-se observar uma variação em função do comprimento (a), largura (b) e espessura (c) dos grãos, que variam de 15,34 a 16,39mm, 10,94 a 11,36mm e de 5,37 a 6,01mm, respectivamente. Santos et al. (2002), trabalhando com fava, verificaram que o comprimento dos grãos variou de 7,8 a 17,5mm e a largura de 5,8 a 11,7mm, sendo estes valores inferiores aos do presente estudo. Para Araújo et al. (1975), o comprimento das sementes variaram de 9 a 23mm, e larguras entre 6 e 16mm, para quatorze variedades de fava oriundas do Distrito Federal e dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás, apresentando assim, variação na biometria das sementes de feijão-fava, em função da diversidade de variedades existente. Haja vista que, sementes maiores apresentam maiores teores de reserva,

é importante ressaltar que as diferentes características entre estas sementes são típicas das variedades (Tabela 1). Segundo Silva e Costa (2003), os tamanhos das sementes variam de muito pequenas (menos que 20 g) a grandes (mais que 40 g/100 sementes). Esta variação, também, está relacionada ao genótipo.

No presente trabalho, os valores médios da massa específica aparente dos grãos *in natura* são de 0,74 g, correspondendo a 74,00 g para cada 100 dos grãos, com média aproximada para os valores encontrados por Azevedo et al. (2003). Para Oliveira et al. (2011), o peso de 100 sementes variou de 31,16 a 49,9 g. Resultados ainda encontrados por Guimarães et al. (2007), obtiveram peso de 15,0 a 88,9 g para 100 sementes de feijão-fava.

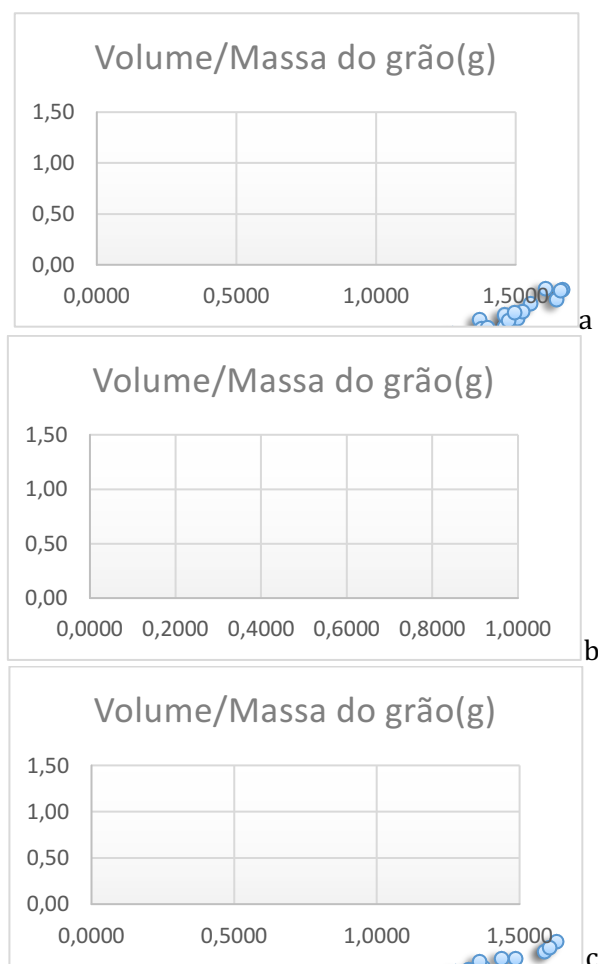


Figura 3. Dispersão dos valores da massa do grão in natura (a); massa do grão umidificado após 48hs (b); massa do grão umidificado após 72hs (c).

A porosidade da massa de grãos apresenta-se para o feijão valores entre 36,13 a 38,66%, na faixa de umidade estudada. Observa-se que, a porosidade descreve comportamento semelhante à maioria dos produtos agrícolas, apresentando redução dos seus valores com a diminuição do teor de água. Resultados similares encontrados por Resende et al. (2008).

Conforme as Tabelas 1, 2 e 3 verifica-se que, ocorre uma redução da massa específica aparente e da massa específica unitária dos grãos de feijão com o aumento do teor de água. Os valores experimentais da massa específica aparente e unitária para o feijão variam entre 1,22 a 1,24 g cm<sup>-3</sup> e 1,22 a 1,29 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente, para o teor de água do produto variando de 14,76 a 16,17. Estes resultados são coerentes com a maioria dos produtos agrícolas pesquisados (AFONSO JÚNIOR et al., 2000; CHANDRASEKAR & VISWANATHAN, 1999; CORRÊA et al., 2004; RUFFATO et al., 1999).

Tabela 3. Propriedades físicas de grãos de feijão-fava com 72h de umidificação

Repetição	TU (%)	M (g)	MER (g/cm <sup>3</sup> )	MEA (g/cm <sup>3</sup> )	P (%)	ARD (máx)	ARD (mín)	DMP (mm)			E
								a	b	c	
R1	16,20	0,74	1,22	0,74	38,70	20,00	18,00	16,70	10,97	5,93	2157,05
R2	16,14	0,76	1,26	0,73	41,61	20,00	19,00	15,93	11,41	5,91	2246,26
R3	15,74	0,71	1,29	0,71	45,19	20,00	18,00	16,50	11,22	5,73	2147,23
Média	16,02	0,74	1,25	0,73	41,83	0,00	18,33	16,37	11,20	5,86	2183,51
Desvio Padrão	0,25	0,16	0,05	0,02	2,65	0,00	0,47	0,40	0,22	0,11	253,59
C.V (%)	1,55	21,53	3,80	2,74	6,34	0,00	2,57	2,42	1,94	1,91	11,61

Legenda: TU: Teor de umidade; M: Massa do grão; MER: Massa específica real; MEA: Massa específica aparente; P: Porosidade; ARD: Ângulo de repouso dinâmico; DMP: Dimensões mutuamente perpendiculares; E: Esfericidade; CV: Coeficiente de variação.

Verifica-se um aumento linear na esfericidade e na circularidade dos grãos de feijão com o aumento do teor de umidade. Para os dois tratamentos de umidade (*in natura* e 72hs) apresentam valores que oscilam em torno de uma esfericidade média de 2109,04 a 2183,51 com um desvio padrão de 362,35 e 253,59, respectivamente. A importância da determinação da esfericidade está diretamente relacionada com o cálculo da velocidade terminal dos produtos. A partir da esfericidade se determina o coeficiente de arraste cujo conhecimento é fundamental para o

desenvolvimento de máquinas que utilizam fluxo de ar para separar as impurezas (NAKA, 2010). De acordo com Santos et al. (2013), em estudo realizado em grãos de feijão-caupi, verificaram que o tamanho e o volume dos grãos aumentam proporcionalmente ao teor de umidade, visto que, quanto mais água, maior o tamanho da semente.

### Conclusão

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que o aumento do teor de água influenciou as propriedades físicas dos grãos de

feijão de fava, proporcionando o aumento da porosidade, o aumento das massas específicas aparente e real, e da massa específica unitária.

Dentro das características físicas estudadas, o comprimento, a largura, a espessura, o volume e a massa individual cresceram com o aumento do teor de água do feijão-fava e a massa específica aparente decresceu com esse aumento do teor de água.

### Referências

- AFONSO JÚNIOR, P. C.; CORRÊA, P. C.; ANDRADE, E. T. Análise da variação das propriedades físicas e contração volumétrica dos grãos de milho (*Pennisetum glaucum*) durante o processo de dessecamento. Revista Brasileira de Armazenamento, v.25, n.1, p.15-21, 2000.
- ALCÂNTARA, F. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um solo degradado. 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.
- ARAÚJO, M. T.; BEZERRA, V. L. N.; CRUZ, J. L. Competição entre cultivares de fava (*Phaseolus lunatus* L.) em solo de cerrado. Revista de Olericultura, v.15, p.153-156, 1975.
- AZEVEDO, J. N.; FRANCO, L. J. D.; ARAÚJO, R. O. DA C. Composição química de sete variedades de feijão-fava. In: Resultados de pesquisa de feijão-fava. Embrapa Meio-Norte. Teresina, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 152).
- BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. Revista Bras. de Sementes, v.33, n.1, p.104-112, 2011.
- BEYRA, A.; ARTILES, G. R. Revisión taxonômica de los géneros Phaseolus y Vigna (Leguminosae - Papilionoideae) en Cuba. Anales Del Jardín Botánico de Madrid, v.61, n.2, p.135-154, 2004.
- BRAGANTINI, C. Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio do Goiás, 2005. 28p. (Documento, 187).
- BRASIL. 2009. Regras para Análise de Sementes. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária/ACS. 399p.
- BRASIL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4º ed. 1º edição digital. São Paulo, 2008. 1020p.
- CHANDRASEKAR, S. V.; VISWANATHAN, R. Physical and thermal properties of coffee. Journal Agricultural Engineering Research, v.73, p.227-234, 1999.
- COIMBRA, R. A. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. Revista Brasileira de Sementes, v.29, n.1, p.92-97, 2007.
- CORRÊA, P. C.; RIBEIRO, D. M.; RESENDE, O.; HENRIQUES, D. R.; SOUZA, M. A. Análise da porosidade, massa específica aparente e real do trigo durante o processo de secagem. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 33, 2004, São Pedro. Anais... São Pedro: SBEA, 2004.
- FARONI, L. R. A.; ALENCAR, E. R. DE; PAES, J. L.; COSTA, A. R. DA; ROMA, R. C. C. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.5, p.606-613, 2009.
- GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; SILVA, F. S.; MIRANDA, G. V. Efeito do teor de impurezas nas propriedades físicas de sementes de milho. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiânia. Resumos...Goiânia, 2003.
- GUIMARÃES, W. N. R.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, E. F. F.; FERRAZ, G. M. G.; OLIVEIRA, F. J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.1, p.37-45, 2007.
- GUSTAFSON, R. J.; HALL, G. E. Density and porosity changes of shelled corn during drying. Transactions of the ASAE, v.15, n.1, p.523-525, 1972.
- GUTIÉRREZ-SALGADO, A.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D. G. Evidence for two gene pools of the lima bean, *Phaseolus lunatus* L., in the Americas. Genetic Resources and Crop Evolution, v.42, p.15-28, 1995.
- HARDY, O.; DUBOIS, S.; ZOROBI, I.; BAUDOIN, J. P. Gene dispersal and its consequences on the genetic structure of wild populations of Lima bean (*Phaseolus lunatus*) in Costa Rica. Plant Genetic Resources Newsletter, n.109, p.1-6, 1997.
- IBGE. Banco de dados agregados: pesquisas: produção agrícola municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=1>> Acesso em: 25 mar. 2002.
- IBGE. Produção agrícola municipal. Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor das lavouras temporárias: fava em grão, 2016. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabela>  
s. Acesso em: 04 agosto 2018.

MAQUET, A.; VEKEMANS, X. Z.; BAUDOIN, J. P. Phylogenetic study on wild allies of lima bean, *Phaseolus lunatus* L. (Fabaceae), and implications on its origin. *Plant Systematics and Evolution*, v.218, n.1-2, p.43-54, 1999.

MOHSEIN, N. N. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Publishers. 1986. 841p.

NAKA, S. Determinação das propriedades físicas dos grãos de mamona 'guarani' visando armazenagem em silos verticais. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.

OLIVEIRA, F. N.; TORRES, S. B.; BEBEDITO, C. P. Caracterização botânica e agrônômica de acessos de feijão fava, em Mossoró, RN. *Revista Caatinga*, v.24, n.1, p.143-148, 2011.

PEGADO, C. M. A.; BARBOSA, L. J. N.; MENDES, J. E. M. F.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Decomposição superficial e subsuperficial de folhas de fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região do brejo da Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*, v.21, n.1, p.218-223, 2008.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RIBEIRO, D. M. Propriedades físicas do feijão durante a secagem: Determinação e modelagem. *Ciênc. Agrotec.*, v.32, n.1, p.225-230, 2008.

RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; MANTOVANI, B. H. M.; SILVA, J. N. Influência do processo de secagem sobre a massa específica aparente, massa específica unitária e porosidade de milho-pipoca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p.45-48, 1999.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.10, p.1407-1412, 2002.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5ª ed. Revisada e ampliada. Viçosa: Soc. Brasileira de Ciência do Solo. 2005. 15p.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae). In: Resultados de pesquisa. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. 40p. (Documentos, 156).

SOTO, J. L. L.; CORRAL, J. A. R.; GONZÁLEZ, J. J. S.; ILDEFONSO, R. L. Adaptación Climática de 25 Especies de Frijol Silvestre (*Phaseolus* spp.) en la República Mexicana. *Revista Fitotecnia Mexicana*, v.28, n.3, p.211-230, 2005.

SOUSA, E. P.; FIGUEIREDO, R. M. F.; GOMES, J. P.; QUEIROZ, A. J. M.; CASTRO, D. S.; LEMOS, D. M. Mathematical modeling of pequi pulp drying and effective diffusivity determination. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.7, p.493-498, 2017.

VIEIRA, C. Leguminosas de grãos: importância econômica na agricultura e na alimentação humana. *Informe Agropecuário*, v.16, n.174, p.5-11, 1992.

ZIMMERMANN, M. J. DE O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A., STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. DE O. (Coords.). *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Potafos. Piracicaba: 1996. p.57-70.

## Capítulo 9

# ***AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE QUEIJO COALHO E DOS ESTABELECEMENTOS QUE O COMERCIALIZAM NA CIDADE DE SIRINHAÉM – PERNAMBUCO***

**Deborah Silva do Amaral<sup>1</sup>**  
**Marcos Juliano Gouveia<sup>2</sup>**  
**Paulo Vinícius Souza Bandeira de Almeida<sup>3</sup>**  
**Denise Silva do Amaral Miranda<sup>4</sup>**  
**Rubens Maciel Miranda Pinheiro<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Professora do Departamento de Desenvolvimento Educacional do Instituto Federal do Pernambuco, IFPE/Campus Barreiros-PE, deborah.amaral@barreiros.ifpe.edu.br

<sup>2</sup>Técnico em Alimentos e Laticínios do Instituto Federal do Pernambuco, IFPE/Campus Barreiros-PE, marcosjuliano@barreiros.ifpe.edu.br

<sup>3</sup>Graduado em Técnico em Alimentos do Instituto Federal do Pernambuco, IFPE/Campus Barreiros-PE, viniussba29@gmail.com

<sup>4,5</sup>Professores do Departamento de Desenvolvimento Educacional do Instituto Federal do Ceará, IFCE/Campus Tauá-CE, denise.amaral@ifce.edu.br; rubens.Pinheiro@ifce.edu.br

### **Introdução**

O queijo de coalho, segundo a Instrução Normativa nº 30, de 26/06/2001 que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade em que é definido como o produto obtido a partir da coagulação do leite por intermédio de coalho ou de enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até dez dias após sua fabricação (BRASIL, 2001).

Este queijo se destaca quanto a composição, pois apresenta elevado valor nutricional devido grande concentração de proteínas, sais minerais e vitaminas (MANGUEIRA et al., 2002). Além disso, é sensorialmente aceito pelo consumidor. Entretanto, as condições de processamento, armazenamento e comercialização podem comprometer suas características sensoriais (COSTA et al., 2012). Segundo Andrade (2006), o queijo de coalho apresenta diferentes características sensoriais dependendo da região em que ele é produzido, e que um mesmo queijo feito no mesmo local pode apresentar um perfil sensorial diferente observado pelos consumidores. Neste sentido, Medeiros et al. (2015) visaram estabelecer um perfil geral das características sensoriais do produto processado na mesorregião da Paraíba, Nordeste do Brasil, assim relataram que o queijo coalho apresenta geralmente uma cor amarela clara, um aroma amanteigado, sabor levemente salgado ou ácido e uma textura firme.

O queijo coalho é um produto tipicamente nordestino e muito popular, amplamente consumido pela população local, seja na forma natural, assado ou frito, como também muito utilizado em preparações culinárias, sendo, atualmente, muito difundido em todo o território brasileiro (NASSU et al., 2006). É produzido principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. A produção rural de queijo de coalho representa uma importante atividade econômica e social para os pequenos produtores, especialmente àqueles que não tem acesso às usinas de beneficiamento, demonstrando o seu caráter popular e de alto valor comercial na região interior do estado de Pernambuco (NASSU et al., 2006).

Por se tratar de um produto perecível, que geralmente é produzido de forma artesanal em condições higiênico-sanitárias deficientes, para garantir a qualidade do produto entre outros fatores, as práticas de higienização são fundamentais desde a obtenção, transporte e armazenamento do leite, durante as etapas de processamento do queijo, bem como na exposição para venda. A comercialização do queijo coalho é, de uma forma geral, efetuada em feiras livres, padarias, mini e super mercados, podendo chegar aos pontos de vendas por produtores ou atravessadores sem inspeção e controle de qualidade do alimento, o que pode resultar em impacto negativo na saúde pública (SILVA et al., 2018).

A comercialização de queijo de coalho em feira livre se destaca pela facilidade e grande diversidade nos preços. Além disso, há uma preferência do consumidor por feiras livres, devido à crença de que os alimentos ali comercializados são sempre frescos e de qualidade superior. Entretanto, muitas vezes os alimentos estão expostos a várias situações que propiciam a sua contaminação, das quais podem ser citadas a contaminação através dos manipuladores quando não adotam práticas adequadas de manipulação, exposição do alimento para venda, bem como o seu acondicionamento e armazenamento em condições inapropriadas (SILVA et al., 2009).

Em supermercados, nos setores de manipulados, encontra-se com grande frequência alimentos fracionados e minimamente processados. Os diversos tipos de queijo normalmente são manipulados e fracionados nos setores de padarias e frios, os quais requerem que as condições higiênico-sanitárias estejam satisfatórias para preservar a vida de prateleira dos produtos (LEITE et al., 2013). Assim, analisar as condições sanitárias dos estabelecimentos é fundamental para que a sociedade seja conscientizada de que os alimentos comercializados podem ou não estar em acordo com as normas higiênico-sanitárias (MATOS et al., 2015) recomendada pela legislação específica.

Portanto, considerando a importância do queijo de coalho nos comércios Pernambucanos, bem como a carência de dados sobre as condições higiênico-sanitárias dos queijos e dos estabelecimentos que o comercializam na cidade de Sirinhaém-PE, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade microbiológica dos queijos de coalho e as condições higiênico-sanitárias dos locais que o comercializam (supermercados e feira livre).

### Material e Métodos

#### *Diagnóstico das condições higiênico sanitárias dos estabelecimentos*

Para realizar um diagnóstico das condições higiênico-sanitárias da feira municipal e dos supermercados que comercializam queijo coalho na cidade de Sirinhaém-PE, realizou-se visitas técnicas ao local no mês de julho de 2018.

As condições das Boas Práticas de Fabricação foram avaliadas pela aplicação de um *checklist* com 30 perguntas (Tabela 1), baseada na Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004 da ANVISA (BRASIL, 2004). As opções de respostas para o preenchimento da lista de verificação foram: Conforme - quando atendeu ao item observado, Não Conforme - quando não atende ou atende parcialmente e Não Aplicável (NA) - requisito não se justifica.

Tabela 1. Categorias e quantidade de quesitos avaliados na lista de verificação

Categorias Avaliadas	Nº de Quesitos
Instalações	06
Hábitos higiênicos e vestuário dos manipuladores	08
Água	03
Higiene dos alimentos	09
Utensílios	04

Para classificação dos estabelecimentos, foram utilizados 3 intervalos: Bom: de 76 a 100% de atendimento dos quesitos; Regular: de 51 a 75% de atendimento dos quesitos; e Ruim: de 0 a 50% de atendimento dos quesitos (BRASIL, 2002).

#### *Análise microbiológica*

Para avaliar a qualidade microbiológica dos queijos de coalho, 10 amostras foram coletadas aleatoriamente em 5 pontos de venda, sendo 2 supermercados que comercializam queijos com rótulo e indicação de inspeção sanitária, e 3 pontos na feira livre que comercializam queijos artesanais sem rótulo e sem indicação de inspeção. Tais pontos de

venda foram identificados como: P1, P2, P3, P4 e P5 respectivamente. Em seguida, as amostras foram levadas em caixas isotérmicas para o Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Pernambuco campus Barreiros, sendo mantidos sob refrigeração até o momento da análise.

As amostras foram submetidas a análises microbiológicas para contagens de Coliformes Totais, *Staphylococcus aureus* e bactérias aeróbias mesófilas seguindo a metodologia preconizada pela American Public Health Association (APHA, 2001).

Para o preparo das amostras, 25g de queijo foram homogeneizados em água peptonada (225mL) por 2 minutos.

Posteriormente diluições decimais seriadas ( $10^{-1}$   $10^{-2}$   $10^{-3}$ ) foram feitas e inoculadas nos meios de cultura adequados para cada microrganismo. Os resultados foram avaliados considerando os critérios microbiológicos citados pela RDC (Resolução da Diretoria Colegiada), nº 12/01 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), para queijo de coalho.

### Resultados e Discussão

#### Diagnóstico das condições higiênico-sanitário pela aplicação do checklist

Considerando os critérios de classificação estabelecidos pela Resolução RDC nº 275 (BRASIL, 2002), as condições higiênico-sanitárias dos supermercados e da feira municipal analisados neste estudo, são consideradas regular e ruim respectivamente (Figura 1). Os supermercados alcançam 63%

(P1) e 67% (P2) de adequação ao *checklist*, correspondente a 19 e 20 dos 30 itens avaliados. Já às bancas de comercialização de queijo coalho da feira livre apresentam baixo percentual de conformidade sendo 30% (P3), 23% (P4) e 16% (P5). Resultado semelhante é relatado por Leite et al. (2013) ao avaliarem os padrões higiênico-sanitários dos estabelecimentos classificados como supermercados em Barra do Garças-MT (total de cinco estabelecimentos), os quais reportam média de adequação entre 64 e 80 pontos, sendo classificados como regular. Martins e Ferreira (2018) ao realizarem a caracterização das condições higiênico-sanitária das feiras livres da cidade de Macapá e Santana-AP também reportaram baixo percentual de adequação, tais como 27% na feira do Novo Buritizal (Macapá) e 17% na feira do Novo Horizonte e a feira de Santana.

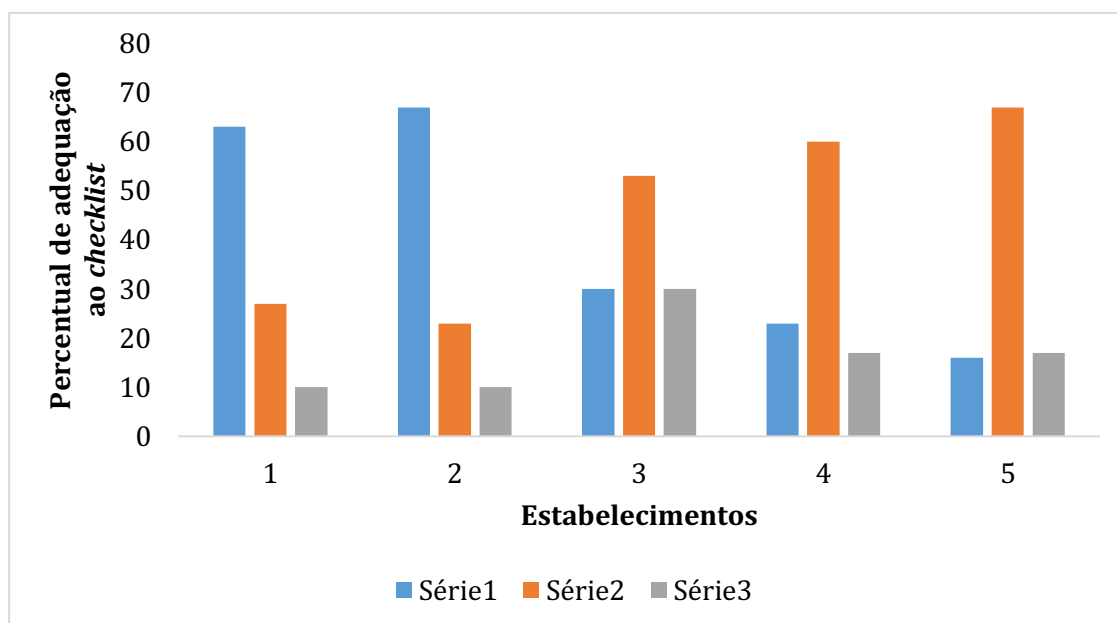


Figura 1. Percentual de adequação ao *checklist* da ANVISA.

De acordo com a RDC nº 216 da ANVISA (BRASIL, 2004) as principais não conformidades observadas nos supermercados (P1 e P2) são os pisos com rachaduras, atendentes que embora usam luvas, não lavam as mãos antes de manipular o queijo, a não higienização das facas, e tanto as embalagens quando os utensílios não são armazenados em um local adequado, pois ficam em cima da bancada exposto para qualquer pessoa tocar, bem como a possibilidade de insetos. Quanto aos itens adequados à legislação foi observado que os atendentes/manipuladores de alimentos fazem uso de roupas brancas adequadas para o trabalho, não usam adornos, tais como brincos,

colares e anéis. Além disso, mantem as unhas cortadas e sem esmaltes, também se apresentam equipados com toucas e máscaras. Destaca-se ainda que, o fato de os queijos serem embalados e terem selo de fiscalização, além de serem comercializados sob refrigeração, pode despertar o interesse dos consumidores mais preocupados com a conservação e a segurança de alimentos.

Em estudo semelhante Leite et al. (2013) reportaram que a avaliação higiênico-sanitária das instalações, produção, manipulação, acondicionamento e exposição à venda dos alimentos em supermercados fornece subsídios que possibilitam uma tomada

de decisão por parte dos responsáveis pelos estabelecimentos, baseada em fatos e dados, favorecendo a melhoria da qualidade dos produtos e serviços relacionados.

Com relação as barracas da feira livre, observa-se que estão em desacordo com a legislação para comercialização dos queijos coalhos, onde observa-se que as superfícies de exposição são principalmente de madeira, sendo este material impróprio por ser poroso e de fácil absorção de água, o que pode favorecer atividades microbiológicas e possível contaminação dos produtos, além de que as

bancadas estarem cobertas apenas com sacos plásticos e alguns tecidos brancos (Figura 2), os quais não são regularmente higienizados. Martins e Ferreira (2018) também reportam que é recorrente encontrar bancadas de madeira para exposição de alimentos em feiras livres. Segundo a RDC nº 216 da ANVISA (2004), as superfícies de exposição à venda dos alimentos devem ser lisas, impermeáveis, laváveis e estar isentas de rugosidades, frestas e outras imperfeições que possam comprometer a higienização dos mesmos e serem fontes de contaminação dos alimentos.



Figura 2. Pontos de venda de queijo coalho na feira livre na cidade de Sirinhaém-PE.

Considerando que o queijo coalho é um produto perecível e que precisa de refrigeração para garantir a sua conservação e a segurança do consumo, observa-se que a exposição do produto à temperatura ambiente é um fator crítico para a qualidade do produto e a saúde do consumidor. Normalmente esta prática é usada para favorecer a velocidade de venda por passar impressão de frescor do produto. Fazendo um paralelo com um estudo feito por Falcão et al. (2018) na feira do Tabuleiro em Maceió-AL, onde 100% das barracas avaliadas estavam sem o acondicionamento adequado, verifica-se que esta é uma característica muito presente na comercialização dos queijos nas feiras livres. No mesmo estudo, foi apontada a importância de se ter uma monitoração regular nessas áreas por profissionais qualificados ou indivíduos treinados, no meio de evitar a baixa ou aumento da temperatura e isso interfira na qualidade do produto.

Em relação as instalações, foram observadas como inadequações a presença de animais domésticos (cães e gatos) circulando livremente. Comportamento semelhante foi reportado por Falcão et al. (2018), os quais relatam a presença de animais circulantes entre as barracas. A RDC 216 (BRASIL, 2004) indica que não é permitida a presença de animais nas áreas internas e externas dos estabelecimentos. Além disso, foi observado o contrário a

Legislação Nacional de que, as bancas na feira livre são instaladas próximas de lixeiros, bem como não há proteção para chuva e sol, estando assim os produtos expostos as intempéries e pragas urbanas.

Em relação as não conformidades relacionadas aos manipuladores de alimentos, verifica-se que os mesmos não utilizam roupa adequada para a realização do trabalho, não dispõem de nenhum tipo de touca, homens com barba e as unhas não estavam bem limpas. Além disso, observa-se que os manipuladores fazem o uso de luvas, entretanto as mesmas não são armazenadas em um local seguro, livres da poeira local, pois encontram-se em cima da bancada. Em estudo semelhante, Costa et al. (2012) ao avaliarem o perfil dos manipuladores de alimentos/feirantes repostaram que em relação ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) 66,6% não utilizavam luvas, 33,3% não utilizavam aventais e ou batas e 33,3% não utilizavam sapatos fechado. Assim reforçando a necessidade de ação dos órgãos de inspeção de produtos de origem animal na aplicação de medidas de educação sanitária como aplicação de treinamentos relativos a métodos de manipulação de alimentos para garantir o fornecimento de produtos adequados ao consumo.

Os pontos P3 e P5 apresentam irregularidades no tocante à divisão do



trabalho, onde a mesma pessoa que corta o queijo também recebe o dinheiro, além de terem barbas e uso de relógio. Já no ponto P4, embora duas pessoas realizam tarefas diferentes, assim evitando manipular alimento e dinheiro ao mesmo tempo, e não utilizassem adornos, o manipulador do queijo possui barba e faz o uso de luva transparente apenas em uma única mão. Sendo um ponto que merece atenção considerando que, o uso da luva não elimina totalmente a possibilidade de contaminação por manipulação inadequada.

Portanto, ressalta-se a necessidade de capacitação dos manipuladores de alimentos, principalmente dos feirantes, em Boas Práticas de Fabricação. Esta é uma recomendação do *Codex Alimentarius* (2006), da RDC 216/2004 e da RDC 275/02, ambas da Agência Nacional de

Vigilância Sanitária, as quais indicam que todas as pessoas que manipulem alimentos recebam instrução adequada e contínua em matéria higiênica sanitária, na manipulação dos alimentos e higiene pessoal, com vistas a adotar as precauções necessárias para evitar a contaminação dos alimentos.

#### *Análise microbiológica*

De acordo com os resultados das análises microbiológicas (Tabela 2) os valores de Coliformes Totais são considerados adequados para as duas amostras comercializadas no supermercado (P1 e P2), entretanto as três amostras comercializadas na feira livre (P3, P4 e P5) apresentam-se inadequadas para consumo por apresentarem alta contagem de Coliformes Totais.

Tabela 2. Análises microbiológicas dos queijos coletados na cidade de Sirinhaém

Locais de coleta		Microrganismos		
		Coliformes Totais NMP/g	Bactérias Mesófilas UFC/g	<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g
Supermercado	P1	93	$3,5 \times 10^5$	$5,2 \times 10^4$
	P2	210	$1,3 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$
	P3	$>1,1 \times 10^3$	$5,4 \times 10^5$	$5,8 \times 10^5$
Feira livre	P4	$>1,1 \times 10^3$	$4,3 \times 10^5$	$7,8 \times 10^5$
	P5	$>1,1 \times 10^3$	$6,7 \times 10^5$	$9,8 \times 10^5$
Legislação	-	$\leq 5 \times 10^2$	-	$\leq 5 \times 10^2$

A Legislação Brasileira (BRASIL, 2001) indica que o limite máximo de Coliformes Totais para queijo coalho é de  $5 \times 10^2$  NMP/g. Com base nesse limite, 60% das amostras analisadas encontram-se inadequadas para consumo, o que pode ser consequência de carência de boas práticas de fabricação na cadeia produtiva, desde a obtenção da matéria-prima até a comercialização desses produtos em condições inadequadas. Resultado semelhante foi reportado por Santana et al. (2008) ao analisarem a qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado no mercado central em Aracaju, SE. Estes autores verificaram que 93,3% dos queijos analisados não estavam aptos à comercialização e, conseqüentemente, ao consumo humano. Em estudo semelhante Silva et al. (2018) indicaram que 100% das amostras de queijo coalho comercializadas em feiras livres no município de Petrolina apresentaram contagens de Coliformes Totais superiores ao limite da legislação.

Quanto a contagem de *Staphylococcus aureus*, todas as amostras avaliadas apresentam valores superiores ao limite estabelecido na

legislação que é de 500 UFC/g ou  $5 \times 10^2$  UFC/g. Assim, 100% das amostras coletadas na cidade de Sirinhaém-PE, ambas com e sem rótulo/inspeção apresentam-se impróprias para consumo. Em estudo semelhante, avaliando a qualidade de queijos de coalho comercializados no município do Cabo de Santo Agostinho-PE, Oliveira et al. (2010) reportaram que 76,19% das amostras apresentaram contagens variando entre  $1,6 \times 10^3$  a  $2,0 \times 10^5$  UFC/g também superiores ao que recomenda a legislação. Estes autores enfatizaram que, das amostras classificadas como impróprios para o consumo humano, 79,41% dos queijos de coalho tinham rótulo com inspeção estadual (tipo B) e 71,43% sem inspeção, já as amostras classificadas como tipo A, apresentaram contaminação, por este microrganismo, em nível tolerável.

Para as contagens de bactérias aeróbias mesófilas, 100% das amostras analisadas são consideradas elevadas. Comportamento semelhante foi reportado por Silva et al. (2018) ao avaliarem os aspectos microbiológicos de queijos coalhos comercializados em feiras livres do município de Petrolina-PE, os quais

reportaram contagens de bactérias aeróbias mesófilas entre  $6,2 \times 10^{10}$  a  $1,2 \times 10^{11}$  UFC/g, destacando que este resultado indica falha nas condições básicas de higiene. Matos et al. (2015) relataram que os problemas encontrados nas feiras livres quanto as condições higiênico-sanitárias estão na maioria das vezes relacionadas com a má estrutura das bancas, dos produtores, dos produtos comercializados de maneira incorreta e dos feirantes, os quais apresentam necessidade de conscientização e capacitação.

### Conclusão

Diante do exposto, verificou-se que as amostras analisadas estavam impróprias para o consumo, pois apresentaram em geral contagens de coliformes totais, bactérias aeróbias mesófilas e *Staphylococcus aureus* superiores aos limites estabelecidos pela legislação Brasileira.

Quanto a avaliação dos pontos de comercialização de queijo coalho na cidade de Sirinhaém – PE, pode-se concluir que as condições higiênico-sanitárias, principalmente dos pontos de venda da feira livre estavam fora dos padrões estabelecidos pela RDC 216/2004, apresentando a necessidade de maiores investimentos na estrutura física, fiscalização efetiva pelos órgãos competentes, bem como a capacitação dos manipuladores de alimentos/feirantes.

### Referências

ANDRADE, A. S. A. Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no Ceará. 127f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

APHA. American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed. Washington, D.C., 2001. 676p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Brasília: ANVISA, 2004. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 15 abril 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos

Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Brasília: ANVISA, 2002. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 15 abril 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC no 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 02/01/2001. p.1-54. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 15 abril 2017.

CODEX ALIMENTARIUS. Higiene dos Alimentos. Textos Básicos. Organização Pan-Americana da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2006. 65p. Disponível em: <https://www.paho.org/>. Acesso em: 15 abril 2017.

COSTA, E. S. A.; LINO, A. T. S.; MEDEIROS, E. S.; SOARES, K. D. A.; PORTELA, O. C. Condições higiênico-sanitárias do queijo de coalho comercializado em feira livre do município de Viçosa, Alagoas. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, v.9, n.18, p.1-6, 2012.

FALCÃO, L. E. M.; LIMA, J. D. M.; NASCIMENTO, C. A. S.; ALMEIDA, R. A. F. Condições higiênico-sanitárias de laticínios comercializados na feira do Tabuleiro em Maceió-AL: Estamos esperando acontecer um surto alimentar para agir? Revista Acadêmico-Científica, v.14, n.1, p.1-13, 2018.

LEITE, M. A. G.; REZENDE, H. M.; THÉ, P. M. P.; MOREIRA, L. I. M. Condições higiênico sanitárias nos setores de manipulados em supermercados do município de Barra do Garças-MT. Alim. Nutr. Braz. J. Food Nutr., v.24, n.1, p.37-44, 2013.

MARTINS, A. G.; FERREIRA, A. C. S. Caracterização das condições higiênico-sanitária das feiras livres da cidade de Macapá e Santana-AP. Rev. Arq. Científicos, v.1, n.1, p.28-35, 2018.

MANGUEIRA, T. F. B.; TRAVASSOS, A. E. R.; MOREIRA, R. T. Teste de aceitabilidade sensorial de queijo de coalho com baixo teor de gordura e enriquecido com ferro. B. CEPPA, v.20, n.2, p.279-290, 2002.

MATOS, J. C.; BENVINDO, L. R. S.; SILVA, T. O.; CARVALHO, L. M. F. Condições higiênico sanitárias de feiras livres: uma revisão integrativa. Revista Eletrônica Gestão & Saúde, v.6, n.3, p.2884-2893, 2015.

MEDEIROS, R. S.; GONÇALVES, M. M. B. P.; NETO, V. Q. Perfil físico-química do queijo de coalho artesanal do Sertão da Paraíba, Nordeste, Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, v.81, n.1, p.30-35, 2014.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Queijo de Coalho. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2006. 40p. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/>. Acesso em: 15 abril 2017.

SILVA, G. L.; COELHO, M. C. S. C.; COELHO, M. I. S.; LIBÓRIO, R. C.; AMORIM, I. S.; SILVA, G. C. S. Aspectos microbiológicos de queijos coalhos comercializados em feiras livres do município

de Petrolina-PE. *Revista Bras. Tecnol. Agroindústria*, v.12, n.1, p.2613-2626, 2018.

SILVA, J. A.; MELO, E. A.; LEMOS, S. M. Condições higiênico-sanitárias dos alimentos comercializados na feira de produtos orgânicos do CEASA. In: Congresso Brasileiro de Economia Doméstica, 20, 2009, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2009.

SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, Á. S. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.6, p.1517-1522, 2008.

## Capítulo 10

# **AVALIAÇÃO DO EFEITO DA PASTEURIZAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOATIVAS DA POLPA DA GOIABA (*Psidium guajava* L.)**

**Virgínia Mirtes de Alcântara Silva<sup>1</sup>**

**Newton Carlos Santos<sup>2</sup>**

**Raphael Lucas Jacinto Almeida<sup>3</sup>**

**Victor Herbert de Alcântara Ribeiro<sup>4</sup>**

**Lucas Rodolfo Inácio da Silva<sup>5</sup>**

**Larissa Monique Rodrigues<sup>6</sup>**

**Anastácia Maria Mikaella Campos Nóbrega André<sup>7</sup>**

<sup>1,4</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/Campus Campina Grande-PB, virginia.mirtes2015@gmail.com; victor\_herbert@hotmail.com

<sup>2,3</sup>Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN/CCT/UAEQ/Campus Natal-RN, newtonquimicoindustrial@gmail.com; raphaelqindustrial@gmail.com

<sup>5</sup>Engenheiro de Biotecnologia e Bioprocessos, Mestre em Engenharia de Química, rodolfo\_i@hotmail.com

<sup>6</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/UAEA/Campus Campina Grande-PB, larissamonique@gmail.com

<sup>7</sup>Engenheira Agrícola, Doutora em Engenharia de Processos, anastaciamikaella@gmail.com

## **Introdução**

A goiaba (*psidium guajava* L.) é uma fruta tropical encontrada principalmente nos países tropicais e subtropicais. Pertence à família das Myrtaceae. Essa fruta é frequentemente considerada uma superfruta por causa de seu rico conteúdo de vitamina A e C e suas sementes são ricas em ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 polissaturados e possuem um nível especialmente alto de fibras alimentares (LAMO et al., 2019). Segundo Ghalati et al. (2020) a sua produção atinge aproximadamente 6,8 milhões de toneladas no ano.

A goiaba, por ser uma fruta rica em compostos bioativos, tem apresentado um alto potencial benéfico para a saúde humana. A possibilidade de reduzir o risco de doenças por meio de dietas tem atraído a atenção da comunidade científica e de indústrias com o objetivo de desenvolver alimentos funcionais, ou seja, alimentos ricos em compostos bioativos que apresentam poder benéfico à saúde. Esses compostos podem ser definidos como nutrientes com ação metabólica ou fisiológica específica, agindo como antioxidantes, ativando enzimas de detoxificação hepática, bloqueando atividade de toxinas virais e bacterianas e, ainda, diminuindo a agregação plaquetária (MENEZES et al., 2016).

Devido ao seu alto valor nutritivo e pela excelente aceitação para o consumo na forma *in natura*, a indústria tem investido no consumo da goiaba na forma de polpa, sucos e produtos derivados, no entanto, é limitada devido a problemas no seu processamento, com por exemplo a falta de tratamento térmicos eficazes (SOUSA et al., 2019; LAMO et al., 2019). O processamento térmico de alimentos induz a inativação de enzimas e microrganismos a determinada temperatura e tempo de exposição, mas também leva à modificação sensorial e nutricional (SIGUEMOTO et al., 2019).

Diferentes tratamentos térmicos têm sido propostos para a conservação pós-colheita, entre eles a pauturização (MONROY et al., 2018). A pasteurização é uma técnica tradicional e mais comumente usada até nas indústrias atuais, com intuito de aumentar a vida útil do produto, no caso de frutas a pasteurização é realizada geralmente com a polpa, que é a fração mais consumida (SILVA et al., 2018).

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo realizar a pasteurização da polpa da goiaba e avaliar o efeito desta nas suas características físico-químicas e bioativas.

## Material e Métodos

A matéria-prima utilizada no desenvolvimento desse trabalho consistiu de goiabas da polpa vermelha (*psidium guajava* L.) em estágio de maturação maduras, adquiridas no comércio local da cidade de Natal-RN.

As goiabas foram selecionadas, lavadas, higienizadas e sanitizadas em hipoclorito de sódio em solução (200ppm) por 10 minutos. Em seguida foram descascadas de forma manual com auxílio de uma faca doméstica. Com auxílio de um processador de alimentos doméstico, as polpas foram homogeneizadas sem adição de água e acondicionadas em um recipiente de vidro (previamente esterilizado). Após o recipiente ser preenchido com a polpa da goiaba e ser lacrado, o mesmo foi colocado em banho maria a 65°C por 30 minutos, o que caracteriza uma pasteurização lenta, que tem como objetivo inativar enzimas e destruir microrganismos patogênicos, assim como também preservar o máximo das suas características nutricionais e sensoriais. Em seguida, foi realizado o resfriamento rápido das amostras (recipientes de vidro) em banho de gelo, afim de evitar o excesso de calor. O processo foi concluído quando a temperatura das amostras atingiu a temperatura de 20°C.

### *Análises físico-químicas e de compostos bioativos*

As polpas de goiaba *in natura* e pasteurizadas foram submetidas as seguintes determinações: teor de água, atividade de água ( $a_w$ ), pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), ratio (SST/ATT) e cinzas em que seguiu a metodologia de acordo com normas estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), sendo todas as análises realizadas em triplicata. Os compostos fenólicos totais foram quantificados a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006), utilizando ácido gálico como padrão.

Teor de umidade foi realizada em estufa à vácuo a 70°C, onde foram pesadas 5g das amostras em cápsulas, previamente taradas, e aquecida durante 6 horas, sob pressão reduzida  $\leq 100$  mm de mercúrio (13,3 kPa), e resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente, pesadas e repetida esta operação até peso constante.

Atividade de água ( $A_w$ ) foi realizada leitura direta em equipamento Aqualab® na temperatura de 25 °C.

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, utilizando pHmetro do fabricante TECNAL. Antes de iniciar a análise, o potenciômetro digital foi ligado 15 minutos antes para estabilizar o circuito elétrico e previamente calibrado com soluções tampões de pH 7,0 e 4,0 a temperatura de 20°C.

A acidez total titulável foi determinada por titulometria com NaOH 0,1N. Para isso, uma alíquota de 5g da amostra foi colocada em Erlenmeyer completando-se o volume para 50 ml com água isenta de CO<sub>2</sub>. Para determinação do ponto de viragem foi utilizado pHmetro sendo a titulação finalizada em pH igual a 8,2. O valor obtido foi expresso em percentual de ácido cítrico.

O Teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado por refratometria, utilizando-se refratômetro digital de bancada, marca Hanna e os resultados foram expressos em °Brix.

A relação sólidos solúveis/acidez total titulável (*ratio*) foi determinado pelo equilíbrio entre doce-ácido do produto e foi calculada pela relação entre sólidos solúveis e a acidez titulável (SST/ATT).

O Teor de cinzas foi quantificado por gravimetria após incineração em mufla a 550°C. O método de baseou na perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado a 550°C, com destruição da matéria orgânica.

Os cálculos realizados para a determinação dos compostos fenólicos totais foram baseados em uma curva padrão com ácido gálico, e as leituras realizadas em espectrofotômetro a 765 nm, com os resultados expressos em mg 100g<sup>-1</sup> de ácido gálico.

### *Análise estatística*

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância de fator único (ANOVA) de 5% de probabilidade e as respostas qualitativas significativas foram submetidas ao teste de Tukey adotando-se o mesmo nível de 5% de significância. Para o desenvolvimento das análises estatísticas o software ASSISTAT versão 7.0 foi utilizado.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1, estão apresentados os valores (média  $\pm$  desvio padrão) das características físico-químicas e compostos bioativos da polpa de goiaba *in natura* e após o processo térmico de pasteurização.

Tabela 1. Características físico-químicas e compostos bioativos das polpas de goiaba não pasteurizadas (*in natura*) e pasteurizadas

Parâmetros	Polpa de goiaba	
	<i>In natura</i>	Pasteurizada
Teor de água (%)	89,48 <sup>a</sup> ± 0,02	90,70 <sup>a</sup> ± 0,08
Atividade de água ( $a_w$ )	0,981 <sup>a</sup> ± 0,01	0,989 <sup>a</sup> ± 0,01
pH	3,80 <sup>a</sup> ± 0,01	3,84 <sup>a</sup> ± 0,02
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,51 <sup>a</sup> ± 0,12	0,48 <sup>b</sup> ± 0,09
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,72 <sup>b</sup> ± 0,17	11,02 <sup>a</sup> ± 0,19
<i>Ratio</i> (SST/ATT)	19,06 <sup>b</sup> ± 0,29	22,95 <sup>a</sup> ± 0,28
Cinzas (%)	0,49 <sup>a</sup> ± 0,22	0,24 <sup>b</sup> ± 0,15
Compostos fenólicos totais (mg 100g <sup>-1</sup> de ácido gálico)	57,45 <sup>b</sup> ± 2,14	71,37 <sup>a</sup> ± 3,54

Nota: Médias seguidas pela mesma letra sobescrita na mesma linha não diferem significativamente ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

A polpa *in natura* apresenta teor de água de 89,48% e a polpa submetida ao processo de pasteurização apresenta teor de 90,70%, evidenciando que o processo de pasteurização aumentou em 1,22% o teor de água da polpa, no entanto, estatisticamente esse aumento não é significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Machado et al. (2019) ao avaliarem o efeito da pasteurização nas características físico-químicas da polpa de *physalis*, também observaram aumento no teor de água de 80,32 para 82,09%. Menezes et al. (2016) obtiveram 87,96% de teor de água para polpa de goiaba variedade Paluma *in natura*. O Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008) indica teores de umidade em frutas na faixa de 65 - 95g/100g.

Para o parâmetro de atividade de água ( $a_w$ ), também se observa aumento no seu valor de 0,981 para 0,989 entre a polpa *in natura* e pasteurizada, respectivamente. Sendo este aumento não significativo estatisticamente ( $p > 0,05$ ). Castro et al. (2016) obtiveram atividade de água de 0,98 para polpa de goiaba não submetida a tratamentos térmicos. Fellows (2006), classifica alimentos com  $a_w > 0,95$  como alimentos de alta perecibilidade.

Com relação aos valores de pH ocorre aumento de 3,80 para 3,84 quando se aplicou o processo de pasteurização, no entanto esses valores não apresentam diferenças significativas. Morais et al. (2017) ao avaliarem o efeito da pasteurização da polpa de araticum, verificaram que o processo térmico não alterou o valor do pH da fruta, permanecendo igual.

Os valores obtidos para acidez total titulável (ATT), apresentam diferenças estatísticas significativas. Sendo que o processo de pasteurização reduziu o valor deste parâmetro para 0,48% de ácido cítrico, onde essa redução está relacionada ao aumento do

valor de pH. Castro et al. (2016), obtiveram 0,46% para polpa da goiaba *in natura*, valor este inferior ao obtido no presente trabalho de 0,51% de ácido cítrico. De acordo com Araújo et al. (2016), tais alterações podem ser consequência da degradação dos ácidos orgânicos presentes durante o tratamento térmico.

Segundo Aroucha et al. (2010), a acidez é importante, não somente para determinar a relação de doçura de um produto, mais também pela sua grande utilidade na indústria de alimentos como conservante, podendo prolongar a vida de prateleira, índice para avaliação de qualidade e maturidade, indicador sensorial, entre outras funções.

Em geral, as polpas de frutas apresentam elevada atividade de água ( $> 0,95$ ), potencial de oxirredução elevado e pH baixo. Entre esses fatores, a acidez desempenha um fator na inibição da microbiota deteriorante, sendo os bolores e fungos filamentosos os mais resistentes a condições adversas com baixa atividade de água, o que pode levar à deterioração, principalmente em frutas frescas (FRANCO & LANDGRAF, 2008).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) da polpa da goiaba *in natura* é de 9,72 °Brix e da polpa tratada termicamente 11,02 °Brix, evidenciando que o processo de pasteurização aumenta o teor de sólidos solúveis. Estatisticamente esses valores apresentam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). Valores superiores ao do presente estudo foram obtidos por Silva et al. (2015) com 21 °Brix para polpa pasteurizada de araticum. Zillo et al. (2014) em seus estudos de pasteurização da polpa de uvaia, verificaram que a polpa processada não pasteurizada apresentou valores médios menores que os encontrados na polpa processada pasteurizada, indicando que houve perda de água durante o processamento

térmico e, conseqüentemente, concentração do teor de sólidos solúveis totais.

A polpa não pasteurizada (*in natura*) apresenta valor de 19,06 para esta relação, apresentando diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) com relação a polpa pasteurizada que apresenta valor de 22,95. Esse maior valor obtido para polpa pasteurizada é em decorrência do maior valor de sólidos solúveis totais (SST) e menor percentual da acidez total titulável (ATT), indicando um equilíbrio entre os dois componentes. Segundo BRASIL (1996), o parâmetro *ratio* é uma relação utilizada como indicação do grau de maturação da fruta, evidenciando qual o sabor predominante na mesma, se doce ou ácido, ou ainda se há equilíbrio entre eles.

O tratamento térmico de pasteurização promoveu uma redução significativa ( $p>0,05$ ) no teor de cinzas da polpa de goiaba. A polpa de goiaba *in natura* apresenta valor de 0,49%, valor este próximo aos obtidos por Silva et al. (2019) para polpa do umbu (0,47%) e para polpa da ciriguela (0,30%), ambas não tratada termicamente. Segundo Cecchi (2003), o conteúdo de cinzas varia de 0,4 a 2,1% em frutas frescas e representam os minerais contidos nos alimentos que podem estar em grandes quantidades como o  $K^+$ ,  $Na^+$  e  $Ca^+$  e pequenas como o Fe, Mn e Zn.

Observa-se que ocorre um aumento significativo no teor de compostos fenólicos totais (CFT) da polpa de goiaba. No qual, a polpa *in natura* apresenta valor 57,45 mg 100g<sup>-1</sup> de ácido gálico e a polpa pasteurizada 71,37 mg 100g<sup>-1</sup> de ácido gálico. Almeida et al. (2020) ao aplicarem o processo de pasteurização lenta na polpa do juá, também obtiveram aumento nos valores dos compostos fenólicos totais de 101,95 para 129,78 mg 100g<sup>-1</sup>. Haida et al. (2015) quantificaram teores de compostos fenólicos totais variando de 50,06 a 65,16 mg 100g<sup>-1</sup> de ácido gálico em polpas de goiaba *in natura*. Menezes et al. (2016) obtiveram 55,74 mg 100g<sup>-1</sup> de ácido gálico em polpas de goiaba variedade Paluma *in natura*.

### Conclusão

De acordo com os dados obtidos no trabalho, foi perceptível a concentração de no teor de sólidos solúveis e dos compostos fenólicos, e diminuição do teor de cinzas, enquanto que para os outros parâmetros não houve diferença significativa. A temperatura empregada na pasteurização serviu para concentrar os compostos bioativos, além de

evitar o escurecimento enzimático e conseqüentemente as perdas nutricionais do produto.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado aos autores.

### Referências

- ALMEIDA, J. I. O.; COSTA, F.; PAULINO, C. G.; ALMEIDA, M. J. O.; DAMACENO, M. N.; SANTOS, S. M. L.; FARIAS, V. L. Efeito da pasteurização sobre os compostos bioativos e a atividade antioxidante de polpa de frutos de *Ziziphus joazeiro* Mart. Research, Society and Development, v.9, n.5, e135953245, 2020.
- AMARO, A. P.; BONILHA, P. R. M.; MONTEIRO, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá. Alimentos e Nutrição, v.13, p.151-162, 2002.
- ARAÚJO, A. P. O.; SANTOS, E. C. C.; DAMASCENO, F. S.; DEBONI, T. M.; CUEVAS, M. S.; MOTA, R. V. Utilização de planejamento experimental no estudo da pasteurização do suco de acerola. Scienta Plena, v.12, n.6, p.1-8, 2016.
- AROUCHA, E. M. M.; GOIS, V. A.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, M. C. A.; SOUZA, M. S. Acidez em frutas e hortaliças. Revista Verde, v.5, n.2, p.01-04, 2010.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. Portaria nº 76 de 27-11-86 do Ministério da Agricultura. Diário Oficial, Brasília. Seção I. p.18152-18173, 1996.
- BRASIL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4º ed. 1º edição digital. São Paulo, 2008. 1020p.
- CASTRO, D. S.; AIRES, J. E. F.; AIRES, K. L. C.; DA SILVA, A. F.; DA SILVA, W. P.; GOMES, J. P. Physical and chemical changes in guava raisin (*Psidium guajava* L.) produced by osmotic dehydration and drying convective. Australian Journal of Crop Science, v.10, n.10, p.1449-1454, 2016.
- CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 207p.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, U. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 2008.
- GHALATI, R. E.; SHAMILI, M.; HOMAEI, A. Effect of putrescine on biochemical and physiological

- characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) seedlings under salt stress. *Scientia Horticulturae*, v.261, p.108961, 2020.
- HILDA, K. S.; HAAS, J.; MELLO, S. A.; HAIDA, K. S.; ABRÃO, R. M.; SAHD, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of guava (*Psidium guajava* L.) Fresh and Frozen. *Revista Fitos*, v.9, n.1, p.37-44, 2015.
- LAMO, C.; SHAHI, N. C.; SINGH, A.; SINGH, A. K. Pasteurization of guava juice using induction pasteurizer and optimization of process parameters. *LWT*, v.112, p.108253, 2019.
- MACHADO, T. F.; MONTEIRO, E. R.; TIECHER, T. Chemical, physicochemical and antioxidant stability of freezing pasteurized and unpasteurized pulp. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.22, e2017149, 2019.
- MENEZES, P. E.; DORNELLES, L. L.; DE OLIVEIRA FOGAÇA, A.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Composição centesimal, compostos bioativos, atividade antioxidante e caracterização fenólica da polpa de goiaba. *Disciplinarum Scientia Saúde*, v.17, n.2, p.205-217, 2016.
- MONROY, A. D. G.; HERNANDEZ, G. R.; OZUNA, C.; MORALES, M. E. S. Microwave-assisted pasteurization of beverages (tamarind and green) and their quality during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v.49, p.51-57, 2018.
- MORAIS, E. C. D.; PATIAS, S. G. D. O.; FERREIRA, N. S. D. S.; PICANÇO, N. F. M.; RODRIGUES, E. C.; NASCIMENTO, E.; FARIA, R. A. P. G. D. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum in natura e pasteurizada. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.20, e2016142, 2017.
- SIGUEMOTO, E. S.; PURGATTO, E.; HASSIMOTTO, N. M. A.; GUT, J. A. W. Comparative evaluation of flavour and nutritional quality after conventional and microwave-assisted pasteurization of cloudy apple juice. *Food Science and Technology*, v.111, p.853-860, 2019.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, v.11, p.3733-3740, 2016.
- SILVA, L. L.; CARDOSO, L. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Influência do branqueamento, pasteurização e congelamento nas características físico-químicas e carotenoides de polpa de araticum. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v.33, n.1, p.49-59, 2015.
- SILVA, V. M. A.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; RIBEIRO, V. H. A.; BARROS, E. R.; VIEIRA, D. M.; LIMA, S. E. R. Parâmetros físico-químicos de diferentes frutas. In: Paulo Roberto Megna Francisco; Maria José Holanda Leite. (Org.). *Ciência, Desenvolvimento e Inovação na Engenharia e Agronomia Brasileira*. 1ed. Campina Grande: EPGRAF, v.2, p.46-56, 2019.
- SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S.; SOUTO, L. M.; MOREIRA, I. S.; SILVA, E. C. O. Mathematical model for determining thermal properties of whole bananas with peel during the cooling process. *Journal of Food Engineering*, v.227, p.11-17, 2018.
- SOUSA, R. P.; LOBO, F. A. T. F.; MONTES, L. T. P.; DE LIMA ARAÚJO, K. G. Secagem da polpa de goiaba (*psidium guajava*) da variedade Pedro Sato pelo método foam mat drying para aplicação em alimentos. *Revista da Associação Brasileira de Nutrição*, v.10, n.2, p.59-65, 2019.
- WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, p.3-5, 2006.
- ZILLO, R. R.; SILVA, P. P. M.; ZANATTA, S.; SPOTO, M. H. F. Parâmetros físico-químicos e sensoriais de polpa de uvaia (*Eugenia Pyriformis*) submetidas à pasteurização. *Bioenergia em Revista: Diálogos*, v.4, n.2, p.20-33, 2014.



## Capítulo 11

# CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

**Álison Moreira da Silva<sup>1</sup>**  
**Elzimar de Oliveira Gonçalves<sup>2</sup>**  
**Alan Henrique Marques de Abreu<sup>3</sup>**  
**Elias Costa de Souza<sup>4</sup>**  
**Ananias Francisco Dias Júnior<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Ciências Florestais, UFES, Jerônimo Monteiro-ES, alison\_vni@hotmail.com

<sup>2</sup>Dra. Profa. Adjunto, UFES, Jerônimo Monteiro-ES, elzimarog@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, CEDAE, Rio de Janeiro-RJ, alan.abreu@cedae.com.br

<sup>4</sup>Doutorando em Recursos Florestais, USP, Piracicaba-SP, eliasrem@usp.br

<sup>5</sup>Dr. Prof. Adjunto, UFES, Jerônimo Monteiro-ES, ananias.dias@ufes.br

### Introdução

Com a crescente exploração das florestas nativas, seja pela expansão agrícola, pela pecuária extensiva ou pelo aproveitamento direto da madeira, tem se intensificado a diminuição da cobertura florestal e a perda dos ecossistemas naturais, provocando degradação e desequilíbrio ambiental (CALDEIRA et al., 2013). Mediante a obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e do Programa de Regularização Ambiental (PRA) no atual cenário brasileiro, passa a existir aumento na demanda por mudas nativas de boa qualidade para regularização ambiental e implantação adequada de projetos que visam melhoria no ambiente (KELLER et al., 2009; VARGAS et al., 2011, DELARMELINA et al., 2014; SILVA et al., 2015). A produção de mudas florestais com melhores características para implantação em campo está relacionada à diversos fatores, dentre eles manejos de irrigação e de fertilização, que devem ser adequados à época do ano, ao tipo de embalagem e ao substrato (CIAVATTA et al., 2014). Entretanto, a falta de conhecimento dos viveiristas acerca de boas práticas de manejo, ainda gera a produção de mudas com padrões inferiores para plantio em campo (DEGRANDE et al., 2012).

A determinação da viabilidade das mudas pode ser feita a partir de uma ou várias características morfológicas e fisiológicas. De modo geral, a mensuração da altura da parte aérea, diâmetro de colo e massa seca estão entre as características morfométricas mais utilizadas para a classificação e seleção de mudas florestais (CARNEIRO et al., 2007). Os critérios avaliados não são absolutos, visto que outros fatores podem interferir nas respostas dadas

pelas mudas aos tratamentos em viveiro, como a espécie ou o local de plantio, de modo que uma muda pode ser classificada como de ótima qualidade para certa região, e ruim para outra (CARNEIRO, 1995; RUBIRA & BUENO, 1996).

De forma a contribuir para o controle da produção de mudas, o emprego de ferramentas de qualidade com o intuito de levantamento das não conformidades em sistemas de produção, tem sido apontado como uma solução, no sentido de contribuir para a melhoria dos processos relacionados a produção de mudas em fase de viveiro. O controle estatístico de processos (CEP), por meio de mensurações de variáveis de interesse, possibilita verificar a estabilidade de sistemas de produção, de modo a levantar variabilidade e não conformidades, a fim de reduzir desvios e melhorar a qualidade dos produtos em questão (MONTGOMERY, 2009). Contudo, a aplicação de ferramentas da qualidade no setor florestal ainda é incipiente, tornando este trabalho relevante para a obtenção de resultados e conhecimentos acerca de controle e padronização de variáveis relacionadas à produção de mudas florestais em fase de viveiro.

Dessa forma, acredita-se que o CEP como ferramenta pode ser aplicada no processo de produção de mudas, promovendo a melhoria da qualidade das mudas produzidas. Assim, este estudo tem por objetivo levantar as não conformidades e variabilidades dos parâmetros morfológicos em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Ipê-roxo) e *Sparattosperma leucanthum* (Ipê-cinco-folhas), por meio do CEP.

### Material e Métodos

*Área de estudo e coleta de dados*

O estudo foi conduzido no Viveiro Florestal Universitário do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira localizado na Universidade Federal do Espírito Santo (DCFM/UFES). O mesmo se encontra situado sob as coordenadas latitude 20°47' S e longitude 41°24' W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região do estudo é do tipo Aw, com verão chuvoso e inverno seco. A temperatura média das mínimas do mês mais frio é de 11,8°C e a média das máximas do mês mais quente é de 34°C (PEZZOPANE & CECÍLIO, 2012). O índice médio pluviométrico anual é de 1.293mm (INCAPER, 2014).

Para o levantamento e análise das não conformidades na produção de mudas florestais, inicialmente foram realizadas visitas técnicas ao viveiro para o conhecimento do local e das variáveis atreladas ao processo produtivo. Em seguida, foram conduzidas sessões de *brainstorming* (tempestade de ideias) com os responsáveis pela produção de mudas e com os demais envolvidos nas atividades rotineiras do viveiro.

Foram selecionadas para a realização deste trabalho as espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê-roxo) e *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Ipê-cinco-folhas), ambas com aproximadamente 18 meses de idade, devido à disponibilidade do viveiro no momento da definição da pesquisa e por serem espécies utilizadas em projetos de reflorestamento. A coleta dos dados foi feita por meio da avaliação individual de 100 mudas de cada espécie, com base no procedimento amostral de dimensionamento do tamanho mínimo de amostragem para populações finitas (LEVINE et al., 2000), obtido através da Equação 1.

$$n = \frac{N * \hat{p} * \hat{q} * \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2}{\hat{p} * \hat{q} * \left(\frac{Z_{\alpha}}{2}\right)^2 + (N-1) * E^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:  $n$  = Número de indivíduos na amostra;  $N$  = Número total da população;  $\hat{p}$  = Proporção populacional de indivíduos que pertence a categoria que estamos interessados em estudar;  $\hat{q}$  = Proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria do estudo ( $q = 1 - p$ );

$\hat{p} * \hat{q}$  = se os valores de  $\hat{p}$  e  $\hat{q}$  forem desconhecidos, substitui-se  $\hat{p}$  e  $\hat{q}$  por 0,5 (LEVINE et al., 2000);  $Z_{\frac{\alpha}{2}}$  = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;  $E$  = Margem de erro ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a proporção amostral e a verdadeira proporção populacional ( $p$ ).

Os canteiros foram subdivididos em quatro quadrantes, em que foi atribuído um número de forma sequencial a cada muda. Posteriormente foram selecionadas 25 mudas de forma aleatória em cada quadrante.

O material analisado foi aquele disposto na área de expedição do viveiro, ou seja, as mudas consideradas prontas para serem levadas para o campo de acordo com a equipe técnica entrevistada. Foram avaliados os seguintes atributos nas mudas florestais: Altura (H): a altura da parte aérea foi medida com régua graduada (cm) (Figura 1), a partir do nível do substrato até a gema apical que deu origem à última folha (GOMES et al., 2002); Diâmetro do coleto (D): o diâmetro do coleto (cm) foi medido rente ao nível do substrato (Figura 2) com paquímetro eletrônico (GOMES et al., 2002); Ataque de pragas/doenças e deficiência nutricional: foram observados sintomas visuais de deficiência nutricional e/ou ataque de pragas e/ou presença de doenças (Figura 3) e classificados em não ou sim, respectivamente, no binário 0 e 1; Grau de enovelamento: as raízes foram analisadas e classificadas em não enovelada e enovelada, representada respectivamente, pelo binário 0 e 1 (Figura 4); Agregação do substrato: analisado e classificado ao retirar a muda do tubete (Figura 5), em não agregado ou agregado e classificados em não ou sim, respectivamente, no binário 0 e 1; Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSRA): foi realizado o seccionamento do caule próximo ao substrato, dividindo-as em duas partes. Os sistemas radiculares foram lavados em água corrente sobre peneira. Em seguida, as partes aéreas e radiculares foram, separadamente, colocadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa à 70°C, até atingirem massa constante, para posteriormente serem pesadas em balança eletrônica de precisão.



Figura 1. Mensuração da altura da parte aérea das mudas.



Figura 2. Mensuração diâmetro do coleto (cm) ao nível do substrato.

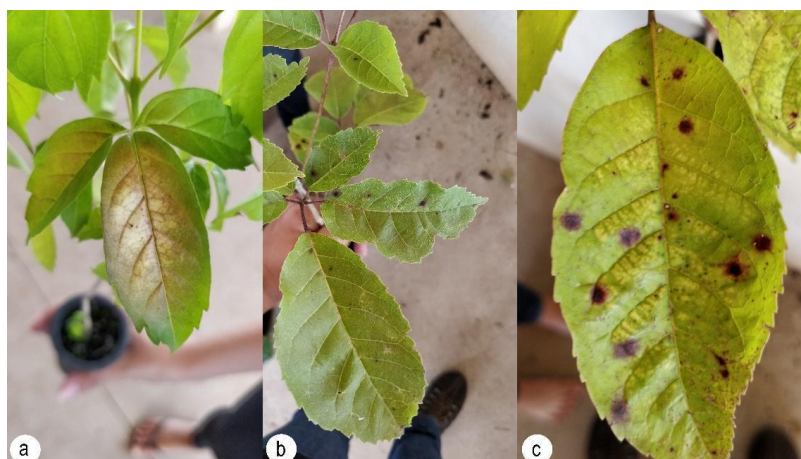


Figura 3. Sintomas visuais de deficiência nutricional (a), ataque de pragas (b) presença de doenças (c).



Figura 4. Classificação do nível de enovelamento em sem enovelamento (a) e enovelada (b e c).



Figura 5. Classificação do substrato em agregado (a) ou não agregado (b).

#### Análise do processo e das não conformidades

A análise da variabilidade do processo e das não conformidades, foi feita com base na aplicação do CEP. Para isso, os dados coletados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade (Anderson Darling) para verificar se a população apresentava distribuição normal. Atendida essa pressuposição, as cartas de controle foram elaboradas para variáveis de medidas individuais - que tratam das características provenientes de medidas de um indivíduo por amostra, que podem ser mensuradas por meio de algum instrumento, por exemplo, massa (balança) e altura (régua) - e para atributos - que é utilizado quando se avalia atributos de forma comparativa a padrões pré-estabelecidos - sendo adotado o gráfico  $u$ , que trata de contagem de não conformidades por unidade.

Para determinação dos limites para a carta de controle por variáveis foram utilizadas as Equações 2, 3 e 4.

$$LSC = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (\text{Eq. 2})$$

$$LM = \bar{x} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$LIC = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que: LSC = limite superior do controle; LIC = limite inferior do controle; LM = limite médio central do controle;  $\bar{x}$  = média aritmética da variável;  $\overline{MR}$  = média aritmética das amplitudes móveis, calculada pela equação  $MR_i = |x_i - x_{i-1}|$ ;  $d_2 = 1,128$ , adotando  $n=2$  por amostra e utilizando a tabela de fatores para construção de gráficos de controles para variáveis, indicado e disponibilizado por Montgomery (2004).

Para definição dos Limites para a carta de controle por atributos foram utilizadas as Equações 5, 6 e 7.

$$LSC = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$LM = \bar{u} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$LIC = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (\text{Eq. 7})$$

Em que: LSC = limite superior do controle; LIC = limite inferior do controle; LM = limite médio central do controle;  $\bar{u}$  = média aritmética de não conformidades;  $n$  = Tamanho da amostra (1, neste caso).

Confeccionadas as cartas, foram aplicados os seguintes critérios para interpretação: I) Dados dentro dos limites de controle, os pontos estão em torno da média,

representando um processo estabilizado e previsível, sob controle estatístico; II) Presença de pontos acima ou abaixo dos limites de controle, demonstra que causas especiais estão atuando no processo, sendo este imprevisível, fora de controle (TRINDADE et al., 2007; MONTGOMERY, 2004; 2009).

## Resultados e Discussão

### Variabilidade do processo de produção de mudas

Como observa-se na Figura 6A, detecta-se que a altura da espécie Ipê-roxo apresenta todos os pontos de mensurações dentro dos limites estabelecidos, ou seja, para esta variável o processo se encontra sob controle.

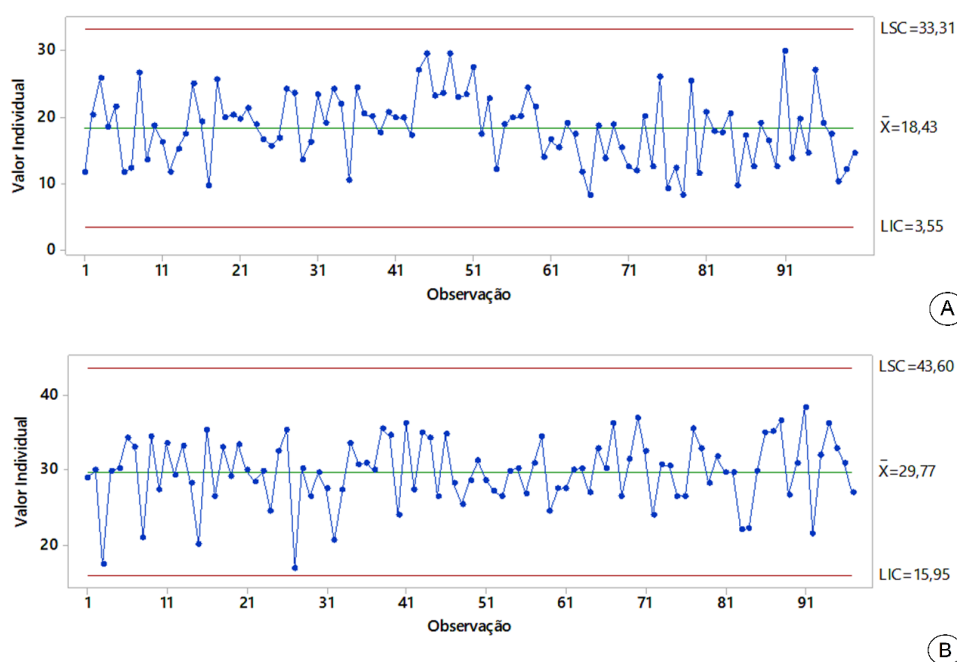


Figura 6. Controle estatístico da variável altura das mudas florestais, em que (A) corresponde ao Ipê-roxo e (B) corresponde Ipê-cinco-folhas.

Contudo, é possível observar que alguns pontos se apresentam acima e abaixo da linha média (limite estabelecido), aproximando do limite superior (LSC) e limite inferior (LIC). Em contrapartida, para a espécie Ipê-cinco-folhas (Figura 6B), os pontos medidos apresentaram melhor distribuição, com poucos picos aproximando do limite inferior (LIC). De forma geral, o que se observa é que as espécies apresentam padrão de altura dentro do controle estabelecido e, considerando esta variável de forma isolada, não haveriam variações nos resultados encontrados no campo, caso as mudas sejam tratadas sob as mesmas condições.

A altura das plantas fornece uma excelente estimativa da predição do

crescimento inicial no campo (CALDEIRA et al., 2014), sendo tecnicamente aceita como medida do potencial de desempenho das mudas. No entanto, esta característica pode ser facilmente influenciada por algumas práticas de manejo adotadas nos viveiros (GONÇALVES et al., 2014), como a quantidade de fertilizante aplicado ou a disposição das mudas nas bandejas. Isoladamente, muitas vezes este atributo não consegue explicar as diferenças nas características de mudas (GAZAL & KUBISKE, 2004; WILSON & JACOBS, 2006). Apesar da altura ideal para as mudas deixarem o viveiro e serem plantadas no campo ainda ser um assunto controverso (BALDIN et al., 2015), a falta de padronização demonstra falta de

controle na produção, acarretando em resultados imprevisíveis no campo, em que espécies terão maior tamanho, enquanto outras, menor. Tais variações podem ser ocasionadas por vários motivos, dentre eles a variação genética intrínseca da espécie, visto que as mudas são provenientes de sementes, o que pode acarretar diferenças significativas na homogeneidade das mudas. Este fato pode ser observado em estudos de Konnert e Ruetz (2003), em que, trabalhando com *Fagus sylvatica* L. afirmam a presença de

heterogeneidade dentro da própria espécie, no que diz respeito à altura. Afirmam ainda que este serve de parâmetro para avaliação e venda das mudas, apesar de não ser obrigatório, onde plantas com tamanho reduzido possuem menor chance de sobrevivência no campo.

Em relação ao diâmetro do coleto da espécie Ipê-roxo, representado na Figura 7A, a variável se mostra com um ponto fora dos limites estabelecidos (LSC), destacado na figura pelo círculo vermelho.

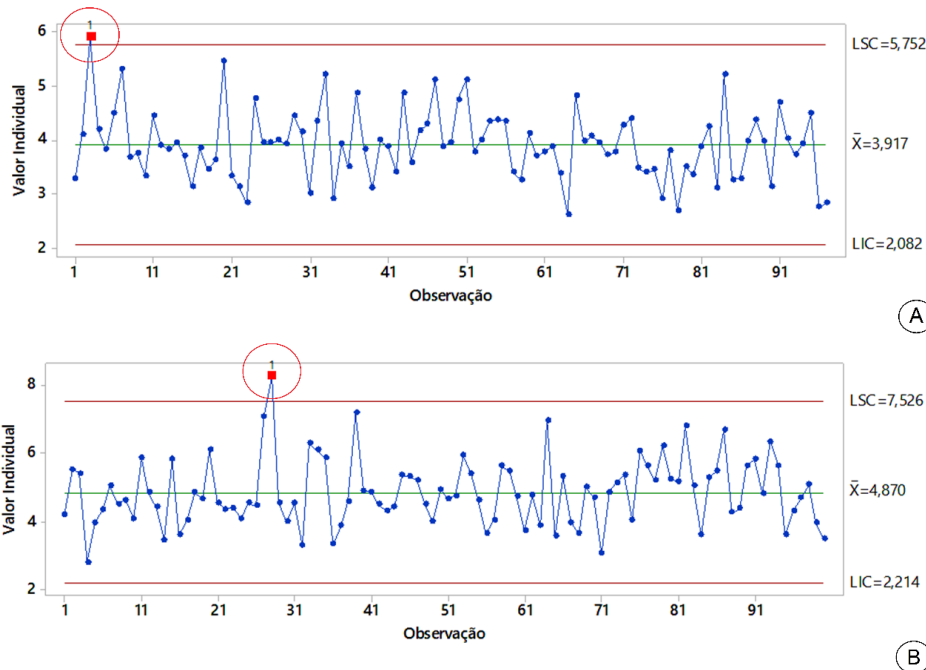


Figura 7. Controle estatístico da variável diâmetro do coleto das mudas florestais, em que (A) corresponde ao Ipê-roxo e (B) corresponde Ipê-cinco-folhas.

Embora o maior diâmetro do coleto corresponda a maior rusticidade da muda, conseqüentemente maior probabilidade de sucesso em campo, teoricamente, em função do resultado obtido, observa-se que o processo dessa variável se encontra fora de controle, visto a presença de um único ponto extrapolando o limite superior. Todavia, é preciso considerar que a ida das mudas para o campo é resultante da demanda requerida frente às atividades de reflorestamento. Quando a demanda é baixa, culmina com a permanência das plantas em viveiro, fazendo com que as mesmas ao passar do tempo, tornem-se velhas e com algumas características indesejadas. Diante disso, evidencia-se a necessidade do acompanhamento contínuo do processo de produção de mudas, visando a identificação antecipada de possíveis problemas. Por exemplo, caso fosse detectado que as mudas

estivessem com diâmetros próximos ao ideal para a ida a campo, o viveiro poderia promover uma ação de doação das referidas mudas a comunidade local. Além de promover o aumento do espaço no viveiro ocupado por mudas não conformes, o viveiro estaria promovendo uma atividade social.

Ainda, é observado pontos relativamente próximos aos limites, onde, ao analisar a distribuição do diâmetro do colo da espécie Ipê-cinco-folhas (Figura 7B), observa-se, também um único ponto acima do limite superior (LSC), destacado com círculo vermelho, caracterizando um parâmetro fora do controle estatístico, resultado análogo à espécie Ipê-roxo, anteriormente apresentados. O diâmetro do coleto das mudas, geralmente é associado com a altura e, remete ao nível de rusticidade e vigor da planta, de modo que quanto maior o diâmetro e altura, maior será a

probabilidade de sucesso em campo (SOUZA et al., 2006; SANTOS et al., 2010; GOMES & PAIVA, 2011; SOUZA et al., 2013; MARANA et al., 2015). Entretanto, quando a variável apresenta resultados fora de controle, demonstra que em campo, algumas mudas possivelmente terão seu crescimento e vigor prejudicados, enquanto outras conseguirão sobreviver às condições de

adversidade, não havendo previsibilidade dos resultados.

A massa seca da parte aérea é um parâmetro para avaliar a capacidade de resistência das mudas (SAMÔR et al., 2002), nessa variável, os indivíduos de Ipê-roxo apresentam-se sob controle estatístico (Figura 8A).

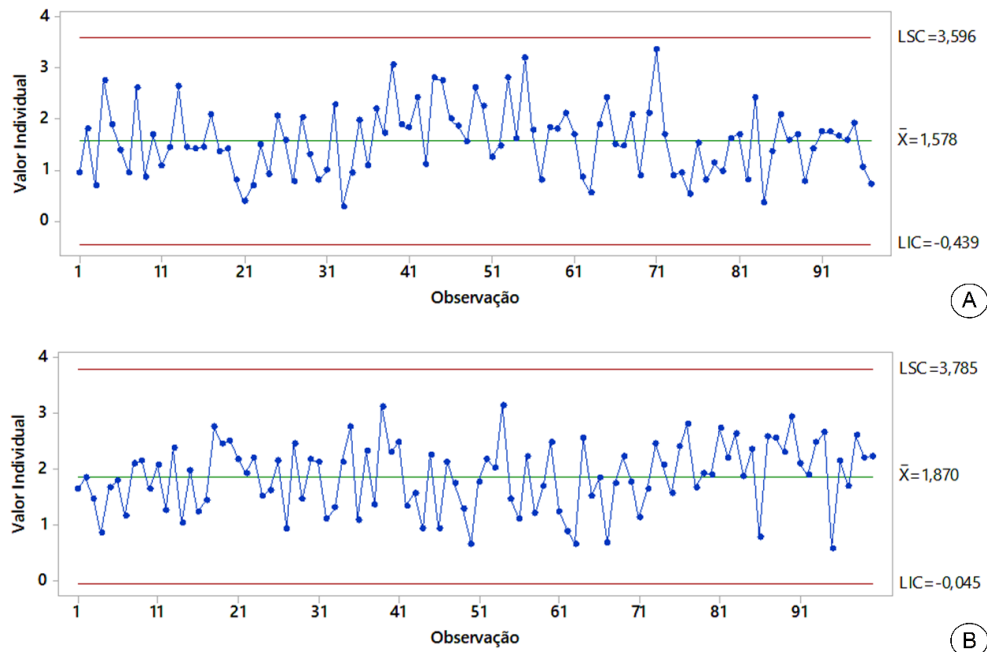


Figura 8. Controle estatístico da variável massa seca da parte aérea das mudas florestais, em que (A) corresponde ao Ipê-roxo e (B) corresponde Ipê-cinco-folhas.

Todavia, é possível observar (Figura 8A) pontos sequenciais acima da linha média, além de picos que se aproximam do limite superior do gráfico. Do mesmo modo, o gráfico da correspondente ao Ipê-cinco-folhas se comporta da mesma forma quanto aos picos de valores (Figura 8B), apesar da menor intensidade. Ademais, ambos não extrapolam os limites impostos, mostrando controle estatístico no processo. No entanto, ao se observar a distribuição da variável massa seca das raízes (Figura 9), depara-se com o processo fora de controle estatístico em ambas as espécies.

O Ipê-roxo (Figura 9A) apresenta um ponto acima do limite superior (LSC), circulado em vermelho, além de pontos sequenciais com tendência a ficar fora de controle. Já o Ipê-cinco-folhas (Figura 9B), apresenta dois pontos acima do limite superior, além de diversos pontos variando entre os limites estipulados. Tal

resultado, possivelmente esteja associado a diversidade de idades dos indivíduos analisados, onde ferramentas específicas, como PDCA, SWOT são recomendadas para a implementação de melhorias no processo produtivo das mudas relativas às espécies estudadas.

Neste sentido, o tamanho das raízes está diretamente relacionado com a resistência a estresses hídricos e deficiência nutricional, de modo que o aumento do volume de raízes propicia maior exploração e contato da planta com o solo/substrato, facilitando a absorção de água e nutrientes (MACHINESKI et al., 2009). Deste modo, o controle do processo nessa variável é muito relevante, devido ao fato de não ser desejável a ocorrência de variações nas respostas do plantio às condições adversas impostas pelo ambiente.

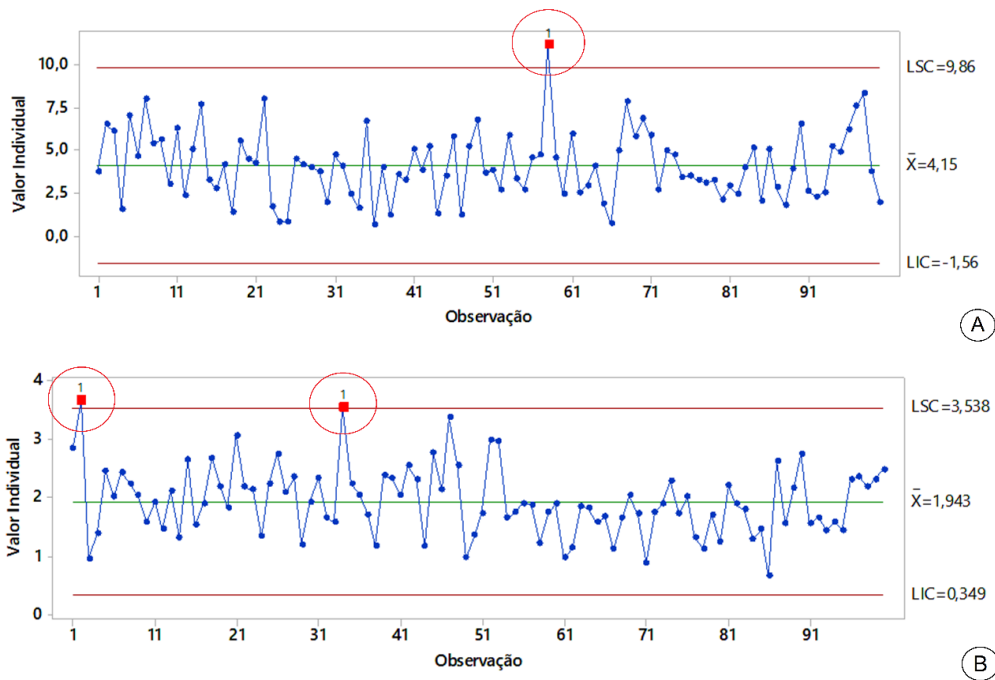


Figura 9. Controle estatístico da variável massa seca de raízes das mudas florestais, em que (A) corresponde ao Ipê-roxo e (B) corresponde Ipê-cinco-folhas.

A avaliação da massa de matéria seca é uma característica que melhor reflete a produção de mudas (GONÇALVES et al., 2008) e, apesar de ser considerada uma das formas mais eficientes de prever a qualidade, apresenta como empecilho a não viabilidade em alguns viveiros, principalmente, por ser destrutiva e necessitar de uma estrutura mínima para mensuração

(galpão, estufas, embalagens) (GOMES & PAIVA, 2012).

*Análise das não conformidades do processo de produção de mudas*

As principais não conformidades levantadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Não conformidades detectadas na produção das mudas das duas espécies florestais estudadas

<b>Não conformidades</b>	<b>Possíveis consequências</b>
Substrato desmanchando (torrão não formado)	Danos às raízes no momento do plantio.
Crescimento tortuoso da raiz (enovelamento)	Mortalidade ou retardamento no crescimento pós plantio.
Deficiência nutricional	Mortalidade das mudas e menor desempenho pós plantio.
Ataque de pragas	Mortalidade das mudas e menor desempenho pós plantio.
Ataque de doenças	Mortalidade das mudas e menor desempenho pós plantio.
Bifurcação	Crescimento monopodial prejudicado

A contagem das não conformidades é fundamental para a análise do processo e a posterior implantação de sistemas visando a melhoria contínua do processo de produção de mudas florestais (SOUZA, 2017). Assim, quando

se avalia individualmente as espécies, observa-se elevada variabilidade das não conformidades das mudas que, em vários pontos, extrapola-se os limites inferiores estipulados (LSI), para ambas as espécies (Figura 10A e 10B).



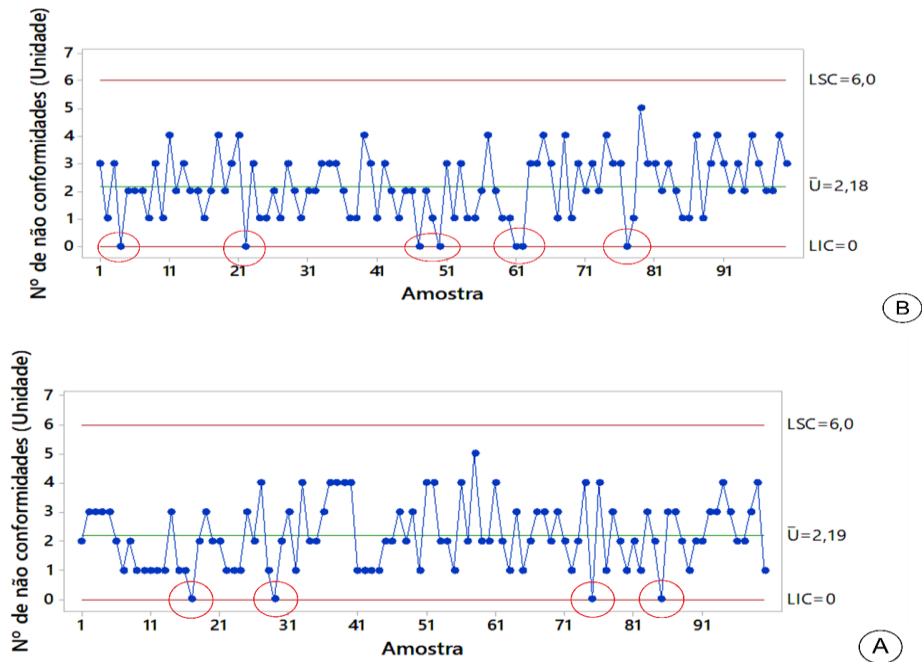


Figura 10. Distribuição das não conformidades das mudas florestais, em que (A) corresponde ao Ipê-roxo e (B) corresponde Ipê-cinco-folhas.

Apesar dos limites inferiores apresentarem ausência de não conformidades nas mudas em questão, de modo que, quanto mais abaixo da linha média os pontos se encontrarem, menor o número de não conformidades constatadas, a extrapolação dos

limites inferiores indica variabilidade nos resultados, mostrando uma não padronização no processo.

Em suma, ambas espécies possuem elevadas porcentagens de não conformidades, como pode se observar na Figura 11.

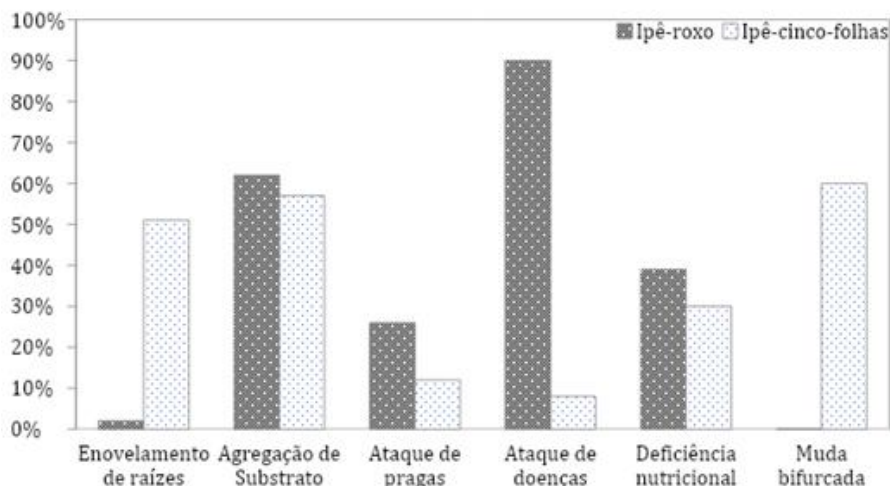


Figura 11. Não conformidades encontradas nas espécies Ipê-roxo e Ipê-cinco-folhas.

Considerando a qualidade da muda como pré-requisito essencial para o sucesso em campo (OZA et al., 2018), tais situações devem ser corrigidas, de forma a garantir a probabilidade de sobrevivência em meio a situações adversas impostas pelo ambiente. Verifica-se que o sintoma de ataque de doenças nas mudas foi a não conformidade que ocorre em maior frequência no Ipê-roxo, sendo

registrada a ocorrência de 90% (Figura 11). Enquanto, na espécie Ipê-cinco-folhas, a não conformidade com maior ocorrência está relacionada a mudas bifurcadas, com 60% dos registros. Para ambas as espécies a agregação de substrato também se destaca com 62% observados na espécie Ipê-roxo, e 57% no Ipê-cinco-folhas.

Kuboyama (2015) encontrou diversas não conformidades fora do controle estatístico, em análise da produção de mudas clonais de eucalipto, em dois viveiros localizados no Estado do Espírito Santo. O autor verificou a existência de problemas relacionados ao comprimento de mini estacas, que foi considerado crítico e inadequados para a implantação em campo, indicando que deveriam ser realizadas correções visando a padronização do processo.

As variações e não conformidades encontradas neste estudo podem também ter sua origem relacionada a mão-de-obra utilizada. Este fator, determinante em todas as avaliações, apresenta-se em comum com todas as não conformidades, o que evidencia a importância de a equipe envolvida nos trabalhos do viveiro ser melhor instruída e motivada. No viveiro em questão são recrutados estudantes para ajudar em algumas etapas, seja para fins de estágio, projetos de pesquisa ou ainda por meio de aulas práticas. Esta variação pode ser determinante para a qualidade das mudas analisadas, uma vez que se não houver uma equipe engajada, motivada e satisfeita, o trabalho em um viveiro pode estar completamente comprometido.

### Conclusão

Com a utilização do CEP, foi observada variabilidade nas não conformidades e nos parâmetros morfológicos em mudas de Ipê-roxo e Ipê-cinco-folhas, as quais podem comprometer a implantação das mudas em campo.

As variáveis altura e massa seca da parte aérea apresentaram-se sob controle, favorecendo o posterior sucesso da implantação em campo.

### Referências Bibliográficas

BALDIN, T.; CONTE, B.; DENARDI, L.; MORAES, R.; SALDANHA, C. W. Crescimento de mudas de angico-vermelho em diferentes volumes de substratos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.35, n.82, p.129-133, 2015.

CALDEIRA, M. V. W.; FAVALESSA, M.; GONÇALVES, E. O.; DELARMELINA, W. M.; SANTOS, F. E. V.; VIEIRA, M. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Willd. *Comunicata Scientiae*, v.5, n.1, p.34-43, 2014.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de

*Chamaecrista desvauxii*. *Revista Árvore*, v.37, n.1, p.31-39, 2013.

CAMPOS, V. F. TQC - Controle da Qualidade Total no estilo Japonês. 9.a ed. Nova Lima/MG: Falconi, 2004. 286p.

CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SOARES, L. M. S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda* L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.13, p.305-310, 2007.

CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/FUPEF; Campos: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1995. 451p.

CIAVATTA, S. F.; SILVA, M. R.; SIMÕES, D. Fertirrigação na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* nos períodos de inverno e verão. *Cerne*, v.20, n.2, p.217-222, 2014.

DEGRANDE, A.; TADJO, P.; TAKOUTSING, B.; ASAAH, E.; TSOBENG, A.; TCHOUNDJEU, Z. Getting trees into farmers' fields: success of rural nurseries in distributing high quality planting material in Cameroon. *Small-scale Forestry*, v.12, n.3, p.403-420, 2012.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes substratos para produção de mudas de *Sesbania virgata*. *Floresta e Ambiente*, v.21, p.224-233, 2014.

GAZAL, R. M.; KUBISKE, M. E. Influence of initial root characteristics on hysiological responses of cherrybark oak and Shumard oak seedlings to field drought conditions. *Forest Ecology and Management*, v.189, n.1-3, p.295-305, 2004.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros Florestais: propagação sexuada. Viçosa: UFV, 2011. 116p.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. Viveiros Florestais: propagação sexuada. Viçosa: Editora UFV, 2012. 116 p.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. *Revista Árvore*, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

GONÇALVES, E. O.; PETRI, G. M.; CALDEIRA, M. V. W.; DALMASO, T. T.; SILVA, A. G. Crescimento de mudas de *Ateleia glazioveana* em substratos

- contendo diferentes materiais orgânicos. *Floresta e Ambiente*, v.21, n.3, p.339-348, 2014.
- INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/grafico-s-da-serie-historica-alegre>. Acesso em: 18 abr. 2018.
- KELLER, L.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; COUTINHO, R. P.; NASCIMENTO, D. F. Sistema de blocos prensados para a produção de mudas de três espécies arbóreas nativas. *Revista Árvore*, v.33, n.2, p.305-314, 2009.
- KONNERT, M.; RUETZ, W. Influence of nursery practices on the genetic structure of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedling populations. *Forest Ecology and Management*, v.184, n.1-3, p.193-200, 2003.
- KUBOYAMA, F. A. Q. Controle de qualidade do processo de produção de mudas clonais de eucalipto. 75f. Dissertação (Mestrado). Curso de Ciências Florestais. Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, 2015.
- LEVINE, D. M.; BERENSON, M. L.; STEPHAN, D. Estatística: Teoria e Aplicações usando Microsoft Excel em Português. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 812p.
- MACHINESKI, O.; BALOTA, E. L.; COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; SOUZA, J. R. P. Crescimento de mudas de peroba rosa em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares. *Ciência Rural*, v.39, n.2, p.567-570, 2009.
- MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P. Qualidade de mudas de jaracatiá submetidas a diferentes períodos de sombreamento em viveiro. *Revista Árvore*, v.39, n.2, p.275-282, 2015.
- MONTGOMERY, D. C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. 4ª ed. LTC, 2004. 530p.
- MONTGOMERY, D. C. Introduction to Statistical Quality Control. 6.a ed. Arizona: John Wiley, 2009. 816p.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C.; HUBELE, N. F. Estatística aplicada à engenharia. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 354p.
- OZA, E. F.; LOMONACO, P. A. V.; SANTOS, M. M.; ROSADO, T. L.; KRAUSE, M. R.; GARCIA, W. A. Aproveitamento de escória de siderurgia em substratos alternativos para produção de mudas de pimenteira Dedo-de-moça. *Revista Ceres*, v.65, n.1, p.104-109, 2018.
- PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A. Agrometeorologia: aplicações para o Espírito Santo. 1. ed. Vitória: UFES, 2012. 178p.
- RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General Técnica Centro de Publicaciones. Madrid: 1996. 189p.
- SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G.; BARROSO, D. G.; LELES, P.; SAMÔR, O.; CARNEIRO, J. E. de S.; BARROSO, D.; LELES, P. S. D. S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, v.26, n.2, p.209-215, 2002.
- SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; VIDIGAL, S. M.; REIGADO, F. R. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de vermicomposto. *Bioscience Journal*, v.26, n.4, p.572-578, 2010.
- SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. *Ciência Florestal*, v.16, n.3, p.243-249, 2006.
- SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SANTOS, M. G.; SILVA, E. F. Emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos, contendo esterco ovino. *Revista Ceres*, v.60, n.3, p.902-907, 2013.
- SOUZA, R. E. Aplicação de ferramentas da qualidade na expedição de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica. 30f. TCC (Graduação). Curso de Engenharia Florestal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2017.
- TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTÓRIO, M. L. Ferramentas da Qualidade: Aplicação na Atividade Florestal. 2 ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 158p.
- VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v.9, n.2, p.169-177, 2011.
- WILSON, B. C.; JACOBS, D. F. Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings. *New Forests*, v.31, n.3, p.417-433, 2006.

## Capítulo 12

# **ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA FUNDAÇÃO PEDRO PAES MENDONÇA NO POVOADO SERRA DO MACHADO, RIBEIRÓPOLIS/SE**

**Paula Lima Santos<sup>1</sup>**  
**Heloísa Thaís Rodrigues de Souza<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmica em Engenharia de Produção, FANESE, Aracaju, SE, paulalimaadm@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora da FANESE. Engenheira Florestal da SEPLOG/COGEDURB, heloisathais@hotmail.com

### **Introdução**

A evolução histórica do ser humano e a sua interação com o meio ambiente é baseada na necessidade de sobrevivência. Segundo Silveira et al. (2018), o Período Neolítico, aproximadamente entre 10.000 e 20.000 a.C., é destacado pelo início da extração de recursos naturais, com técnicas que desenvolveram a agricultura e a pecuária. Ainda segundo esses autores, é a partir deste momento histórico que se inicia o processo de extração, transformação, consumo e descarte dos recursos da natureza que não tinham mais proveito.

Há milhares de anos, os descartes dos resíduos sólidos eram absorvidos pela natureza pois sua composição era completamente advinda desta, porém, com o passar dos séculos, tornou-se necessário pensar em um gerenciamento desse processo, pois o aumento das sociedades e a evolução de tecnologias proporcionaram para a humanidade inúmeros problemas (SILVEIRA et al., 2018).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 é um marco no que se refere a gestão dos resíduos sólidos no Brasil (JARDIM et al., 2012). A PNRS dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos relativos à gestão integrada dos resíduos sólidos, atribuindo responsabilidades aos respectivos órgãos geradores (BRASIL, 2010).

Segundo a PNRS (2010), os geradores de resíduos sólidos previstos na legislação estão sujeitos a elaborarem o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Este plano tem como conteúdo descrever o empreendimento estudado, diagnosticar os resíduos sólidos gerados, identificar soluções etc., além de estar atrelada ao planejamento estadual e municipal de resíduos sólidos da

região, como trata o Art. 21 da Lei nº 12.305/2010 no seu primeiro parágrafo (BRASIL, 2010).

Para Curi (2011), empresas que desenvolvem práticas de gestão ambiental, além de apresentarem a sociedade e órgãos fiscalizadores a preocupação com o meio ambiente, são capazes de transformar essa estratégia em lucro e produtividade. Uma vez que, a sociedade em geral, as indústrias, o comércio, as entidades filantrópicas, as empresas de serviços, o Governo etc., são responsáveis pelo tratamento do seu resíduo desde a separação até a destinação correta (BRASIL, 2010).

Em Sergipe, a Lei nº 5.857/2006 estabelece a Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos com o objetivo de gerenciar o manejo dos resíduos sólidos gerados no Estado, preservando o meio ambiente, oportunizando benefícios sociais e o desenvolvimento sustentável (SERGIPE, 2006).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o atual gerenciamento dos resíduos sólidos da Fundação Pedro Paes Mendonça (FPPM), em Serra do Machado, Ribeirópolis/SE, para otimização e elaboração de um PGRS, uma vez que a região está inserida no Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Agreste Central Sergipano (PIRS/ACS).

### **Material e Métodos**

A Fundação Pedro Paes Mendonça (FPPM) está localizada no povoado Serra do Machado, no município de Ribeirópolis/SE (Figura 1), sendo uma organização filantrópica, originária do compromisso socioambiental do grupo João Carlos Paes Mendonça (JCPM). A instituição estudada encontra-se no agreste Sergipano e, portanto, por ser povoado de Ribeirópolis, está inserida no PIRS/ACS.

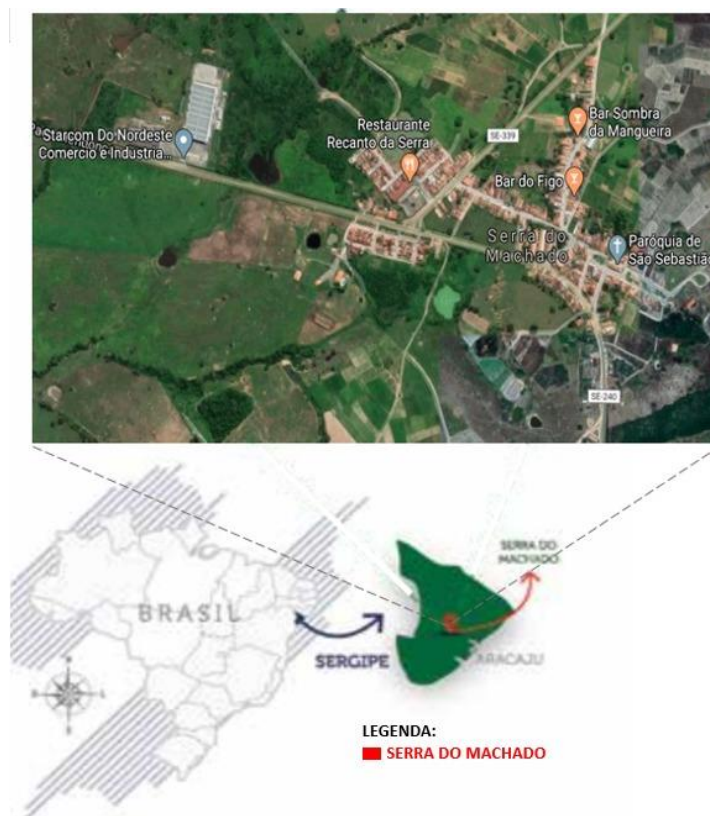


Figura 1. Localização do povoado Serra do Machado.  
 Fonte: Adaptado de Google Maps (2020); CENSO (FPPM, 2019).

Esta instituição realiza atividades de desenvolvimento sustentável em suas unidades, desde a coleta seletiva até a destinação adequada dos resíduos sólidos, como também promove eventos com a comunidade em prol de minimizar os impactos ambientais e conscientizar a população sobre o cuidado com o meio ambiente. Contudo, ainda não possui um Sistema de Gestão Ambiental, principalmente com enfoque no gerenciamento de resíduos sólidos.

Ressalta-se que as operações realizadas na FPPM são destinadas a prestação de serviços, tais como: acolhimento ao idoso, educação formal, atendimento clínico etc. (FPPM, 2019). Desta forma, não há a transformação de matérias-primas em produtos para venda, ou seja, os resíduos sólidos gerados são advindos da própria manutenção do negócio com o propósito de ofertar os serviços com qualidade.

A referida Fundação possui nove unidades, as quais: Lar Dona Conceição (Asilo), Centro de Educação Básica Auxiliadora Paes Mendonça (CEBAPM), Educação Infantil, Pousada, Clínica Dudu Mendonça, Biblioteca Pedro Paes Mendonça, Escritório de Projetos Sociais, Escritório Administrativo e Centro Cultural Maria Melânia. A organização compõe

uma equipe com mais de 100 colaboradores distribuídos nas unidades (FPPM, 2019).

Por esta metodologia foi realizado a execução de três objetivos específicos como identificar os resíduos sólidos gerados pela Fundação Pedro Paes Mendonça; mensurar os resíduos sólidos oriundos da mesma; levantar as práticas de acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos originários desta organização.

O presente trabalho utilizou-se da metodologia exploratório-descritiva de acordo com Ubirajara (2017). Desta forma, utilizou-se a pesquisa documental a partir da obtenção de informações compartilhadas pela organização estudada para a análise situacional do tema proposto e observações *in loco*, com o intuito de confirmar de forma presencial o que é descrito teoricamente. Por esta metodologia utilizou-se de planilhas de controle das pesagens dos resíduos sólidos por unidade setorial referente aos meses de janeiro a agosto de 2019.

A partir da análise dessas planilhas, as quais seguem um modelo padronizado (Tabela 1), para identificar os tipos de resíduos sólidos da organização, e a mensuração em quilogramas de cada tipo de resíduo sólido gerado em cada unidade da FPPM. Assim como, as práticas de

coleta seletiva, formas de acondicionamento e alguns tipos de destinação ambientalmente adequadas observadas presencialmente. As análises percentuais calculadas foram alcançadas por meio da Equação 1.

$$\text{Valor Percentual} = \frac{\text{Total do resíduo no período}}{\text{Total geral dos resíduos}} \times 100\% \text{ (Eq. 1)}$$

Tabela 1. Planilha de controle dos resíduos sólidos

Mês/Resíduos	Papel	Papelão	Plástico	Metal	Vidro	Tetra Pak	Cascas	Resto de Alimentos	Resíduo Orgânico	Borra de Café	Rejeito	Total	Total Reciclado	Reciclablidade %
Jan.														
Fev.														
Mar.														
Abr.														
Mai.														
Jun.														
Jul.														
Ago.														
Total														
%														

Com o objetivo de verificar as condições existentes em relação ao plano de gerenciamento de resíduos sólidos identificou-se os tipos de resíduos sólidos gerados por unidade de atuação com suas respectivas massas em quilogramas, através da utilização de folhas de verificação com a composição gravimétrica dos resíduos sólidos.

Visando identificar os resíduos sólidos gerados, utilizou-se o diagrama de causa e efeito com foco em determinar o processo de origem dos resíduos sólidos, ou seja, verificar de qual atividade da organização se origina o resíduo identificado.

A partir das análises realizadas os resíduos sólidos foram organizados em resíduos secos, orgânicos e rejeitos.

Para os fins desta pesquisa foram analisadas as atividades relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos, tanto na

organização como um todo, quanto nas nove subdivisões, observando os resíduos sólidos gerados e como eles são destinados.

A referente pesquisa foi instrumentalizada por ferramentas da qualidade tais como: diagrama de causa e efeito, capaz de verificar quais as causas que levam a geração dos resíduos sólidos; folha de verificação, responsável por coletar os dados das mensurações dos resíduos sólidos de maneira prática e fluxograma, capaz de representar graficamente o fluxo do processo envolvendo os resíduos sólidos na organização.

**Resultados e Discussão**

*Identificação dos resíduos sólidos gerados*

Verifica-se que os resíduos gerados podem ser agrupados em resíduos secos (Figura 2), em resíduos úmidos (Figura 4) e em rejeitos (Figura 6).

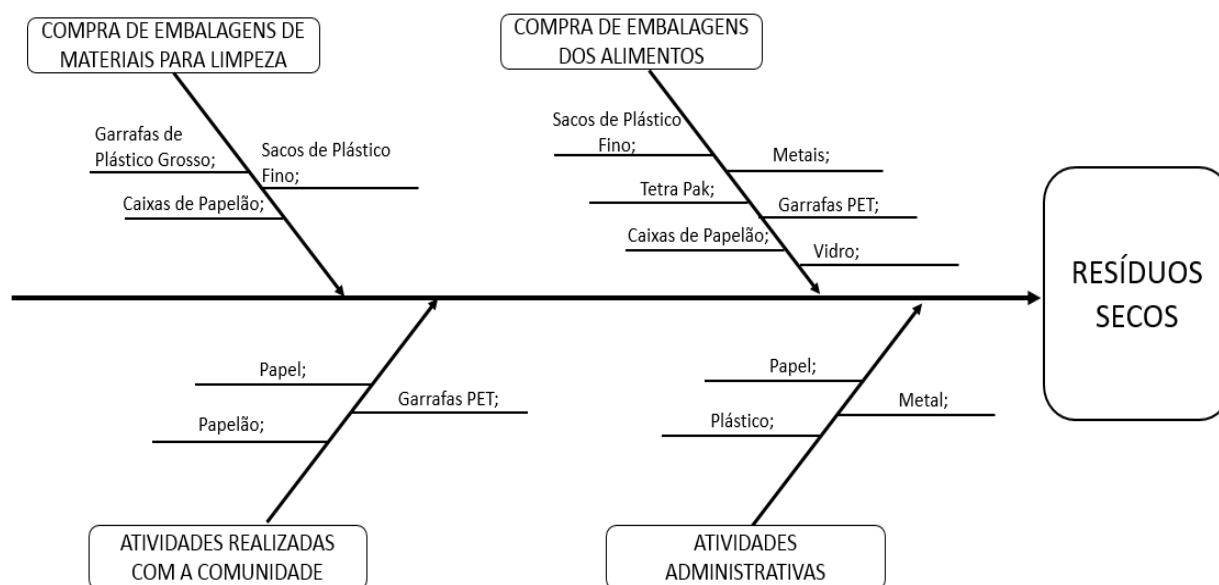


Figura 2. Diagrama de causa e efeito dos resíduos secos da FPPM.

Os resíduos secos são originários de atividades diversas, referentes à compra de materiais para a limpeza e das embalagens com alimentos. Estes resíduos também são gerados através das atividades administrativas

cotidiana, como também em eventos diversos realizados com a comunidade. A segregação destes resíduos secos é eficaz graças a prática em utilizar a coleta seletiva (Figura 3) nas unidades.



Figura 3. Coleta seletiva na FPPM.

Vilar et al. (2010), ao realizarem pesquisa sobre a gestão dos resíduos sólidos no Agreste Central Sergipano, afirmam que é ausente a realização da coleta seletiva nos municípios englobados por esta região. Assim como, a inexistência de programas de Educação Ambiental enfatiza os problemas ambientais, desde a elevação do número de lixões à céu aberto ao conseqüente aumento de catadores inseridos nestes ambientes como forma de

obtenção de renda. Opondo-se ao que se observa na pesquisa de Vilar et al. (2010), a FPPM realiza a prática da coleta seletiva em suas unidades. As causas geradoras dos resíduos úmidos (Figura 4) resumem-se ao preparo de alimentos, já que a instituição fornece alimentação diária aos funcionários, aos idosos que são cuidados no Lar Dona Conceição e as crianças assistidas pelo Centro Educacional e pela Educação Infantil.

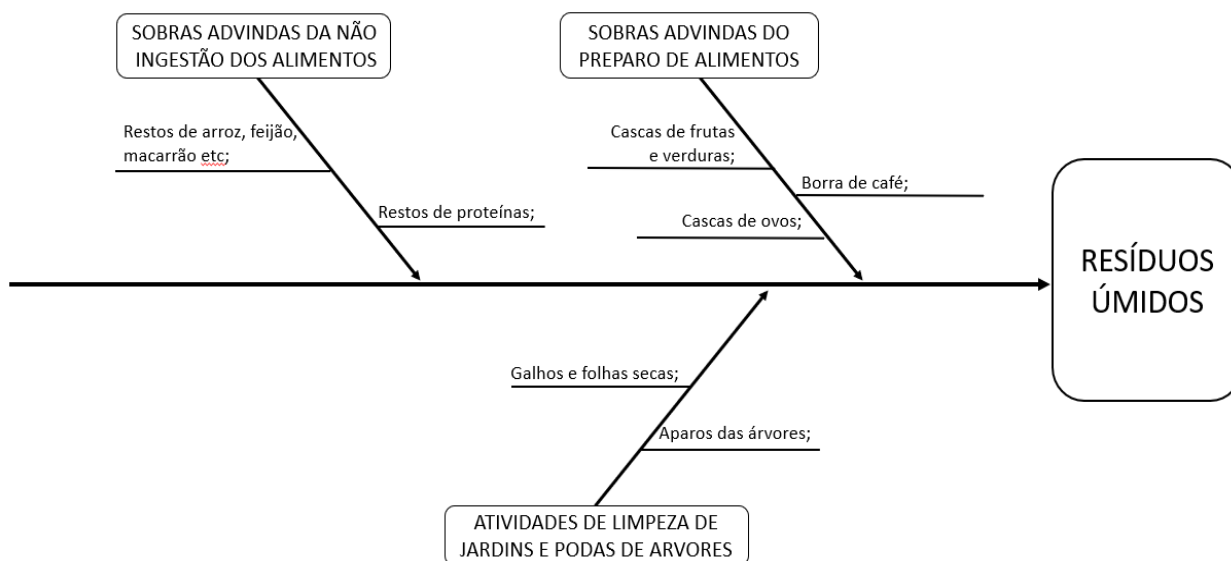


Figura 4. Diagrama de causa e efeito dos resíduos úmidos da FPPM.

De tal modo, as sobras advindas da não ingestão destes alimentos também são englobadas no diagrama. As atividades de limpeza e manutenção dos jardins também são recorrentes e geram grande volume de podas, folhas e galhos, caracterizados como resíduos orgânicos.

Estes tipos de resíduos úmidos costumam ser recorrentes em outras organizações, como foi observado por Silva (2019) em seu estudo sobre a gestão dos

resíduos sólidos realizado no Colégio de Aplicação (CODAP) da Universidade Federal de Sergipe. Neste, os principais resíduos orgânicos encontrados foram frutas, resto de comidas, pó de café, cascas de frutas e de ovos (SILVA, 2019).

As causas que apontam para a geração de rejeitos (Figura 5) são constituídas pelas atividades de higienização e limpeza de pessoas, assim como das atividades do serviço de cuidado aos idosos e do atendimento médico realizado na Clínica Dudu Mendonça.

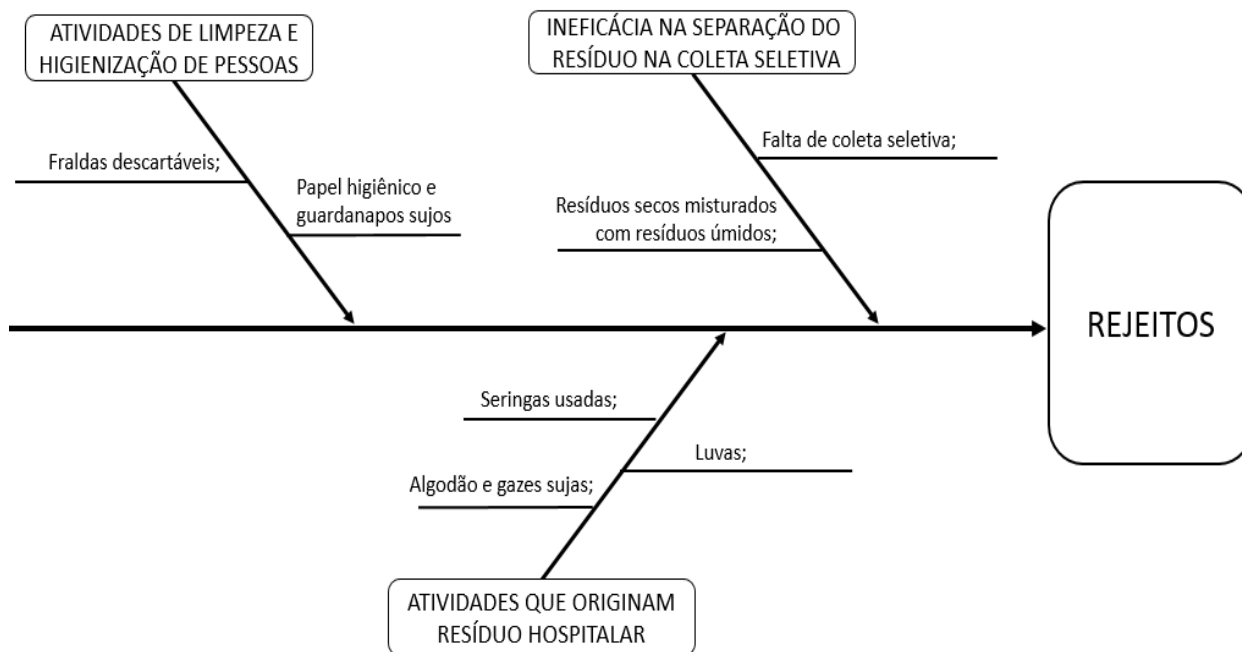


Figura 5. Diagrama de causa e efeito dos rejeitos da FPPM.

Outro fator que influencia na geração dos rejeitos se refere a incorreta separação destes, ou seja, os resíduos capazes de serem reaproveitados quando misturados com resíduos irrecuperáveis são caracterizados como rejeitos. Ainda conforme Silva (2019), no mesmo estudo realizado sobre a gestão dos resíduos sólidos realizado no CODAP, em Sergipe, observou diante a classificação geral

dos resíduos identificados no local que os rejeitos encontrados são compostos basicamente por papel higiênico e papel toalha sujos.

*Mensuração dos resíduos sólidos*

Na Tabela 2 observa-se os dados dos resíduos sólidos em quilogramas do Lar Dona Conceição.

Tabela 2. Folha de verificação do Lar Dona Conceição

Mês/Resíduos	Papel	Papelão	Plástico	Metal	Vidro	Tetra Pak	Resíduo orgânico	Borra de café	Rejeito	Total	Total Reciclado	Reciclabilidade %
Jan.	1,25	19,18	5,14	26,30	3,26	11,31	292,71	41,65	1514,30	1915,10	400,80	20,93
Fev.	0,00	11,79	6,76	0,00	0,00	9,63	75,42	11,67	820,09	935,36	115,27	12,32
Mar.	1,68	18,12	11,12	3,95	1,43	9,59	139,21	14,56	995,12	1194,78	199,66	16,71
Abr.	9,40	26,15	6,43	1,57	1,89	15,51	119,42	10,50	1118,41	1309,28	190,87	14,58
Mai.	18,90	30,18	20,71	5,34	0,00	15,67	122,86	8,30	1138,29	1360,25	221,96	16,32
Jun.	3,53	21,74	10,94	0,00	0,00	14,69	118,69	7,13	1102,71	1279,43	176,72	13,81
Jul.	9,77	16,99	15,74	0,00	2,99	18,67	130,99	8,64	1107,99	1311,78	203,79	15,54
Agos.	8,84	30,41	10,36	0,00	0,00	16,96	112,42	8,07	1241,32	1428,38	187,06	13,10
Total	53,37	174,56	87,20	37,16	9,57	112,03	1111,72	110,52	9038,23	10734,36	1696,13	-
%	0,50	1,63	0,81	0,35	0,09	1,04	10,36	1,03	84,20	100,00	-	-

Pode-se observar que no período de janeiro a agosto de 2019 o Lar Dona Conceição

apresenta alto índice de resíduos orgânicos e rejeitos, tendo este último um percentual de



aproximadamente 84% em relação aos demais resíduos contabilizados. Este alto índice advém dos restos do preparo de alimentos e sobras advindas da não ingestão destes. Além dos serviços de cuidado aos idosos, em que são recolhidos rejeitos contaminantes, como fraldas descartáveis, luvas, papel toalha, papel higiênico etc.

Na pesquisa realizada por Bispo (2011), no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, São Cristóvão/SE, a autora enquadra os tipos de resíduos como contaminantes biológicos. Do total mensurado

pela autora, os contaminantes biológicos representaram apenas 3% do total do seu primeiro estudo, já que o local da pesquisa não tem atividades relacionadas ao serviço de cuidado aos idosos como é o caso da FPPM.

A folha de verificação do Centro de Educação Básica Auxiliadora Paes Mendonça (Tabela 3) representa a mensuração dos resíduos sólidos da escola, a qual presta serviços à comunidade com a oferta do serviço de educação, constituído pelo ensino fundamental.

Tabela 3. Folha de verificação dos resíduos sólidos do Centro de Educação Básica Auxiliadora Paes Mendonça

Mês/Resíduos	Papel	Papelão	Plástico	Metal	Tetra Pak	Casca	Resto de Alimento	Resíduo orgânico	Borra de café	Rejeito	Total	Total reciclado	Reciclabilidade %
Jan.	241,24	9,80	0,70	0,00	1,50	0,00	0,00	508,90	15,40	232,24	1009,78	777,54	77,00
Fev.	3,36	15,50	5,70	0,00	7,30	690,90	221,70	0,00	34,20	275,61	1254,27	978,66	78,03
Mar.	6,05	19,80	11,20	0,00	5,70	507,30	167,50	0,00	30,40	277,45	1025,40	747,95	72,94
Abr.	14,72	38,57	10,50	0,00	10,40	656,20	213,40	0,00	36,00	312,47	1292,26	979,79	75,82
Mai.	4,59	6,90	7,30	0,00	5,70	609,50	241,80	0,00	39,60	356,88	1272,27	915,39	71,95
Jun.	2,17	9,50	4,00	0,00	3,00	307,70	106,90	0,00	22,30	187,87	643,44	455,57	70,80
Jul.	3,89	11,70	10,43	0,00	2,50	407,80	92,90	0,00	30,00	228,98	788,20	559,22	70,95
Agos.	5,75	15,50	14,40	12,00	4,60	688,10	139,20	0,00	41,20	308,31	1229,06	920,75	74,91
Total	281,77	127,27	64,23	12,0	40,70	3867,5	1183,4	508,9	249,1	2179,8	8514,68	6334,8	-
%	3,31	1,49	0,75	0,14	0,48	45,42	13,90	5,98	2,93	25,60	100,00	-	-

Nota-se a partir do mês de fevereiro que os resíduos orgânicos estão separados em cascas e em resto de alimentos. Essa separação se dá pela alternativa em reaproveitar as cascas como adubo natural em hortas da própria instituição. Esta unidade educacional fornece aos alunos e funcionários cerca de três refeições ao dia, sendo bastante significativa os números dos resíduos úmidos mensurados. As cascas, originárias do preparo das refeições, representam um alto valor na pesagem, tendo aproximadamente 45% do valor total em relação aos demais resíduos.

Bispo (2011), ao identificar a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos no IFS, observou na primeira coleta dos

dados que a maior quantidade de resíduos sólidos gerados foi da categoria matéria orgânica, referente as sobras tanto do preparo dos alimentos, quanto das refeições servidas. Nota-se, portanto, relativa semelhança entre os estudos realizados no IFS e na FPPM em relação a abrangência do número de resíduos de matéria orgânica encontrados nas duas instituições.

No que se refere a folha de verificação da Educação Infantil (Tabela 4), observa-se o baixo índice de reciclabilidade durante o período analisado, exceto no mês de agosto em que se obteve a mensuração de apenas um tipo de resíduo seco, o papel.

Tabela 4. Folha de verificação dos resíduos sólidos Educação Infantil

Mês/Resíduos	Papel	Rejeito	Total	Total Reciclado	Reciclabilidade %
Jan.	0,00	1,25	1,25	0,00	0,00
Fev.	0,00	27,28	27,28	0,00	0,00
Mar.	0,00	20,59	20,59	0,00	0,00
Abr.	0,00	16,08	16,08	0,00	0,00
Mai.	0,00	13,37	13,37	0,00	0,00
Jun.	0,00	15,30	15,30	0,00	0,00
Jul.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agos.	3,50	1,16	4,66	3,50	75,11
Total	3,50	95,02	98,52	3,50	-
%	3,55	96,45	100,00	-	-

A Educação Infantil é uma unidade de ensino que contempla crianças de 3 a 5 anos, possuindo um menor número de alunos e funcionários, em comparação ao Centro de Educação Básica Auxiliadora Paes Mendonça (CEBAPM). A mensuração do papel, como resíduo reciclável, não afeta o alto índice de rejeitos existentes nesta unidade. Nota-se, portanto, que os rejeitos mensurados totalizam um valor de aproximadamente 96%, isto equivale a interpretar que, a unidade não obtém um eficiente processo de segregação dos resíduos gerados, ou não produz grandes quantidades de resíduos capazes de serem reciclados ou terem outras formas de destinação adequada.

Na Educação Infantil, assim como no CEBAPM, também são fornecidas três refeições

ao dia, sendo geradas, por força da atividade, cascas e embalagens dos alimentos, como sacos plásticos por exemplo. Porém, não se observa a mensuração destes tipos de resíduos sólidos, tornando a unidade com baixo índice de reciclabilidade durante todo o período analisado.

A mensuração dos resíduos sólidos gerados na Clínica Dudu Mendonça pode ser observada a partir da folha de verificação (Tabela 5). Esta unidade oferta serviços de saúde para os funcionários da Fundação Pedro Paes Mendonça, para os idosos do Lar Dona Conceição, para os alunos do CEBAPM, para os alunos da Educação Infantil e para toda a comunidade.

Tabela 5. Folha de verificação dos resíduos sólidos da Clínica Dudu Mendonça

Mês/ Resíduos	Papel	Papelão	Plástico	Vidro	Borra de café	Resíduo contaminado	Rejeito	Total	Total reciclado	Recicla- bilidade %
Jan.	1,30	2,65	2,78	0,00	1,39	2,93	14,85	25,90	8,12	31,35
Fev.	2,38	1,13	2,56	0,00	1,35	2,33	14,20	23,95	7,42	30,98
Mar.	1,13	0,95	2,52	0,00	1,37	3,09	17,88	26,94	5,97	22,16
Abr.	2,13	0,47	1,90	0,00	1,48	2,18	11,22	19,38	5,98	30,86
Mai.	0,94	1,02	1,53	0,00	2,06	0,61	10,45	16,61	5,55	33,41
Jun.	2,71	1,33	1,19	0,00	0,82	0,00	14,91	20,96	6,05	28,86
Jul.	1,26	3,36	1,64	0,67	1,48	0,86	8,38	17,65	8,41	47,65
Agos.	2,15	0,86	3,34	1,22	1,55	2,95	20,90	32,97	9,12	27,66
Total	14,0	11,77	17,46	1,89	11,5	14,95	112,79	184,36	56,62	-
%	7,59	6,38%	9,47	1,03	6,24	8,11	61,18	100,0	-	-

Dentre os serviços de atendimento odontológico, clínico, fisioterapêutico, realização de exames laboratoriais etc., tem-se também as atividades realizadas em escritório e copa. Logo, durante o período estudado o rejeito é predominante, tendo um valor de aproximadamente 61% de todo o total mensurado.

Ferle e Areias (2017), ao realizarem pesquisa sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde em um Clínica

Cirúrgica, identificaram através de questionários com os profissionais de enfermagem do local que, uma das primeiras ações para a adequada gestão dos resíduos contaminantes é a segregação destes em relação aos demais tipos de resíduos sólidos.

A folha de verificação apresentada pela Tabela 6, demonstra a distribuição dos valores pesados, em quilogramas, dos resíduos sólidos da unidade denominada Pousada.

Tabela 6. Folha de verificação dos resíduos sólidos da Pousada

Mês/ Resíduos	Papel	Papelão	Plástico	Rejeito	Total	Total reciclado	Recicla- bilidade %
Jan.	0,00	1,10	0,78	0,88	2,76	1,88	68,12
Fev.	0,00	0,00	1,15	1,77	2,92	1,15	39,38
Mar.	0,00	0,00	0,83	4,03	4,86	0,83	17,08
Abr.	0,09	0,00	1,24	2,23	3,56	1,33	37,36
Mai.	0,18	0,00	0,99	3,67	4,84	1,17	24,17
Jun.	0,67	0,00	1,91	5,57	8,15	2,58	31,66
Jul.	0,50	0,00	0,70	5,76	6,96	1,20	17,24
Agos.	0,26	0,00	0,50	7,42	8,18	0,76	9,29
Total	1,70	1,10	8,10	31,33	42,23	10,90	-
%	4,03	2,60	19,18	74,19	100,00	-	-

A Pousada é uma unidade destinada a hospedagem de convidados e funcionários de outras cidades. A partir da análise da folha de verificação da Pousada (Tabela 6), nota-se a mensuração em pequenas quantidades dos resíduos secos, tendo o papelão sendo apenas mensurado no mês de janeiro. A unidade em sua abrangência total apresenta baixos números de resíduos gerados, porém os rejeitos apresentam um valor de maior representatividade diante dos resíduos secos, sendo computado com quase 74% do total.

Conto et al. (2004), ao realizarem estudo de caso sobre a geração dos resíduos sólidos em um meio de hospedagem, aplicou a análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em um hotel como base para interpretar as formas de melhorias a serem

aplicadas em um processo de gerenciamento desses resíduos. Para tal, foi observado pelos autores que a maior fração de resíduos sólidos durante o período de um ano foi dada pela matéria orgânica putrescível, como restos de alimentos, guardanapos sujos, etc. Em seguida tem-se o plástico e o papel como resíduos de maior número de massa perante os demais componentes avaliados (CONTO et al., 2004).

A Biblioteca é uma unidade que disponibiliza para a comunidade centenas de livros e revistas, com o intuito de incentivar a leitura na comunidade, como também recebe vários eventos escolares e reuniões com grupos diversos. A mensuração, em quilogramas, dos resíduos gerados na Biblioteca (Tabela 7) é totalmente composta por rejeitos.

Tabela 7. Folha de verificação dos resíduos sólidos da Biblioteca

Mês/Resíduos	Rejeito	Total	Total Reciclado	Reciclabilidade %
Jan.	3,33	3,33	0,00	0,00
Fev.	7,43	7,43	0,00	0,00
Mar.	3,76	3,76	0,00	0,00
Abr.	2,48	2,48	0,00	0,00
Mai.	9,97	9,97	0,00	0,00
Jun.	7,20	7,20	0,00	0,00
Jul.	0,00	0,00	0,00	0,00
Agos.	1,01	1,01	0,00	0,00
Total	35,18	35,18	0,00	-
%	100,00	100,00	-	-

Desta forma, não se observa, a partir da folha de verificação da Biblioteca (Tabela 7), a segregação de resíduos secos recicláveis, tampouco de resíduos úmidos. Entre os meses de janeiro a agosto de 2019, a biblioteca gerou apenas rejeitos, sendo estes impossibilitados de serem reciclados. À ocasião, vale ressaltar que a ineficácia na segregação dos resíduos sólidos se dá pela falta de coleta seletiva, juntamente com

uma falta de sensibilização dos envolvidos no local.

A unidade denominada Projetos Sociais é um escritório destinado a assuntos que envolvem ações com a comunidade, projetos de cunho socioambiental etc. A folha de verificação desta unidade (Tabela 8) demonstra as mensurações dos resíduos sólidos no período avaliado.

Tabela 8. Folha de verificação dos resíduos sólidos do Projetos Sociais

Mês/Resíduos	Papel	Plástico	Resíduo orgânico	Borra de café	Rejeito	Total	Total reciclado	Reciclabilidade %
Jan.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fev.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai.	0,64	0,70	0,85	0,00	2,83	5,01	2,19	43,61
Jun.	0,46	1,30	0,00	0,00	1,75	3,50	1,75	50,07
Jul.	1,39	0,23	0,00	0,00	2,95	4,57	1,62	35,42
Agos.	1,40	0,19	0,00	0,16	3,21	4,95	1,74	35,15
Total	3,88	2,41	0,85	0,16	10,73	18,03	7,30	-
%	21,52	13,37	4,71	0,89	59,52	100,0	-	-

O escritório de projetos sociais sofreu mudanças nas suas instalações, seja pela diminuição do número de funcionários ou pela reestruturação do *layout* interno. Desta forma, nota-se que o processo de mensuração se inicia a partir do mês de maio e que as quantidades de resíduos mensurados são inferiores às quantidades encontrada nas demais unidades,

sendo o rejeito o tipo de resíduo sólido com maior valor, aproximadamente 60% do total.

A folha de verificação do Escritório (Tabela 9) apresenta o resíduo eletrônico, os quais são caracterizados por produtos eletroeletrônicos, como computadores, televisão, celular, etc. Esta unidade é destinada às atividades administrativas, englobando as áreas de compras, departamento de pessoal etc.

Tabela 9. Folha de verificação dos resíduos sólidos do Escritório

Mês/ Resí- duos	Papel	Papelão	Plástico	Metal	Vidro	Resíduo Orgânico	Eletrônico	Borra de Café	Rejeito	Total	Total Reci- clado	Recicla- bilidade %
Jan.	3,51	0,53	0,48	0,00	0,00	0,00	72,30	0,00	11,08	87,90	76,82	87,39
Fev.	6,47	0,00	0,53	0,17	0,00	0,00	0,00	0,20	5,96	13,33	7,37	55,30
Mar.	10,16	0,00	1,17	0,00	0,00	0,92	0,00	0,50	2,30	15,04	12,74	84,69
Abr.	19,38	10,32	2,61	0,37	1,23	0,87	0,40	0,00	5,41	40,59	35,18	86,68
Mai.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agos.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	39,51	10,85	4,79	0,54	1,23	1,78	72,70	0,70	24,74	156,84	132,08	-
%	25,19	6,92	3,05	0,34	0,78	1,13	46,35	0,45	15,77	100,0	-	-

Esta unidade sofreu alterações em sua localização e por esta razão a partir do mês de maio os resíduos mensurados nesta unidade foram somados com os resíduos do Lar Dona Conceição. Por não ter o rejeito como resíduo predominante, essa folha de verificação apresenta um valor de aproximadamente 46% de resíduos eletrônicos, ou seja, mais da metade

do que foi mensurado no Escritório se dá por este tipo de resíduo.

A unidade mais recente da FPPM é o Centro Cultural Maria Melânia (CCMM), o qual foi inaugurado no mês de junho de 2019, conforme pode-se perceber na sua respectiva folha de verificação (Tabela 10).

Tabela 10. Folha de verificação dos resíduos sólidos do CCMM

Mês/ Resíduos	Papel	Rejeito	Total	Total reciclado	Reciclabilidade %
Jan.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fev.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mar.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abr.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mai.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun.	0,76	25,79	26,54	0,76	2,84
Jul.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agos.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,76	25,79	26,54	0,76	-
%	2,84	97,16	100,00	-	-

Nesta unidade são realizadas oficinas de recreação, aulas de inglês, aulas de defesa pessoal, cursos multidisciplinares, encontro com universitários e eventos diversos. Interpreta-se, a partir da folha de verificação do CCMM (Tabela 10), que a unidade gera apenas rejeitos, ou seja, a segregação dos resíduos ainda é precária neste período de inicialização das atividades.

O relatório gerencial (Tabela 11) ratifica todo o processo de mensuração do período de janeiro a agosto de 2019. Este relatório apresenta as massas dos resíduos sólidos em quilogramas, separados pelos respectivos meses de geração, sendo dividido pela natureza do resíduo, de acordo com a possibilidade de serem recicláveis.

Tabela 11. Relatório Gerencial Socioambiental da FPPM

Saídas	Mês							
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.
Res. Secos	539,29	74,42	105,38	146,50	121,26	79,89	102,42	135,22
Papelão (Kg)	33,26	28,42	38,86	46,73	38,09	32,58	32,05	46,77
Tetra Pak (Kg)	12,81	16,93	15,29	25,91	21,37	17,69	21,17	24,56
Plástico (kg)	9,87	16,69	26,84	22,68	31,22	19,34	28,73	28,79
Papel (Kg)	381,49	12,21	19,01	45,72	25,24	10,28	16,81	21,88
Metal (kg)	26,30	0,17	3,95	1,94	5,34	0,00	0,00	12,00
Vidro (Kg)	3,26	0,00	1,43	3,12	0,00	0,00	3,66	1,22
Isopor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Res. Eletrônico	72,30	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Medicamentos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Res. Úmido	859,15	1.035,43	860,84	1.037,00	1.024,11	563,44	671,81	990,69
Borra de Café	58,44	47,41	46,83	47,98	49,95	30,25	40,12	50,97
Res. orgânico	800,71	988,02	814,01	989,02	974,16	533,19	631,69	939,72
Res. Perigosos	2,93	2,33	3,09	2,18	0,61	0,00	0,86	2,95
Res. de Saúde	2,93	2,33	3,09	2,18	0,61	0,00	0,86	2,95
Lâmpadas (un)	0,00	164	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total de Res. Recicláveis	1.398,44	1.109,85	966,22	1.183,5	1.145,37	643,33	774,23	1.125,9
Lixo Comum (Kg)	1.777,91	1.153,07	1.322,04	1.469,14	1.535,44	1.361,08	1.354,06	1.583,31
Total de Res. Não Recicláveis	1.780,84	1.155,4	1.325,13	1.471,32	1.536,05	1.361,08	1.354,92	1.586,31

No processo de averiguação dos dados das planilhas individuais das unidades em comparação com a planilha do relatório gerencial, verificou-se que existe algumas divergências nos valores apresentados. Em relação aos resíduos de papelão observa-se no relatório gerencial uma diferença de -28,78Kg no mês de abril. Assim como, os resíduos advindos da embalagem Tetra Pak são computados com 3Kg a mais no mês de agosto. Por conseguinte, no mês de janeiro, os papéis estão calculados com 134,20Kg a mais em relação ao que se apresenta nas planilhas individuais.

Ressalta-se que no processo de averiguação entre as planilhas alguns valores divergiam por conta de arredondamentos ou por possíveis erros de digitação, ou seja, não foram encontradas quantidades consideráveis de valores que divergem entre as planilhas individuais e a planilha geral, ambas fornecidas pela instituição estudada.

A partir das análises realizadas, observando-se a quantidade de resíduos sólidos gerados por unidades e de acordo com as análises percentuais, nota-se que a geração de resíduos orgânicos e rejeitos são predominantes na maioria das unidades, obtendo 35,38 e 58,06% respectivamente. Estas análises se dão pelas atividades exercidas na FPPM, tendo o fornecimento de refeições e os recolhimentos de materiais infectantes como uma das atividades mais determinantes. Os

resíduos secos apresentam 6,55% em relação ao total estudado.

Silva (2019), ao concluir seu estudo no CODAP inferiu sobre a importância da segregação correta dos resíduos sólidos como prática capaz de diminuir significativamente a quantidade dos rejeitos gerados, aproveitando a oportunidade em realizar a não geração dos resíduos sólidos.

Uma vez que, a FPPM possui atividades que geram elevados índices de resíduos úmidos e rejeitos, observa-se, também, que uma das causas que aumenta a geração se dá pela ineficaz utilização da coleta seletiva e falha na educação ambiental, ao se misturar materiais com alto potencial de reciclagem de maneira inadequada. Tal problemática se assemelha com as questões introduzidas na pesquisa realizada no CODAP.

Ao realizar práticas de Educação Ambiental, sensibilizando os envolvidos da importância da preservação ambiental é possível reverter os números dos resíduos não-recicláveis em resíduos com capacidade de reciclagem ao intensificar nas unidades a importância da correta segregação na coleta seletiva e tentar formas de minimização de geração dos resíduos sólidos.

*Práticas de coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos da Fundação Pedro Paes Mendonça*

Tendo como base as ações básicas para o gerenciamento dos resíduos sólidos, apoiando-se nas práticas de coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada destes, utilizou-se da elaboração de fluxogramas com a finalidade de expor de forma eficaz as etapas de processamento realizadas com os resíduos sólidos da Fundação Pedro Paes Mendonça, os quais estão agrupados em resíduos úmidos, resíduos secos e rejeitos.

O fluxograma dos resíduos úmidos (Figura 6) apresenta as etapas do processo de geração, segregação, acondicionamento ou armazenamento, transporte e o tratamento, destinação ou disposição final ambientalmente adequada. Entende-se, a partir deste fluxograma, que a Fundação Pedro Paes Mendonça destina os resíduos úmidos de maneira apropriada, já que a compostagem é uma forma de reciclagem.

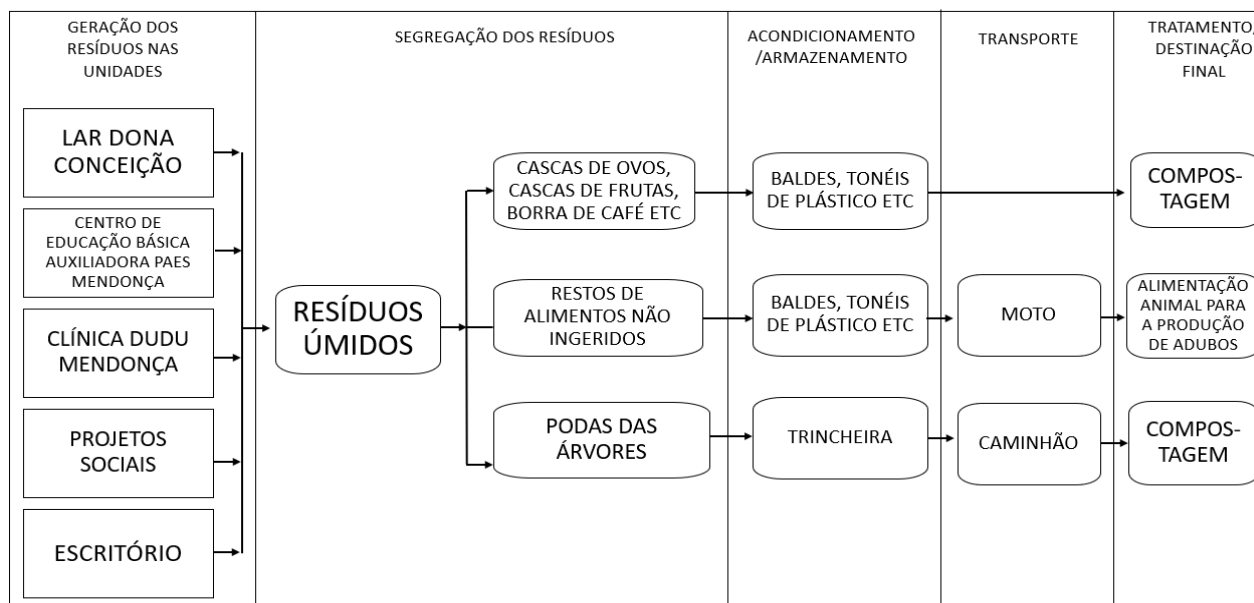


Figura 6. Fluxograma dos resíduos sólidos úmidos.

Os restos de alimentos não ingeridos são levados para a alimentação de suínos, e em troca a FPPM recebe adubo orgânico para utilizar nas hortas distribuídas pelas unidades. As sobras dos alimentos do Lar Dona Conceição são acondicionadas em baldes e tonéis, e o armazenamento temporário destes é localizado aos fundos da unidade, onde os responsáveis pela coleta retiram o material diariamente.

A partir das observações *in loco*, nota-se grande volume de folhagens, porém este tipo de resíduo orgânico não é mensurado ou caracterizado pela organização entre janeiro e agosto de 2019. Todavia, mesmo que o tipo de

destinação das folhagens seja adequado, torna-se imprescindível que este tipo de resíduo seja mensurado para maior controle estatístico daquilo que tem capacidade de ser reciclável, podendo estes dados serem utilizados em futuros pareceres ambientais.

No que se refere ao processo de gerenciamento dos resíduos sólidos secos, observa-se no fluxograma (Figura 7) que trata o fluxo dos materiais desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada, sendo a reciclagem umas das formas de tratamento capaz de gerar o resíduo sólido em nova matéria-prima.

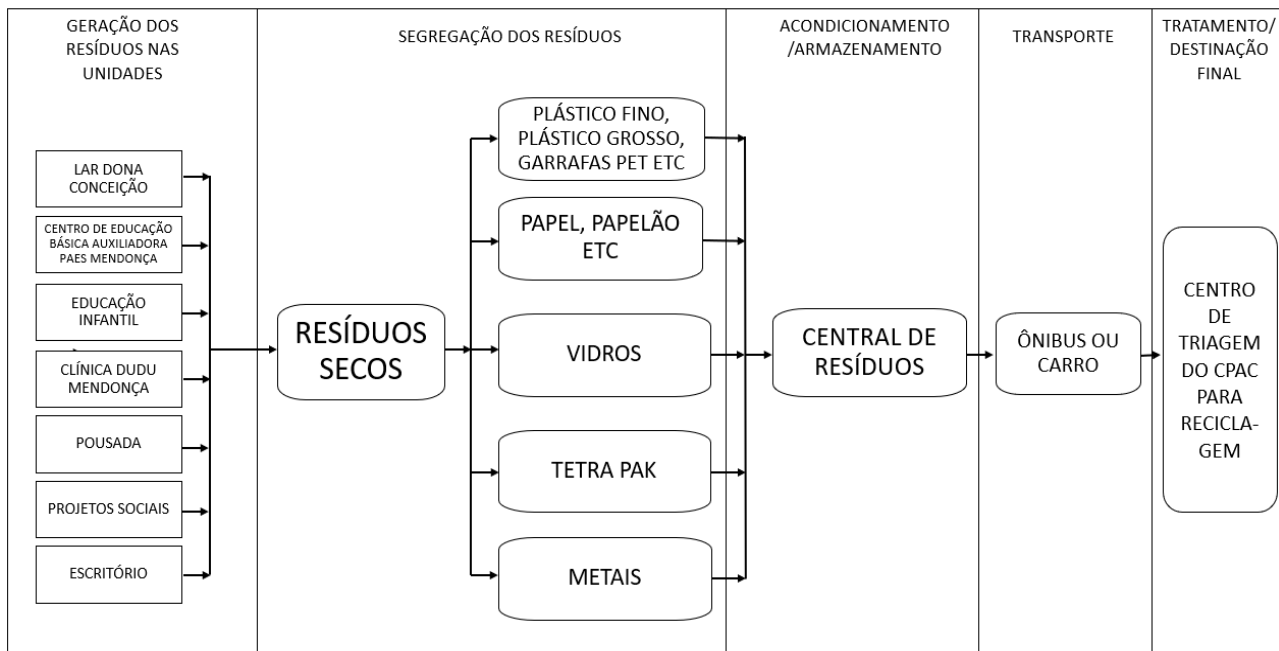


Figura 7. Fluxograma dos resíduos sólidos secos.

De acordo com Tonani (2011, *apud* MEDEIROS, 2012), a reciclagem é uma das formas de se reaproveitar os materiais, através das etapas de recuperação e reprocessamento de resíduos sólidos, tornando-os aptos para serem utilizados na indústria ou no meio doméstico. Esse tipo de tratamento é efetuado a partir de programas de coleta seletiva ou de unidades de triagem, como se enquadra a questão em estudo, em que os resíduos capazes de serem reciclados são levados para o centro

de triagem do Consórcio Público do Agreste Central Sergipano (CPAC), localizado em Ribeirópolis-SE.

Os resíduos sólidos secos são acondicionados em sacos plásticos e armazenados na central de resíduos (Figura 8). Este local foi definido pela FPPM como o ponto onde os resíduos inorgânicos são organizados de maneira temporária, sendo estes levados ao CPAC ao fim de cada semana.



Figura 8. Central de resíduos sólidos secos da FPPM.

A FPPM possui a vantagem de estar localizada no povoado Serra do Machado que se localiza cerca de 6 km da cidade de Ribeirópolis. Essa curta distância possibilita melhores

controles no escorrimento dos resíduos secos para esta central de coleta, como também na economia de combustível, já que os custos com

o transporte que leva este tipo de resíduo é responsabilidade da FPPM.

No tocante ao fluxograma dos rejeitos (Figura 9), este se comporta de maneira diferente em relação a finalização do processo

por apresentar a disposição final como última etapa do fluxo. Ressalta-se que os rejeitos são encontrados em grande quantidade na maioria das unidades da FPPM.

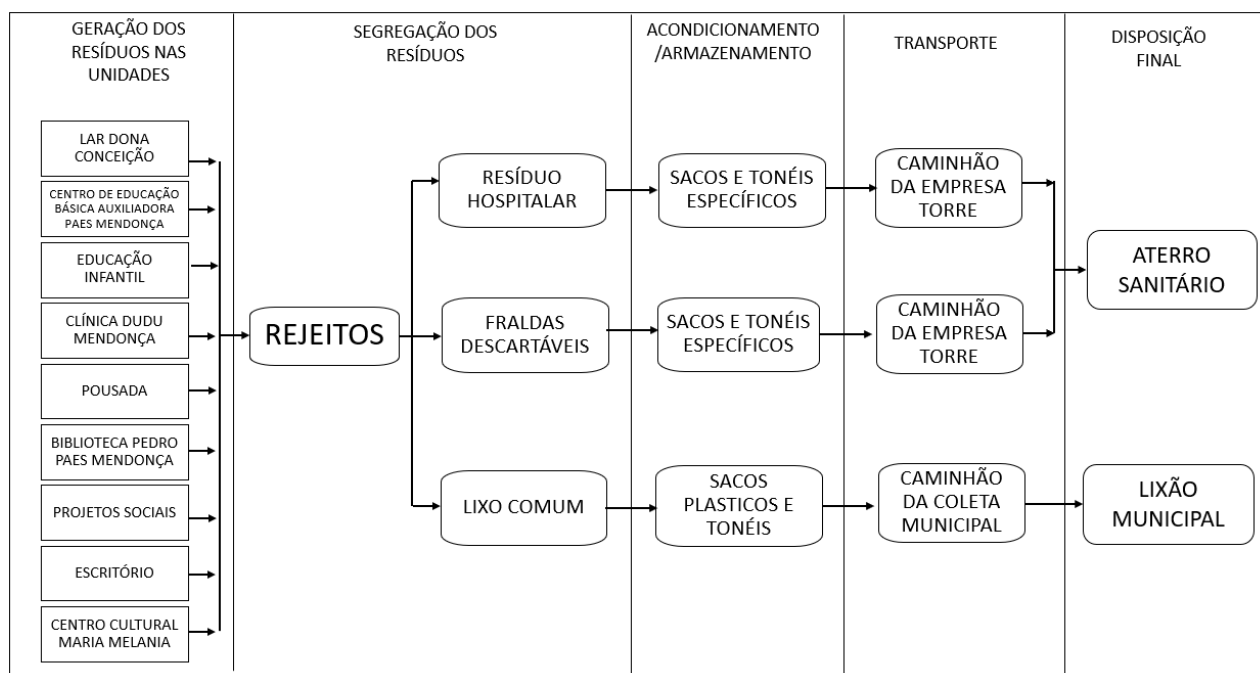


Figura 9. Fluxograma dos rejeitos da FPPM.

Os resíduos contaminados, caracterizados pelas fraldas descartáveis e resíduos de origem hospitalar são acondicionados em recipientes diferentes dos demais rejeitos, estes são sinalizados com etiquetas que ratificam o objetivo da segregação. Estes rejeitos são transportados pela empresa Torre a qual é especializada em fazer o processo de descontaminação desta gama de resíduos, dispondo-os em aterro sanitário, localizado no município de Rosário do Catete/SE. Já o lixo comum, reconhecido por não dispor de formas de recuperação, é disposto em lixão à céu aberto, no povoado Fazendinha localizado no município de Ribeirópolis/SE.

No tocante à disposição do lixo comum, sugere-se que sejam tomadas medidas de disposição deste resíduo de maneira ambientalmente adequada, tendo como opção a utilização de aterros sanitários regularizados por órgãos competentes que são capazes de diminuir os impactos deste tipo de resíduo no meio ambiente. Ressalta-se que a eliminação ou recuperação dos lixões a céu aberto é meta da Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

## Conclusão

A partir das análises dos dados notou-se que na FPPM cerca de 58% dos resíduos sólidos são considerados como lixo comum, obtendo um alto índice de geração de resíduos sólidos em comparação aos resíduos úmidos, que obteve 35,38% do total calculado, e dos resíduos secos que apresentou 6,55% das mensurações observadas.

Além das análises gravimétricas dos resíduos sólidos, notou-se que a FPPM dispõe o lixo comum em áreas consideradas como lixão a céu aberto. Ao mesmo tempo em que destina os resíduos sólidos contaminados em aterro sanitário. Os resíduos sólidos secos são destinados à reciclagem e os resíduos úmidos são designados a compostagem e alimentação de animais.

Sendo assim, a presente pesquisa traz a importância da efetivação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para FPPM a fim de torná-la mais sustentável e em concordância com a legislação ambiental vigente.

## Referências

BERTÉ, R.; PELANDA, A. M.; SILVEIRA, A. L. Gestão de resíduos sólidos: cenários e



mudanças de paradigmas. 1ª ed. Curitiba: Intersaberes. 2018. 228p.

BISPO, M. M. G. A educação ambiental e a gestão de resíduos sólidos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus São Cristóvão: realidade e perspectivas. 168f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2011.

BRASIL. Lei nº 5.857, de 22 de março de 2006. Dispõe sobre a Política Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, e dá providências correlatas. Disponível em: <[https://www.conscensul.com.br/css/documentos/leis\\_residuos\\_solidos/2006%20-%20Política%20Estadual%20de%20Resíduos%20Sólidos%20-%20Lei%20Estadual%20nº%205.857-2006.pdf](https://www.conscensul.com.br/css/documentos/leis_residuos_solidos/2006%20-%20Política%20Estadual%20de%20Resíduos%20Sólidos%20-%20Lei%20Estadual%20nº%205.857-2006.pdf)>. Acesso em: 01 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm)>. Acesso em: 01 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 01 set. 2019.

BRASIL. Plano Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Agreste Central Sergipano (PIRS/ACS), 2014. Diagnóstico Regional dos Resíduos Sólidos – Produto 2. Disponível em: <[https://consorcioagreste.se.gov.br/download/plano-intermunicipal-de-residuos-solidos-02-8d22a9c8d16623ad55ff47d-1d2f8c825dd0da892aa06c1\\_6d906e93166f78d47465.pdf](https://consorcioagreste.se.gov.br/download/plano-intermunicipal-de-residuos-solidos-02-8d22a9c8d16623ad55ff47d-1d2f8c825dd0da892aa06c1_6d906e93166f78d47465.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2019.

CONTO, S. M.; BONATTO, G.; FELDKIRCHER, E. G.; POSSER, L. Geração de Resíduos Sólidos em

um Meio de Hospedagem: Um Estudo de Caso. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento, 2004, Santa Catarina. Anais...Santa Catarina, 2004.

CURI, D. Gestão Ambiental. Pearson Education do Brasil. São Paulo, 2011.

FERLE, S. D.; AREIAS, M. A. C. Gerenciamento dos resíduos sólidos de serviço de saúde. Revista Eletrônica de Enfermagem do Vale Paraíba, v.1, n.5, 2013.

FPPM. Fundação Pedro Paes Mendonça. Uma história de afeto, encontros e acolhimento. Disponível em: <http://fppm.com.br/a-fundacao/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; FILHO, J. V. M. Política Nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Barueri, SP: Manole, 2012. 732p.

MEDEIROS, J. H. D. DE. Gestão dos resíduos sólidos para municípios de pequeno e médio porte à luz da política nacional de resíduos sólidos. 65f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Rural Do Semi-Árido. Angicos, 2012.

SILVA, C. F. C. Diagnóstico e avaliação da situação atual de gerenciamento dos resíduos sólidos do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe. 62f. Dissertação (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2019.

UBIRAJARA, E. Guia de Orientação para trabalhos de conclusão de curso: relatórios, artigos e monografias. Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. Aracaju, 2011.

VILAR, J. W. C.; CASADO, A. P. B.; BRASILEIRO, G. A. M.; BOMFIM, E. O.; SILVEIRA, A. M. Diagnóstico participativo da gestão dos resíduos sólidos do agreste central sergipano. In: Simpósio Ibero americano de Ingeniería de Resíduos, 3, Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos, 2, 2010, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2010.

## **Curriculum dos Organizadores**

**Paulo Roberto Megna Francisco:** Pós Doutor em Ciência do Solo pela UFPB. Doutor em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem pela UFCG. Mestre em Manejo de Solo e Água pelo CCA/UFPB. Graduado pela UNESP como Tecnólogo Agrícola com especialização em Mecanização. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Participa de Projetos de Pesquisa e Extensão juntamente com a EMBRAPA-Algodão, UFPB-Campus João Pessoa, UFCG-Campus Sumé, IFPB-Campus Campina Grande e Campus Picuí. Ministrou as disciplinas de Mecanização Agrícola, Máquinas e Motores Agrozootécnicos e Máquinas e Motores Agrícolas no CCA/UFPB. Atualmente presta consultoria para o INCRA/PB na realização de PDA's. Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador e avaliador do Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia – CONTECC. Editor Chefe da EPTEC. Revisor de Periódicos da Revista Educação Agrícola Superior, Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. Revista Brasileira de Climatologia, Cultura Agronômica.

**Newton Carlos Santos:** Bacharel em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB); Professional Internship realizado na ASA Indústria e Comércio - Vitamilho, trabalhando no setor de Controle de Qualidade; Especialista em Ciências e Tecnologia dos Alimentos pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN); Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), atuando na área de Transferência de Calor e Massa com ênfase em Refrigeração e Secagem de Alimentos. Atualmente é Doutorando em Engenharia Química na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Revisor dos Periódicos Journal of Plant Breeding and Crop Science, Research, Society and Development e Revista Saúde & Ciência Online.

**Virgínia Mirtes de Alcântara Silva:** Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Acaraú-CE em 2010, Doutoranda e Mestre em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Especialista em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Especialista em Geografia e Gestão Ambiental pela Universidade Integrada de Patos - FIP. Atuando nas áreas de Sensoriamento Remoto e SIG, Desertificação, Restauração Ecológica, Recuperação de Áreas Degradadas e Características Climatológicas do Brasil, Eventos Extremos de Chuva e Desastres Ambientais. Doutoranda em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais atuando na área de Crioconservação de Recursos Genéticos de Origem Vegetal, com temas vinculados a Refrigeração e Secagem de Alimentos. Integra o corpo editorial da EPTEC. Revisor dos Periódicos African Journal of Plant Science; African Journal of Food Science; Journal of Development and Agricultural Economics, Journal of Plant Breeding and Crop Science.



Portal Tecnológico  
de Divulgação Científica  
Eventos, Pesquisas e Inovação



978-65-00-02255-1