

**Avaliação da Produção e Características
Químicas e Funcionais de Diferentes
Indivíduos de Mangabeira Oriundos do Banco
de Germoplasma da Embrapa Cerrados**

Safra 2019



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
384**

**Avaliação da Produção e Características
Químicas e Funcionais de Diferentes
Indivíduos de Mangabeira Oriundos do Banco
de Germoplasma da Embrapa Cerrados**

Safra 2019

Maria Madalena Rinaldi
Fernando Souza Rocha
Maíra dos Santos Pereira
Rafaela Miranda dos Santos
Fernanda Monteiro de Moraes
Deborah Bezerra Valério de Queiroz

Esta publicação encontra-se disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t> (Digite o título e clique em "Pesquisar")

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra S. Gelape Faleiro

Membros
*Alessandra Silva Gelape Faleiro;
Alexandre Specht; Edson Eyji Sano;
Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga;
Jussara Flores de Oliveira Arbues;
Kleberson Worsley Souza;
Maria Madalena Rinaldi;
Shirley da Luz Soares Araujo*

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
*Margit Bergener L. Guimarães
Jussara Flores de Oliveira Arbues*

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e tratamento de imagens
Wellington Cavalcanti

Fotos da capa
Fernando Souza Rocha

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2021): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

A945 Avaliação da produção e características químicas e funcionais de diferentes indivíduos de mangabeira oriundos do banco de germoplasma da Embrapa Cerrados : safra 2019 / Maria Madalena Rinaldi... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

29 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X; 384).

1. Mangaba. 2. Melhoramento genético. 3. Caracterização. I. Rinaldi, Maria Madalena. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

CDD (21 ed.) 634.6

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	25
Agradecimentos.....	26
Referências	26

Avaliação da Produção e Características Químicas e Funcionais de Diferentes Indivíduos de Mangabeira Oriundos do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados: Safra 2019

Maria Madalena Rinaldi¹; Fernando Souza Rocha²; Maíra dos Santos Pereira³; Rafaela Miranda dos Santos⁴; Fernanda Monteiro de Moraes⁵; Deborah Bezerra Valério de Queiroz⁶

Resumo – A mangaba é um fruto com potencial para uso em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Assim, determinou-se a produção, a caracterização física, química e funcional de frutos de mangabeiras (*Hancornia speciosa*) do banco de germoplasma da Embrapa Cerrados da safra de 2019. Coletaram-se frutos “de caída” de setembro a dezembro de 2019. Os frutos foram separados, classificados como inviáveis e viáveis, bem como, foram selecionados frutos de 23 indivíduos e analisadas as características físicas, despolda e físico-químicas para cada grupo. Dos 23 indivíduos, 15 foram selecionados para análise funcional (polifenóis, flavonoides e antocianinas). Cerca de 31,4 mil frutos de 187 mangabeiras foram coletados para a análise de produção, dos quais 6.213 foram analisados quanto à viabilidade, forma e cor. Em geral, dos 6.213 frutos, cerca de 20% foram considerados viáveis. Dos frutos analisados, 67% eram esféricos. Em torno de 70% dos frutos apresentaram cor verde e amarela. A maior parte das mangabeiras avaliadas frutificou, com grande variabilidade no número de frutos produzidos por indivíduo. De três conjuntos de frutos analisados, o comprimento, os diâmetros maior e menor e a massa foram inferiores no grupo de frutos inviáveis. Houve um bom rendimento de polpa em todos os grupos. O pH, os sólidos solúveis, a acidez titulável e a Ratio corresponderam às exigências da legislação para estes frutos. Frutos das 15 plantas selecionadas apresentaram teores discretos de polifenóis, e baixos valores de flavonoides e antocianinas.

Termos para indexação: *Hancornia speciosa*, melhoramento genético, caracterização, viabilidade de frutos, frutos do Cerrado, ILPF.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência e Tecnologia Pós-colheita, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

² Biólogo, doutor em Botânica, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

³ Estudante de graduação em Gestão do Agronegócio da Universidade de Brasília, bolsista de Iniciação Científica – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁴ Estudante de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Goiás, bolsista de graduação da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁵ Engenheira Florestal, mestre em Ciências Florestais, analista da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁶ Engenheira-agrônoma, estudante de mestrado da Universidade de Brasília, bolsista – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Evaluation of the production, chemical and functional characteristics of mangaba trees at the Embrapa Cerrados Germplasm Bank: 2019 harvest

Abstract – Mangaba of 23 individuals were selected, and their physical, pulping and physical-chemical characteristics were analyzed. In addition, 15 individuals were chosen from the 23 for functional analysis (polyphenols, flavonoids and anthocyanins). Approximately 31.400 fruits from 187 mangaba trees were collected for production analysis, of which 6.213 were analyzed for viability, shape and color. In general, about 20% of the 6.213 fruits were considered viable. 67% of the analyzed fruits, were spherical and approximately 70% of the fruits were green and yellow in color. Most of the evaluated mangaba trees bore fruit, with great variability in the number of fruits produced per individual. Among the three sets of fruits analyzed, the length, larger and smaller diameters and mass were lower in the group of non-viable fruits. There was a good yield of pulp in all groups. pH, soluble solids, titratable acidity and Ratio corresponded to legislation requirements of these fruits. Fruits from the 15 selected plants showed low levels of polyphenols, and low amounts of flavonoids and anthocyanins.

Index terms: *Hancornia speciosa*, genetic improvement, characterization, fruit viability, Cerrado fruits, ILPF.

Introdução

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes, Apocynaceae) é uma espécie alógama (Vieira et al., 2016) nativa do Brasil, que ocorre do sudeste do Amazonas até o estado do Paraná, bem como no Paraguai (Kinoshita; Simões, 2005). De acordo com Almeida et al. (2016), essa fruta está despertando interesse tanto econômico quanto científico devido às suas características farmacológicas e seu potencial para comercialização. A mangaba é uma fruta brasileira nativa do Nordeste com excepcional aceitabilidade no mercado da região, importante para o setor agroindustrial no ramo de sucos e sorvetes e rico em vitamina C e ferro (Silva Júnior et al., 2018a, 2018b).

Por ter sabor agradável, a mangaba é consumida in natura e processada em forma de sucos, geleias, sorvete, licor, doces, bolos e biscoitos sendo os sucos, polpa e sorvetes os mais comuns (Vieira et al., 2016). A produção de mangaba no Brasil, tem aumentado consideravelmente nos últimos anos (Felício et al., 2021) com o estado de Sergipe como o principal produtor (Rodrigues et al., 2017). Seu cultivo e coleta é predominantemente extrativista e suas propriedades antioxidantes têm sido recentemente relatadas (Santos et al., 2021). Ao atingir a maturação, os frutos tornam-se altamente perecíveis (Lima; Scariot, 2010), o que ocasiona a perda.

Como ainda não há variedades lançadas para o cultivo, torna-se necessário o estudo em bancos ativos de germoplasma com o objetivo de identificar indivíduos com características superiores desejadas, uma vez que a mangabeira apresenta variação significativa de características para a maioria dos descritores relacionados ao crescimento das plantas e características físico-químicas dos frutos tanto entre as regiões do País, como nas espécies existentes e até mesmo entre mangabeiras localizadas na mesma região e plantadas na mesma época. Os resultados são importantes para ações de conservação da espécie e a seleção de indivíduos para futuros programas de melhoramento genético (Muniz et al., 2019).

Além disso, a mangabeira tem sido considerada como uma excelente alternativa para o cultivo em sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no cerrado brasileiro, porém ainda não há cultivares selecionadas para o cultivo nesse sistema. É necessário desenvolver variedades com características agrônômicas e qualidade de frutos adequada para o plantio, a partir

de bancos ativos de germoplasma onde as características desejadas para as plantas devem ser conhecidas, a fim de selecionar plantas com características superiores de produtividade e características físicas, físico-químicas e funcionais.

Há várias pesquisas com a mangaba, principalmente aquelas que caracterizam o fruto ou os métodos de preservação da espécie. A identificação de materiais genéticos que, além de produtivos, apresentem qualidade superior para o aproveitamento industrial e/ou consumo in natura é de fundamental importância para a formação de pomares (Chitarra; Chitarra, 2005). Há alguns anos, Oliveira et al. (1999) afirmaram que característica física dos frutos referentes à aparência externa, tamanho, forma e cor da casca, e características físico-químicas relacionadas ao sabor, odor, textura e valor nutritivo, constituem atributos de qualidade para a comercialização e utilização da polpa na elaboração de produtos industrializados. No entanto, estudos realizados até o momento quanto à produção, características físicas, químicas e funcionais em frutos de mangabeira apresentam considerável variação relacionadas a espécies, local e época de colheita, condições de clima, solo e outros. Essa ausência de uniformização é um obstáculo para a indústria, que precisa de padronização e qualidade dos frutos para desenvolver produtos de valor agregado e novos mercados (Ferro et al., 2015).

Portanto, o conhecimento do potencial dessas espécies poderá permitir o acesso a novos mercados com produtos diferenciados do ponto de vista nutricional e funcional. Os vegetais, em particular as frutas, apresentam em sua constituição, vários compostos com ação antioxidante. A presença de compostos fenólicos, tais como flavonoides, ácidos fenólicos, antocianinas e polifenóis além das já conhecidas vitaminas C, E e carotenoides, contribuem para os efeitos benéficos desses alimentos (Ajaikumar et al., 2005).

Considerando o exposto, este trabalho teve por objetivo determinar a produção, caracterização física, química e funcional de frutos de indivíduos de mangabeira oriundos do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados, safra 2019.

Material e Métodos

Os frutos foram obtidos no Banco Ativo de Germoplasma de mangabeira estabelecido na área experimental da Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF (15°35'33"S, 47°44'00"W; 1.008 m de altitude), o qual contém 210 indivíduos da espécie. Todos os frutos disponíveis durante a safra, que se estendeu de setembro a dezembro de 2019, foram coletados manualmente, uma ou duas vezes por semana, em todas as mangabeiras que produziram durante o referido período. Cada indivíduo foi representado por uma planta de mangabeira. Em função da arquitetura bastante sinuosa da planta, bem como da carência de métodos e/ou dados prévios que permitissem estimar com precisão satisfatória a produção de cada indivíduo, os autores optaram por realizar a coleta dos frutos de modo mais completo possível, com vistas a obter estimativas confiáveis de produção. As coletas foram realizadas por indivíduo e os frutos foram “de caída”, ou seja, coletados no chão, e acondicionados em sacos plásticos contendo a identificação do indivíduo e a data de coleta. Os frutos “de caída” incluem todos os frutos encontrados no chão, independentemente do seu estado. A coleta dos frutos em campo e o transporte para o laboratório foram realizados nas primeiras horas do dia com o objetivo de evitar o calor de campo. As duas etapas deram-se à temperatura ambiente.

No laboratório, os frutos foram mantidos em câmara fria em temperatura de 15 °C e com 85% de umidade relativa por um período máximo de dois dias, para a realização das análises físicas e físico-químicas. Os frutos das primeiras coletas (12/9/2019 a 30/9/2019) foram contados e analisados em sua totalidade. As análises limitaram-se à caracterização física dos frutos, à textura, a despolpa e à análise físico-química. Foram considerados frutos viáveis os que visivelmente não apresentavam amassamento, cortes, perfurações, presença de doenças, ataque de insetos e podridões e que eram maduros. Para a obtenção de medidas sem deformações devido à alta perecibilidade dos frutos, nas coletas dos dias 24/10/2019, 4/11/2019 e 13/11/2019, 285 frutos de 23 indivíduos, selecionados de acordo com a maior produção, foram acondicionados em caixas de ovos e mantidos em câmara fria a 15 °C e 85% de umidade relativa por um período máximo de dois dias para a realização total das análises. O critério para a coleta dos frutos foi a queda recente (observada pela presença de látex copioso na cicatriz do pedúnculo do fruto) e a integridade física. Dos 23 indivíduos que haviam sido selecionados e analisados

selecionaram-se frutos de 15 indivíduos, de acordo com a maior produção e uniformidade dos frutos no tamanho, na massa e na cor para a realização das análises funcionais.

Para as análises e apresentação dos resultados das análises físicas e físico-químicas, o total de frutos colhidos foi separado em três grupos. No primeiro grupo, foram colocados os frutos avaliados como inviáveis. O segundo grupo incluiu os frutos viáveis. O terceiro e último grupo foi composto por frutos dos 23 indivíduos mais produtivos do Banco de Germoplasma.

As variáveis físicas avaliadas foram comprimento do fruto (mm), diâmetro maior (mm) e diâmetro menor (mm) com auxílio de um paquímetro manual digital (mm); massa do fruto (g) utilizando-se balança analítica; viabilidade, por meio da integridade física do fruto (amassamentos, cortes, perfurações, presença de doenças (principalmente antracnose), verdes, ataque de insetos e podridões), cor adequada conforme escala apresentada por Silva Júnior et al. (2018a), em que a cor da casca dos frutos de mangabeira pode ser amarelo, verde claro, verde, vermelho ou outra cor ainda não observada nestes frutos e livre de pragas (formigas e besouros); formato do fruto também de acordo com a descrição de Silva Júnior et al. (2018a), em que o fruto pode ser oblongo, esferoide, ovoide ou nenhuma destas características físicas.

A análise de cor foi realizada com o uso do aplicativo Color Grab versão 3.6.1 (Loomatix Ltd, 2017) instalado em um smartphone. Com o uso de câmera fotográfica de aparelho celular, foram realizadas três leituras em pontos distintos do fruto, obtendo-se valores de L^* , a^* e b^* ($+a^*$ vermelho, $-a^*$ verde, $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul). Os valores médios de a^* e b^* foram usados para calcular a cromaticidade (intensidade da cor) e ângulo hue [tonalidade da cor ($^{\circ}h$)], conforme recomendações de Hunterlab (2008).

A textura dos frutos foi obtida por meio de três leituras (em kgf) em pontos equidistantes da porção mediana do fruto, com o auxílio de texturômetro. Os resultados foram expressos em Newton (N).

A análise de despolpa ocorreu por meio da separação manual individual de cada fruto da polpa + casca e das sementes, a contagem de número de sementes sadias e abortadas de cada fruto, a respectiva massa da polpa + casca (g) e da massa das sementes (g), com uso de uma balança analítica. Foi também apurado o rendimento da polpa + casca dividindo a massa da

polpa + casca (g) pela massa do fruto (g) e multiplicando-se por 100 para obter o resultado em porcentagem. Devido à impossibilidade de separar manualmente a casca da polpa dos frutos de mangabeira, a casca do fruto foi mantida juntamente com a polpa, o que normalmente acontece na indústria de processamento.

Entre as análises físico-químicas, foram obtidos os valores de pH (AOAC, 2007), Sólidos Solúveis (SS), Acidez Titulável (AT) e Ratio, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi determinado mediante imersão do eletrodo do pHmetro (potenciômetro) digital de bancada na amostra despulpada. Os sólidos solúveis foram determinados em um refratômetro digital de bancada com precisão de 0,1 °Brix e correção automática da temperatura para 20 °C. Para a obtenção da acidez titulável, devido a características específicas da polpa + casca dos frutos de mangabeira como a presença de látex, não foi possível avaliar a acidez titulável utilizando-se o pHmetro para se determinar a viragem até pH 8,1. Assim, utilizou-se a fenolftaleína como indicador. A acidez titulável foi expressa em gramas de ácido cítrico/100 g de amostra. Para o Ratio, o resultado foi expresso em número puro, com uma casa decimal pela razão sólidos solúveis/acidez titulável.

As análises funcionais realizadas foram polifenóis totais, flavonoides totais e antocianinas. Todas as leituras foram realizadas em espectrofotômetro. Para a determinação dos polifenóis, seguiu-se a metodologia de Larrauri et al. (1997). O cálculo do teor de polifenóis totais foi realizado por meio da elaboração da curva do ácido gálico em cinco concentrações diferentes, obtendo a equação da reta, sendo obtidos resultados expressos em ml de ácido gálico/100 g de amostra. Para os flavonoides totais, seguiu-se a metodologia descrita por Francis (1982) e o resultado expresso em miligrama por 100 g de amostra. A partir das mesmas amostras preparadas e utilizadas para a leitura no comprimento de onda de 374 nm nas análises de flavonoides, obteve-se o valor das antocianinas totais realizando-se a leitura da amostra no mesmo espectrofotômetro com comprimento de onda a 535 nm com fator de 98,2 (Brouillard et al., 1991). Os valores de antocianinas também foram expressos em mg por 100 g de amostra. Os valores de polifenóis, flavonoides e antocianinas foram obtidos e expressos em base úmida.

Todas as variáveis analisadas foram avaliadas quanto à normalidade e homocedasticidade. Satisfeitos os pressupostos, as variáveis foram avalia-

das com o uso de análises de variância entre grupos (Anova) e, havendo resultados significativos ($p \leq 0,05$), foi performedo o teste *post-hoc* de Tukey para avaliar as comparações múltiplas de pares entre grupos (Sokal; Rohlf 2012). As variáveis que apresentaram heterocedasticidade foram submetidas ao Teste de Welch para análise de variâncias desiguais, mais robustos para esse tipo de desvio (Delacre et al., 2019). Diferenças significativas entre grupos ($p \leq 0,05$) com variâncias desiguais foram avaliadas pelo método de comparações múltiplas de Games-Howell (Games et al., 1983).

Para as análises físicas e físico-químicas, os frutos foram separados em três grupos: frutos inviáveis, frutos viáveis e frutos selecionados, conforme descrição anterior. Para a análise dos dados físicos, foram selecionados aleatoriamente 150 frutos em cada grupo, independentemente da matriz (450 frutos por análise). Para a análise dos dados físico-químicos, foram selecionados aleatoriamente cem frutos em cada grupo, independentemente da matriz (300 frutos por análise). Todas as variáveis foram apresentadas, no texto, como média \pm desvio padrão.

A similaridade entre os 15 indivíduos selecionados, em relação às variáveis polifenóis, flavonoides e antocianinas, foi avaliada por meio de análise de agrupamento (Legendre; Legendre 2012), utilizando os indivíduos como unidade amostral e três repetições de amostras compostas de frutos. Os dados foram previamente normalizados de forma a se obter média zero e desvio padrão 1 para cada variável. A distância Euclidiana foi utilizada como medida de dissimilaridade e a ligação entre os ramos deram-se pela variância mínima de Ward (Legendre; Legendre 2012). A separação de grupos foi realizada pelo método *Gap statistic* (Tibshirani et al., 2001). Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R (R Core Team, 2018).

Resultados e Discussão

Produção e viabilidade de frutos de mangabeira no Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados, safra 2019

O período de produção de frutos iniciou-se em meados de setembro de 2019, com pico produtivo concentrado entre meados de outubro e final de novembro, período em que foram coletados cerca de 80% (26.169) do total de

frutos produzidos (Figura 1). Dos 210 indivíduos do experimento, 187 (89%) frutificaram durante o ano de 2019, tendo sido coletados cerca de 31,4 mil frutos (Figura 1A, Tabela 1). No total, 23 indivíduos (11%) não produziram, com a mediana de produção em 58,5% de frutos. Indivíduos que produziram mais de 169, 309 e 592 frutos enquadraram-se entre os 25%, 10% e 5% indivíduos mais produtivos, respectivamente. Um indivíduo produziu 4.161 frutos (13,25% do total) durante o período de amostragem, cerca de quatro vezes a produção do segundo indivíduo mais produtivo (1.086 frutos) (Tabela 1). Assim, é possível afirmar que existe uma grande variabilidade de produção entre os diferentes indivíduos de mangabeira do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados.

Do total de frutos coletados, cerca de 20% (6.213) foram considerados viáveis (Figura 1B) e 10% (2.982) apresentavam perfurações. Observou-se também a presença ampla de besouros e formigas nos frutos, frequentemente aderidos ao látex liberado pelo próprio fruto.

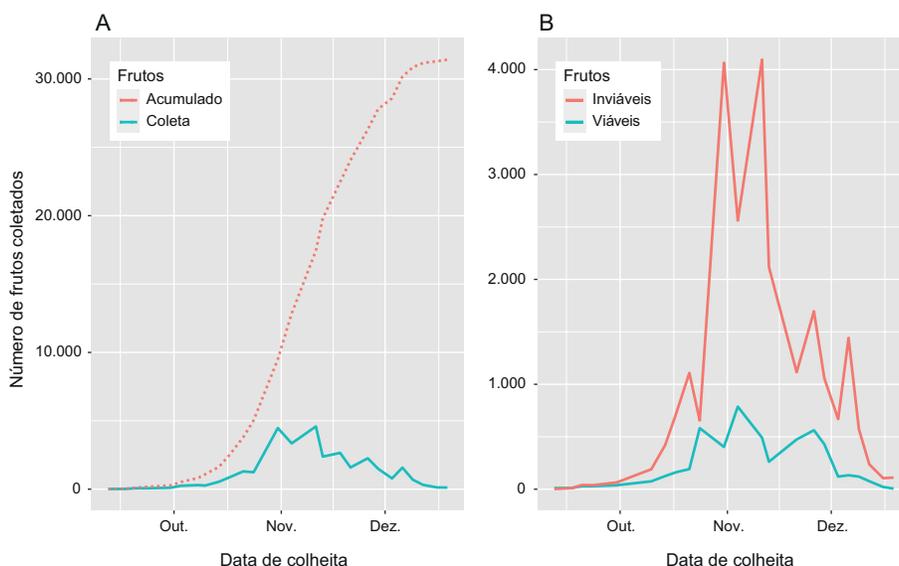


Figura 1. Total de frutos de mangabeira coletados na área experimental da Embrapa Cerrados, por data de colheita (linha contínua) e acumulado no período (linha pontilhada) (A); frutos viáveis (linha azul) e inviáveis (linha vermelha) por data de colheita (B).

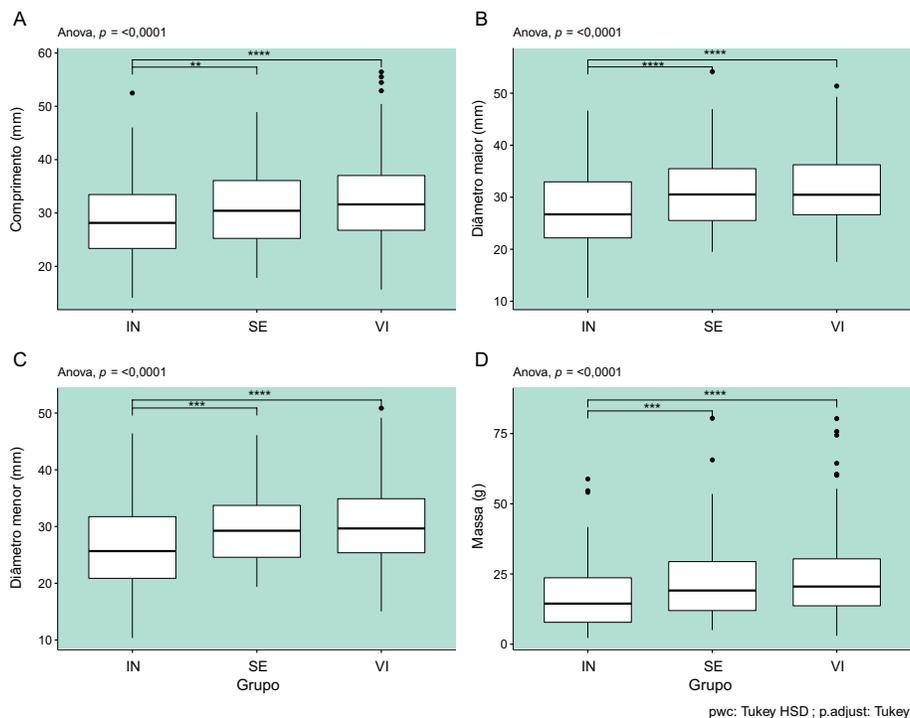
Tabela 1. Número de indivíduos de mangabeira em diferentes intervalos de produção e o número mínimo de frutos produzidos nos diferentes intervalos.

	Improdutivo	Mediana	> 75%	> 90%	> 95%	Máximo	Total
Número de indivíduos	23	105	54	21	11	1	210
Número de frutos	0	58,5	169	309	592	4.161	31.412

Caracterização física dos frutos viáveis, inviáveis e seleção com 23 indivíduos

O comprimento dos frutos difere significativamente entre os diferentes grupos de frutos analisados, $F_{(2, 447)} = 13,534$, $p \leq 0,0001$. Os frutos do grupo viável apresentaram os maiores comprimentos ($32,8 \text{ mm} \pm 7,16 \text{ mm}$), seguidos pelos frutos do grupo seleção com 23 indivíduos ($30,6 \text{ mm} \pm 7,61 \text{ mm}$) e com o grupo inviável apresentando os menores valores médios para o parâmetro ($28,4 \text{ mm} \pm 7,04 \text{ mm}$). A análise do teste *post-hoc* de Tukey indicou que a diferença entre as médias do comprimento dos frutos entre o grupo inviável e o grupo de seleção ($2,19 \text{ mm}$, 95% IC ($0,22 \text{ mm}$ a $4,17 \text{ mm}$)) foi estatisticamente significativa ($p = 0,0012$), assim como entre os grupos viável e inviável ($4,37 \text{ mm}$, 95% IC ($2,40 \text{ mm}$ a $6,35 \text{ mm}$)) ($p \leq 0,0001$). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos frutos do grupo viável e do grupo de seleção ($1,87 \text{ mm}$, 95% IC ($-0,135 \text{ mm}$ a $3,88 \text{ mm}$)) ($p = 0,0734$) (Figura 2A).

As médias do maior diâmetro dos frutos diferiram significativamente entre os grupos analisados, $F_{(2, 447)} = 14,634$, $p \leq 0,0001$. Os frutos do grupo viável apresentaram os maiores valores ($31,6 \text{ mm} \pm 6,43 \text{ mm}$), seguidos pelos frutos do grupo seleção ($30,3 \text{ mm} \pm 7,02 \text{ mm}$) e com o grupo inviável apresentando os menores valores médios para este parâmetro ($27,4 \text{ mm} \pm 7,20 \text{ mm}$). A análise do teste *post-hoc* de Tukey indicou que a diferença entre as médias do maior diâmetro dos frutos entre os grupos viável e inviável ($4,21 \text{ mm}$, 95% IC ($2,34 \text{ mm}$ a $6,08 \text{ mm}$)) foi estatisticamente significativa ($p \leq 0,0001$), assim como entre o grupo de seleção e o grupo dos inviáveis ($2,88 \text{ mm}$, 95% IC ($1,01 \text{ mm}$ a $4,75 \text{ mm}$)) ($p = 0,00095$). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos frutos do grupo viável e seleção (Figura 2B).



Níveis de significância: **** ($\leq 0,0001$); *** ($0,0001 - 0,001$); ** ($0,001 - 0,01$).

Figura 2. Comprimento (A); maior (B) e menor diâmetro (C); e massa (D) de frutos de mangabeira separados em três grupos: frutos inviáveis (IN), viáveis (VI) e selecionados (SE) ($n = 150$ frutos por grupo), coletados no experimento da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, durante a safra de 2019. O limite inferior e superior dos retângulos indica, respectivamente, o primeiro e o terceiro quartil. A linha no interior dos retângulos indica a mediana dos dados e as linhas verticais abaixo e acima dos retângulos indicam os limites inferiores e superiores, respectivamente. Pontos representam os valores extremos.

Os valores médios do menor diâmetro dos frutos diferiram significativamente entre os grupos analisados, $F_{(2, 447)} = 15,092$, $p \leq 0,0001$. Os frutos do grupo viável apresentaram os maiores valores ($30,7 \text{ mm} \pm 6,38 \text{ mm}$), seguidos pelos frutos do grupo seleção ($29,3 \text{ mm} \pm 7,03 \text{ mm}$) e com o grupo inviável apresentando os menores valores médios para este parâmetro ($26,5 \text{ mm} \pm 7,10 \text{ mm}$). A análise do teste *post-hoc* de Tukey indicou que o grupo inviável apresentou menores valores médios quando comparado ao grupo viável ($4,27 \text{ mm}$, 95% IC ($2,41 \text{ mm}$ a $6,12 \text{ mm}$)) ($p \leq 0,0001$), assim como quan-

do comparado ao grupo seleção (2,83 mm, 95% IC (0,971 mm a 4,69 mm) ($p = 0,0001$). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos frutos do grupo viável e seleção (Figura 2C). O diâmetro dos frutos correspondeu à faixa de 2,5 cm a 6,0 cm descrita por Martins et al. (2017) como encontrada em frutos de mangabeira.

Com relação à massa dos frutos, as médias diferiram significativamente entre os grupos analisados, $F_{(2, 447)} = 11,822$, $p \leq 0,0001$. Os frutos do grupo viável apresentaram os maiores valores médios (23,8 g \pm 13,4 g), seguido pelos frutos do grupo seleção (21,6 g \pm 15,1 g) e com o grupo inviável apresentando os menores valores (16,5 g \pm 11,2 g). A análise do teste *post-hoc* de Tukey indicou que o grupo inviável apresentou menores valores médios quando comparado ao grupo viável (7,27 g, 95% IC (3,68 g a 10,9 g)) ($p \leq 0,0001$), assim como quando comparado ao grupo seleção (5,07 g, 95% IC (1,46 g a 8,69 g) ($p = 0,003$). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos frutos do grupo viável e seleção (Figura 2D). Muniz et al. (2019) obtiveram o valor médio de 19,6 g em frutos de mangabeira oriundos de diferentes acessos do Banco de Germoplasma da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Sergipe, SE, sendo valores mais próximos dos obtidos nos frutos dos 23 indivíduos selecionados para o presente trabalho.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados obtidos pelos frutos inviáveis, viáveis e seleção em cada variável de característica física. Houve diferenças significativas entre os valores médios dos grupos para a variável luminosidade (L^*) (Welch- $F_{(2, 288)} = 9,41$, $p = 0,0001$), verde (a^*) (Welch- $F_{(2, 280)} = 27,0$ $p < 0,0001$), amarelo (b^*) (Welch- $F_{(2, 290)} = 12,2$, $p < 0,0001$), saturação (C) (Welch- $F_{(2, 287)} = 15,0$ $p < 0,0001$) e tonalidade (h) (Welch- $F_{(2, 282)} = 23,0$ $p < 0,0001$) dos frutos analisados (Tabela 2). As análises *post-hoc* indicaram que as médias do grupo de frutos inviáveis foram significativamente menores do que as dos frutos viáveis e seleção, para todas as variáveis citadas. Os frutos viáveis e seleção não apresentaram diferenças entre os valores médios para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 2). Assim, pode-se afirmar que os frutos inviáveis eram mais escuros, menos verdes, mais amarelos com cores menos nítidas, e com tonalidade mais próxima da cor amarelo, comprovando a maior proximidade da senescência dos mesmos.

Os valores médios de textura também apresentaram diferenças significativas entre os grupos de frutos analisados (Welch- $F_{(2, 257)} = 23,9$ $p < 0,0001$). A comparação *post-hoc* entre grupos indicou que valores médios obtidos em

frutos inviáveis ($4,35 \text{ N} \pm 5,7 \text{ N}$) foram significativamente maiores do que os obtidos nos frutos viáveis ($1,12 \text{ N} \pm 0,37 \text{ N}$) ($p < 0,0001$) e seleção ($1,13 \text{ N} \pm 0,51 \text{ N}$) ($p < 0,0001$), não havendo diferenças estatísticas entre as médias destes últimos (Tabela 2) ($p = 0,872$). O maior valor de textura obtido nos frutos inviáveis, provavelmente, deve-se à dureza dos frutos causada pelo enrijecimento devido à perda de água, ao ponto de colheita desuniforme, aos frutos verdes, aos problemas fitossanitários e outros. Os resultados obtidos permitem concluir que os frutos de mangabeira possuem baixa resistência ao transporte, manuseio e ataque de microrganismos, necessitando de definição do ponto ideal de colheita, embalagens que permitam as condições adequadas de acondicionamento dos frutos, garantindo assim qualidade e maior vida útil pós-colheita.

Tabela 2. Caracterização física dos frutos da mangabeira (média \pm desvio padrão).

Variável	Fruto			Welch-F	Signifi- cância
	Inviável (n = 150)	Viável (n = 150)	Seleção (n = 150)		
L*	74,7 \pm 9,69a	78,8 \pm 6,03b	77,7 \pm 7,38b	9,41	0,0001
a*	-6,94 \pm 16,2a	-16,8 \pm 7,72b	-17,8 \pm 9,43b	27,0	<0,0001
b*	58,9 \pm 13,0a	64,9 \pm 8,49b	64,3 \pm 8,79b	12,2	<0,0001
C	62,4 \pm 11,6a	68,1 \pm 6,84b	67,9 \pm 6,92b	15,0	<0,0001
h	95,0 \pm 17,0a	105,0 \pm 8,44b	105,0 \pm 10,2b	23,0	<0,0001
Textura (N)	4,35 \pm 5,7a	1,12 \pm 0,37b	1,13 \pm 0,51b	23,9	<0,0001

L* é a claridade (valor 0 para o preto absoluto e 100 para o branco total), a* (+a* vermelho, - a* verde), b* (+b* amarelo e -b* azul), C é a saturação (profundidade, ou a quantidade da cor pela qual se distingue uma cor forte de uma fraca) e h (ângulo hue) é a tonalidade da amostra de mangaba ((ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro). Letras distintas, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre os grupos, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Games-Howell.

Despolpa dos frutos viáveis, inviáveis e seleção com 23 indivíduos

Quanto à massa dos frutos, houve diferenças significativas entre os grupos analisados (Welch-F_(2, 192) = 22,2 $p < 0,0001$). O menor valor médio foi encontrado nos frutos inviáveis ($14,8 \text{ g} \pm 9,89 \text{ g}$) e o maior valor nos viáveis ($23,4 \text{ g} \pm 11,1 \text{ g}$). O valor médio da massa dos frutos inviáveis diferiu significativamente dos viáveis ($p < 0,0001$) e do grupo seleção ($p < 0,0001$). Não

houve diferenças significativas para os valores médios de massa entre frutos dos grupos viável e seleção ($p = 0,659$) (Tabela 3). A massa da polpa + casca diferiu significativamente entre os grupos ($Welch-F_{(2, 194)} = 32,7$ $p < 0,0001$), sendo maiores nos frutos da seleção ($15,5 \text{ g} \pm 7,9 \text{ g}$) e viáveis ($14,6 \text{ g} \pm 7,65 \text{ g}$) e é significativamente menor nos frutos inviáveis ($8,56 \text{ g} \pm 5,9 \text{ g}$) ($p < 0,0001$) (Tabela 3). Houve diferenças significativas para os valores médios da massa da semente entre os diferentes grupos ($Welch-F_{(2, 193)} = 6,12$ $p = 0,003$). A massa das sementes nos frutos inviáveis apresentou o menor valor ($6,22 \text{ g} \pm 4,56 \text{ g}$) e os viáveis o maior valor ($8,93 \text{ g} \pm 6,94 \text{ g}$), havendo diferença significativa entre os dois grupos ($p = 0,0001$) e entre os frutos inviáveis e seleção ($p = 0,033$) (Tabela 3). Os frutos apresentaram, em média, entre 6,86 (grupo seleção) e 7,72 (grupo inviável) sementes sadias, não havendo variação significativa entre os diferentes grupos avaliados ($p = 0,571$) (Tabela 3). Segundo Manica (2002), o fruto de mangabeira pode atingir até 38 sementes em cada fruto, valor este, significativamente superior ao observado nos frutos avaliados no presente trabalho. Em estudo de frutos de mangabeira produzidos em Alagoas, Ferro et al. (2015) detectaram que o número de sementes por fruto foi diretamente proporcional à sua massa. O número de sementes abortadas foi maior nos frutos inviáveis (1,09), o que já era esperado.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão de número de sementes sadias, abortadas, massa de polpa mais casca, massa das sementes e rendimento de polpa de frutos de mangabeira.

Variável	Fruto			Welch-F	Signifi- cância
	Inviável (n = 100)	Viável (n = 100)	Seleção (n = 100)		
Massa do fruto (g)	14,8 ± 9,89a	23,6 ± 12,5b	23,6 ± 12,5b	22,2	<0,0001
Massa da polpa + casca (g)	8,56 ± 5,9a	14,6 ± 7,65b	14,6 ± 7,65b	32,7	<0,0001
Massa de sementes (g)	6,22 ± 4,56a	8,93 ± 6,94b	8,93 ± 6,94b	6,12	0,003
Rendimento (%)	59 ± 12a	64 ± 14b	64 ± 14b	11,0	<0,0001
Sementes sadias	7,72 ± 7,39a	7,49 ± 6,59a	7,49 ± 6,59a	0,56	0,571
Sementes abortadas	1,09 ± 1,9a	0,35 ± 0,84b	0,35 ± 0,84b	9,33	0,0001

Letras distintas, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre os grupos, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Games-Howell.

O rendimento de polpa+casca dos frutos diferiu significativamente entre os grupos (Welch- $F_{(2, 197)} = 11,0$ $p < 0,0001$), sendo maiores nos frutos dos grupos seleção ($67\% \pm 13\%$) e viáveis ($64\% \pm 14\%$), que não diferiram entre si ($p = 0,338$). Os frutos do grupo de inviáveis apresentaram o menor rendimento de polpa + casca ($59\% \pm 12\%$), diferindo significativamente dos frutos viáveis ($p = 0,01$) e seleção ($p, 0,0001$) (Tabela 3). O menor rendimento foi no grupo de frutos inviáveis ($59,0\%$), o que já era esperado. Os frutos da mangaba apresentam alto grau de rendimento da polpa, o que sinaliza uma boa qualidade para fabricação de polpas e outros derivados uma vez que, de maneira geral, frutos que apresentam rendimento em polpa superior a 50% são adequados para comercialização (Lima et al., 2002). Bett et al. (2017) também afirmam que os frutos de mangabeira apresentam grande potencial para a exploração agroindustrial e econômica devido ao rendimento da polpa que chega a 72,5%. Ferro et al. (2015) obtiveram o rendimento médio de polpa mais casca de 80,4% em frutos de mangabeira produzidos no estado de Alagoas, também sendo significativamente superior ao obtido no presente trabalho.

Físico-química dos frutos viáveis, inviáveis e seleção com 23 indivíduos

O pH médio obtido foi de 3,46 com o menor valor no grupo dos frutos inviáveis (3,30) nos frutos viáveis 3,51, e o maior valor na seleção (3,57) (Welch- $F_{(2, 257)} = 47,1$ $p = 0,003$). Houve diferença significativa nos valores de pH dos frutos inviáveis quando comparado aos frutos viáveis ($p < 0,0001$) e seleção ($p < 0,0001$) (Tabela 4). De maneira geral, frutos com baixos valores de pH são considerados muito ácidos resultando em maior conservação, com menor ataque de microrganismos, e também menor necessidade de adição de ácidos na indústria de processamento. No presente trabalho, o fato dos frutos inviáveis apresentarem menor valor de pH pode ser devido a um processo de fermentação, resultando no aumento da acidez dos mesmos, uma vez que o valor de acidez destes frutos também foi significativamente maior (Tabela 4). Nascimento et al. (2014) obtiveram valores médios de 3,93 para o pH de frutos de mangaba oriundos do Oeste da Bahia sendo superior aos valores obtidos no presente trabalho. Felicio et al. (2021) também obtiveram valores de pH superior (4,12) em frutos de mangabeira oriundos de Morrinhos,

GO, colhidos em estágio de meia maturação. Para o pH de frutos de mangabeira, os valores podem estar na faixa de 2,6-5,5 (Silva Júnior et al., 2018b). Carnellosi et al. (2004) obtiveram o valor de 3,5 para o pH de frutos de mangabeira estando de acordo com os valores obtidos no presente trabalho.

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e Ratio de frutos de mangabeira.

Variável	Fruto			Welch-F	Significância
	Inviável (n = 100)	Viável (n = 100)	Seleção (n = 100)		
pH	3,30 ± 0,23a	3,51 ± 0,28b	3,57 ± 0,22b	6,12	0,003
SS (°Brix)	16,80 ± 5,4a	18,00 ± 3,0ab	18,30 ± 1,94b	3,44	0,034
AT (g de ácido cítrico/100 g)	1,33 ± 0,56a	1,14 ± 0,34b	1,07 ± 0,34b	7,52	0,005
Ratio	13,40 ± 6,0a	17,30 ± 6,54b	19,00 ± 6,96b	20,2	<0,0001

Letras distintas, na mesma linha, indicam diferenças significativas entre os grupos, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Games-Howell.

O valor médio de SS em geral foi de 17,70 °Brix, sendo o maior valor encontrado no grupo dos frutos selecionados de 23 indivíduos (18,30 °Brix) e menor valor no grupo de frutos inviáveis (16,80 °Brix) ($Welch-F_{(2, 187)} = 3,28$ $p = 0,034$), havendo diferenças significativas entre os frutos inviáveis e seleção ($p = 0,0125$). Ressalta-se que a variação dos valores de sólidos solúveis para os frutos inviáveis mostrou-se mais elevada do que a variação nos outros grupos, provavelmente devido à maior variabilidade da amostra, à deterioração física dos frutos levando a um maior processo metabólico, ao consumo em algum processo fermentativo e outros. Além disso, vale ressaltar que devido ao período de colheita ter ocorrido de setembro a dezembro, a variação no regime pluviométrico desse período pode ter influenciado diretamente no metabolismo bioquímico dos frutos, conferindo variação nos teores de açúcares, e como consequência, provocando alterações nos valores de sólidos solúveis. No estudo de Rufino (2008), os frutos de mangabeira apresentaram valor bem superior (21,5 °Brix) para sólidos solúveis, podendo estar relacionado com o ponto e a época de colheita dos frutos. Muniz et al. (2019) obtiveram valor médio significativamente inferior (12,41 °Brix) em frutos de mangabeira de diferentes acessos do Banco de Germoplasma da Embrapa Tabuleiros

Costeiros, no estado de Sergipe, SE. Os menores valores de sólidos solúveis podem estar relacionados com o ponto de colheita mais precoce, características de clima, solo, época de colheita e outros. Os sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela consequente aceitação por parte dos consumidores (Santos et al., 2012). Os mesmos autores obtiveram o valor médio de 14,83 °Brix de sólidos solúveis em frutos de mangabeira oriundos de Sergipe, SE, coletados no estágio de maturação “de vez”. Carnelossi et al. (2004) obtiveram o valor de 13,1 °Brix para sólidos solúveis de frutos com ponto de maturação “de vez” (com coloração esverdeada para amarelo) colhidos diretamente na planta, e 15,2 °Brix para frutos “de caída” (coletados no chão), também oriundos de mangabeiras do estado de Sergipe, SE.

Quanto à acidez titulável (AT), o valor médio encontrado foi de 1,18 g de ácido cítrico/100 g, havendo diferenças significativas entre os grupos (Welch- $F_{(2, 189)} = 5,49$ $p = 0,005$). Os valores médios dos frutos inviáveis foram significativamente maiores do que os do grupo viável ($p = 0,0124$) e seleção ($p = 0,002$). O menor valor foi do grupo de frutos da seleção (1,07 g de ácido cítrico/100 g) e o de maior valor foi do grupo dos frutos inviáveis (1,33 g de ácido cítrico/100 g) (Tabela 4), encontrando-se na faixa apresentada (0,42 a 3,18) por Silva Júnior et al. (2018b) para acidez de frutos de mangabeira. Nascimento et al. (2014) encontraram o valor de 0,98% de AT para a mangaba. Já Carnelossi et al. (2004) detectaram o valor de 0,7% a 0,8% de acidez em frutos de mangabeira oriundos do município de Itaporanga D’Ajuda, SE, sendo valores inferiores aos obtidos no presente trabalho. Oliveira et al. (2017), ao analisar a polpa de frutos de mangabeira oriundos do município de Morrinhos, GO, obtiveram o valor de 2,39% de ácido cítrico, representando um valor superior ao obtido neste estudo. A maior acidez nos frutos avaliados pelos autores pode estar relacionada ao ponto, local e época de colheita, condições climáticas, solo, espécie e outros. Lamas et al. (2019) detectaram um valor de acidez titulável de 1,02 g de ácido cítrico/100 mL de polpa em frutos de mangabeira oriundos do Cerrado do estado de Goiás, valor este bem próximo do obtido neste trabalho.

O Ratio (SS/AT) médio foi de 16,57, tendo o grupo dos frutos inviáveis apresentado menor valor (13,40) e o grupo dos frutos dos 23 indivíduos apresentaram o maior valor (19,00) (Welch- $F_{(2, 198)} = 13,1$ $p < 0,0001$). O Ratio médio dos frutos inviáveis diferiu, significativamente, dos valores encontra-

dos para frutos viáveis ($p = 0,0001$) e seleção ($p < 0,0001$), não havendo diferenças significativas entre os dois últimos grupos ($p = 0,116$) (Tabela 4). Vidal (2010) obteve valor médio de Ratio inferior (10,59) ao obtido no presente trabalho. De acordo com Silva Júnior et al. (2018b), em geral, o Ratio em frutos de mangaba pode estar na faixa de 9,51 a 17,86 sendo inferior ao Ratio obtido nos frutos dos 23 indivíduos selecionados, e apresentados no presente trabalho. Em frutos, os valores de Ratio dão uma ideia do sabor dos mesmos, de forma mais precisa que os valores de sólidos solúveis e acidez titulável separadamente. Na definição dos descritores de mangaba, Silva Júnior et al. (2018a) definiram que o sabor dos frutos de mangabeira pode ser doce, ácido-doce ou ácido, não apresentando uma relação da descrição dos sabores com os valores de Ratio o que, provavelmente, poderia auxiliar, de forma prática, a definição do ponto de colheita de frutos de mangabeira, reduzindo significativamente a contaminação, e a porcentagem de perdas de frutos de mangabeira ocorridos atualmente devido a coleta dos frutos no chão.

De acordo com a Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000 publicada no Diário Oficial da União em 10 de janeiro de 2000, a polpa da mangaba deve ter valores mínimos de 8,0 °Brix para SS, 2,8 para pH e 0,7 g/100 g para AT (Brasil 2000). Todos os grupos de frutos de mangabeira avaliados nesta pesquisa atenderam a exigência mínima descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Polifenóis, flavonoides e antocianinas em frutos de 15 indivíduos selecionados a partir dos 23 indivíduos apresentados como Seleção

Foram selecionados os seguintes indivíduos para as análises funcionais: 1, 4, 16, 32, 43, 52, 92, 123, 129, 131, 133, 139, 156, 159 e 161. Na Figura 3, apresenta-se o sumário dos valores das análises funcionais realizadas em 45 amostras de 15 indivíduos.

Os indivíduos 161, 52 e 43 apresentaram os maiores valores (235,31 mg/100 g; 215,47 mg/100 g e 205,07 mg/100 g respectivamente). Em geral, o valor de polifenóis foi de 182,97 mg/100 g. Vidal (2010) obteve teores de polifenóis de 161,45 mg/100 g a 366,83 mg/100 g e valor médio de 220,06 mg/100 g ao caracterizar frutos de 20 genótipos de mangabeira oriundos do município de Cascavel, CE. Os maiores valores de polifenóis obtidos pelo

autor citado podem estar relacionados à espécie avaliada, época e ponto de colheita, condições climáticas, forma de armazenamento dos frutos e outros. Rufino (2008) obteve valor médio de 169,4 mg/100 g oriundos do município de Ipiranga, PI. Os frutos de mangabeira não podem ser considerados ricos em polifenóis. Vasco et al. (2008), baseado no estudo de polifenóis em 17 frutas produzidas no Equador, sugere a seguinte classificação quanto ao teor de polifenóis: baixo (<100 mg/100 g), médio (100 mg/100 g–500 mg/100 g) e alto (> 500 mg/100 g) com base na matéria fresca. Rufino (2008) apresenta frutas frescas e secas mais ricas em polifenóis, respectivamente, camu-camu (1.176,3 mg/100 g e 11.615,1 mg/100 g), acerola (1.063,3 mg/100 g e 10.279,9 mg/100 g) e puçá-preto (867,5 mg/100 g e 2.638,3 mg/100 g), indicando essas frutas como excelentes fontes de antioxidantes naturais.

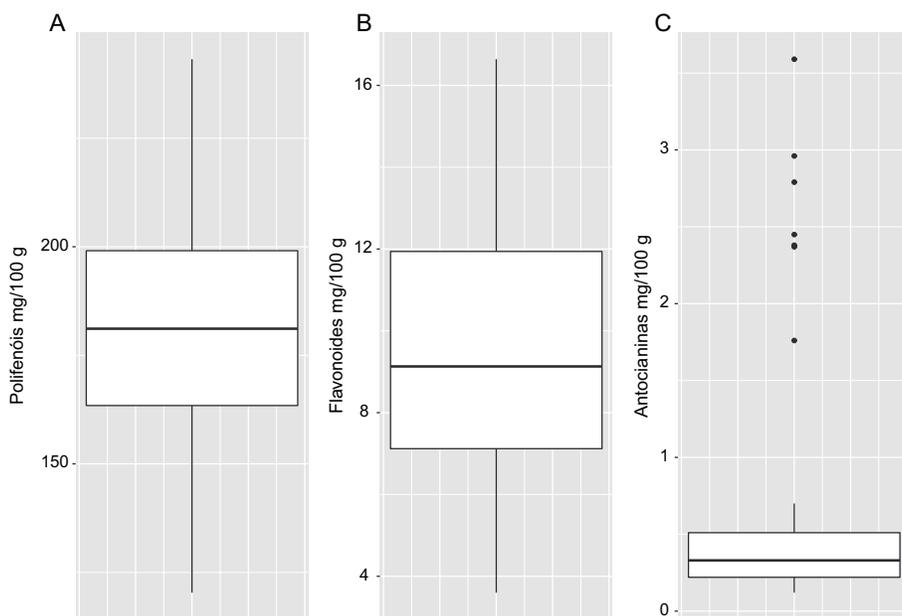


Figura 3. Valores de polifenóis (A), flavonoides (B) e antocianinas (C) em frutos de mangabeira (n = 15 plantas, 3 amostras compostas por planta) no experimento da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, durante a safra de 2019. Limite inferior dos retângulos indica o primeiro quartil. Limite superior, o terceiro quartil e a linha no interior dos retângulos indica a mediana dos dados. As linhas verticais abaixo e acima dos retângulos indicam os limites inferiores e superiores, respectivamente, pontos representam os valores extremos.

Quanto aos flavonoides, o valor médio foi de 9,48 mg/100 g em base úmida com os maiores valores encontrados nos indivíduos 129, 156 e 123 (15,95 mg/100 g; 12,96 mg/100 g e 12,62 mg/100 g, respectivamente), enquanto os menores valores foram 4,35 mg/100 g; 6,13 mg/100 g e 6,27 mg/100 g dos indivíduos 131, 159 e 133 respectivamente. No estudo de Rufino (2008), foi bem superior o valor obtido para flavonoides de mangaba, atingindo 15 mg/100 g em base úmida, oriundos do município de Ipiranga, PI. Essa diferença pode estar relacionada ao menor tempo de transporte e armazenamento ocorrido no trabalho de Rufino (2008), uma vez que esses compostos são muito instáveis. Além disso, pode estar relacionado à espécie, ponto de colheita, condições de clima, solo e outros. Vidal (2010) observou ampla variação de 31,7 mg/100 g a 7,08 mg/100 g de flavonoides amarelos entre os 20 genótipos de mangabeira com média de 17,77 mg/100 g no mesmo estudo citado anteriormente. Com base nos valores de flavonoides obtidos podemos afirmar que os frutos de mangabeira também não podem ser indicados como ricos em flavonoides.

Já as antocianinas totais apresentaram maior variabilidade entre os indivíduos, sendo os maiores valores 3,00 mg/100 g; 2,31 mg/100 g e 1,06 mg/100 g em base úmida (indivíduos 92, 133 e 131, respectivamente) e os menores valores, 0,19 mg/100 g; 0,19 mg/100 g e 0,24 mg/100 g (indivíduos 32, 139 e 1, respectivamente) com média geral de 0,68 mg/100 g para antocianinas, sendo valores extremamente baixos. Rufino (2008) também obteve baixos valores (0,4 mg/100 g base úmida) de antocianinas totais em frutos de mangaba, em estudo com frutos de mangabeira já citado anteriormente, comprovando que a mangaba não pode ser considerada como um fruto rico em antocianinas, não sendo este pigmento relevante para a espécie. As antocianinas estão associadas às cores em flores, frutas, folhas e caules sendo que as concentrações e o tipo das antocianinas em frutos são influenciados pelas condições de cultivo, tempo de plantio, exposição à luz UV e método de colheita. Isso pode justificar a diferença na concentração deste componente entre genótipos de um mesmo fruto e entre frutos de mesma espécie (Teixeira et al., 2015). Além disso, em pH de 3 a 6, há uma perda de cor importante para as antocianinas (Devi et al., 2012).

A análise de agrupamento para polifenóis, flavonoides e antocianinas indica a formação de quatro grupos estáveis (Figura 3). O primeiro grupo, formado pelos indivíduos 93, 133 e por uma amostra do indivíduo 131, carac-

terizou-se por valores de antocianinas significativamente superiores às demais. O segundo grupo, formado pelos indivíduos 1, 32, 16, 139 e por duas amostras dos indivíduos 131 e 159 agrupa as amostras com os valores mais baixos para polifenóis, não se destacando positivamente para nenhuma das variáveis analisadas (Figura 4). O terceiro agrupamento reúne os indivíduos 52 e 161, além de uma amostra dos indivíduos 4, 43 e 159, cada. Essas amostras destacaram-se pelos elevados teores de polifenóis, em relação às demais. Finalmente, temos a formação de um quarto grupo, com elevados valores de flavonoides, agrupando os indivíduos 123, 129, 156 e duas amostras dos indivíduos 4 e 43, cada (Figura 4).

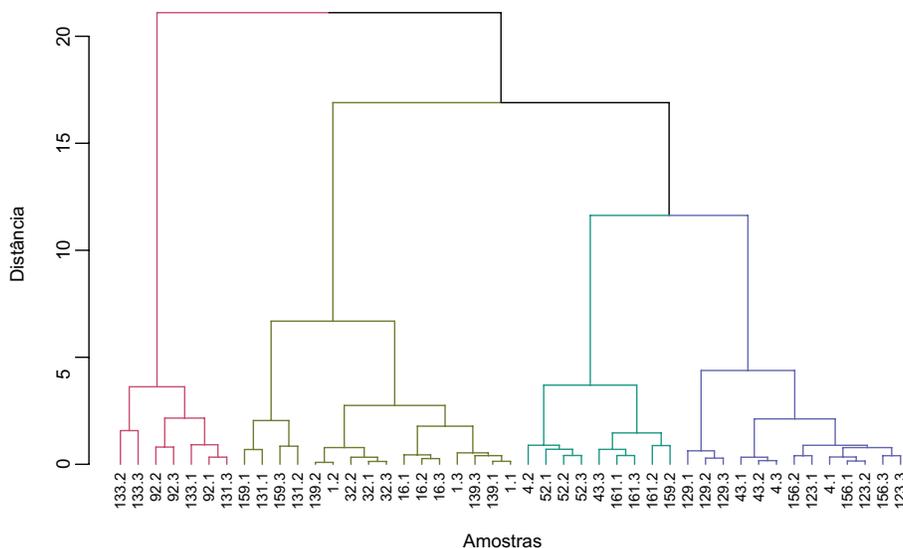


Figura 4. Grupos formados por similaridade funcional entre 45 amostras de frutos obtidos de 15 indivíduos de mangabeira. Separação de grupos pelo método Gap statistic. Método de ligação de Ward.

Conclusões

Das 210 mangabeiras avaliadas, 187 (89%) frutificaram, com uma grande variabilidade no número de frutos produzidos por indivíduo. Prevaleram frutos esféricos e com colorações verdes e amarelas sinalizando a maturação dos frutos. Entre os três conjuntos de frutos analisados (frutos viáveis,

frutos inviáveis e frutos selecionados dos 23 indivíduos) os frutos inviáveis apresentaram valores médios significativamente distintos para quase todas as variáveis de interesse, com exceção do número de sementes sadias. Há um bom rendimento de polpa em todos os grupos.

Há variação considerável entre os indivíduos estudados para a maioria das variáveis avaliadas. Sugere-se acompanhar os indivíduos mais produtivos, bem como aqueles com maior destaque para as variáveis de interesse com o objetivo de avaliar padrões individuais entre anos e selecionar material superior para cruzamentos direcionados.

O pH, sólidos solúveis, acidez titulável e Ratio corresponderam às exigências da legislação para estes frutos e, mesmo não havendo análise sensorial nesse estudo, os parâmetros acima reportados mostram que, provavelmente, esses frutos têm pouca adstringência, sendo adequados para o consumo do fruto fresco ou para industrialização. As plantas selecionadas apresentaram teores discretos de polifenóis, e baixos valores de flavonoides e antocianinas, havendo variabilidade suficiente para separá-las em grupos distintos.

Agradecimentos

À Embrapa pelo apoio financeiro conforme o projeto de pesquisa Código SEG: 10.18.03.009.00.00 - Seleção e manejo de fruteiras nativas do Cerrado para utilização em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Ao CNPq pelo fornecimento de bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq).

Referências

- AJAIKUMAR, K. B.; ASHEEF, M.; BABU, B. H.; PADIKKALA, J. The inhibition of gastric mucosal injury by *Punica granatum*, L. (pomegranate) methanolic extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 96, n. 1-2, p. 171-176, 2005.
- ALMEIDA, L. M.; NOGUEIRA, C. A.; BORGES, P. P.; PRADO, A. D. L. do.; GONÇALVES, P. J. State of the art of scientific literature on *Hancornia speciosa*: trends and gaps. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 4, e-869, 2016.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Gaithersburg, 2007.
- BETT, S. C.; PICANÇO, N. F. M.; FARIA, R. A. P. G.; NASCIMENTO, E. Elaboração e qualidade de iogurte com polpa de mangaba. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 272-273, p. 120-127, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, n. 6, p. 57.

BROUILLARD, R.; WIG, M. C.; DANGLES, O.; CHEMINAT, A. The pH and solvent effects on the copigmentation reaction of malvin with polyphenol, purine and pyrimidine derivatives. **Journal of the Chemical Society Perkin Transactions**, v. 2, p. 1235-1241, 1991.

CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. L.; SILVA, G. F.; JALALI, V. R. R.; VIÉGAS, P. R. A. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DELACRE, M.; LEYS, C.; MORA, Y. L.; LAKENS, D. Taking Parametric Assumptions Seriously: Arguments for the Use of Welch's F-test instead of the Classical F-test in One-Way ANOVA. **International Review of Social Psychology**, v. 32, n. 1, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://www.rips-irsp.com/article/10.5334/irsp.198/>. Acesso em: 31 jan. 2021.

DEVI, S.; SARAVANAKKUMAR, M.; MOHANDAS, S. The effects of temperature and pH on stability of anthocyanins from red sorghum (*Sorghum bicolor*) bran. *African Journal of Food Science*, v. 6, n. 24, p. 567-573, 2012.

FELICIO, N. T. F.; FERREIRA, S. M.; OLIVEIRA, T. M.; MORAES, E. R.; SOARES, D. S. B. Effect of biodegradable coatings on the shelf life of *Hancornia speciosa*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 51, e64825, 2021.

FERRO, J. H. A.; LEMOS, E. E. P.; FROEHLICH, A.; SOUSA, J. S.; FAUSTINO, G. L. Caracterização morfológica dos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) produzidos em Alagoas. **Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 69-75, 2015.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207, 1982.

GAMES, P. A.; KESELMAN, H. J.; ROGAN, J. C. A review of simultaneous pairwise multiple comparisons. **Statistica Neerlandica**, v. 37, n. 2, p. 53-58, 1983. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9574.1983.tb00799.x>. Acesso em: 31 jan. 2021.

HUNTERLAB. **Insight on color: CIE L* a* b* color scale**. Reston, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KINOSHITA, L. S. (coord.). Apocynaceae. In: WANDERLEY, M. G. L.; HEPHERD, G. J.; MELHEM, T. S. A.; GIULIETTI, A. M.; MARTINS, S. E.; ROMANINI, R. P.; PIRANI, J. R.; KIRIZAWA, M.; MELO, M. M. DA R. F. de; CORDEIRO, I.; KINOSHITA, L. S. (ed.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, v. 4, p. 35-92, 2005.

LAMAS, I. B.; ALMEIDA, A.; SOUSA, T. L.; ALMEIDA, M. J.; SANTOS, D. C.; EGEE, M. B. Características físico-química e compostos bioativos da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 13., 2019, Campinas. **Anais...** Campinas: Galoá, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2019/papers/caracteristicas-fisico-quimica-e-compostos-bioativos-da-polpa-de-mangaba-hancornia-speciosa-gomes->. Acesso em: 26 jan. 2021.

- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. F. J. 3rd ed. **Numerical ecology**. Amsterdam: Elsevier, 2012. 1006 p.
- LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da mangaba**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 68 p.
- LIMA, E. D. P. de A.; LIMA, C. A. de A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 338-343, 2002.
- LOOMATIX. **Color Grab: color detection**. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.loomatix.colorgrab>. Acesso em: 05 ago. 2020.
- MANICA, I. Mangaba. MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas 2: técnicas de produção e mercado: Feijoa, figo-da-Índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. p. 459-540.
- MARTINS; H. D.; PERFEITO; D. G. A.; SILVA, A. R.; PEIXOTO, N. Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 81-87, 2017.
- MUNIZ; A. V. C. S.; VITÓRIA, M. F.; NASCIMENTO, A. L. S.; LEDO, A. S.; MACEDO, L. F. M.; MUNIZ, E. N.; SILVA JÚNIOR, J. F. Morphological and physicochemical descriptors for characterization of mangaba tree germplasm. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, e5645, 2019.
- NASCIMENTO, S. M. R.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p. 856-860, 2014.
- OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, p. 326-332, 1999.
- OLIVEIRA, T. M.; PINTO, E. G.; OLIVEIRA, F. L.; SOARES, D. S. B. Desenvolvimento e caracterização de iogurte de mangaba convencional e diet. **Colloquium Agrariae**, v. 13, n. Especial 2, p. 151-155, 2017.
- PEREIRA, A. V. *Hancornia speciosa*. In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016.
- R CORE TEAM (2018). R: **A language and environment for statistical computing**. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 07 jun. 2020.
- RODRIGUES, R. F.; SILVA JUNIOR, J. F.; MOTA, D. M.; PEREIRA, E. O.; SCHMITZ, H. **Mapa do extrativismo da mangaba em Sergipe: situação atual e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 55 p.
- RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

- SANTOS, P. S.; FREITAS, L. S.; MUNIZ, E. N.; SANTANA, J. G. S.; SILVA, A. V. C. Phytochemical and antioxidant composition in accessions of the mangaba active germoplasm bank. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 228-235, 2021.
- SANTOS, J. T. S.; COSTA, F. S. C.; SOARES, D. S. C.; CAMPOS, A. F. P.; CARNELOSSI, M. A. G.; NUNES, T. P.; JÚNIOR, A. M. O. Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos. **Scientia Plena**, v. 8, n. 3, p. 1-5, 2012.
- SILVA JUNIOR, J. F. da; MUNIZ, A. V. C. da S.; LEDO, A. da S.; MAIA, M. C. C.; CARVALHAES, M. A.; SILVA, S. M. da C. e; DULLOO, E.; ALERCIA, A. **Descriptors for Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Rome: Bioversity International; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018a, 58 p.
- SILVA JÚNIOR, J. F.; LEDÓ, A. S.; MUNIZ, A. V. C. S; FERREIRA, E. G.; MOTTA, D. M.; ALVES, R. E.; LEMOS, E. E. P. Mangaba. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J. PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018b, p. 177-192. (Série Biodiversidade, 51). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- SOKAL, R.; ROHLF, F. J. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. 4th ed. New York: W.H. Freeman and Company, 2012. 937 p.
- TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. de. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2015.
- TIBSHIRANI, R.; WALTHER, G.; HASTIE, T. Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B**, v. 63, n. 2, p. 411-423, 2001. (Statistical Methodology).
- VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, p. 816-823, 2008.
- VIDAL, R. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes) nativos do litoral cearense**. 2010. Dissertação (mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 016907