UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS E DETERMINAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DA CASCA DE TRINTA VARIEDADES DE LARANJAS DOCES

FERNANDA RODRIGUES DOS SANTOS

Orientadora:

Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza

Coorientador:

Prof. Dr. Rilner Alves Flores

Goiânia, GO- Brasil

2020

TERMO DE CIENCIA E DE AUTORIZAÇAO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC no 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9610/98 o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico: [ ] Dissertação I Tese[X]

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: FERNANDA RODRIGUES DOS SANTOS

Título do trabalho: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS E DETERMINAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DA CASCA DE TRINTA VARIEDADES DE LARANJAS DOCES

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO [1]

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Documento assinado eletronicamente por **Eli Regina Barboza De Souza**, **Professor do Magistério Superior**, em 21/07/2020, às 12:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **FERNANDA RODRIGUES DOS SANTOS**, **Discente**, em 21/07/2020, às 16:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1447856** e o código CRC **82B270B7**.

1 Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:
a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

FERNANDA RODRIGUES DOS SANTOS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS E DETERMINAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DA CASCA DE TRINTA VARIEDADES DE LARANJAS DOCES

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito à obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientadora:

Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza

Coorientador:

Prof. Dr. Rilner Alves Flores

Goiânia, GO- Brasil
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Santos, Fernanda Rodrigues dos

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS E DETERMINAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DA CASCA DE TRINTA VARIEDADES DE LARANJAS DOCES
[manuscrito] / Fernanda Rodrigues dos Santos. - 2020.
CXXI, 121 f.: il.

Orientador: Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza; coorientador Prof. Dr. Rilner Alves Flores.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2020.
Bibliografia.
Inclui siglas, fotografias, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Citrus sinensis. 2. Composição dos frutos. 3. Fruticultura. 4. Produção. I. de Souza, Eli Regina Barboza, oriente. II. Título.

CDU 631/635

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº **108/2020** da sessão de Defesa de Tese de **Fernanda Rodrigues dos Santos** que confere o título de Doutora em **AGRONOMIA** na área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL.**

Aos **(03/07/2020) três dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte**, a partir das 13:00 **horas**, **por videoconferência**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **"CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ÓLEO ESSENCIAL DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck**". Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Profa. Dra. Eli Regina Barboza de Souza – Orientadora e Presidente da Banca – EA/UFG** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Prof. Dr. Rilner Alves Flores – Coorientador – EA/UFG**, membro titular interno do PPGA; **Prof. Dr. Alexsander Seleguini UFTM**, membro titular interno do PPGA; **Dra. Cristiane Maria Ascari Morgado UEG/Anápolis**, membro titular externo do PPGA; **Profa. Dra. Rosângela Vera EA/UFG**, membro titular externo do PPGA e, **Dra. Muza do Carmo Vieira IFG/Urutaí**, membro externo do PPGA. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do **trabalho**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sida a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamado o resultado pela **Profa. Dra. Eli Regina Barboza de Souza**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **três dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte (03/07/2020)**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS E DETERMINAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DA CASCA DE TRINTA VARIEDADES DE LARANJAS DOCES

Documento assinado eletronicamente por **Eli Regina Barboza De Souza**, **Professor do Magistério Superior**, em 03/07/2020, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, §1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Rilner Alves Flores**, **Professor do Magistério Superior**, em 03/07/2020, às 17:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, §1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Rosângela Vera**, **Professor do Magistério Superior**, em 03/07/2020, às 17:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, §1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Muza do Carmo Vieira**, **Usuário Externo**, em 03/07/2020, às 17:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, §1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Cristiane Maria Ascari Morgado**, **Usuário Externo**, em 03/07/2020, às 17:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, §1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Alexsander seleguini**, **Usuário Externo**, em 03/07/2020, às 17:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, §1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1372503** e o código CRC **27302346**.

Referência: Processo nº 23070.026408/2020-35 SEI nº 1372503

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois, assim como Abraão, que não perdeu sua fé e nunca duvidou das promessas dEle, eu louvo ao Senhor porque tenho certeza que Deus é poderoso para cumprir os Seus planos em minha vida.

À Capes, Universidade Federal de Goiás, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/UFG.

Agradeço aos meus pais pela influência, por me apoiar em todas as decisões tomadas e, principalmente à minha mãe que me acompanha nessa jornada há anos. À minha parceira de todas as horas e irmã, Daniela e a todos os meus familiares e amigos.

Finalizo este trabalho em meio ao caos causado por uma doença que afeta todas as idades, nacionalidades e classes sociais. Alguns julgam como uma "simples gripe", outros entendem a gravidade da situação. Alguns defendem os cuidados que são receitas de família, passados de avó para neto, e outros defendem o uso dos medicamentos produzidos em laboratório. Mas, um fato é inquestionável, o papel da ciência e o poder da pesquisa para responder a estes questionamentos.

Aqui estou, entregando um trabalho que, com muito orgulho eu realizei com laranjas, e tive consciência desde o princípio do impacto que os resultados desta tese poderiam levantar: novas expectativas, novas variedades cultivadas, novos sabores, cores, fontes de vitamina C cada vez mais acessíveis à população. Sou grata por ter estudado sobre este fruto, tão presente nos lares dos brasileiros, que auxilia no fortalecimento do sistema imunológico e atua na prevenção e tratamento de tantas enfermidades, sobretudo, de gripes e resfriados. Que momento para fechar com chave de ouro a minha pequena contribuição à ciência, caracterizar variedades que possuem potencial para a produção.

Agradeço a quem me ajudou a ser pesquisadora, aos meus colegas e amigos que me ajudaram nos trabalhos de campo e laboratório: a todos os colaboradores do GEAF, em especial a Barbara Rodrigues, que foi mais que uma aluna de iniciação científica, ela se empenhou profundamente com o projeto; Gisele Delfino e Fernando que me ajudaram diversas vezes. Agradeço ao Vitor Pureza que mais uma vez me ajudou quando precisei na Universidade. A todos os colegas de graduação e da pós-graduação.

Agradeço ao Mestre e mentor Toshio Ogata, que tanto me ajudou neste trabalho. Agradeço a quatro pessoas que me ajudaram bem mais do que imaginam: são eles o Charlismilã Amorim do Couto, a Cristiane Maria Ascari Morgado, a Camila Aline Romano,

e a Anna Paula Marques dos Santos. Muito obrigada pela paciência de me ensinar tudo o que foi necessário para concluir este trabalho.

Agradeço ao meu namorado Paulo Ricardo da Silva Gonçalves, que esteve comigo quando tudo começou no doutorado e agora na conclusão deste trabalho, foi fundamental. Meu amor, obrigada por ter se importado comigo. Agradeço pela paciência que você tem, mesmo diante aos dias em que eu estive mais ansiosa e agradeço por esperar e respeitar o meu tempo de dedicação ao doutorado. Além do melhor companheiro, você ainda foi além e me ajudou na tabulação dos dados. Com toda certeza sem você esse caminho seria mais difícil de percorrer e essa reta final seria exaustiva. Obrigada por ser descanso quando preciso.

Em forma de homenagem, eu gostaria de expressar a minha enorme gratidão a todos os professores que fizeram parte deste processo. A "Tia" Divina do meu Jardim de Infância não teve noção que juntar letra a letra, me ensinar o alfabeto e a escrever o meu nome, tomaria uma proporção tão grande na formação do meu caráter. Estudar (por mais criticado que seja) é o que eu sei fazer de melhor. O estudo na minha vida veio de uma forma muito natural e leve, nunca foi uma obrigação e talvez seja por isso que eu ame tanto o que faço.

Agradeço a todos os professores que estiveram comigo ao longo de toda a minha formação acadêmica desde os colégios públicos que iniciei minha jornada até aos professores que estão comigo hoje. Escola Nova Visão, Escola O Mestre, Colégio Anglo de Campinas, Departamento de Ecologia (UFG) e Escola de Agronomia (UFG), eu reverencio cada professor, respeito e admiro todos vocês. Vocês me fizeram entender como ser melhor, como ser uma eterna aprendiz e o quanto isso vale na vida de uma pessoa. Hoje eu me torno parte de uma classe muito privilegiada. Hoje eu chego a um dos postos mais altos da carreira acadêmica, eu dedico este momento e serei eternamente grata a todos vocês. Tenho orgulho de ter aprendido com pessoas tão maravilhosas e que mudaram a minha vida. Muito obrigada.

Ao meu coorientador Rilner Alves Flores que se tornou um amigo. E por fim e digo, a mais importante para que esse trabalho se tornasse real, agradeço a minha orientadora Eli Regina Barboza de Souza, por realmente confiar em mim neste trabalho.

Eu vos agradeço.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS..... 12
LISTA DE TABELAS..... 14
RESUMO..... 15
ABSTRACT 16
INTRODUÇÃO GERAL 17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20
CAPÍTULO 01 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 22
1.1 HISTÓRICO E ORIGEM DOS CITROS 22
1.1.1 Origem dos Citros..... 22
1.1.2 Histórico de disseminação dos Citros 23
1.1.3 Citricultura Brasileira..... 23
1.2 MOVIMENTAÇÃO ECONÔMICA DOS CITROS 26
1.2.1 Movimentação econômica mundial de Citros..... 26
1.2.2 Importância econômica nacional da laranja..... 26
1.2.3 Produção de laranja no estado de Goiás 28
1.3 CARACTERÍSTICAS DAS LARANJAS 28
1.3.1 Característica das variedades de laranja doce..... 28
1.3.2 Características Físico-química dos frutos de *Citrus sinensis*..... 31
1.4 ÓLEO ESSENCIAL DE *Citrus sinensis*..... 32
1.4.1 Subprodutos da laranja 32
1.4.2 Características dos óleos essenciais de citrinos..... 33
1.4.3 Utilização do Óleo essencial de *Citrus* spp...... 33
1.4.4 Benefícios à saúde..... 34
1.4.5 Atividade antidepressiva e ansiolítica..... 35
1.4.6 Ação sobre o Mal de Alzheimer..... 36
1.4.7 Atividade Antimicrobiana, conservantes de alimentos e suplementação alimentar 36
1.4.8 Utilização do óleo essencial como inseticida, larvicida, fungicida e acaricida 36
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 39
CAPÍTULO 02 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck 47
RESUMO 47

ABSTRACT 48
2.1 INTRODUÇÃO 49
2.2 MATERIAL E MÉTODOS 52
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 56
2.3.1 Características físicas dos frutos 56
2.3.1.1 Coloração dos frutos 56
2.3.1.2 Dimensões do fruto 63
2.3.1.3 Número de sementes e espessura da casca do fruto 68
2.3.1.4 Massa do fruto, massa do suco e rendimento do suco 72
2.3.1.5 Análise de Componentes Principais e à Análise de Agrupamento Hierárquico das características físicas dos frutos *77*
2.3.2 Características químicas dos frutos 80
2.3.2.1 Teor do pH e acidez dos frutos 80
2.3.2.2 Sólidos solúveis e Ratio 84
2.3.2.3 Teor de Ácido Ascórbico 87
2.3.2.4 Análise de Componentes Principais e à Análise de Agrupamento Hierárquico das características químicas dos frutos 89
2.4 CONCLUSÕES 93
2.5 REFEREÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94
CAPÍTULO 03 RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE VARIEDADES DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck 99
RESUMO 99
ABSTRACT 100
3.1 INTRODUÇÃO 101
3.2 MATERIAL E MÉTODOS 103
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 105
3.4 CONCLUSÃO 115
3.5 REFEREÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 116
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 120

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 2.1 Fotos das variedades de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck avaliadas no estudo..... 58

Figura 2.2 Diâmetro longitudinal (DL) e Diâmetro Transversal (DT) do fruto de *Citrus sinensis*..... 62

Figura 2.3 Relação Diâmetro Longitudinal/Diâmetro Transversal das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, e a média da relação nos dois anos, na EMATER, Anápolis, GO..... 64

Figura 2.4 Diâmetro Longitudinal e Diâmetro Transversal das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 65

Figura 2.5 Número de sementes das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 68

Figura 2.6 Espessura da casca dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 69

Figura 2.7 Massa total dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 72

Figura 2.8 Massa do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 73

Figura 2.9 Rendimento do suco, em porcentagem, das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 74

Figura 2.10 Biplot das características físicas dos frutos (DL- Diâmetro Longitudinal; DT- Diâmetro Transversal; Espessura da casca; Número de sementes; Massa do Fruto; Massa do Suco; e Rendimento do Suco) e a distribuição das variedades em relação aos componentes principais 1 e 2..... 76

Figura 2.11 Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico, por Distância Euclidiana, método UPGMA, entre as variedades de laranja em relação às suas características físicas dos frutos..... 77

Figura 2.12 Valores obtidos do pH e da Acidez titulável do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO 81

Figura 2.13 Valores obtidos do teor de Sólidos Solúveis e Relação Sólidos Solúveis por Acidez Tituável (RATIO) proveniente do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 84

Figura 2.14 Ácido ascórbico proveniente do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO..... 86

Figura 2.15 Biplot das características químicas dos frutos (pH; SS- Sólidos Solúveis; AT- Acidez Titulável; AA- Ácido Ascórbico; Ratio- Relação SS/AT) e a distribuição das variedades em relação aos componentes principais 1 e 2..... 88

Figura 2.16 Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico, por Distância Euclidiana, método UPGMA, entre as variedades de laranja em relação às suas características químicas dos frutos..... 89
Figura 3.1 Valores do rendimento de óleo essencial das 30 variedades de *Citrus sinensis*..... 105
Figura 3.2 Biplot das substâncias encontradas no óleo essencial da casca das variedades de laranja (limoneno, mirceno, alfa-pineno, sabineno e CNI (Compostos Não Identificados)..... 111
Figura 3.3 Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico, por Distância Euclidiana, método UPGMA, entre as variedades de laranja em relação às substâncias encontradas no óleo essencial... 112

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 2.1 Identificação das trinta variedades de *Citrus sinensis* L. avaliadas na caracterização físico-química dos frutos..... 51

Tabela 2.2 Luminosidade e ângulo Hue da casca das laranjas, EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de..... 56

Tabela 2.3 Cromaticidade e Índice de Cor da casca das laranjas, EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018..... 57

Tabela 2.4 Valores de Diâmetro Longitudinal (D L), Diâmetro Transversal (D T) e Relação DL/DT provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018..... 63

Tabela 2.5 Valores de Espessura da casca (em milímetros) e da quantidade de Sementes, provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018..... 67

Tabela 2.6 Valores de Massa do Fruto e Massa do suco, em grama (g); e valor de Rendimento do suco (Rendi), em porcentagem (%), provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018..... 71

Tabela 2.7 Teores de pH, Sólidos Solúveis (SS, em ºBrix), Acidez Titulável (AT, em % de ácido cítrico) e Ácido Ascórbico (AA, em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco); em variedades de laranjas provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018..... 79

Tabela 2.8 Valores da quantidade de Sementes, Massa do Fruto, e Massa do suco, em grama (g); e valor de Rendimento do suco (Rendi), em porcentagem (%), provenientes da EMATER, Anápolis, GO no ano de 2018..... 114

Tabela 3.1 Valores da massa de óleo proporcional à média da massa do fruto e o rendimento (%) do óleo essencial..... 104

Tabela 3.2 Porcentagem (%) das substâncias detectadas e identificadas na análise cromatográfica da composição do óleo essencial da casca de 30 variedades de laranja..... 107

RESUMO

SANTOS, F. R. **Caracterização físico-química de frutos e determinação de óleos essenciais da casca de trinta variedades de laranjas doces.** 2020. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.[1]

A laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] nacional é conhecida internacionalmente devido ao seu suco concentrado ser o principal produto, exportado para vários países, incluindo toda a Europa, sendo uma importante *commodity* agrícola brasileira. Os pomares brasileiros possuem baixa diversidade de variedades no pomar, pois estão concentradas em apenas quatro variedades, das mais de seiscentas disponíveis nos bancos de germoplasmas das diferentes instituições de pesquisas. Caracterizar variedades é importante para a inserção de novas cultivares no mercado e identificar materiais mais adaptados para as condições climáticas de cada região, e novos materiais com outras aptidões a serem exploradas, para mesa, indústria, óleo, entre outros. Após a prensagem do fruto nas indústrias de processamento do suco de laranja, o óleo essencial é obtido, sendo um subproduto altamente valorizado devido às suas propriedades antioxidantes, entre outros diversos usos. Devido ao alto processamento do fruto, as variedades de laranja, podem ter aptidão para consumo *in natura*, processamento do fruto, ou dupla aptidão; o rendimento e os compostos presentes no óleo essencial podem ser diferentes entre as variedades. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química dos frutos e avaliar o teor do óleo essencial de trinta variedades de laranja, coletados na Estação de Pesquisa da Emater, no município de Anápolis, nas safras de 2017 e 2018. Os frutos foram avaliados no Laboratório de Físico-Química da Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia (UFG). As amostras foram submetidas ao delineamento inteiramente casualizado, os resultados analisados em Análise de Variância, as médias comparadas por teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e a média dos dois anos de avaliação foram submetidas à Análise de Componentes Principais e a Análise de Agrupamento Hierárquico. Os frutos apresentaram coloração amarelada a alaranjada, 18 variedades são redondas a oblongas, 13 são grandes, e Hamlim 02, Pera DP 12 e Pera 21 produzem frutos pequenos de acordo com o Programa Brasileiro de Modernização da Horticultura. O rendimento do óleo variou entre 0,23% (Bahia Baianinha) a 5,57% (Valência IAC). Dentre as diversas características avaliadas foi possível determinar que as variedades apresentam características aceitas pela indústria de processamento, exceto Lima Score que possui baixa acidez e alta Ratio. Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Toregosa e Pera DP 06 podem ser utilizadas na produção de suco pasteurizado. Natal 112, Natal IAC, Pera 2000, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Valência IAC e Valência Monte Morelos, podem ter dupla aptidão. Limoneno, mirceno, alfa-pineno e sabineno foram os compostos encontrados no óleo, permanecendo mesmo após o processo de desidratação da casca e extração do óleo. Os compostos voláteis podem ser perdidos após a secagem ou após o processo de hidrodestilação do óleo. Algumas variedades apresentaram compostos não identificados em sua composição. As variedades possuem diferentes compostos e rendimentos de óleo, mesmo quando submetidas ao mesmo processo de secagem e extração do óleo.

Palavras-chave: Citrus sinensis, composição dos frutos, fruticultura, produção.

---

[1]Orientadora: Orientadora: Profª. Drª. Eli Regina Barboza de Souza
Coorientador: Prof. Dr. Rilner Alves Flores

ABSTRACT

SANTOS, F. R**. Physico-chemical characterization of fruits and determination of essential oils from the peel of thirty varieties of sweet oranges.** 2020. 121 p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Plant Production) - School of Agronomy, Federal University of Goiás, Goiânia, 2020.[1]

The national sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] is known internationally due to its concentrated juice being the main product, exported to several countries, including the whole of Europe, being an important Brazilian agricultural commodity. Brazilian orchards have a low diversity of varieties in the orchard, as they are concentrated in only four varieties, of the more than six hundred available in the germplasm banks of different research institutions. Characterizing varieties is important for the insertion of new cultivars in the market and identifying materials more adapted to the climatic conditions of each region, and new materials with other skills to be explored, for table, industry, oil, among others. After pressing the fruit in the orange juice processing industries, the essential oil is obtained, being a by-product highly valued due to its antioxidant properties, among other diverse uses. Due to the high processing of the fruit, orange varieties may have aptitude for fresh consumption, fruit processing, or double aptitude; the yield and compounds present in the essential oil may differ between varieties. The objective of this work was to carry out the physical-chemical characterization of the fruits and to evaluate the essential oil content of thirty varieties of orange, collected at the Emater Research Station, in the city of Anápolis, in the 2017 and 2018 harvests. The fruits were evaluated in the Physics-Chemistry Laboratory of Food Engineering at the School of Agronomy of the Federal University of Goiás (UFG) and in the Laboratory of Research in Natural Products of the Faculty of Pharmacy (UFG). The samples were subjected to a completely randomized design, the results analyzed in Analysis of Variance, the means compared by Scott-Knott test at 5% probability and the average of the two years of evaluation were submitted to the Principal Component Analysis and the Cluster Analysis Hierarchical. The fruits showed a yellowish to orange color, 18 varieties are round to oblong, 13 are large, and Hamlim 02, Pera DP 12 and Pera 21 produce small fruits according to the Brazilian Horticulture Modernization Program. The oil yield varied between 0.23% (Bahia Baianinha) to 5.57% (Valencia IAC). Among the various characteristics evaluated, it was possible to determine that the varieties have characteristics accepted by the processing industry, except Lima Score, which has low acidity and high Ratio. Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Toregosa and Pera DP 06 can be used in the production of pasteurized juice. Natal 112, Natal IAC, Pera 2000, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Valencia IAC and Valencia Monte Morelos, may have double aptitude. Limonene, mircene, alpha-pinene and sabinene were the compounds found in the oil, remaining even after the process of dehydration of the peel and oil extraction. Volatile compounds can be lost after drying or after the oil hydrodistillation process. Some varieties showed compounds not identified in their composition. The varieties have different compounds and oil yields, even when subjected to the same drying and oil extraction process.

Keywords: Citrus sinensis, fruit composition, fruit growing, production.

[1]Adviser: Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Eli Regina Barboza de Souza
Co-adviser: Prof. Dr. Rilner Alves Flores

INTRODUÇÃO GERAL

A laranja doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é o fruto de maior importância econômica mundial, sendo seu suco concentrado uma *commodity*, por ser um produto com alta demanda e produzido com padrões internacionais de qualidade. Brasil e Estados Unidos são os maiores produtores, respectivamente. O Estado de São Paulo é o maior produtor nacional que, juntamente com o Sudoeste e Triângulo Mineiro, forma o cinturão citrícola com estimativa de safra 2020/21 em aproximadamente 287,76 milhões de caixas de 40,8 kg. Além do sucesso da produção da região sudeste brasileira, também há evidências do crescimento da citricultura nos outros estados principalmente das regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste (SOUSA, 2009; TAZIMA et al., 2010; CERRI-NETO et al., 2016; FUNDECITRUS, 2020).

No Brasil, a cadeia citrícola é um dos segmentos mais globalizados do agronegócio, além do suco concentrado, as exportações de laranja ao natural, o farelo de polpa cítrica e o óleo essencial também fazem parte do PIB gerado pelo setor. A rede gera mais de 230 mil empregos, entre colaboradores diretos e indiretos, movimentando mais de US$ 6,5 bilhões anuais, porém a citricultura atual sofre com forte pressão sanitária, doenças causadas por vírus, bactérias, fungos, nematoides e pragas, como os ácaros e insetos, que além de prejudicar o pomar podem ser vetores de doenças. Sofre também com condições climáticas adversas, pouca tecnologia, carências nutricionais, divergência na definição de preços, além da baixa diversidade do pomar. As variedades Pera-rio, Valência, Folha-murcha e Natal são responsáveis por mais de 90% da produção nacional, principalmente no estado de São Paulo e na região do Triângulo Mineiro (CASTRO et al., 2009; NEVES et al., 2011; GRIZOTTO et al., 2012; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Quanto ao fruto, cerca de metade da massa é constituída pelo bagaço, membranas, cascas e sementes e formam o resíduo industrial do processamento do suco. É a partir deste resíduo que é possível a produção de subprodutos, como: o óleo essencial, o limoneno e essências aromáticas, utilizados na indústria de alimentos, bebidas, cosméticos, perfumes, fabricação de tintas e verizes; o ‘pellet’ obtido da prensagem do bagaço é muito

utilizado na suplementação de rações de animais, principalmente no mercado externo; álcool derivado do melaço, entre outros usos (FERNANDES, 2010).

A caracterização e a avaliação de diferentes variedades de laranja identifica materiais mais adaptados ao ambiente de cultivo, principalmente em relação ao comportamento dos atributos físico-químicos dos frutos, características importantes para a comercialização, o que pode ampliar o número de cultivares presentes no mercado de frutas frescas ou de produção de suco (TAZIMA et al., 2010; CERRI-NETO, 2016).

Conhecer os atributos físicos e químicos é muito importante para avaliar a maturação e qualidade dos frutos. A coloração, tamanho, massa, os teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e a relação SS / AT (Ratio), são os principais parâmetros indicativos do momento da colheita de laranja. Para isso, é importante estudar os aspectos morfológicos, agronômicos e genéticos, e identificar cultivares que possuam potencial para produção, mais adaptadas às condições edafoclimáticas e potencialmente mais produtivas. O Brasil possui um dos maiores bancos de variedades de citros, somente o Banco Ativo de Germoplasma de Citros do Centro APTA Citros “Sylvio Moreira”, do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), conta com cerca de 1.750 acessos de citros e aproximadamente 650 cultivares de laranjas doces e híbridos (DOMINGUES et al., 2003; CAVALCANTE et al., 2006; POMPEU-JÚNIOR; BLUMER, 2006; POMPEU-JÚNIOR, et al., 2009).

Outra importante caracterização nos frutos cítricos é a dos óleos essenciais, estes compostos metabólicos são formados pelas plantas, principalmente, em situações de estresse e podem variar de acordo com o ambiente em que as plantas estão submetidas e as adversidades por estas encontradas. Atua, principalmente na defesa contra microrganismos. Devido a esta característica, possui atividade antibacteriana, antifúngica, inseticida, acaricida e larvicida. É um composto bioativo, e que pode ser consumido pelos seres humanos, pois não apresenta toxicidade ao organismo, atuando como um importante antioxidante, sendo utilizado contra o envelhecimento precoce e seu espectro de atividade biológica vai além, atuando como ação anti-inflamatória, antialérgica, ansiolítica e antitumoral (ARAÚJO et al., 2016).

No Estado de Goiás, a produção não atente a demanda por frutos, além da possibilidade de aproveitamento de resíduos gerando subprodutos, o setor se torna promissor na região. Assim, foram estudadas trinta diferentes variedades de *Citrus sinensis* a seguir: Bahia 101, Biondo, Cara-cara, Hamlin 02, Hamlin 20, Jafa, João Nunes, Kona, Midsweet, Natal 112, Natal IAC, Pearson Brown, Pera 2000, Pera DP 12, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera

IAC, Pineapple, Rubi, Salustiana, Shamouti, Sunstar, Toregosa, Valência IAC, Valência Monte Morelos, Valência Tuxpan, Westin, Bahia Baianinha, Lima Score e Pera DP 06, correspondentes às safras 2017 e 2018.

As variedades de citros possuem diversas aptidões, dependendo de suas características físico-químicas, podendo identificar os melhores frutos para mesa, processamento ou de dupla aptidão. Além disso, dependendo da variedade, o rendimento do óleo e os compostos presentes nas cascas, podem variar, mesmo quando obtidos sob o mesmo método. Com isso, os objetivos deste trabalho foram caracterizar físico-quimicamente frutos de trinta variedades de laranja, a fim de identificar materiais promissores para potencial uso comercial. Também, avaliar o rendimento do óleo essencial da casca visando gerar informações para o aproveitamento total dos resíduos provenientes da indústria de suco de laranja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. S. F.; FEITOZA, J. V. F.; QUEIROGA, I. M. B. N.; DANTAS, C. O.; CAVALCANTI, M. T. Características dos óleos essenciais de Citrus: um potencial subproduto agroindustrial. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016, Campina Grande- PB. **Anais [...]**. Campina Grande, 2016. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA1_ID1556_21102016151343.pdf. Acesso em: 02 mai. 2020.

CASTRO, L.; MOURAD, A. L.; KLETECKE, R. M.; MENDONÇA, T. A.; GERMER, S. P. M. Assessing the environmental profile of orange production in Brazil. **The International Journal of Life Cicle Assessment**, v.14, p.656-664, 2009.

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. F.; STUCHI, E. S. Fruit characteristics of eighteen orange cultivars. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 6, n. 2, p. 72-77, 2006.

CERRI-NETO, B.; SANTOS, M F.; CRASQUE, J.; BUFFON, S B.; CALATRONI, D.; ARANTES, L.O.; ARANTES, S.D.; ALVES, F.L.; NUNES, J.R.; ARAÚJO, E.L.; POSSE, S.C.P. Caracterização físico-química das frutas de sete genótipos de laranjas da coleção de citrus spp. Incaper, fazenda experimental de Sooretama, ES. In: I SICT do Incaper. **Anais [...]**. Vitória, ES, n. 024. 2016. Disponível em: https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2522/1/I-SICT-OUTROS-024.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

DOMINGUES, E. T.; TULMANN-NETO, A.; TEÓFILO-SOBRINHO, J.; MATTOS-JÚNIOR, D.; POMPEU-JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J. O. Seleção de variedades de laranja quanto à qualidade do fruto e período de maturação. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.2, p.471-490. 2003.

FERNANDES, B. C. **Desenvolvimento histórico da Citricultura.** 2010. 49 p. Monografia- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Araraquara. 2010.

FUNDECITRUS. **Estimativa da safra de laranja 2020/2021 do Cinturão Citrícola de São Paulo e Triângulo/ Sudoeste Mineiro.** 2020. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_05_11_Sumario-Executivo-da-Estimativa-da-Safra-de-Laranja-2020-2021.pdf. Acesso em: 08 mai. 2020.

GRIZOTTO, R. K.; SILVA, J. A. A.; MIGUEL, F. B.; MODESTO, R. T.; VIEIRA-JÚNIOR, J. B. Qualidade de frutos de laranjeira Valência cultivada sob sistema tecnificado. **Revista Brasileira de Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 07, p. 784-798, abr. 2012.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto. FEA/USP, 2011.

POMPEU-JUNIOR, J.; BLUMER, S. A introdução de germoplasma: uma contribuição ao melhoramento dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.27, n.2, p.341-354. 2006.

POMPEU-JÚNIOR, J. BLUMER, S.; GARCIA, V. X. P. Características dos frutos das laranjeiras Gardner, Midsweet e Sunstar. **Laranja,** Cordeirópolis, v. 30, n. 1-2, p. 65-73. 2009.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. **Citros do plantio à colheita**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.

SOUSA, P. F. C. **Avaliação de laranjeiras doces quanto à qualidade de frutos, períodos de maturação e resistência a Guignardiacitricarpa.** 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2009.

TAZIMA, Z. H.; NEVES, C. S. V. J.; YADA, I. F. U.; LEITE JÚNIOR, R. P. Produção e qualidade dos frutos de clones de laranjeira 'Pera' no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 189-195, mar. 2010.

CAPÍTULO 01. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 HISTÓRICO E ORIGEM DOS CITROS

1.1.1 Origem dos Citros

O nome ‘Citros’ é um termo coletivo, que inclui todas as espécies pertencentes ao gênero *Citrus* sp., porém, os gêneros *Fortunella* sp., *Poncirus trifoliata*, e híbridos dentre estes gêneros, também são caracterizados como frutos cítricos. Todas essas espécies pertencem à família Rutaceae e a subfamília Aurantioideae. O grupo dos citros, então, é formado por: laranjas, tangerinas, limas, limões, pomelos, cidras, cunquates e toranjas. É o grupo de frutas mais consumido e cultivado no mundo, ocorrendo em quase 150 países localizados nas regiões tropicais e subtropicais do planeta podendo representar até 20,10% do mercado mundial. Somente o Brasil é capaz de produzir mais de 13 milhões de toneladas na produção anual (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017; ERPEN et al., 2018).

O local da origem dos citros é difícil de ser determinado com exatidão, justamente porque as espécies que compõem o gênero *Citrus* sp. foram utilizadas e disseminadas pelo homem há séculos e não houveram muitos registros dessa movimentação, que foram espalhados, principalmente, pelos seus frutos e sementes de um local para outro. O primeiro registro escrito sobre os citros trata-se de uma lista de tributos que seriam oferecidos a um imperador, datado de cerca de 2000 a. C., na China. Atualmente, sabe-se que as espécies de citros se originaram nas regiões tropicais e subtropicais do Sudeste Asiático. Essa grande região estende-se do Himalaia até a China Central, Filipinas, Miamar, Tailândia, Indonésia, Austrália e África. Trata-se de uma ampla faixa de terra, situada aproximadamente entre os paralelos 15 e 25º Norte (NASCIMENTO, 2016; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

1.1.2 Histórico de disseminação dos Citros

A primeira espécie de citros introduzida na Europa foi a cidreira (*Citrus medica* L.), que ocorreu cerca de 330 a. C., em que os romanos utilizavam os frutos com efeitos medicinais, principalmente, mas também aproveitavam do aroma como desodorizantes. Outros frutos cítricos foram levados para a Europa ao longo de toda época das Cruzadas. Nesse cenário, as laranjeiras doces [(*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], as azedas (*Citrus aurantium* L.) e os limoeiros [*Citrus limon* (L.) Burn] chegaram na Europa por volta dos séculos XI e XII, porém as tangerinas (*Citrus reticulata* Blanco) somente no século XIX. Nas Américas, quem introduziu os citros foi Cristóvão Colombo primeiramente nas Antilhas e Haiti em 1493, posteriormente estes frutos foram levados para a Flórida, nos Estados Unidos e para o México. No Brasil, os primeiros frutos vieram por meio dos portugueses, ainda no período da colonização no século XVI, mais precisamente a partir de 1530 na Bahia. Os novos habitantes plantavam as árvores de citros, nos pomares de suas propriedades, iniciando a citricultura brasileira, porém só alcançou importância econômica no século XX, com as primeiras exportações de laranja pelo estado de São Paulo (MATTOS-JÚNIOR; 2005; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

As plantas cítricas começaram a se expandir para o sudeste e nordeste e depois para todo o país graças às boas condições climáticas, que para as plantas eram condições tão boas de propagação e cultivo quanto nas próprias regiões de origem. Conforme a população brasileira crescia e passava a ocupar outras regiões do país, aumentava o plantio das plantas nos quintais dos lares e consequentemente aumentava o consumo, sendo determinante para o cultivo também em pomares comerciais (PORTELA, 2015).

1.1.3 Citricultura Brasileira

Os citros eram consumidos como fonte de vitamina C, e serviam como antídoto do escorbuto, doença grave que chegava a eliminar as tripulações no período das navegações. As plantas se adaptaram tão bem que pareciam nativas do Brasil. Por volta de 1800, em Salvador, a adaptação da laranja gerou uma nova variedade, que seria a responsável por tornar a citricultura um ramo da agricultura brasileira: a variedade Bahia, baiana ou de umbigo. A partir desse momento, a laranja baiana foi amplamente propagada através de mudas enxertadas, comercializada e distribuída inclusive para técnicos norte-americanos em citricultura que receberam três mudas de laranja Bahia, das quais duas sobreviveram, e foram

destas que foram obtidas novas mudas que se disseminaram pelos Estados Unidos (FERNANDES, 2010).

O plantio, que antes era apenas doméstico, com plantas cultivadas em quintais urbanos ou em fazendas para consumo familiar, passou ao início de uma produção comercial, crescendo até 1911, quando ocorreu a primeira exportação de frutos frescos de laranja do Brasil para a Argentina. Concomitantemente ao café seguir para o interior de São Paulo, em meados do século XIX, a laranja foi ocupando pequenas áreas rurais. Até que a partir dos anos de 1920 o cultivo da laranja ampliou a área de produção no Estado (FERNANDES, 2010).

Enquanto a cafeicultura declinava, São Paulo virou o maior produtor de citros no país, a citricultura se tornou lucrativa. Foi a exportação *in natura* que impulsionou o desenvolvimento do setor. Com a II Guerra Mundial houve uma redução das exportações dos frutos para a Europa, assim os produtores perderam vendas e com recursos limitados foram afetados pela manifestação da "tristeza" dos citros, que até o momento era uma doença desconhecida. Com a queda das vendas para a Europa, o mercado interno não conseguiu absorver a oferta, os preços despencaram, provocando uma maior disponibilidade de laranja no mercado nacional. O governo paulista comprou a produção do interior e vendeu na capital a preços baixos, sem lucro, apenas para aumentar o consumo das laranjas e tangerinas que estavam decompondo nos pomares, e nesse momento, era importante minimizar a propagação de pragas e doenças (BORGES; COSTA, 2006).

O porta-enxerto Limão cravo, resistente a "Tristeza", foi a melhor solução para a doença, que chegou a eliminar plantações inteiras. No fim dos anos 50 os investimentos na expansão citrícola retornaram, redirecionando a produção, para as regiões norte e nordeste de São Paulo. Simultaneamente, ocorreu o aumento no plantio de novas variedades de laranja, que passaram a ser mais produtivas e mais resistentes às doenças. Na década de 60 houve o aumento da procura por frutas no mercado mundial, elevando os valores pagos. Além do aumento do consumo externo, o consumo interno de frutas aumentou, influenciando o ritmo de crescimento da população. Esse período foi importante para a instalação das primeiras empresas produtoras de suco de laranja, porque o país conseguiu obter uma boa produção, que era capaz de fornecer matéria-prima suficiente para a indústria, o que viabilizava os investimentos no setor de beneficiamento do fruto (SIFFERT, 1992; SOUZA-NETO, 1994).

O período pós-guerra alterou o modo de comportamento de norte-americanos e europeus, o que resultou em mudanças na economia e nos padrões sociais, possibilitando o surgimento da produção e consumo de suco de laranja concentrado. A procura por este produto, que iniciou no fim da década de 40, fez dos Estados Unidos o maior produtor de laranjas no mundo em 1960, por ter sido o primeiro a produzir suco de laranja concentrado para exportação. A Flórida era a principal região produtora, e sofreu com uma forte geada, no inverno de 1962. O frio foi intenso e prolongado, o que cobriu de neve grande parte dos pomares. As baixas temperaturas eliminaram cerca de 13 milhões de laranjeiras, provocando queda da metade da produção americana. Na safra 61/62 a produção foi de 115,878 milhões de galões de suco, enquanto que em 62/63 caiu para 51,387 milhões, isso diminuiu a oferta do suco no mercado, e aumentou em até o dobro do valor do galão (MAIA, 1996).

O déficit nos Estados Unidos aumentou a demanda por suco, possibilitando a inserção da indústria citrícola brasileira no mercado mundial do suco concentrado. O setor citrícola acompanhava o momento do país na modernização da agricultura. Os citricultores passaram a empregar vários trabalhadores, investir em máquinas agrícolas e insumos modernos. Nos anos 70, houve grande aumento nas exportações, consolidando a indústria processadora de sucos, o Brasil se tornou o maior exportador de suco concentrado e congelado de laranja. Em 1980, o suco passou a ser transportado por um sistema que bombeia automaticamente o suco dos tanques de armazenamento na indústria direto para caminhões-tanque, encaminhado até o porto de Santos (SP), denominado '*tankfarm*'. Isso reduziu os custos do produto e aumentou a capacidade de armazenamento, aumentando a competitividade do suco brasileiro no mundo todo (FERNANDES, 2010).

Durante as décadas de 80 a 90 houve o crescimento da demanda externa de suco concentrado de laranja e o estabelecimento do contrato-padrão entre os citricultores e as indústrias. Houve conflitos econômicos e fitossanitários que exigiram uma reestruturação, criação de associações de produtores e atuação do estado com normas e legislações para o cultivo. O suco passou a ter padrões de qualidade internacional denominado FCOJ (*Frozen Concentrated Orange Juice),* e se tornou uma '*commoditie*'. Atualmente, as exportações são o foco da produção brasileira de laranja, pois mais de 80% da produção é processada e 90% do FCOJ exportado. As beneficiadoras são responsáveis pela maioria das exportações do suco e de outros produtos da laranja, produzidos no Brasil, e dominam esse segmento produtivo, principalmente porque o processamento da laranja se tornou um oligopólio pertencente a três principais empresas, indicando alto grau de concentração do setor

(KALATZIS,1999; BORGES; COSTA, 2006; ROSSI; TORKOMIAN, 2015; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

1.2 MOVIMENTAÇÃO ECONÔMICA DOS CITROS

1.2.1 Movimentação econômica mundial de Citros

A China é o maior produtor de Citros no mundo, com cerca de 24% da produção total. O país ocupa essa posição porque produz mais da metade da tangerina do mercado mundial e cerca de 10% da laranja. Os países que produzem citros para a comercialização do fruto *in natura*, geralmente, absorvem mais de 90% da produção no mercado interno. A Europa é uma grande produtora de frutos frescos. A região Mediterrânea produz mais de 22 milhões de toneladas de citros, e abastecem o mercado europeu de frutos frescos, sendo Espanha e Itália os maiores exportadores de cítricos para mesa. Alemanha, França, Holanda e Reino Unido são os países que mais importam (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

O Brasil é o maior produtor de laranjas com quase 25% do mercado, e ocupa segundo lugar na produção mundial de citros com 14,5% do comércio internacional. O ranking da produção mundial de laranja é composto por: Brasil, Estados Unidos, China, Índia, México, Egito e Espanha, respectivamente, representando 68% de toda a laranja do mundo. Enquanto a China, o México e a Espanha produzem laranjas destinadas para mesa, o Brasil e os Estados Unidos direcionaram a produção para o processamento. A produção do Brasil juntamente com os Estados Unidos representa mais de 90% da produção mundial de sucos de laranja, sendo o Brasil responsável por mais da metade desse volume, o que torna o país referência nesse setor (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017; CANEVAZZI, 2020).

1.2.2 Importância econômica nacional da laranja

O Brasil produz laranja em todos os estados, porém concentra cerca de 78% da produção na região Sudeste do país. O Nordeste representa 10% do mercado e o Sul cerca de 8%. O maior produtor é São Paulo, com 72% da produção, desta cerca de 98% destinada ao processamento. O triângulo mineiro produz 5,5% da laranja nacional. Apesar de São Paulo ser o maior produtor, não obtém a maior produtividade, em média de 26 t/ha/ano. Um levantamento da eficiência técnica de propriedades citrícolas do Estado de São Paulo revelou a ineficiência na produção de citricultores paulistas. Fatores como nível de escolaridade, tempo na atividade, aplicação correta de insumos, investimento em tecnologia poderiam contribuir para o aumento da produtividade. A produtividade no estado do Paraná atinge 33

t/ha/ano, o que evidencia que outros estados possuem potencial para melhorar a produtividade (FERNANDES, 2010; CLEMENTE et al., 2015; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Nos últimos 25 anos, a cadeia produtiva de laranja sofreu com os efeitos do aumento do custo da produção, desvalorização do produto e baixos preços pagos pelas indústrias beneficiadoras do fruto. Isso fez que muitos produtores mudassem de ramo, diminuindo a área plantada. Por outro lado, aspectos fitotécnicos e desenvolvimento de novas variedades aliados à inovação tecnológica propiciaram melhores condições na produção. No período entre 2001 a 2015 houve um declínio da área cultivada em quase 30%, no entanto, a produtividade aumentou em 27% no mesmo período, mantendo a produção média anual em torno de 340 milhões de caixas de 40 kg, representando cerca de 13 milhões de toneladas (ERPEN et al., 2018; FUNDECITRUS, 2020-a).

O perfil do consumidor mudou nas últimas décadas. A população está cada vez mais preocupada em melhorar os hábitos alimentares com o consumo de bebidas menos calóricas, sem desprezar a praticidade, como os sucos, refrescos e néctares. Os primeiros meses do ano de 2020 foram influenciados pela pandemia do novo vírus Covid-19 no mundo todo. Europa e Estados Unidos, principalmente, aumentaram a procura pelo suco de laranja no primeiro trimestre do ano. Os consumidores procuram, neste momento, formas que possam ajudar a melhorar o sistema imunológico contra gripes e resfriados (BARROS et al., 2016; CITRUS BR, 2020).

A safra 2019/20 fechou em abril deste ano com 386,79 milhões de caixas, representando um aumento de 35% em relação à safra 2018/19. A alternância de produção é um fenômeno comum nos laranjais brasileiros. A grande produção em um ano, pode consumir as reservas nutricionais das plantas reduzindo a colheita da próxima safra. A expectativa de produção da safra 2020/2021 é estimada em 287,76 milhões de caixas, superior a colheita 2018/19 que aproximou dos 286 milhões. O setor deve sofrer com os impactos da menor disponibilidade energética das plantas, com as perdas de floradas ocasionadas pelas altas temperaturas do último verão e com os efeitos das medidas protetivas de isolamento social determinadas pelos governos dos estados em consonância à prevenção contra o novo Corona vírus (FUNDECITRUS, 2020 a; FUNDECITRUS, 2020 b; CITRUS BR, 2020).

1.2.3 Produção de laranja no estado de Goiás

Atualmente, o estado de Goiás está entre os principais produtores de frutas cítricas. A viabilidade se dá pelos fatores geográficos, como a localização do estado, o que facilita a logística, principalmente se for próximo a capital, onde está o maior centro de distribuição de Hortifruti do estado, a CEASA-GO, e devido a colheita no período de entressafra do estado de São Paulo, abastecendo o mercado nesse período. Entre 1990 até a última década, o estado dobrou o plantio. Em Goiás a produção é direcionada em cerca de 80% para o comércio de laranja de mesa, e o restante para a indústria e aumenta a cada ano em função da elevação do poder aquisitivo dos consumidores. O mercado de fruta fresca no estado de Goiás absorve cerca de 77% da própria produção. No entanto, se os valores pagos pelo suco estiverem atrativos, pode-se realizar o processamento da laranja. Itaberaí é o maior produtor no estado, seguido de Hidrolândia, Inhumas, Anápolis, Trindade e Piracanjuba (NEVES et al., 2011; BELO, 2017; SENAR-GO, 2019; CEASA-GO, 2019).

Em Goiás, apesar do alto consumo, a produção do mercado interno ainda é pequena, mas possui potencial para crescer. O clima se torna uma barreira, por isso é importante o investimento em irrigação, principalmente nos primeiros cinco anos de pomar. A pós-colheita é outra etapa importante na citricultura goiana, os investimentos em *packing houses* para beneficiamento do fruto podem agregar valor ao produto final. Em 2018 o estado produziu quase 140 mil t de laranja em uma área de aproximadamente 6.500 há, com um rendimento de médio de 20,84 t/ha. Goiás possui 73 municípios produtores de laranja. Itaberaí produziu cerca de 30.150 toneladas em 2018. A laranja é o fruto mais comercializado pela CEASA-GO, sendo o terceiro lugar dos produtos gerais com 61.844 toneladas, em 2018, destes 34,04% são produzidos no estado e o restante trazidos principalmente de São Paulo e Triângulo Mineiro. Entre as variedades mais cultivadas no estado, estão a laranja Pera-rio (cerca de 90% dos pomares), laranja kinkam, laranja lima e laranja pera (CASTRO et al., 2014; EMBRAPA, 2019; CEASA-GO, 2019; CEASA-GO, 2020).

1.3 CARACTERÍSTICAS DAS LARANJAS

1.3.1 Característica das variedades de laranja doce

A propagação por sementes em citros gera plantas com desenvolvimento vegetativo intenso, como consequência um longo período juvenil, o que impediria a produção nos primeiros 5 a 8 anos. Por isso, em um pomar comercial, a propagação é

assexuada pelo método de borbulhia em “T” invertido. A escolha do método de propagação e porta-enxerto pode gerar vantagens, como a formação do pomar mais uniforme, homogeneidade da produção, uniformidade na qualidade dos frutos; precocidade para o início de produção e aproveitamento de certas variedades de porta-enxertos mais adaptados a diferentes tipos de solo e mais resistência às enfermidades. A propagação por sementes ainda é utilizada em citricultura, mas para a obtenção de híbridos e novos materiais nos programas de melhoramento genético (SEMPIONATO et al., 1997; RODRIGUES et al., 2016).

A laranjeira se desenvolve melhor em locais de temperatura entre 23 e 32 °C e alta umidade relativa do ar. Temperaturas extremas podem prejudicar a produtividade, pois a taxa fotossintética diminui. Regiões com verão longo e quente produzem frutos mais doces, porque oferece ao fruto o tempo suficiente para crescer e atingir a maturidade. Devido a esse comportamento a sensibilidade à geada pode restringir as áreas que garantem boas produções. Nas regiões com períodos longos de seca, a irrigação é fundamental para o desenvolvimento e crescimento da árvore e maturação do fruto. Nos trópicos, as condições climáticas, principalmente o calor excessivo podem fazer com que as árvores floresçam menos, perdendo em produtividade. A avaliação periódica da fertilidade do solo e da nutrição das plantas é primordial para o bom desenvolvimento dos pomares (MATTOS-JÚNIOR, 2005; PORTELA, 2015).

As laranjeiras atingem entre 5 a 10 m de altura, sendo de médio porte, com copa esférica. Estas plantas são compostas por dois genótipos que formam ‘copa’ e ‘porta-enxerto’, pela enxertia. O tronco é ereto e cilíndrico, pode possuir espinhos, que são ramos modificados inseridas nas axilas foliares. As folhas são verde-claras quando nascem e escurecem conforme amadurecem. As flores são hermafroditas de cor branca. Os frutos são hesperídeos, que é um tipo especial de baga, são formados pelo flavedo (casca ou epicarpo coriáceo), albedo (parte branca) e endocarpo membranáceo dividido em gomos e revestido internamente por numerosos filamentos suculentos que constituem a parte comestível. Possuem glândulas de óleo nas folhas e frutos (LORENZI et al. 2006; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A laranja é um fruto não-climatérico, portanto a colheita deve ser realizada com os frutos maduros, quando estão mais doces e menos ácidos. Os *packing houses* auxiliam no beneficiamento e tornam o fruto atrativo ao consumidor. Os frutos devem ser colhidos com cuidado para evitar danos, pois a queda do fruto ocasiona ferimentos, desclassificando-o,

estes danos rompem glândulas de óleo essenciais provocando mancha de óleo no fruto. Os frutos colhidos devem ser colocados em sacolas de colheita cujo fundo é preso com ganchos e correias, permitindo que a colheita seja descarregada por baixo. Em seguida, os frutos devem ser encaminhados aos *packing houses*, indústrias ou silos. Os frutos de mesa passam por processos de beneficiamento, como desverdecimento, lavagem com tratamento fitossanitário, aplicação de cera e secagem. São classificados, depois resfriados, armazenados e encaminhados para o transporte (MATTOS-JÚNIOR, 2005; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A laranja doce pode ser dividida em: Navel ou de umbigo; as sanguíneas, as comuns, e as de baixa acidez. As laranjas do grupo Navel, recebem o nome de umbigo, porque formam um fruto secundário, que pode ficar escondido pela casca ou formar uma protuberância externa visível; as sanguíneas são caracterizadas pela coloração vermelho intensa da polpa e do suco; as comuns são amareladas a alaranjadas e as de baixa acidez são as laranjas limas, que são menos ácidas que as demais. As variedades se diferenciam quanto a maturação, que pode ser precoce, meia-estação ou tardia. A variedade mais conhecida do mercado nacional é a Pera-rio, suas qualidades físicas principais são as cascas médias que proporcionam dupla aptidão ao fruto, consumo *in natura* e para processamento, possui entre 7 a 13 sementes, aspecto comercial bonito, acidez reduzida, comparada a outras variedades comuns e é preferência entre os consumidores (MATTOS-JÚNIOR, 2005; LORENZI et al. 2006).

O consumidor é exigente quanto ao consumo de frutos *in natura*, portanto, para a produção de laranjas frescas, o mais indicado é respeitar os padrões de conformidade e classificação das laranjas de mesa. O padrão brasileiro propõe a classificação de laranjas baseada em características relacionadas a cor e a qualidade. O parâmetro qualidade observa a ocorrência de danos e defeitos de ordem mecânica, patológica, presença e intensidade de manchas e podridão. Os lotes são classificados por grupo varietal (baixa acidez, umbigo ou sanguínea), subgrupo (presença ou ausência de sementes), classe de tamanho, subclasse de coloração da casca e categoria que diz sobre a qualidade do fruto, aspectos como forma, turgidez, danos por pragas, dentre outros dividida em defeitos muito graves, graves, total de graves e leves (SIMÕES; COSTA, 2003; PEREIRA et al., 2006; CEAGESP, 2011; PORTELA, 2015).

1.3.2 Características Físico-química dos frutos de *Citrus sinensis*

Os estudos sobre a caracterização físico-química de frutos cítricos são fundamentais para a colheita, pois determinam o ponto ideal da maturação, além disso, a partir da preferência dos consumidores permitem introduzir novas variedades por meio de novas combinações copa com porta-enxerto ou novos híbridos, produzido com fins econômicos que disponibilizam mais opções de sabores e texturas ao mercado, diversificando, a cultura da laranja. As características físicas e químicas dos frutos variam durante a formação e a maturação dos frutos, dependendo das condições edafoclimáticas, do porta-enxerto, da copa, idade da planta, a localização do fruto na árvore, tratos culturais, irrigação, nutrição, espaçamento e luminosidade. Estes fatores podem influenciar no tamanho e firmeza do fruto, na concentração de açúcares, grau de acidez, na cor e no teor de vitamina (DUENHAS et al., 2002; VOLPE et al., 2002; CAVALCANTE et al., 2006; DETONI et al., 2009; LEMES et al., 2013; NASCIMENTO, 2016).

Com relação às características físicas para o consumo de frutas frescas os consumidores preferem frutos de tamanho médio, pesando entre 150g a 220g, com a espessura da casca mais fina, poucas sementes e suculentas. A casca varia de cor entre verde, amarelo a alaranjado, apresentando a casca mais alaranjada, os frutos expostos a uma maior amplitude térmica diária, sua espessura varia ente 3 a 8 mm. O número de sementes é influenciado pela polinização e a fecundação, podendo ter variedades sem sementes ou até 40 sementes em um fruto. A quantidade, massa e rendimento do suco, é influenciada por técnicas de produção como raleiamento de frutos, anelamento e principalmente, os fatores climáticos (MELO, 2013; SANTOS et al., 2016).

Sobre as características químicas dos frutos cítricos os parâmetros mais avaliados são o pH, acidez titulável (teor de ácido cítrico), o teor de sólidos solúveis, o Ratio e a vitamina C. Em termos quantitativos, a água é o principal componente do fruto, responsável por mais de 85 % da massa das laranjas. Cerca de 12% da massa do suco dos frutos são compostos pelos açúcares e o restante das demais substâncias. Os açúcares são divididos, cerca de meio a meio, em redutores (glicose e frutose) e não redutores (sacarose). Em proporções menores os frutos da laranja apresentam mais de 300 substâncias diferentes, como flavonoides, carotenoides, vitaminas, minerais, entre outros, sendo a maior parte dessas substâncias voláteis, responsável pelo agradável aroma dos frutos (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Os ácidos vão se acumulando durante o início do desenvolvimento do fruto e seu conteúdo permanece praticamente constante até a maturação. Na maturação, o fruto se torna dreno, provocando o declínio da concentração dos ácidos pela diluição provocada pelo crescimento dos frutos. A temperatura é um dos fatores que mais influenciam na concentração e na quantidade de ácidos nos frutos cítricos. O calor provocado pela incidência direta de raios solares nos frutos aumenta a respiração celular, reduzindo a concentração de ácidos que são consumidos durante esse processo. Portanto, temperaturas mais elevadas no fruto reduzem a concentração de ácidos orgânicos presente nos frutos. Devido a esses fatores, é possível determinar um padrão para verificação da maturidade dos frutos, por meio da relação entre Sólidos Solúveis e Acidez Titulável (Ratio), que define o Índice de Maturação dos Frutos. O fruto se torna maduro, comestível e agradável ao paladar quando essa relação é, preferencialmente, superior a 9,5 em citros (DUARTE, 1996; MANELA-AZULAY, et al., 2003; MELO, 2013).

A vitamina C, também conhecida quimicamente por ácido ascórbico, é uma substância vitamínica lipofílica, antioxidante e que participa na síntese de colágeno, no aumento da absorção de ferro no intestino e atua na prevenção e combate de resfriados. Por sua composição, a vitamina C se comporta como os outros ácidos, possui concentração máxima em frutos imaturos e essa concentração diminui até o ponto de maturação devido aos processos da respiração. As condições de temperatura e o tempo de armazenamento, pós-colheita, podem reduzir a quantidade de vitamina C. Além disso, a fertilidade do solo pode influenciar no aumento dos teores da vitamina presentes no fruto (MANELA-AZULAY, et al., 2003; ARRUDA et al., 2011; BRUNINI, 2013).

1.4 ÓLEO ESSENCIAL DE *Citrus sinensis*

1.4.1 Subprodutos da laranja

Os resíduos gerados após o processamento do suco se constituem em subprodutos aproveitados na indústria. Cascas, sementes e membranas restantes constituem em torno de 50% da composição média da laranja. Os principais subprodutos são: os Óleos Essenciais (OEs); ‘*pellets*’, como um componente na fabricação de ração animal; o limoneno, solvente orgânico que pode ser componente de tintas e vernizes; essências aromáticas, utilizadas nas indústrias de alimentícias, de bebidas, cosméticos e perfumes;

também pode-se obter álcool a partir do melaço extraído do bagaço da laranja (FERNANDES, 2010).

1.4.2 Características dos óleos essenciais de citrinos

Os óleos essenciais da laranja são misturas naturais complexas, derivados do metabolismo secundário de plantas, composto por substâncias voláteis e lipofílicas, com predominância de terpenóides e por componentes voláteis que contribuem para o aroma dos óleos, sendo o monoterpeno Limoneno o mais abundante. Os óleos essenciais funcionam como uma resposta aos fatores de estresse sofridos pela planta. Portanto, conforme ocorre o crescimento e o desenvolvimento da planta, o teor e a quantidade de óleo essencial pode variar. Estas substâncias possuem funções fundamentais para o estabelecimento, proteção contra fatores bióticos e abióticos e sobrevivência do vegetal, atuando, principalmente, na defesa contra microrganismos. Para que um composto seja utilizado como conservante antimicrobiano, este composto precisa estar disponível em grandes volumes o que torna um produto denominado como GRAS (*Generally Recognised As Safe*), em acordo com as normas internacionais da FDA (*Food and Drug Administration*), a laranja atende essa exigência (ARAÚJO et al., 2016).

O óleo cítrico está presente em glândulas localizadas em diferentes profundidades na casca da fruta. Estas glândulas possuem uma membrana muito fina, sendo rompida com facilidade. Portanto, durante o processamento do suco, ocorre o rompimento das glândulas, liberando os óleos voláteis. Na produção do suco, o método mais comum é a prensagem a frio do fruto inteiro, que produz uma emulsão aquosa, que é posteriormente centrifugada, separando o óleo essencial do suco, porém esse processo gera um rendimento de óleo muito baixo, entre 0,05 a 0,4%. Deste processo obtêm-se o óleo puro, amarelo-escuro límpido, com aroma forte característico, com baixa solubilidade em água e alta tendência à auto-oxidação (BIZZO et al., 2009; MEDEIROS, 2014).

1.4.3 Utilização do Óleo essencial de *Citrus* spp.

O óleo essencial de laranja é um dos principais fixadores de perfumes utilizados no Brasil, além do perfume, servem como aromatizantes de produtos, como sabões, sabonetes, detergentes, produtos de limpeza e higiênicos. Entre os principais usos dos OEs estão a aplicação destes óleos com finalidade medicinal e cosmética. Os óleos essenciais citrinos podem ser inalados, ingeridos ou em forma de gotas ou encapsulado e aplicados

diretamente na pele. Portanto, existem três principais rotas de ação no corpo humano: o sistema olfativo, a pele e o sistema gastrointestinal. O óleo essencial da laranja não possui nenhum efeito citotóxico nas células humanas. Sua utilização terapêutica se torna segura porque é um produto natural, não é tóxico, não provoca mutagênese, não é cancerígeno, não causa risco à saúde, pode ser utilizado durante a gravidez. Porém, o óleo apresenta baixa a moderada fototoxicidade, podendo causar sensibilidade ou irritação da pele, se expostos a luz solar (BIZZO et al., 2009; DOSOKY; SETZER, 2018; MAGALHÃES, 2019; KOYAMA; HEINBOCKEL, 2020).

1.4.4 Benefícios à saúde

O óleo essencial de *C. sinensis* é um composto bioativo e antioxidante, ajuda na desintoxicação do organismo, por atuar na revitalização dos sistemas circulatório e digestivo de forma a fazê-los operarem com mais eficiência. O uso contínuo do óleo faz bem para a pele, por ser antioxidante, deixa a pele mais saudável, estimula a produção de colágeno, possibilita o aumento do fluxo sanguíneo na pele, além de evitar a ocorrência de acne. Também auxilia no tratamento da acne, elimina toxinas, diminuindo as lesões causadas pela acne. Estudos mostraram que mesmo quando o óleo causou sensibilidade ou irritabilidade na pele, os sinais desapareceram em alguns dias, porém a pele apresentou aspecto saudável com menos acne por mais tempo (BAIK et al., 2008; MATIZ et al., 2012; KAMAL et al., 2013; JORGE et al., 2016).

É um excelente óleo para aplicação no corpo para fazer massagens de drenagens, ativa a circulação local, quebra moléculas de gordura, e ajuda a diminuir a celulite. Atua como anti-inflamatório, diminuindo a dor, quando o local é massageado. Pode ser empregado em tratamentos antirrugas, por favorecer a renovação do colágeno e devolver a hidratação da pele, pode ser utilizado por pessoas que possuem a pele muito seca, hidratando-a. Além disso, sua ingestão funciona como um bom diurético, livrando o corpo de água em excesso combinado com as toxinas poluentes e gorduras, auxiliando no emagrecimento. A inalação do óleo pode desobstruir as fossas nasais em um estado de gripe ou resfriado, melhorando a respiração. Atua no fortalecimento imunológico do organismo, e possui efeito antelmíntico, sendo um vermífugo natural (HAAZ et al., 2006; CHERNIACK, 2008; YIP; TAM, 2008; KUMMER et al., 2013; VOLPATO et al., 2015; DOSOKY; SETZER, 2018).

Vários estudos foram realizados em ratos e humanos, para testar os fitoquímicos benéficos que possuem atividades anticarcinogênicas, antitumorais, anti-inflamatórias e

antibióticas, com a ingestão do óleo, mostrando efeito positivo, atuando na diminuição do estresse oxidativo e na resposta imune. Possui propriedades preventivas que inibem a angiogênese, capacidade de evitar mutações celulares e o crescimento de tumores de câncer, impedindo o crescimento e manifestação de novas células cancerígenas, a metástase e a morte celular das células regulares no cólon humano. Além disso, os constituintes dos óleos essenciais podem agir sinergicamente com a quimioterapia e radioterapia convencional. O limoneno atua como um antibiótico natural contra *Helicobacter pylori,* apresenta ação protetora no sistema gastrointestinal, podendo ser utilizada no tratamento e prevenção de gastrites e úlceras (BERGONZELLI et al., 2003; GOUGEON et al., 2005; MORAES et al., 2009; CHIDAMBARA et al., 2010; MAGALHÃES, 2019).

1.4.5 Atividade antidepressiva e ansiolítica

O óleo essencial de cítricos possui benefícios psicoemocionais, quando ingerido, ou inalado, atua no organismo como estimulante emocional, muito utilizado na aromaterapia, homeopatia e medicina alternativa. O aroma liberado pelo óleo em um local pode aliviar o estresse, ansiedade, nervosismo, depressão, melhora o humor, sendo utilizado até no tratamento contra a insônia. Em camundongos induzidos a situação de estresse e que apresentavam estado depressivo, como ganho de peso, desinteresse e perda da mobilidade, a inalação do óleo melhorou significativamente o comportamento destes animais, promovendo a perda de peso, estimulando a curiosidade, promovendo a mobilidade, melhorando o quadro clínico e exerceu efeito semelhante aos ansiolíticos químicos em doses que não alteravam a atividade locomotora (VIANA et al., 2016; HOCAYEN, 2019; ZHANG et al., 2019).

As fragrâncias cítricas estão sendo utilizadas na aromaterapia e homeopatia para o tratamento da ansiedade. Em humanos, voluntários saudáveis foram submetidos a uma situação de estresse, tensão, nervosismo e ansiedade revelando atividade ansiolítica de óleo essencial de laranja doce. Os pacientes apresentaram diminuição da tensão, da frequência cardíaca e retorno mais rápido da tranquilidade. Possui efeito relaxante, melhorando as sensações confortáveis, relaxadas e naturais aos pacientes. Apesar de ser necessários mais estudos para descobrir os mecanismos de ação no organismo, a relevância clínica da aromaterapia para transtornos de ansiedade, os compostos isolados que proporcionam estes resultados e identificar a forma mais eficiente de consumo, os estudos comprovam melhora comportamental dos pacientes dando suporte científico ao seu uso como tranquilizante pelos

homeopatas (LEHRNER et al., 2000; FATURI, et al., 2010; GOES et al., 2012; IGARASHI et al., 2014).

1.4.6 Ação sobre o Mal de Alzheimer

Estudos preliminares comportamentais têm comprovado a melhora da função cognitiva de pacientes que apresentam Mal de Alzheimer, com o uso de óleos cítricos e utilizado na homeopatia, obteve resultados positivos. O estudo comparativo da composição química do óleo essencial de diferentes variedades provenientes das cascas e das sementes de frutos de laranja doce, concluiu que ambos os óleos essenciais podem ser usados como agentes terapêuticos no tratamento da doença de Alzheimer. Os compostos presentes no óleo possuem atividades antioxidantes e mecanismos utilizados no manejo e prevenção do estresse oxidativo e doenças neurodegenerativas, incluindo o Mal de Alzheimer (OBOH et al., 2014; ADEMOSUN, et al., 2015).

1.4.7 Atividade Antimicrobiana, conservantes de alimentos e suplementação alimentar

O óleo também possui alta capacidade antimicrobiana. No caso de feridas por corte ou queimaduras possui ação antibacteriana e antisséptica, desinfetando e limpando as feridas, evitando infecções. Como antisséptico, pode ser utilizado em superfícies de contato com alimentos a fim de reduzir a ocorrência de contaminação cruzada. Possui atividade antimicrobiana, com aditivo antioxidante atua na conservação de alimentos, desempenhando um papel importante na inibição de reações oxidativas em vários produtos alimentícios, podendo ser utilizado em cascas de frutos para aumentar o tempo de prateleira. O óleo é eficiente na suplementação alimentar do peixe tilápia (*Oreochromis mossambicus*) e da truta arco-iris (*Oncorhynchus mykiss*) melhorou o desempenho do crescimento e preservou o sistema imunológico (ACAR et al., 2015; GERACI et al., 2017; TORRES-ALVAREZ et al., 2017; GULTEPE, 2018).

1.4.8 Utilização do óleo essencial como inseticida, larvicida, fungicida e acaricida

Quanto às propriedades fungicidas, larvicidas, inseticidas e acaricidas, estudos têm sido realizados a fim de avaliar as propriedades dos óleos essenciais para exterminar pragas, tanto as pragas presentes nas lavouras quanto nos centros urbanos. O aumento das práticas de manejo integrado de pragas e doenças aumentou a participação do uso de produtos de origem vegetal, como uma alternativa aos pesticidas químicos que degradam o

meio ambiente. Estes produtos têm se mostrado eficientes no controle dessas pragas que afetam a produção de culturas de interesse comercial. Além disso, os organismos estão apresentando um processo mais lento de desenvolvimento de resistência aos compostos de substâncias presentes nos óleos, que são de fácil degradação no ambiente. O óleo essencial de laranja apresenta atividade inseticida contra mosquitos, baratas e moscas domésticas, sendo a barata é mais suscetível à pulverização (EZEONU, et al., 2001; ROSSI; PALACIOS, 2013; TEIXEIRA et al., 2017).

Nos centros urbanos os maiores problemas são relacionados à saúde pública e as pragas que infestam os lares, como o cupim-subterrâneo-formoso (*Coptotermes formosanus*) que causa danos a estruturas, mobília e árvores vivas. Já, no combate a doenças como malária, dengue, Chikungunya e febre amarela, causados pelos gêneros *Anopheles* sp., *Culex* sp., e *Aedes* sp., a melhor forma de controle destas doenças é eliminando o vetor. A forma mais eficiente pode ser por larvicidas, por ser mais fácil o controle da população do mosquito na fase larval e a utilização de inseticidas e repelentes de baixa toxicidade ao organismo. O óleo essencial dos citros, especificamente da laranja, pode ser efetivamente usado para o controle destas pragas urbanas, tanto via inalação, ingestão ou tópica desses insetos, tanto os mosquitos, quanto os cupins subterrâneos (RAINA et al., 2007; GALVÃO et al., 2015; MENDES et al., 2017).

O besouro-da-farinha (*Tribolium confusum*), o besouro-castanho (*Tribolium castaneum*), o besouro-de-cereais (*Oulema melanopus*), a broca-de-grãos-maiores (*Prostephanus truncatus*), o caruncho-do-feijão (*Callosobruchus maculatus*), gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*) e o gorgulho-do-arroz (*Sitophilus oryzae*), são pragas comuns em silos de armazenamento, que podem ter os adultos eliminados por atividade fumegante inseticida do óleo essencial de citros. Além disso, larvas do besouro-da-batata (*Leptinotarsa decemlineata*) e do besouro-destrutivo (*Tribolium destructor*), podem ser mortos por contato com o óleo essencial. Com planejamento e estratégia, os óleos essenciais são eficazes ferramentas do controle biológico, atuando principalmente no armazenamento, na limpeza e desinfecção, atingindo até 100% de mortalidade dessas pragas por toxicidade sobre as atividades metabólicas, ou efeitos repelentes ou evitando a oviposição (REGNAULT-ROGER, 1997; KIDANE, 2011; CAMPOLO et al., 2014; ZARUBOVA, et al., 2015; DUTRA et al., 2016; OBOH et al., 2017).

O limoneno causa a morte de *Aspergillus niger*, *Fusarium verticillioides* e *Trichophyton rubrumi, principalmente* pela perda de citoplasma nas hifas fúngicas. A parede

hifal e seu diâmetro tornam-se finos, distorcidos e rompem-se da parede celular. Esse comportamento envolve efeitos tóxicos à estrutura e a função da membrana celular. A propriedade fungicida dos óleos essenciais ocorre porque o óleo é hidrofóbico e interage com os lipídeos da membrana celular, afetando a permeabilidade e modificando a estrutura, prejudicando a lipoproteína da membrana, e extravasando o citoplasma, ocorrendo, assim, o murchamento das hifas. Além disso, o óleo essencial da laranja tem efeito repelente no ácaro rajado *Tetranychus urticae* e causa mortalidade no ácaro-verde-da-mandioca *Mononychellus tanajoa* (SHARMA; TRIPATI, 2006; DAMBOLENA et al., 2008; CHEE et al., 2009; CAMARA et al., 2015; MAIA et al., 2015; FARIAS, 2018).

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAR, Ü.; KESBIÇ, O. S.; YILMAZ S.; GÜLTEPE, N.; TÜRKER, A. Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. **Aquaculture**, v. 437, n. 282-286, dez. 2015.

ADEMOSUN, A. O.; OBOH, G.; OLUPONA, A. J.; OYELEYE, D. I.; ADEWUNI, T. M.; NWANNA, E. E. Estudo Comparativo da Composição Química, Inibição *In Vitro* de Enzimas Colinérgicas e Monoaminérgicas e Potenciais Antioxidantes do Óleo Essencial de Cascas e Sementes de *Frutos de* Laranja Doce (*Citrus Sinensis* [L.] Osbeck). **Food Biochemistry**, v. 40, p. 53-60, ago. 2015.

ARAÚJO, J. S. F.; FEITOZA, J. V. F.; QUEIROGA, I. M. B. N.; DANTAS, C. O.; CAVALCANTI, M. T. Características dos óleos essenciais de Citrus: um potencial subproduto agroindustrial. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande, 2016. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA1_ID1556_21102016151343.pdf. Acesso em: 02 mai. 2020.

ARRUDA, M. C.; FISCHER, I. H.; ZANETTE, M. M.; SILVA, B. L.; SANTOS, C. A. J. P. Qualidade físico química de frutos de laranja Valência provenientes de cultivos orgânico e convencional. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, p. 103- 108. 2011.

BAIK, J. S.; KIM, S. S.; LEE, J. A.; OH, T. H.; KIM, J. K.; LEE, N. H.; HYUN, C. G. Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils Extracted from Korean Endemic Citrus Species. **Journal of Microbiol Biotechnol**, v. 18, n. 1, p. 74-83, jan. 2008.
BARROS, J. R. M.; BARROS, A. L. M.; CYPRIANO, M. P. **O mercado da citricultura no Brasil e suas novas perspectivas.** 2016. Disponível em: http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR_Livro_Concecitrus_2016.pdf. Acesso em 02 mai. 2020.

BELO, A. P. M. **Caracterização sensorial e físico-química de tangerinas produzidas em Goiás. Goiânia, Goiás.** 2017. Ano de obtenção: 2017. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BERGONZELLI, G. E; DONNICOLA, D; PORTA, N; CORTHÉSY-THEULAZ, I. E. Essential oils as components of a diet based approach to management of Helicobacter infection. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 47, p. 3240-3246, out. 2003.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, abr. 2009.

BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. M. A evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do estado. **Revista Uniara**, v. 9, n. 2, p. 101-124. 2006.

BRUNINI, M. A.; SAMECIMA-JÚNIOR, E. H.; OLIVEIRA, C. A. Qualidade de laranja Hamlin durante armazenamento em diferentes temperaturas. **Nucleus**, v. 10, n. 2, p. 307-322, out. 2013.

CAMARA, C. A. G.; AKHATAR, Y.; ISMAN, M. B.; SEFFRIN, R. C.; BORN, F. S. Repellent activity of essential oils from two species of *Citrus* against *Tetranychus urticae* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, v. 74, p. 110–115, ago. 2015.

CAMPOLO, O.; MALACRINÒ, A.; ZAPPALÀ, L.; LAUDANI, F. Fumigant bioactivity of five Citrus essential oils against *Tribolium confusum*. **Phytoparasitica**, v. 42, n. 2, p. 223-233, out. 2014.

CANEVAZZI, N. **Na laranja, permanece quem tem vocação**. In: O impacto das novas tecnologias aplicadas no campo. Coopercitrus, Revista Agropecuária. Ano 33, n. 401, mar, 2020. Disponível em: http://www.coopercitrus.com.br/?pag=revista&p=materia&codigo=6634. Acesso: 11 mai 2020.

CASTRO, M. C.; LOPES, J. D.; TEIXEIRA, S. M. Municípios goianos: competitividade e concentração da fruticultura. **Conjuntura Econômica Goiana**, Goiânia, v. 1, n. 29, p. 47-63, 2014.

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. F.; STUCHI, E. S. Fruit characteristics of eighteen orange cultivars. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 6, n. 2, p. 72-77, 2006.

CEAGESP. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de classificação de citros de mesa.** São Paulo: Ceagesp, p. 12, 2011. Disponível em: http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/citros.pdf. Acesso em: 11 mai 2020.

CEASA-GO. **Ceasa-GO registrou movimentação superior a R$ 2 bilhões em 2018.** 2019. Disponível em: https://www.ceasa.go.gov.br/noticias/744-a-ceasa-go-obteve-uma-movimenta%C3%A7%C3%A3o-financeira-superior-a-2-bilh%C3%B5es-de-reais-no-ano-de-2018.html?highlight=WyJsYXJhbmphIl0=. Acesso em: 12 mai. 2020.

CEASA-GO. **Centrais de Abastecimento de Goiás.** 2020. Disponível em: https://www.ceasa.go.gov.br/files/CotacaoDiaria/2020/ABRIL/30-04-2021.pdf. Acesso em: 12 mai. 2020.

CHEE, H. Y.; KIM, H.; LEE, M. H. In vitro antifungal activity of limonene against *Trichophyton rubrum.* **Mycobiology**, v. 37, n. 3, p. 243-246, set. 2009.

CHERNIACK, E. P. Potential applications for alternative medicine to treat obesity in an aging population. **Altern Med Rev**, v. 13, n. 1, p. 34-42, mar. 2008.

CHIDAMBARA-MURTHY, K. N.; JAYAPRAKASHA, G.K.; PATIL, B.S. D-limonene rich volatile oil from blood oranges inhibits angiogenesis, metastasis and cell death in human colon cancer cells. **Life Sci**, v. 91, n. 11, p. 429–439, out. 2012.

CITRUS BR. **Estado mantém setor de produção de laranja ativo**. 2020; Disponível em: http://www.citrusbr.com/destaques/?id=312846. Acesso em: 12 mai. 2020

CLEMENTE, F.; GOMES, M. F. M.; LÍRIO, V. S. Análise da eficiência técnica de propriedades citrícolas do estado de São Paulo. **Economia Aplicada**, v. 19, n. 1, p. 63-79, jan. 2015.

DAMBOLENA, J.S.; LÓPEZ, A. G.; CÁNEPA, M. C.; THEUMER, M. G.; ZYGADLO, J. A. Inhibitory effect of cyclic terpenes (limonene, menthol, menthone and thymol) on *Fusarium verticillioides* MRC 826 growth and fumonisin B1 biosynthesis. **Toxicon**, v. 51, n. 1, p. 37-44, jan. 2008.

DETONI, A. M.; HERZOG, N. F. M.; OHLAND, T.; KOTZ, T.; CLEMENTE, E. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina Ponkan cultivada no Oeste do Paraná. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 624-628, mar. 2009.

DOSOKY, N. S.; SETZER,W. N. Biological Activities and safety of *Citrus* spp. Essential Oils. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 7, p. 1-25, jul. 2018.

DUARTE, A. M. M. Cítrinos- Cumprir elevados padrões é essencial. Desafio de qualidade. **Frutas, legumes e flores**, n. 28, p. 36-39, jan. 1996.

DUENHAS, L. H.; BÔAS, R. L. V.; SOUZA, C. M. P. de; RAGOZO, C. R. A.; BULL, L.T. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) Valência. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 214-218, abr. 2002.

DUTRA, K. A. OLIVEIRA, J. V.; NAVARRO, D. M. A. F.; BARBOSA, D. R. E S.; SANTOS, J. P. O. Control of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) in *Vigna unguiculata* (L.) WALP. with essential oils from four *Citrus* spp. plants. **Journal of Stored Products Research**, v. 68, n. 1, p. 25–32, 2016.

EMBRAPA. **Produção brasileira de laranja em 2018.** Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2019. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf. Acesso em: 11 mai. 2020

ERPEN, L.; MUNIZ, F. R.; MORAES, T. S.; TAVANO, E. C. R. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista Pecege**, v. 4, n. 1, p. 33-43, jan. 2018.

EZEONU, F. C.; CHIDUME, G. I.; UDEDI, S. C. Insecticidal properties of volatile extracts of orange peels. **Bioresour. Technol**, v. 76, n. 3, p. 273–274. 2001.

FARIAS, A. P. **Quimiodiversidade e bioatividade dos óleos essenciais de copas de *Citrus* A *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) e seletividade a seu predador**. 2018. Ano de obtenção: 2018. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade)- Universidade Federal de Sergipe, 2018.

FERNANDES, B. C. **Desenvolvimento histórico da Citricultura.** 2010. 49 p. Monografia- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Araraquara, SP. 2010.

FUNDECITRUS. **Reestimativa da safra de laranja 2019/20 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/ Sudoeste Mineiro- Fechamento em abril /2020.** 2020 a. Disponível em:

https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0420_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf. Acesso em: 08 mai. 2020.

FUNDECITRUS. **Estimativa da safra de laranja 2020/2021 do Cinturão Citrícola de São Paulo e Triângulo/ Sudoeste Mineiro.** 2020 b. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_05_11_Sumario-Executivo-da-Estimativa-da-Safra-de-Laranja-2020-2021.pdf. Acesso em: 08 mai. 2020.

GALVÃO, J. G.; SILVA, V. F.; FERREIRA, S. G.; FRANÇA, F. R. M.; SANTOS, D. A.; FREITAS, L. S.; ALVES, P. B.; ARAÚJO, A. A. S.; CAVALCANTI, S. C. H.; NUNES, R. S. B-cyclodextrin inclusion complexes containing *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oil: An alternative to control *Aedes aegypti* larvae. **Thermochimica Acta,** v. 608, p. 14–19, abri. 2015.

GERACI, A.; DI STEFANO, V.; DI MARTINO, E.; SCHILLACI, D.; SCHICCHI, R. Essential oil components of orange peels and antimicrobial activity. **Natural Product Research**, v. 31, n. 6, p. 653–659, mar. 2017.

GOES, T. C.; ANTUNES, F. D.; ALVESE, P. B.; TEIXEIRA-SILVA, F. Efeito do Aroma de Laranja Doce na Ansiedade Experimental em Humanos. **Jornal de Medicina Alternativa e Complementar**, v. 18, n. 8, ago. 2012.

GOUGEON, R.; HARRIGAN, K.; TREMBLAY, J.; HEDREI, P.; LAMARCHE, M.; MORAIS, J.A. Increase in the thermic effect of food in women by adrenergic amines extracted from *Citrus aurantium*. **Obesity Research**, v. 13, n. 7, p. 1187-1194, ago. 2005.

GULTEPE, N. How the Use of Orange (*Citrus sinensis*) Peel Essential oil Affected the Growth Performance of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)? **Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies**, v. 75, n. 1, p. 16-20. 2018.

HAAZ, S.; FONTAINE, K.R.; CUTTER, G.; LIMDI, N.; PERUMEAN-CHANEY, S.; ALLISON, D. B. *Citrus aurantium* and synephrine alkaloids in the treatment of overweight and obesity: an update. **Obesity Research**, v. 7, n. 1, p. 79-88, fev. 2006.

HOCAYEN, P. A. S, WENDLER, E.; VECCHIA, D. D.; KANAZAWA, L. K. S.; ISSY, A. C.; BEL, E. D.; ANDREATINI, R. The nitrergic neurotransmission contributes to the anxiolytic-like effect of *Citrus sinensis* essential oil in animal models. **Phytotherapy Research**, v. 33, p. 901-909, abr. 2019.

IGARASHI, M.; IKEI, H.; SONG, C.; MIYAZAKI, Y. Effects of olfactory stimulation with rose and orange oil on prefrontal cortex activity. **Complement. Ther Med**, v. 22, n. 6, p. 1027–1031, dez. 2014.

JORGE, N.; SILVA, A. C.; ARANHA, C. P. M. Antioxidant Activity of oils extracted from Orange (*Citrus sinensis*) seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 2, p. 951-958, 2016.

KALATZIS, A. E.; ALVES, F.; PAULILLO, L. F. Representação de interesses e negociação no complexo agroindustrial citrícola brasileiro: transição para um novo padrão político? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 37, n. 3, p. 9-34. 1999.

KAMAL, G. M.; ASHRAF, M. Y.; HUSSAIN, A.; SHAHZADI, A.; CHUGHTAI, M. I. Amtioxidant potential of peel essential oils of three pakistani Citrus species: *Citrus*

reticulata, Citrus sinensis and *Citrus paradisii*. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, n. 4, p. 1449-1454, ago. 2013.

KIDANE, D. The potential of Orange (*Citrus sinensis* L.) peel oil as a fumigant and repellent to control maize weevil (*Sitophillus zeamais* Motsch). **Journal of Biologically Active Products from Nature**, v. 3, p. 193-199, mar. 2011.

KOYAMA, S.; HEINBOCKEL, T. The effects of essential oils and terpenes in relation to their routes of intake and application. International Journal of Molecular Sciences, v. 21, p. 1-36, fev. 2020.

KUMMER, R.; FACHINI-QUEIROZ, F. C.; ESTEVÃO-SILVA, C. F.; GRESPAN, R.; SILVA, E. L.; BERSANI-AMADO, C. A.; CUMAN, R. K. N. Evaluation of anti-inflammatory activity of *Citrus latifolia* Tanaka essential oil and limonene in experimental mouse models. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–8, 2013.

LEMES, L. M. C.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; VIECCELLI, J. C. Características físicas e químicas de laranjas 'Natal' e 'Valência' em função da posição na copa. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 653-661, set. 2013.

LEHRNER, J.; ECKERSBERGER, C.; WALLA, P.; POTSCH, G.; DEECKE, L. Ambient odor of orange in a dental office reduces anxiety and improves mood in female patients. **Physiology Behavior**, v. 71, n. 1, p. 83–89, out. 2000.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura).** São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 640p. 2006.

MAGALHÃES, M. L. **Atividades biológicas do suco e do óleo essencial da laranja sanguínea moro (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).** Ano de obtenção: 2019. 135 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

MAIA, M. L. **Citricultura paulista: evolução, estrutura e acordos de preços**. Ed. IEA. 155 p. 1996.

MAIA, T. F.; DONATO, A.; FRAGA, M. E. Atividade antifúngica de óleos essenciais de Plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 105-116. 2015.

MANELA-AZULAY, M.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A..; PEREZ, M. A. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, n. 3, p. 265-272, jun. 2003.

MATIZ, G.; OSORIO, M. R.; CAMACHO, F.; ATENCIA, M.; HERAZO, J. Effectiveness of antimicrobial formulations for acne based on orange (*Citrus sinensis*) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oils. **Biomedica**, v. 32, n. 1, p. 125–133, jan. 2012.

MATTOS-JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; FIGUEREDO, J. O.; POMPEU-JÚNIOR, J. **Citros: principais informações e recomendações de cultivo**. Boletim Técnico 200 (IAC). 9 p. 2005. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/ Citros/Citros.htm. Acesso em: 03 mai.

MEDEIROS, H. H. B. R. **Fracionamento do Óleo de Laranja utilizando um Sistema Híbrido de Evaporação.** 2014. Ano de obtenção: 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.

MELO, S. A. **Floração, frutificação e características físico-químicas de laranja 'Pera-rio' em relação à disposição na copa.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, AM. 2013.

MENDES, L. A.; TULER, A. C.; BERNARDES, C. O.; CANAL, D.; SILVA, S. F.; GAROZI, M. J. O.; GUILHEN, J. H S.; SANTOS, L. G. Efeito larvicida em *Aedes aegypti* utilizando óleos essenciais de espécies da família Myrtaceae: uma revisão de literatura. 2017. São José dos Campos, SP. **Anais [...].** Universidade do Vale do Paraíba. 2017. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_0302_0400_01.pdf. Acesso em: 11 mai. 2020.

MORAES, T. M.; KUSHIMA, H.; MOLEIRO, F. C.; SANTOS, R. C.; ROCHA, L. R.; MARQUES, M. O.; VILEGAS, W.; HIRUMA-LIMA, C. A. Effects of limonene and essential oil from *Citrus aurantium* on gastric mucosa: role of prostaglandins and gastric mucus secretion. **Chem Biol Interact**, v. 180, n. 3, p. 499-505, ago. 2009.

NASCIMENTO, F.S.S. **Propriedades físico-química de espécies cítricas sobre dois porta-enxertos no submédio do São Francisco**. 2016, Monografia - Instituto Federal de Educação. Petrolina, PE. 2016.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto, SP. FEA/USP. 2011

OBOH, G.; OLASEHINDE, T. A.; ADEMOSUN, A. O. Essential oil from lemon peels inhibit key enzimes linked to neurodegenerative condictions and pro-oxidant induced lipid peroxidation. **Journal of Oleo Science**, v. 17, p. 1-9, mar. 2014.

OBOH, G.; ADEMOSUN, A. O.; OLUMUYIWA, T. A.; OLASEHINDE, T. A.; ADEMILUYI, A. O.; ADEYEMO, A. C. Insecticidal activity of essential oil from orange peels (*Citrus sinensis*) against Tribolium confusum, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus oryzae* and its inhibitory effects on acetylcholinesterase and Na+/K+-ATPase activities. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 4, p. 501–508. 2017.

PEREIRA M. E. C.; CANTILLANO F. F.; GUTIEREZ, A. S. D. ALMEIDA G. V. B. **Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros**. Documentos 156. Cruz das almas, BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p.40, 2006.

PORTELA, C. R. **Crescimento e produção inicial de cultivares de citros de mesa enxertadas sobre os porta-enxertos 'flying dragon' e limoeiro 'cravo'**. 2015. Ano de obtenção: 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ. 2015.

RAINA, A.; BLAND, J.; DOOLITTLE, M.; LAX, A.; FOLKINS, M.; RAINA, A.; BLAND, J.; DOOLITTLE, M.; LAX, A.; BOOPATHY, R. A. J.; Effect of orange oil extract on the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomololy**, v. 100, n. 3, p. 880–885, jul. 2007.

REGNAULT-ROGER, C. The potential of botanical essential oils for insect pest control. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 2, n. 1, p. 25–34, fev. 1997.

RODRIGUES, M. J. S.; OLIVEIRA, E. R. M.; GIRARDI, E. A.; LEDO, C. A. S.; SOARES-FILHO, W. S. Produção de mudas de citros com diferentes combinações copa e

porta-enxerto em viveiro protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.38, n. 1, p. 187-201, fev. 2016.

ROSSI, Y. E.; PALACIOS, S. M. Fumigant toxicity of *Citrus sinensis* essential oil on *Musca domestica* L. adults in the absence and presence of a P450 inhibitor. **Acta Tropica**, v. 127, n. 1, p. 33–37, jul. 2013.

ROSSI, F. R.; TORKOMIAN, A. L. V. O processo inovativo das indústrias processadoras de suco de laranja brasileiras e norte-americanas: uma comparação utilizando a análise de patentes. GEPROS. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas,** v. 10, n. 3, p. 69-82, jul. 2015.

SANTOS, R. M.; VALADARES, F. V.; PIROVANI, A. A. V; VENANCIO, D. F. V.; MOULIN, M. M. Caracterização morfoagronômica e físico-química de germoplasma de *Citrus*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 23, p. 1398-1410, jun. 2016.

SEMPIONATO, O. R.; STUCHI, E. S.; DONADIO, L. C. **Viveiro de citros**. 1997. Jaboticabal. (Boletim Citrícola, 2). FUNEP, p. 37. Disponível em : http://www.estacaoexperimental.com.br/documentos/BC_02.pdf. Acesso em: 11 mai. 2020.

SENAR-GO, **Produção de laranja em Itaberaí apresentou margens de lucro positivas.** 2019. CNA, SENAR-GO, Campo Futuro. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/boletins/ativos_fruticultura_campo_futuro_Setembro_191021_144956.pdf. Acesso em: 11 mai. 2020.

SHARMA, N.; TRIPATHI, A. Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. **Microbiological Research**, v. 163, n. 3, p. 337-344, 2006.

SIFFERT-FILHO, N. F. **Citricultura e Indústria: Organização e Mercados**. Ed. IGCE. Rio Claro, 1992.

SIMÕES, A. S.; COSTA, A. H. R. Classificação de laranjas baseada em padrões visuais. In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 2003. **Anais [...]**. Disponível em: http://docplayer.com.br/9081930-Classificacao-de-laranjas-baseada-em-padroes-visuais.html. Acesso em: 11 mai. 2020.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. **Citros do plantio à colheita**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.

SOUZA-NETO, M.N. **A indústria Brasileira de suco de laranja**, 1994. Monografia - UNICAMP- SP. 1994.

TEIXEIRA, C. S.; VARGAS, R.; OLIVEIRA, C. M. R.; CARVALHO, J. R.; ZAGO, H. B. Avaliação de óleos essenciais para o controle de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). In: XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência-Universidade do Vale do Paraíba, PB. 2017. **Anais[...].** Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2017/anais/arquivos/RE_1051_0767_01.pdf. Acesso em 11 mai. 2020.

TORRES-ALVAREZ, C.; NÚÑEZ GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, J.; CASTILLO, S.; LEOS-RIVAS, C.; BÁEZ-GONZÁLEZ, J. G. Chemical composition, antimicrobial, and

antioxidant activities of orange essential oil and its concentrated oils. **Cyta - Journal of Food**, v. 15, n. 1, p. 129–135, 2017.

VIANA, M. D. M.; CARDOSO, R. M.; SILVA, N. K. G.T.; FALCÃO, M. A. P.; VIEIRA, A. C. S.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; CAMPESATTO, E. A. Anxiolytic-like effect of *Citrus limon* (L.) Burm f. essential oil inhalation on mice. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.18, n.1, p. 96-104, 2016.

VOLPATO, G. T.; FRANCIA-FARJE, L. A. D.; DAMASCEN, D. C.; OLIVEIRA, R. V.; HIRUMA-LIMA, C. A.; KEMPINAS, W. G. Effect of essential oil from *Citrus aurantium* in maternal reproductive outcome and fetal anomaly frequency in rats. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 1, p. 407-415. 2015.

VOLPE, C. A.; SCHOFFEL, E. R.; BARBOSA, J. C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas- 'Nalencia' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441. 2002.

YIP, Y. B.; TAM, A. C. Y. An experimental study on the effectiveness of massage with aromatic ginger and Orange essential oil for moderate-to-severe knee pain among the elderly in Hong Kong. **Complement Ther Med**, v. 16, n. 3, p. 131–138, jun. 2008.

ZARUBOVA, L.; KOURIMSKA, L.; ZOUHAR, M.; NOVY, P.; DOUDA, O.; SKUHROVEC, J. Botanical pesticides and their human health safety on the example of *Citrus sinensis* essential oil and *Oulema melanopus* under laboratory conditions. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Soil & Plant Science**, v. 65, n. 1, p. 89-93, jan. 2015.

ZHANG, L.; YANG, Z.; FAN, G.; REN, J.; YIN, K.; & PAN, S. Antidepressant-like Effect of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck Essential Oil and Its Main Component Limonene on Mice. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***. v. 67, n. 50, p. 817-828, mar. 2019.

CAPÍTULO 02- CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

RESUMO

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], responsável pela produção de mais da metade do suco consumido em todo o mundo. As caracterizações de citros são importantes para a inserção de novas cultivares no mercado, aumentando a diversificação de plantas, respeitando as preferências dos consumidores, podendo produzir variedades próprias para frutos de mesa para o processamento, ou de dupla aptidão. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química dos frutos de variedades não tradicionais, comparando-as. As avaliações foram realizadas durante as safras dos anos de 2017 e 2018. Por serem frutos não climatéricos, as 30 variedades foram colhidas após a amostragem da população atingir o ponto de maturação, Ratio acima de 7,0. Os atributos físicos analisados foram: coloração da casca, diâmetro longitudinal e transversal, massa do fruto, espessura da casca, peso do suco, rendimento do suco, número de sementes. Os químicos foram o pH, sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico e Ratio. As amostras foram submetidas ao Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), os resultados analisados em Análise de Variância, as médias comparadas por teste Scott-Knott a 5% de probabilidade e a média dos dois anos de avaliação foram submetidas à Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA). Os frutos apresentaram coloração amarelada a alaranjada. Dezoito variedades apresentaram formato arredondado a oblongos. Treze variedades são consideradas grandes para o mercado, e apenas Hamlim 02, Pera DP 12 e Pera 21 podem ser classificadas como frutos pequenos. Bahia 101 foi a variedade com maior massa, porém com baixo rendimento de suco, pode ser indicada para o consumo *in natura*. Hamlin 02, Pera DP 12, João Nunes e Shamouti apresentaram rendimento de suco inferior a 40%, porém teor de sólidos solúveis agradáveis ao paladar do consumidor que prefere frutos mais doces. Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Toregosa e Pera DP 06 podem ser utilizadas na produção de suco pasteurizado. Natal 112, Natal IAC, Pera 2000, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Valência IAC e Valência Monte Morelos, possuem dupla aptidão, tanto para consumo *in natura*, quanto para o processamento. Toregosa e Pineapple apresentaram teores de ácido ascórbico superiores a 106 mg de ácido ascórbico/100mL de suco.

Palavras-chave: atributos, características, fruticultura, laranja, vitamina C.

CHAPTER 02- PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

ABSTRACT

Brazil is currently the world's largest producer of orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck], responsible for producing more than half of the juice consumed worldwide. The characterization of citrus is important for the insertion of new cultivars in the market, increasing the diversification of plants, respecting the preferences of consumers, being able to produce varieties for table fruits for processing, or of double aptitude. The objective of this work was to carry out the physical-chemical characterization of fruits of non-traditional varieties, comparing them. The evaluations were carried out during the harvests of the years 2017 and 2018. As they are non-climatic fruits, the 30 varieties were harvested after the population sampling reached the point of maturity, Ratio above 7.0. The physical attributes analyzed were: skin color, longitudinal and transversal diameter, fruit mass, skin thickness, juice weight, juice yield, number of seeds. The chemicals were pH, soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid and Ratio. The samples were submitted to the Entirely Randomized Design (DIC), the results analyzed in Analysis of Variance, the means compared by Scott-Knott test at 5% probability and the average of the two years of evaluation were submitted to the Principal Component Analysis (PCA) and the Hierarchical Cluster Analysis (HCA). The fruits had a yellow to orange color. Eighteen varieties were rounded to oblong in shape. Thirteen varieties are considered large for the market, and only Hamlim 02, Pera DP 12 and Pera 21 can be classified as small fruits. Bahia 101 was the variety with the highest mass, but with low juice yield, it can be indicated for fresh consumption. Hamlin 02, Pera DP 12, João Nunes and Shamouti presented juice yield below 40%, but soluble solids content pleasant to the taste of consumers who prefer sweeter fruits. Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Toregosa and Pera DP 06 can be used in the production of pasteurized juice. Natal 112, Natal IAC, Pera 2000, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Valencia IAC and Valencia Monte Morelos, have dual aptitude, both for fresh consumption and for processing. Toregosa and Pineapple presented levels of ascorbic acid above 106 mg of ascorbic acid / 100mL of juice.

Keywords: attributes, characteristics, fruit, orange, vitamin C.

2.1 INTRODUÇÃO

A laranjeira [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é proveniente do cruzamento de pomelo (*Citrus maxima*) e da tangerina (*Citrus reticulata*), produz a laranja como fruto, sendo este o mais conhecido no mundo. O Brasil iniciou a produção comercial da laranja no século XIX, com a inserção do fruto no mercado internacional, tempos depois, por volta de 1911. Meio século depois, a indústria citrícola brasileira ganhou impulso e atualmente possui posição de destaque, sendo o maior produtor de laranja do mercado mundial, seguido da China, União Europeia, Estados Unidos e México (BENELI, 2010; FERNANDES, 2010; VELASCO; LICCIARDELLO, 2014; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017; COOPERCITRUS, 2019).

Foi a facilidade de adaptação as mais variadas condições edafoclimáticas, aliada ao sabor, a versatilidade de uso do fruto para consumo *in natura* ou nas variadas formas de sucos, geleias, bolos, doces, o fácil processamento, além da sua considerável quantidade de vitamina C, que garantiram sucesso na disseminação do fruto pelo mundo. A laranja não é o fruto mais rico em vitamina C, mas é a fonte mais barata e abundante disponível ao consumidor (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

O setor citrícola é responsável pela movimentação de R$14,8 bilhões ao ano, gerando, entre empregos diretos e indiretos, cerca de 230 mil posições trabalhistas. Apenas na região do cinturão Citrícola (Estado de São Paulo, Sudoeste e Triângulo Mineiro) cerca de 97% das laranjeiras dessa região ocupam mais de 364 mil hectares, totalizando mais de 174 milhões de árvores. No Brasil, são mais de 300 municípios produzindo laranja de mesa ou para o processamento industrial. Em Goiás os citros, em geral, ficam na segunda posição na produção dos frutos de mesa (perdendo para a banana) com quase 13 mil ha plantados e uma produção que chegou a 226 mil toneladas em 2019, colocando o estado na 7ª posição no ranking nacional (NEVES et al., 2011; CASTRO et al., 2015; SANTOS, 2019; FUNDECITRUS, 2020).

A laranja é a fruta mais comercializada pela CEASA-GO, passando cerca de 78 mil toneladas do fruto por ano no local, sendo destes, 40% produzido no estado de Goiás e o restante oriundo de outras regiões do país, principalmente São Paulo e Triângulo Mineiro.

Goiás possui 73 municípios produtores de laranja, com rendimento médio de 25,19 t/ha, perdendo em produtividade apenas para o Paraná, com 33 t/ha e São Paulo com 26 t/ha. O destaque em Goiás é o município de Itaberaí produzindo cerca de 30 mil toneladas anuais (FAEG, 2010; CASTRO et al., 2015; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017; EMBRAPA, 2019).

A caracterização de frutos serve para identificar variedades mais adaptadas às melhores condições dos solos, fertilidade, manejo, tratos culturais e preferíveis pelos consumidores, frutos mais amarelados, maiores, espessura média da casca, baixo número de sementes, maior rendimento de suco, menos bagaço, pH menos ácido, mais açúcares e disponibilidade de vitamina C. Uma vez detectados, tanto para consumo *in natura*, quanto para o processamento, podem passar a ser cultivados e comercializados. Para aceitação pelos diversos mercados consumidores, deve-se disponibilizar aos produtores variedades que levem em consideração, além de características agronômicas, atributos de qualidade dos frutos (LEDO et al., 2017).

Os aspectos físico-químicos dos frutos sofrem influências de fatores ambientais, como condições edafoclimáticas, tratos culturais, genética, estádio de maturação na colheita, manuseio pós-colheita, entre outros. Os caracteres físicos são importantes para determinar a qualidade da aparência externa do fruto, como tamanho, forma e cor da casca. As características químicas estão relacionadas ao sabor, aroma, textura e valor nutricional. Todas as características refletem na qualidade, utilização e comercialização dos frutos e para a elaboração de produtos industrializados (LIRA-JUNÍOR et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2014).

Alguns trabalhos têm sido realizados com o intuito de caracterizar atributos físicos e químicos de frutos de variedades não convencionais no mercado de citros, contribuindo para a inserção de novas variedades no mercado. A citricultura brasileira depende basicamente das variedades Pera, Natal, Valência e Folha-murcha, assim, estes estudos estimulam o cultivo comercial com bases tecnológicas modernas e incentivam as indústrias de beneficiamento a terem interesse em variedades desconhecidas, adicionando às pouco existentes no mercado (SANTOS et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2014; CERRI-NETO et al., 2016; SANTOS et al., 2016; BELO et al., 2018; COUTO et al., 2018).

Existem poucos trabalhos relacionados à citricultura no estado de Goiás. Dada relevância na economia nacional e do estado, é uma área que cada estudo realizado pode impactar na inserção de cultivares ainda não comercializadas, para suprir o mercado ao longo de todo o ano. Espera-se que este trabalho contribua para a inserção de novas variedades,

dependendo dos seus atributos físico-químicos, nos pomares comerciais podendo ser indicadas para o processamento, frutos de mesa, ou dupla aptidão. Assim, este trabalho teve como objetivo fazer a caracterização físico-química de frutos de variedades não convencionais de laranjas cultivadas no município de Anápolis, Goiás, visando identificar materiais promissores para potencial uso comercial.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

As plantas de laranja (*Citrus sinensis*, Osbeck) foram cultivadas diretamente no solo, sob sistema de manejo convencional e receberam adubações, tratamentos fitossanitários, podas e irrigações, de acordo com as recomendações técnicas do Boletim IAC 100 para Citricultura. A irrigação foi realizada na estação seca por microaspersão, entre 40 a 50 mm de água por dia por planta. O pomar foi plantado em outubro de 2009, em espaçamento de 7,0 x 6,0 m, sendo que cada variedade possui 10 indivíduos representados, todas enxertadas sobre Limão-cravo (*Citrus limonia*, Osbeck). As variedades pertencem à coleção de frutíferas cítricas da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER), unidade do município de Anápolis, distante 60 km da capital Goiânia, região central de Goiás. A EMATER está localizada na rodovia BR 060, km 121, nas seguintes coordenadas: 16°19' S e 48°18' W e possui altitude média de 980 m. O clima da região é do tipo Aw, quente e úmido e com seis meses de inverno seco, onde a estação seca é quase sem nuvens (KÖPPEN; GEIGER, 1928; VAN-RAIJ et al., 1997).

Os frutos foram avaliados em duas safras, correspondentes aos anos de 2017 e 2018, seguindo as mesmas condições de plantio. Foram avaliadas trinta variedades de *Citrus sinensis* e ordenadas alfabeticamente conforme apresentado na Tabela 2.1. As últimas três variedades foram avaliadas apenas no ano de 2018, porque foi o primeiro ano que produziram frutos no pomar, sendo à exceção.

De cada variedade, foram colhidos 45 frutos ao acaso para as avaliações, 30 foram utilizados para a caracterização físico-química e 15 para avaliar a coloração do lote. Os frutos foram colhidos nas primeiras horas do dia, no estádio de maturação fisiológico, definido a partir do índice de maturação, relação de Sólidos Solúveis por Acidez Titulável (Ratio) (SS/AT > 9,5), conforme padronização estabelecida para comercialização no mercado interno na EMATER, sendo que frutos acima de 7,0 já são considerados maduros (BRASIL, 2000; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Tabela 2.1. Identificação das trinta variedades de *Citrus sinensis* L. avaliadas na caracterização físico-química dos frutos.

Número	**Variedade**	**Ano de colheita**
1	BAHIA 101	2017 e 2018
2	BIONDO	2017 e 2018
3	CARA-CARA	2017 e 2018
4	HAMLIN 02	2017 e 2018
5	HAMLIN 20	2017 e 2018
6	JAFA	2017 e 2018
7	JOÃO NUNES	2017 e 2018
8	KONA	2017 e 2018
9	MIDSWEET	2017 e 2018
10	NATAL 112	2017 e 2018
11	NATAL IAC	2017 e 2018
12	PEARSON BROWN	2017 e 2018
13	PERA 2000	2017 e 2018
14	PERA DP 12	2017 e 2018
15	PERA DP 21	2017 e 2018
16	PERA DP 25	2017 e 2018
17	PERA IAC	2017 e 2018
18	PINEAPPLE	2017 e 2018
19	RUBI	2017 e 2018
20	SALUSTIANA	2017 e 2018
21	SHAMOUTI	2017 e 2018
22	SUNSTAR	2017 e 2018
23	TOREGOSA	2017 e 2018
24	VALÊNCIA IAC	2017 e 2018
25	VALÊNCIA MONTE MORELOS	2017 e 2018
26	VALÊNCIA TUXPAN	2017 e 2018
27	WESTIN	2017 e 2018
28	BAHIA BAIANINHA	2018
29	LIMA SCORE	2018
30	PERA DP 06	2018

Os frutos utilizados para a caracterização eram externamente saudáveis, não sendo observados danos mecânicos na casca, doenças ou injúrias provenientes de pragas. Após a colheita, foram acondicionados em caixas plásticas protegidas internamente por plástico-bolha de 3 mm de espessura e transportados, em veículo adequado, para o Laboratório de Físico-Química da Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia/ UFG.

Em seguida, os frutos foram lavados com detergente para limpeza superficial. Após a lavagem, os frutos foram enumerados e dispostos sobre a bancada. Para as avaliações da caracterização física, utilizou-se os trinta frutos inteiros, onde cada fruto é uma repetição. E para as caracterizações químicas, utilizou-se o suco de três frutos, ou seja, uma repetição era composta pela mistura do suco de três frutos (COUTO et al., 2018).

Os atributos avaliados foram:

1. Coloração da casca: determinada por meio de colorímetro Hunter modelo Color Quest II Sphere, obtendo os seguintes atributos cromáticos: L*, a* e b*, sendo a partir destes valores, calculados a luminosidade, Chroma, ângulo Hue e Índice de Cor da Casca (ICC). A coloração foi determinada em quinze frutos de cada variedade, com duas leituras em lados opostos do diâmetro transversal. Cada leitura compondo uma repetição. A determinação da coloração foi realizada em frutos diferentes dos demais atributos determinados, porque para o processo de caracterização físico-quimica, os frutos deveriam ser descascados (JIMENEZ-CUESTA et al., 1981; MCGUIRE, 1992).
2. Diâmetro longitudinal (DL), Diâmetro transversal (DT) e Relação DL/DT: medidas da altura (DL) e diâmetro (DT) do fruto com casca foram determinadas com auxílio de paquímetro digital e o resultado expresso em milímetros (mm) (RADFORD et al., 1974; DOMINGUES et al., 2003).
3. Massa do fruto: foi feita por meio de pesagem do fruto com casca, em balança digital semi-analítica, marca Shimadzu/Marte, modelo UW e o resultado expresso em grama (g).
4. Espessura da casca: aferição com paquímetro digital, marca Lorben, modelo Digital Aço inox, e o resultado expresso em milímetros (mm). Soma do flavedo (epicarpo) mais o albedo (mesocarpo).
5. Massa e Rendimento do suco: o fruto era pesado e em seguida era extraído o suco em extratora semi-industrial e reservado em copo descartável para pesagem. A pesagem foi feita em balança semi-analítica marca Shimadzu/Marte, modelo UW e o Rendimento foi calculado por meio da relação: peso do suco (g)/peso do fruto (g), multiplicado por 100 e expresso em porcentagem (LANDANYA, 2008).

6. Número de sementes por fruto: após a extração do suco as sementes foram contadas manualmente.

Para as determinações químicas dos frutos foram extraídos o suco de três frutos de laranja e composto uma amostra para determinação das características químicas, totalizando 10 repetições, com três frutos cada, por variedade. Para as avaliações químicas foram utilizados: o próprio suco para determinação do pH e sólidos solúveis; suco diluído em água destilada para determinação da acidez titulável e suco diluído em ácido oxálico para determinação do ácido ascórbico (COUTO et al., 2018), obtendo os seguintes atributos:

7. pH: utilizou-se um medidor de pH portátil, marca Tecnopon, modelo mPA-210P. O pH foi determinado sobre o suco, sem diluição.

8. Teor de Sólidos Solúveis: foi quantificado a partir do suco, sem diluição em refratômetro manual modelo Atago N-1E, que expressa os resultados em ºBrix.

9. Teor de Acidez Titulável: foi determinado, em duplicata, a partir de 10 mL de suco diluído em 50 mL de água destilada, e adicionado três gotas de fenolftaleína, como indicador. A determinação foi realizada por meio da titulação com NaOH (0,1%) e expressa em porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 1997- método 942.15, INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

10. Teor de ácido ascórbico: foi determinado, em duplicata, da solução de 10 mL do suco diluído em ácido oxálico a 5%. A cada 100 mL de solução, 10 mL era de suco e 90 mL de ácido oxálico (5%). Foi realizado a determinação do ácido ascórbico por meio da titulação com reativo de Tillmans (2,6 diclorofenolindofenol de sódio a 0,1%) e expresso em miligramas de ácido ascórbico por 100 mL de suco (CARVALHO et al., 1990).

11. Ratio (Relação SS/AT): foi obtida por meio da razão entre o teor de sólidos solúveis (ºBrix) e acidez titulável.

As amostras foram submetidas ao Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde cada tratamento foi uma variedade. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), software SISVAR 5,7. As Diferenças Mínimas Significativas (DMS) das variedades para efeito de comparação entre as médias foram comparadas por meio de teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade. As características físicas e químicas foram submetidas à Análise de Componentes Principais (PCA) e à Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA) (software PAST 4.01) considerando-se a Distância Euclidiana como coeficiente de dissimilaridade, método *Unweighted Paired Group Methodusing Arithmetic Averages* (UPGMA) (DAWYNDT et al., 2006; FERREIRA, 2014).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os atributos utilizados para realizar a caracterização físico-química dos frutos apresentaram diferenças significativas entre as diversas variedades nos dois anos de avaliação. Os dados da caracterização físico-química nos dois anos de safra, 2017 e 2018 estão dispostos nas Tabelas 2.2 a 2.7.

2.3.1 Características físicas dos frutos

Dentre as características físicas avaliadas, os dados estão nas Tabelas 2.2 a 2.6.

2.3.1.1 Coloração dos frutos

Os dados de coloração (ângulo Hue), luminosidade (L*), cromaticidade (CHROMA) e índice de cor da casca do fruto estão representados nas Tabelas 2.2 e 2.3. A cor é um dos principais critérios de escolha para compra ou rejeição do consumidor. Preferencialmente, os consumidores adquirem frutos com casca mais alaranjada. Porém, o que desenvolve a coloração mais alaranjada ao fruto são as condições climáticas, ou seja, climas de maiores amplitudes térmicas diárias. Nas regiões tropicais, como o Brasil, os frutos de laranja, apesar de maduros, permanecem com a casca de coloração esverdeada, ou no máximo amarelada pouco alaranjada, devido à pouca diferença entre as médias das temperaturas máximas diurnas e mínimas noturnas (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Todos os frutos das variedades apresentaram a casca com coloração amarelada a alaranjada (Figura 2.1), coloração satisfatória aceita no mercado. A cor é verificada pelo ângulo Hue e pelo índice de cor. A variação do ângulo Hue entre 50 a 70 indica uma coloração amarelada e acima de 70 amarelo-alaranjada. O Índice de cor da casca para citros varia de -20 a +20, onde -20 representa frutos de casca verde, o Zero apresenta frutos amarelados e o próximo de +20 frutos avermelhados. Os frutos variaram entre +1,06 a +6,59 em 2017 e entre +3,14 a +7,68 em 2018 (Tabela 2.3), evidenciando a coloração amarela a alaranjada. Em São Paulo variedades tardias como Valência, conseguem obter frutos mais alaranjados, devido às condições climáticas favoráveis alcançando entre 79,93 a 101,00 a variação do ângulo Hue (JIMENEZ-CUESTA et al., 1981; ARRUDA et al., 2011).

No ano de 2018, todas as variedades apresentaram coloração mais amarelo-alaranjada, o que as tornam atrativas para as vendas. Os atributos cromáticos estão relacionados com a intenção de compra pelo consumidor, pois, o contato visual é a primeira forma de apresentação do fruto. O valor de L* (Tabela 2.2) demonstra a luminosidade da casca do fruto. No ano de 2017 os frutos de Pineapple (L*= 64,80), Pearson Brown (L*= 64,18), Westin (L*= 63,60) e Jafa (L*=63,15) apresentaram as cascas mais claras. Pineapple (L*= 58,78) continuou em destaque em relação à luminosidade de sua coloração estando em segundo lugar em 2018, logo abaixo de Pera DP 12 (L*=59,65), Hamlim 20, Salustiana, Shamouti, Sunstar e Toregosa não diferiram estatisticamente entre si, sendo as variedades com as cascas mais claras de 2018. Em relação a intensidade da cor, determinada pela variável CHROMA, Westin (CHROMA=110,87) e Pera DP 21 apresentaram maior intensidade em 2017 e Pineapple (CHROMA=101,44) foi a variedade com maior intensidade de coloração em 2018, portanto, apresentaram casca de cor amarelo-intensa (COUTO et al., 2018).

Tabela 2.2. Luminosidade e ângulo Hue da casca das laranjas, EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018.

VARIEDADES	**L***		**HUE**	
	2017	**2018**	**2017**	**2018**
BAHIA 101	54,36 d	50,74 c	55,71 b	76,57 a
BIONDO	52,79 e	54,38 b	79,13 a	76,94 a
CARA-CARA	59,76 b	46,84 e	76,37 a	74,41 b
HAMLIN 02	60,22 b	52,31 b	81,09 a	74,16 b
HAMLIN 20	43,51 h	57,38 a	73,40 a	76,34 a
JAFA	63,15 a	55,17 b	71,36 a	76,80 a
JOÃO NUNES	47,96 f	54,10 b	73,88 a	73,75 b
KONA	55,79 c	50,72 c	77,42 a	77,53 a
MIDSWEET	52,71 e	54,79 b	77,79 a	75,84 a
NATAL 112	48,76 f	48,73 d	75,27 a	74,62 b
NATAL IAC	48,37 f	53,77 b	77,28 a	74,65 b
PEARSON BROWN	64,18 a	55,39 b	73,92 a	73,51 b
PERA 2000	59,84 b	45,01 f	81,90 a	73,30 b
PERA DP 12	51,96 e	59,65 a	75,75 a	74,99 b
PERA DP 21	63,35 a	54,98 b	78,26 a	76,61 a
PERA DP 25	60,84 b	53,08 b	74,27 a	75,70 a
PERA IAC	58,72 c	48,19 d	78,92 a	77,02 a
PINEAPPLE	64,80 a	58,78 a	75,07 a	71,03 b
RUBI	54,48 d	48,43 d	76,13 a	70,40 b
SALUSTIANA	63,01 a	57,43 a	56,06 b	79,84 a
SHAMOUTI	57,87 c	58,37 a	64,43 b	77,48 a
SUNSTAR	60,53 b	57,70 a	73,08 a	77,82 a
TOREGOSA	57,73 f	57,70 a	43,90 c	76,86 a
VALÊNCIA IAC	50,34 e	48,62 d	76,32 a	73,67 b
V MONTE MORELOS	49,11 f	53,71 b	74,82 a	79,67 a
VALÊNCIA TUXPAN	46,17 g	46,83 e	73,26 a	77,96 a
WESTIN	63,60 a	54,27 b	73,50 a	74,08 b
BAHIA BAIANINHA	-	51,33 c	-	72,33 b
LIMA SCORE	-	55,69 b	-	73,00 b
PERA DP 06	-	43,62 f	-	77,24 a
F de Fisher calculado	48,64	19,30	2,94	3,57
Erro Padrão	0,90	0,98	4,94	1,22
CV(%)	8,73	10,19	37,14	8,85

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 2.3. Cromaticidade e Índice de Cor da casca das laranjas, EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018.

VARIEDADES	CHROMA		INDICE DE COR	
	2017	2018	2017	2018
BAHIA 101	80,95 e	87,49 c	1,34 g	4,84 c
BIONDO	87,29 c	80,06 e	3,76 d	4,35 c
CARA-CARA	85,70 d	77,41 e	4,09 d	7,40 a
HAMLIN 02	98,53 b	92,08 c	2,59 f	5,44 b
HAMLIN 20	74,77 f	96,60 b	4,40 d	4,26 c
JAFA	102,09 b	92,92 c	5,42 b	4,29 c
JOÃO NUNES	84,64 d	89,50 c	6,29 a	5,41 b
KONA	95,62 b	85,64 d	4,00 d	4,44 c
MIDSWEET	87,88 c	88,83 c	4,19 d	4,66 c
NATAL 112	85,12 d	77,49 e	5,55 b	3,55 d
NATAL IAC	82,60 d	82,71 d	4,76 c	5,23 b
PEARSON BROWN	91,01 c	94,91 b	4,54 c	5,43 b
PERA 2000	99,00 b	77,73 e	2,38 f	7,21 a
PERA DP 12	90,61 c	81,95 d	4,93 c	4,54 c
PERA DP 21	106,42 a	92,57 c	3,31 e	4,43 c
PERA DP 25	101,57 b	82,40 d	2,83 f	4,85 c
PERA IAC	99,22 b	78,28 e	3,35 e	4,86 c
PINEAPPLE	101,58 b	101,44 a	4,16 d	5,97 b
RUBI	87,68 c	79,54 e	2,45 f	7,68 a
SALUSTIANA	90,50 c	91,92 c	1,06 g	3,14 d
SHAMOUTI	73,76 f	85,09 d	2,28 f	3,85 d
SUNSTAR	98,30 b	97,07 b	5,12 c	3,79 d
TOREGOSA	84,18 d	87,44 c	1,12 g	4,08 c
VALÊNCIA IAC	87,40 c	76,25 e	4,87 c	6,21 b
V MONTE MORELOS	83,35 d	77,56 e	5,68 b	3,43 d
VALÊNCIA TUXPAN	79,72 e	75,66 e	6,59 a	4,77 c
WESTIN	110,87 a	93,05 c	4,68 c	5,27 b
BAHIA BAIANINHA	-	90,62 c	-	6,32 b
LIMA SCORE	-	92,27 c	-	5,59 b
PERA DP 06	-	73,39 e	-	5,41 b
F de Fisher calculado	36,56	17,98	33,26	7,25
Erro Padrão	1,57	1,79	0,26	0,42
CV(%)	9,50	11,42	36,71	45,88

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Figura 2.1. Fotos das variedades de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck avaliadas no estudo.

BAHIA 101

BIONDO

CARA-CARA

HAMLIN 02

HAMLIN 20

JAFA

JOÃO NUNES

KONA

MIDSWEET

NATAL 112

NATAL IAC

PEARSON BROWN

PERA 2000

PERA DP 12

PERA DP 21

PERA DP 25

PERA IAC

PINEAPPLE

RUBI

SALUSTIANA

SHAMOUTI

SUNSTAR

TOREGOSA

VALÊNCIA IAC

VAL MONTE MORELOS

VALÊNCIA TUXPAN

WESTIN

BAHIA BAIANINHA

NÃO TEM REGISTRO FOTOGRÁFICO

LIMA SCORE

PERA DP 06

2.3.1.2 Dimensões do fruto

O diâmetro longitudinal (DL) e o transversal (DT) (Figura 2.2) do fruto formam a relação DL/DT que determina o formato do fruto como: achatado (Relação <1,0), redondo (Relação=1,0), ou oblongo (Relação >1,0). Verificou-se que todas as variedades apresentaram, na média dos dois anos de safra, relação diâmetro longitudinal por diâmetro transversal igual ou superior a 1,0 (Figura 2.3). Do total, 60% das variedades apresentaram formato arredondado (entre 1,00 a 1,05) e 40% oblongos (relação entre 1,06 e 1,15) (Tabela 2.4). No ano de 2018 todas as variedades apresentaram, relação igual ou superior a 1,0, porém em 2017 foram encontrados alguns frutos de formato um pouco achatados (relação inferior a 1,00) nas variedades Jafa, João Nunes, Kona, Midsweet e Rubi. Geralmente, a maioria das variedades de laranjas são frutos circulares, com essa relação em torno de 1,0, compatível com este estudo (DOMINGUES et al., 2003).

As variedades Shamouti, Pera 2000, Bahia 101 e Cara-cara apresentaram as maiores medidas de tamanho e Hamlin 02 foi a menor nos dois anos de colheita (Figura 2.4). Shamouti alcançou maior diâmetro longitudinal no primeiro ano de colheita (83,80 mm) e 80,83 mm no segundo. Em 2018, a Bahia 101 apresentou as maiores medidas de frutos, tanto do diâmetro longitudinal (82,70 mm), quanto o diâmetro transversal (79,07 mm). Cara-cara foi a de maior diâmetro transversal em 2017 (79,24 mm), seguida também pela variedade Bahia 101 (76,88 mm).

O Programa Brasileiro para Modernização da Fruticultura classifica como frutos ótimos, para consumo as laranjas comuns com o diâmetro transversal igual ou superior a 71 mm, classificados como grandes, são considerados frutos médios entre 65 a 71 mm e frutos pequenos os menores que 65 mm. Cerca de 43,33% das variedades possuem dimensões satisfatórias, considerados grandes, para o mercado de frutas frescas, outros 46,66% possuem tamanho médio e apenas Hamlim 02, Pera DP 12 e Pera 21 podem ser classificadas como frutos pequenos. Laranja Bahia 101 com largura média nos dois anos de 77,98 mm foi a variedade de destaque, assim como a laranja Bahia se destaca como uma variedade de diâmetro médio acima de 76 mm, podendo atingir até 82 mm, em outros estudos (GRIZOTTO et al., 2012; PBMF, 2013; SANTOS et al., 2016).

A variedade João Nunes foi maior neste estudo comparado ao encontrado por Cavalcante et al. (2006), que encontrou média de 68 mm de diâmetro, enquanto que nesta avaliação a média foi de 72,04 mm. Neste mesmo estudo, as dimensões de Toregosa, Biondo e Rubi encontrada por estes pesquisadores foram equivalentes ao trabalho atual.

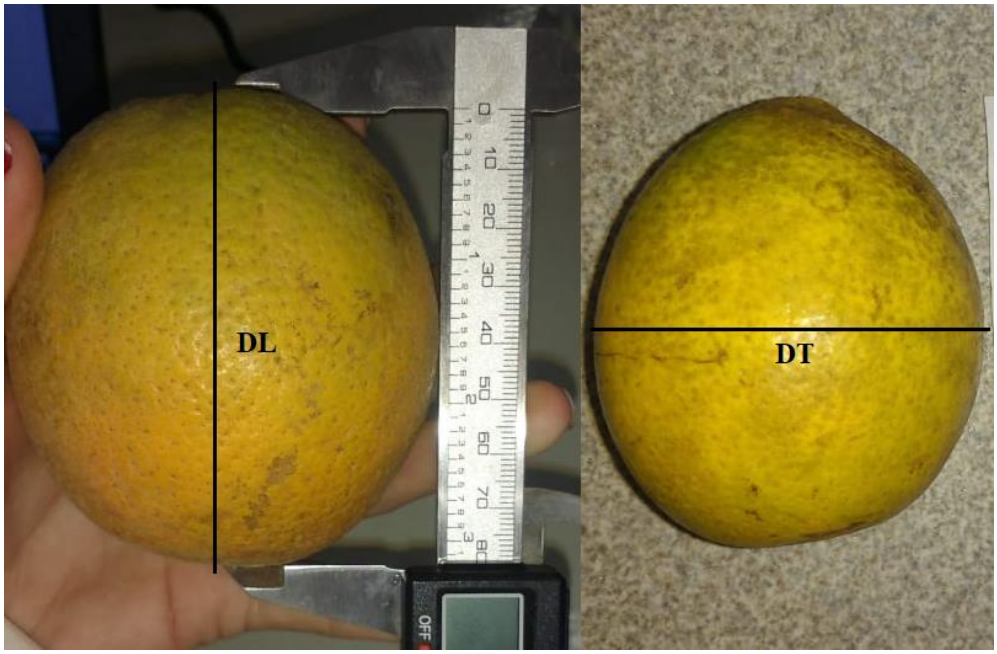

Figura 2.2. Diâmetro longitudinal (DL) e Diâmetro Transversal (DT) do fruto de *Citrus sinensis*.

Tabela 2.4. Valores de Diâmetro Longitudinal (D L), Diâmetro Transversal (D T) e Relação DL/DT provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018.

VARIEDADES	**D L (mm)**		**D T (mm)**		**Rel DL/DT**	
	2017	**2018**	**2017**	**2018**	**2017**	**2018**
BAHIA 101	80,23 b	82,70 a	76,88 b	79,07 a	1,04 e	1,05 d
BIONDO	71,99 e	70,87 e	72,14 c	70,45 d	1,00 g	1,01 e
CARA-CARA	80,16 b	77,25 c	79,24 a	72,65 c	1,01 g	1,06 d
HAMLIN 02	65,98 h	65,84 f	64,75 g	61,44 g	1,02 f	1,07 d
HAMLIN 20	74,61 d	74,22 d	68,51 e	66,74 f	1,09 c	1,11 b
JAFA	69,56 f	78,86 b	70,13 d	77,26 a	0,99 g	1,02 e
JOÃO NUNES	70,14 f	77,45 c	72,78 c	71,29 d	0,96 h	1,09 c
KONA	73,27 d	73,80 d	73,88 c	71,39 d	0,99 g	1,03 e
MIDSWEET	72,26 e	77,06 c	72,87 c	74,65 b	0,99 g	1,03 e
NATAL 112	69,33 f	72,18 d	64,83 g	68,29 e	1,07 d	1,06 d
NATAL IAC	70,14 e	74,01 d	68,55 e	70,76 d	1,02 f	1,05 d
PEARSON BROWN	71,44 e	73,33 d	71,61 d	71,74 d	1,00 g	1,02 e
PERA 2000	82,45 a	82,05 a	73,07 c	73,08 c	1,13 a	1,12 b
PERA DP 12	68,14 g	78,53 b	61,23 h	66,73 f	1,11 b	1,18 a
PERA DP 21	72,31 e	75,84 c	63,89 g	65,28 f	1,13 a	1,16 a
PERA DP 25	73,22 d	74,04 d	68,21 e	69,13 e	1,07 d	1,07 d
PERA IAC	78,15 c	72,76 d	70,52 d	66,72 f	1,11 b	1,09 c
PINEAPPLE	70,75 e	70,60 e	69,49 e	68,11 e	1,02 f	1,04 e
RUBI	71,53 e	72,55 d	73,75 c	70,97 d	0,97 h	1,02 e
SALUSTIANA	70,99 e	73,83 d	70,69 d	69,51 e	1,00 g	1,06 d
SHAMOUTI	83,80 a	80,83 a	76,47 b	69,52 e	1,10 c	1,16 a
SUNSTAR	68,04 g	78,49 b	67,89 e	74,49 b	1,00 g	1,05 d
TOREGOSA	71,86 e	71,25 e	71,20 d	70,27 d	1,01 g	1,01 e
VALÊNCIA IAC	73,17 d	75,93 c	70,20 d	68,83 e	1,04 e	1,10 b
V MONTE MORELOS	73,31 d	77,46 c	70,05 d	73,70 c	1,05 e	1,05 d
VALÊNCIA TUXPAN	68,26 g	70,98 e	67,39 f	68,38 e	1,01 g	1,04 e
WESTIN	71,15 e	73,45 d	66,42 f	66,07 f	1,07 d	1,11 b
BAHIA BAIANINHA	-	78,74 b	-	70,94 d	-	1,11 b
LIMA SCORE	-	69,63 e	-	67,94 e	-	1,02 e
PERA DP 06	-	77,24 c	-	70,69 d	-	1,09 c
F de Fisher calculado	49,02	26,82	44,62	30,78	44,07	28,98
Erro Padrão	0,64	0,75	0,61	0,65	0,007	0,008
CV(%)	4,79	5,45	4,79	5,05	3,88	4,36

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

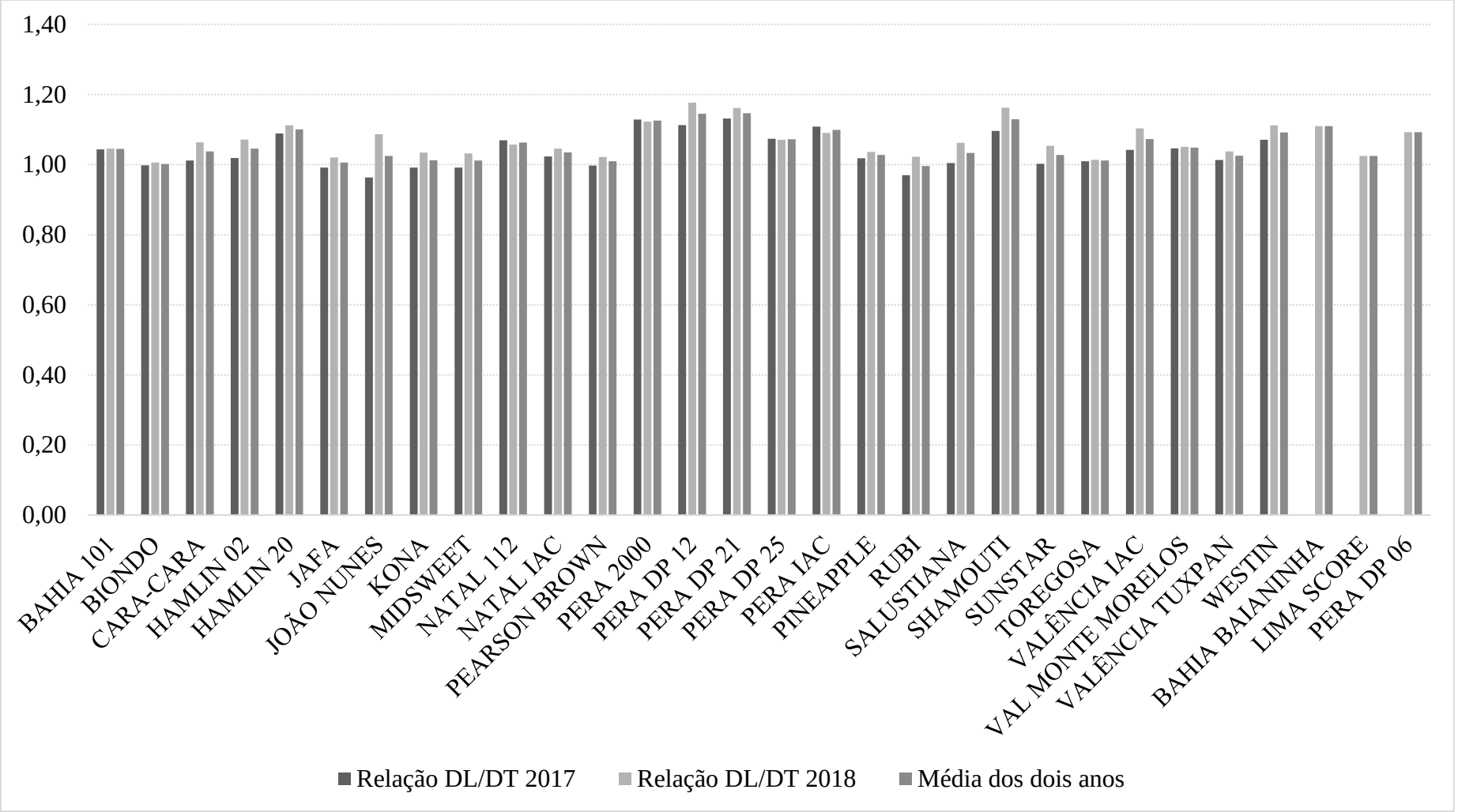

Figura 2.3. Relação Diâmetro Longitudinal/Diâmetro Transversal das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, e a média da relação nos dois anos, na EMATER, Anápolis, GO.

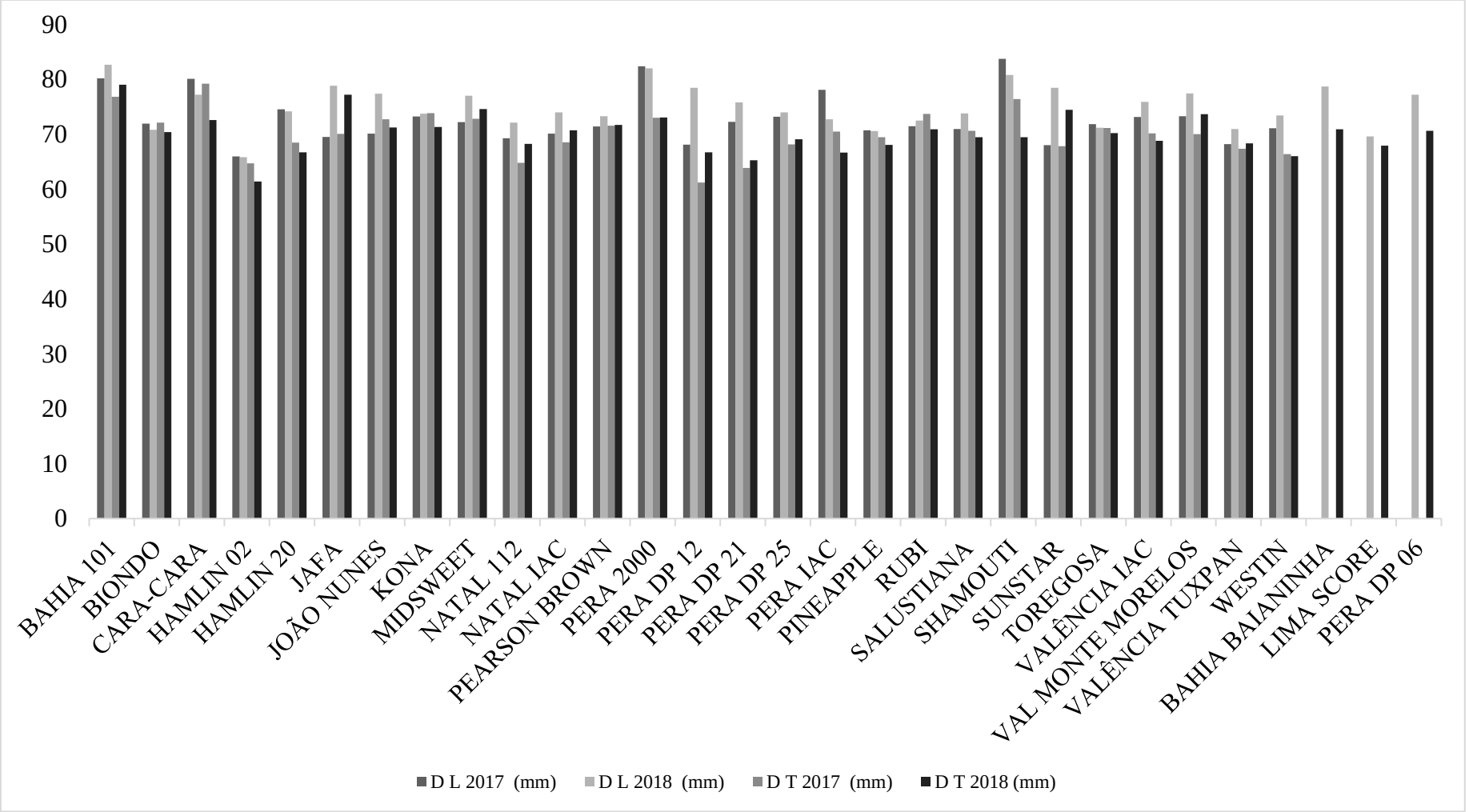

Figura 2.4. Diâmetro Longitudinal e Diâmetro Transversal das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

2.3.1.3 Número de sementes e espessura da casca do fruto

Há atualmente uma tendência do consumo *in natura* de frutos cítricos, frutas e hortaliças em geral e preferencialmente sem sementes. São considerados frutos sem sementes os que, eventualmente, podem possuir até três sementes viáveis. João Nunes e Bahia 101 possuem, em média, menos de uma semente por fruto (Figura 2.5; Tabela 2.5), sendo uma característica altamente desejável para consumo de mesa. Cara-Cara (2,19 sementes) e Salustiana (2,10) apresentaram, em média, menos que três sementes, se enquadrando neste grupo (PBMF, 2013; YARA, 2018).

As variedades Biondo, Jafa, Kona e Lima Score apresentaram, em média, respectivamente 22,45; 25,25, 22,99 e 22,20 sementes, foram as variedades que mais produziram sementes. Em Sooretama, no Espírito Santo, a variedade Kona produziu em média 87 sementes por fruto. O número de sementes é mais relevante para o consumo *in natura* do fruto, podendo ser inclusive aproveitada para a extração de óleo na indústria. O número de sementes é afetado pela polinização e fecundação, em um processo que se inicia no florescimento, sendo assim, as variedades presentes no pomar podem gerar diferenças no número de sementes devido à polinização cruzada entre variedades (MELO, 2013; CERRI-NETO et al., 2016).

Sobre a espessura da casca do fruto, os produtores e a indústria têm optado por cascas de espessura média, para agradar ao consumidor e beneficiar o processamento. Cascas mais espessas são mais fáceis de manusear para descascar os frutos *in natura* e possuem maiores teores de óleos essenciais, consequentemente, isso pode afastar insetos, além de proteger o fruto de danos mecânicos. Para a exigência da indústria, a casca auxilia no transporte e armazenamento, sendo importante frutos com cascas mais grossas. Por outro lado, o consumidor prefere frutos de casca mais fina, principalmente para o consumo *in natura*, pois a maioria degusta o fruto em contato da boca com a casca. Por tudo isso, o mercado prefere frutos de cascas médias para ser um bom aliado na pós colheita e ao mesmo tempo conseguir agradar ao consumidor e a indústria. As variedades Natal, Pera e Valência presentes no estudo possuem cascas de espessuras medianas, entre 3,93 a 5,13 mm, considerados intermediários espessura em torno de 4,0 mm (Figura 2.6) (DUARTE, 1996; SANTOS et al., 2010; NEGREIROS et al., 2014; YARA, 2018).

Tabela 2.5. Valores de Espessura da casca (em milímetros) e da quantidade de Sementes, provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018.

VARIEDADES	**Espessura**		**Nº sementes**	
	2017	**2018**	**2017**	**2018**
BAHIA 101	4,96 d	6,13 a	1,23 k	0,10 j
BIONDO	4,81 d	4,59 d	22,00 c	22,90 b
CARA-CARA	5,49 c	4,92 d	2,47 k	1,90 i
HAMLIN 02	4,49 e	5,29 c	7,30 h	4,47 h
HAMLIN 20	3,79 g	4,43 e	4,30 j	3,80 h
JAFA	5,00 d	5,59 c	24,73 b	25,77 a
JOÃO NUNES	6,56 b	5,84 b	0,10 k	0,53 j
KONA	5,63 c	6,19 a	27,10 a	18,87 d
MIDSWEET	5,31 c	6,31 a	19,40 d	20,93 c
NATAL 112	4,04 f	4,47 e	6,30 i	5,37 h
NATAL IAC	4,19 f	4,12 e	5,50 i	4,50 h
PEARSON BROWN	5,69 c	5,78 b	21,73 c	18,07 d
PERA 2000	5,53 c	4,72 d	7,87 h	8,40 f
PERA DP 12	4,90 d	4,36 e	7,20 h	9,23 f
PERA DP 21	4,18 f	4,62 d	6,50 i	8,97 f
PERA DP 25	3,59 g	4,34 e	6,20 i	11,07 e
PERA IAC	4,45 e	4,07 e	6,90 i	8,87 f
PINEAPPLE	4,96 d	5,18 c	22,23 c	19,43 c
RUBI	5,55 c	5,27 c	12,50 f	12,43 e
SALUSTIANA	5,08 d	4,93 d	2,03 k	2,17 i
SHAMOUTI	8,17 a	5,95 b	10,07 g	6,93 g
SUNSTAR	5,67 c	6,40 a	17,10 e	16,93 d
TOREGOSA	4,41 e	4,66 d	18,13 e	20,13 c
VALÊNCIA IAC	4,62 e	4,37 e	8,27 h	6,80 g
V MONTE MORELOS	4,52 e	4,30 e	6,70 i	6,10 g
VALÊNCIA TUXPAN	4,24 f	4,42 e	8,60 h	6,07 g
WESTIN	3,41 g	4,11 e	6,50 i	10,80 e
BAHIA BAIANINHA	-	4,59 d	-	7,03 g
LIMA SCORE	-	5,42 c	-	22,20 b
PERA DP 06	-	3,93 e	-	7,87 f
F de Fisher calculado	50,21	22,07	153,79	128,89
Erro Padrão	0,14	0,16	0,63	0,65
CV(%)	15,30	17,51	32,21	33,40

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

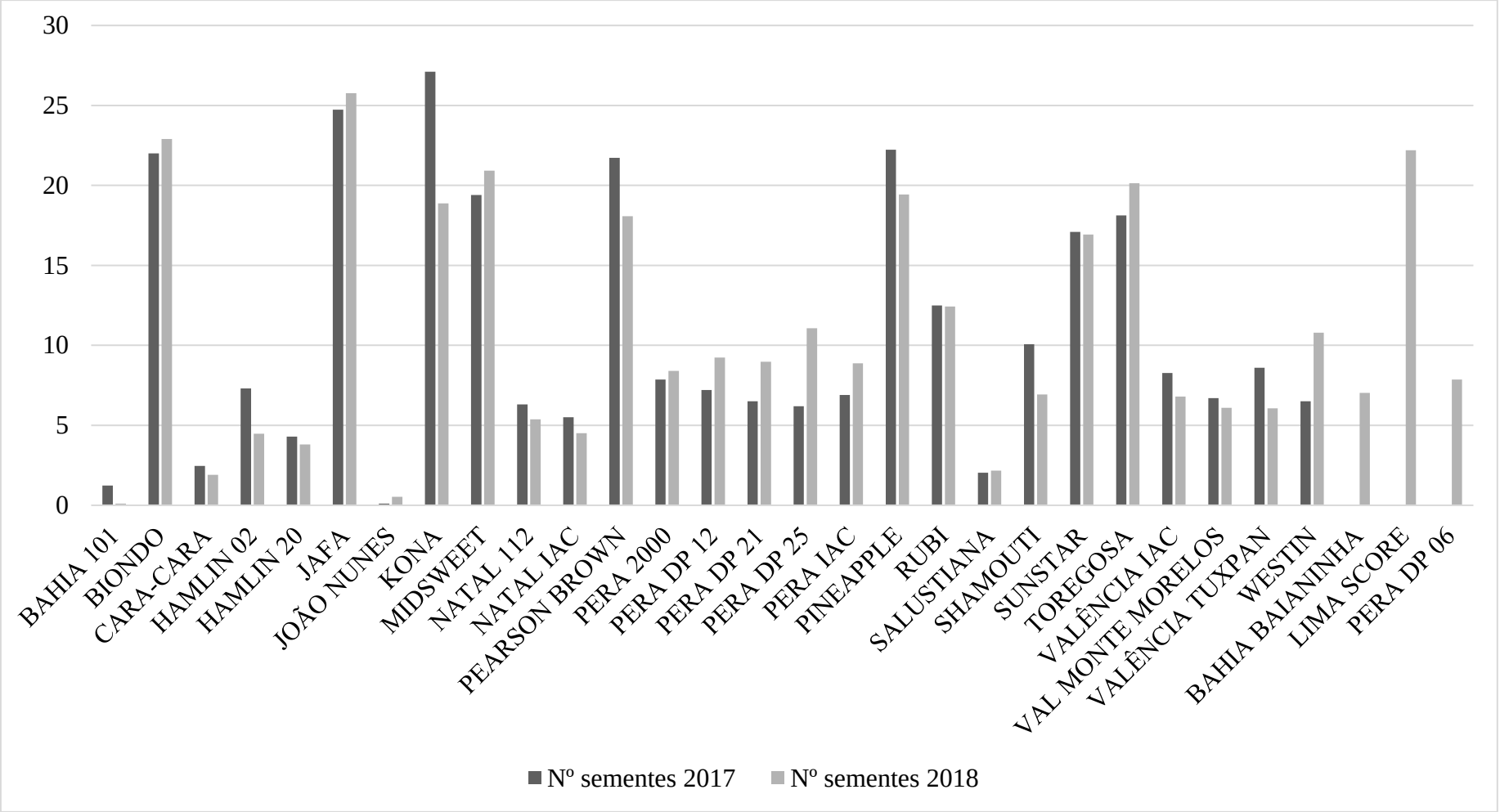

Figura 2.5. Número de sementes das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

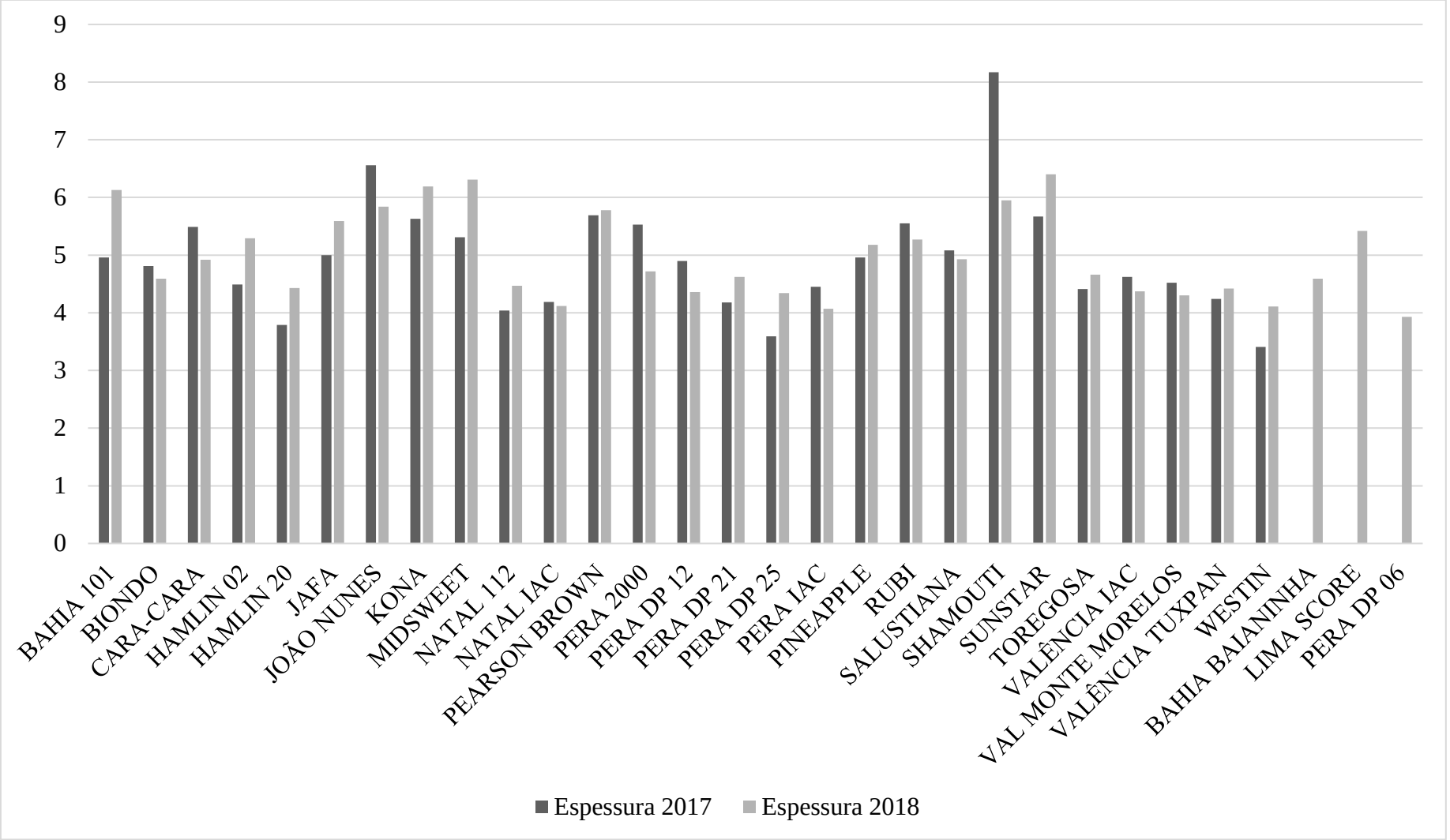

Figura 2.6. Espessura da casca dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

2.3.1.4 Massa do fruto, massa do suco e rendimento do suco

Devido à proporcionalidade dos tamanhos espera-se que frutos maiores sejam mais pesados e consequentemente possam render mais suco. Respeitando a proporção morfométrica, Hamlin 02, que foi um dos menores frutos e também apresentou as menores massas (Figura 2.7; Tabela 2.6). Em 2017, a variedade pesou 139,80 g, em média, seguido da Pera DP 12 que foi a variedade mais leve do ano de 2017 que, em média, pesou 130,37 g. Em 2018 a ordem final foi invertida, sendo a Pera DP 12 na penúltima colocação com 143,61 g e a mais leve foi a Hamlin 02 com 126,77 g. As duas variedades corresponderam aos pesos do suco proporcionais aos pesos dos frutos ficando nas últimas colocações nos dois anos (Figura 2.8). E devido aos fatores de pouca massa do fruto e tamanho pequeno, também não tiveram um bom rendimento de suco (Figura 2.9).

A laranja Bahia 101 que apresentou um dos maiores frutos em relação à massa, e possuiu as maiores massas nos dois anos, 270,09 g e 288,44 g, respectivamente, também teve o maior peso do suco nos dois anos, 121,62 g (2017) e 116,16 g (2018), porém obteve-se um dos rendimentos do suco mais baixos, entre 40,30% de rendimento de suco no segundo ano de colheita e 45,16% no primeiro ano, o que mostra que a variedade possui mais resíduo sólido na polpa ou 'bagaço', que é uma característica indesejável para a indústria. Bahia 101 foi compatível com os frutos de laranja de maior peso encontrado por Grizotto et al. (2012) (282 g).

Em 2017, João Nunes, Pera DP 12 e Shamouti e no ano de 2018, a laranja Hamlin 02, apresentaram rendimento de suco abaixo de 40%, o que pode desfavorecer o uso industrial. Porém, o rendimento exigido de suco para as variedades Hamlin, Bahia e Lima são de 35%, para Natal e Valência 44% e para variedades Pera 45%, portanto todas as variedades do estudo respeitaram os requisitos mínimos de qualidade. Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Pera DP 25, Toregosa e Pera DP 06 ficaram com bons rendimentos de suco, variando em torno de 48 a 53%, superior ao encontrado por Grizotto et al. (2012), entre 43 a 47% e por Negreiros et al. (2014) de 47,87%. O rendimento do suco é uma importante característica para o consumo *in natura* visto que, é um fruto consumido, principalmente por pressão e sucção do suco. O consumidor que compra laranjas prefere frutos que visualmente estão com bom aspecto externo da casca e tamanhos médios. Internamente, esperam-se frutos adocicados, menos ácidos com aroma característico e com mais suco (PBMF, 2013; NASCIMENTO, 2016; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Tabela 2.6. Valores de Massa do Fruto e Massa do suco, em grama (g); e valor de Rendimento do suco (Rendi), em porcentagem (%), provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018.

VARIEDADES	Massa (g)		Suco (g)		Rendim (%)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
BAHIA 101	270,09 a	288,44 a	121,62 a	116,16 a	45,16 c	40,30 e
BIONDO	196,41 d	189,86 d	91,40 c	95,64 c	46,51 c	50,33 b
CARA-CARA	227,00 c	209,09 c	96,98 b	86,61 d	42,77 d	41,34 e
HAMLIN 02	139,80 g	126,77 g	62,08 f	43,32 h	44,39 c	34,32 f
HAMLIN 20	176,91 e	167,38 e	88,07 c	89,99 d	49,82 a	53,74 a
JAFA	176,54 e	227,13 b	78,72 d	104,12 b	44,67 c	46,04 c
JOÃO NUNES	193,19 d	204,15 c	73,30 e	86,72 d	38,09 e	42,74 d
KONA	196,69 d	186,80 d	86,68 c	78,99 e	44,64 c	42,29 d
MIDSWEET	198,84 d	208,22 c	86,50 c	91,75 c	43,50 d	44,19 c
NATAL 112	154,61 f	173,58 e	73,89 e	88,07 d	47,84 b	50,84 a
NATAL IAC	175,15 e	178,19 e	81,91 d	81,77 e	46,77 c	45,89 c
PEARSON BROWN	195,66 d	194,97 d	98,94 b	94,73 c	50,64 a	48,73 b
PERA 2000	230,69 c	225,56 b	103,65 b	103,98 b	44,81 c	46,15 c
PERA DP 12	130,37 h	143,61 f	49,98 g	60,54 g	38,42 e	42,44 d
PERA DP 21	146,64 g	162,57 e	67,12 f	71,95 f	45,65 c	44,22 c
PERA DP 25	174,12 e	190,99 d	87,04 c	99,67 b	50,00 a	52,19 a
PERA IAC	196,37 d	179,31 e	89,05 c	92,56 c	45,33 c	51,73 a
PINEAPPLE	175,30 e	172,74 e	80,12 d	78,43 e	45,84 c	45,36 c
RUBI	201,54 d	189,31 d	96,98 b	92,92 c	48,24 b	48,61 b
SALUSTIANA	181,71 e	184,35 d	91,83 c	90,70 c	50,67 a	49,43 b
SHAMOUTI	250,32 b	200,49 c	97,93 b	84,94 d	39,36 e	42,41 d
SUNSTAR	166,10 f	234,07 b	70,82 e	93,73 c	42,64 d	40,25 e
TOREGOSA	190,30 d	187,16 d	96,25 b	93,61 c	50,64 a	49,86 b
VALÊNCIA IAC	189,41 d	190,00 d	85,85 c	86,44 d	45,37 c	45,58 c
V MONTE MORELOS	190,48 d	210,95 c	86,98 c	100,30 b	45,81 c	48,87 b
VALÊNCIA TUXPAN	167,74 f	175,16 e	81,21 d	79,33 e	48,42 b	45,29 c
WESTIN	160,05 f	169,68 e	76,35 e	80,62 e	47,63 b	47,39 b
BAHIA BAIANINHA	-	201,03 c	-	88,71 d	-	44,21 c
LIMA SCORE	-	166,53 e	-	74,83 f	-	44,91 c
PERA DP 06	-	206,89 c	-	105,50 b	-	51,30 a
F de Fisher calculado	55,78	39,03	44,03	34,82	25,97	27,17
Erro Padrão	4,19	4,75	2,14	2,37	0,67	0,83
CV(%)	12,28	13,59	13,81	14,77	8,15	9,83

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

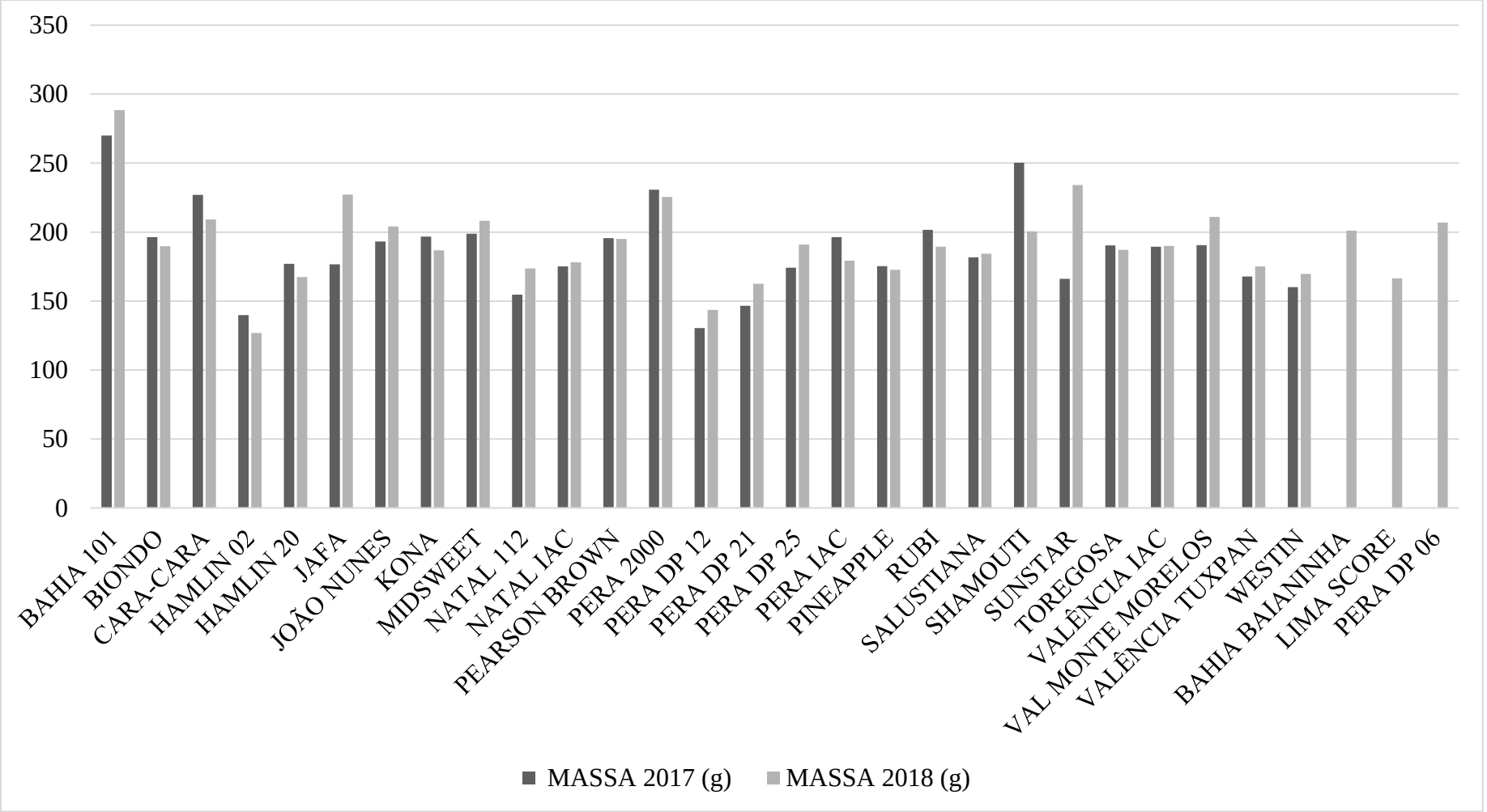

Figura 2.7. Massa total dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

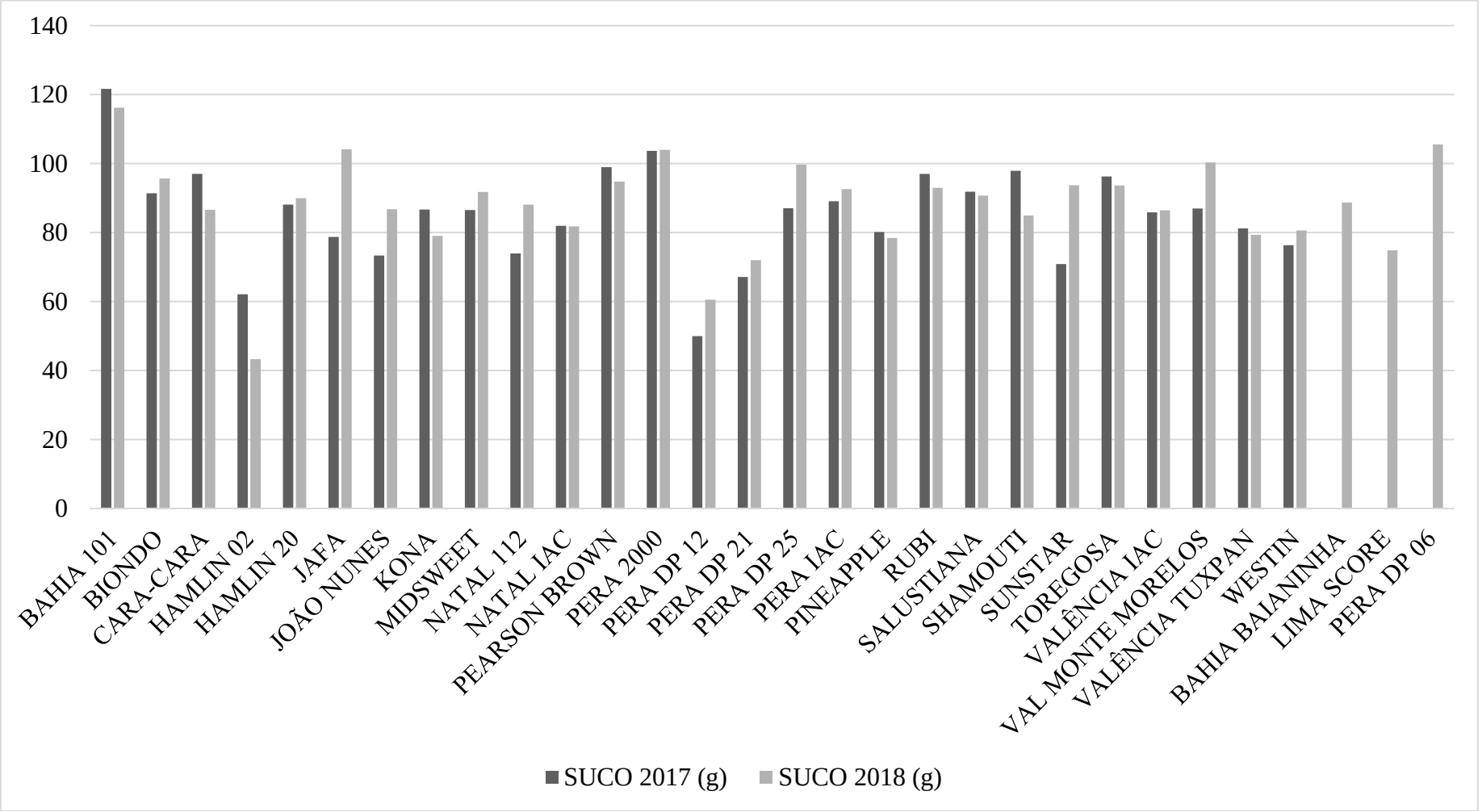

Figura 2.8. Massa do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

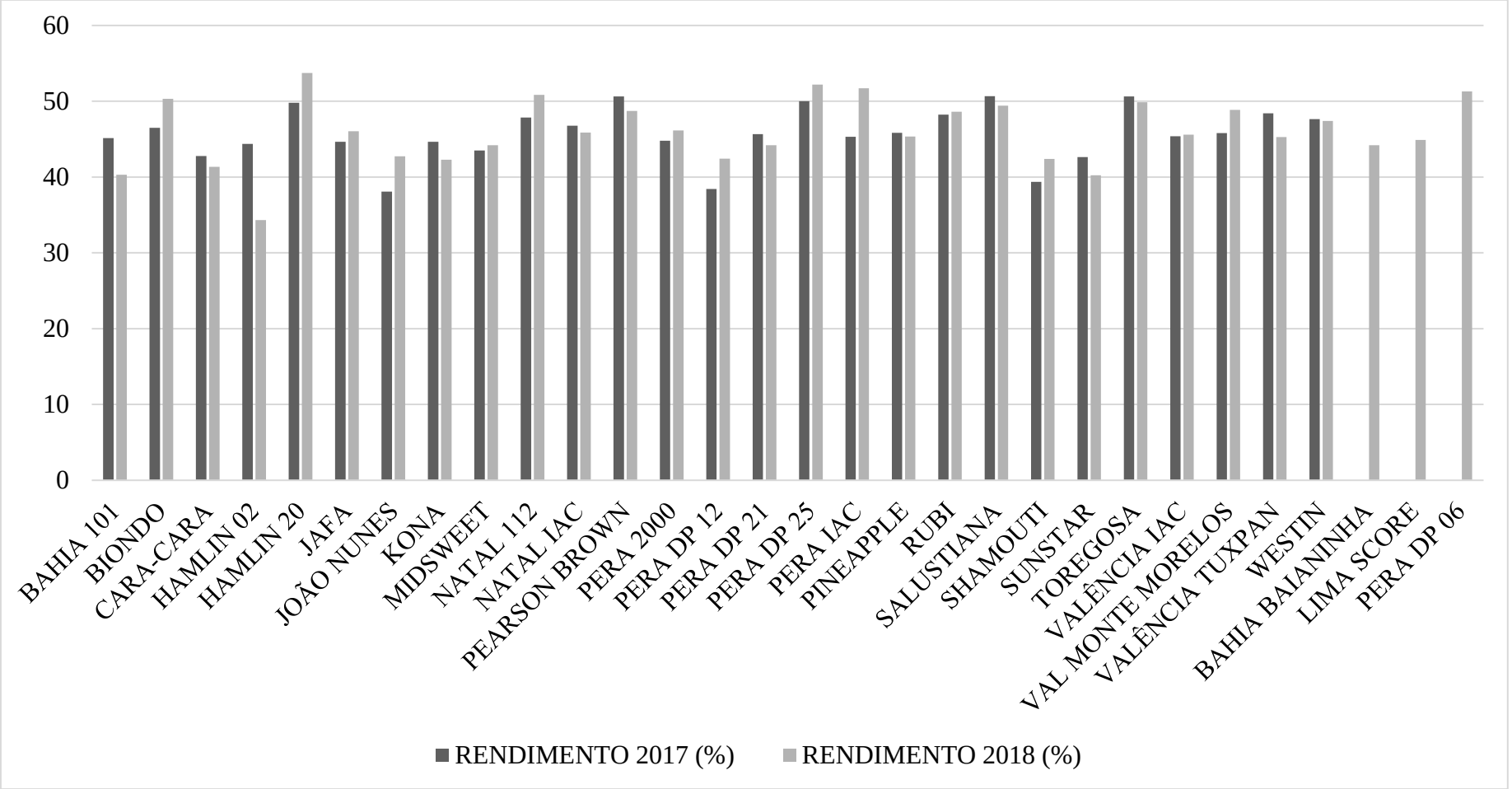

Figura 2.9. Rendimento do suco, em porcentagem, das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

2.3.1.5 Análise de Componentes Principais e à Análise de Agrupamento Hierárquico das características físicas dos frutos

Com base nos resultados obtidos na análise de agrupamento pela técnica PCA para as características físicas das variedades (Figura 2.10), foi possível identificar que o componente 1 foi responsável por 50,26% das variações dos dados e o componente 2 por 24,51%. Portanto, os dois primeiros componentes principais foram responsáveis por 74,77% da variação total das características físicas entre as variedades de laranja, explicando de forma efetiva a variância amostral total.

Os diâmetros longitudinal e transversal apresentaram-se correlacionadas positivamente com a massa dos frutos. A presença das variedades Bahia 101, Pera 2000 e Bahia Baianinha deslocadas à direita do segundo quadrante e Cara-cara e Shamouti deslocadas à direita do terceiro quadrante indicam que características de tamanho e peso são mais significativas para descrever estas variedades. Hamlin 02 é mais leve e menor e apresentou-se deslocada na extremidade esquerda do quarto quadrante.

A análise de agrupamento em relação às características físicas dos frutos, possibilitou o agrupamento das 30 variedades em quatro grandes grupos, por distância euclidiana (Figura 2.11). A técnica UPGMA apresentou correlação cofenética de 0,74, sendo eficiente no ajuste entre as distancias. O grupo 1 constituído pelas variedades Hamlin 02, Pera DP 12 e Pera DP 21, pequenas, leves, oblongas, casca média, menos sementes, baixo a médio rendimento de suco. O grupo 2 constituído por Biondo, Toregosa, Pearson Brown, Rubi, Jafa, Kona, Midsweet, Sunstar, Pineapple e Lima Score, laranjas médias, mais arredondadas, cascas de média a grossas, com mais sementes, rendimento médio a alto de suco. O grupo 3 foi composto por Hamlin 20, Pera DP 25, Salustiana, Natal 112, Valência Tuxpan, Westin, Natal IAC, Pera IAC, Valência IAC, Valência Monte Morelos, Bahia Baianinha e Pera DP 06, o maior e mais diverso grupo. Cara-cara, Pera 2000, Shamouti, João Nunes e Bahia 101, pertencem ao quarto grupo, de laranjas médias, com cascas mais espessas e menos sementes.

Couto et al. (2018) encontraram Pera IAC no mesmo grupo que a laranja Pera-rio. Bahia Baianinha, Natal IAC e Natal 112 estiveram em outro grupo diferente de distância euclidiana, similar ao encontrado neste estudo, onde Natal IAC e Natal 112 estão mais próximas, Bahia Baianinha se encontra dentro deste mesmo grupo, mas um pouco mais distante.

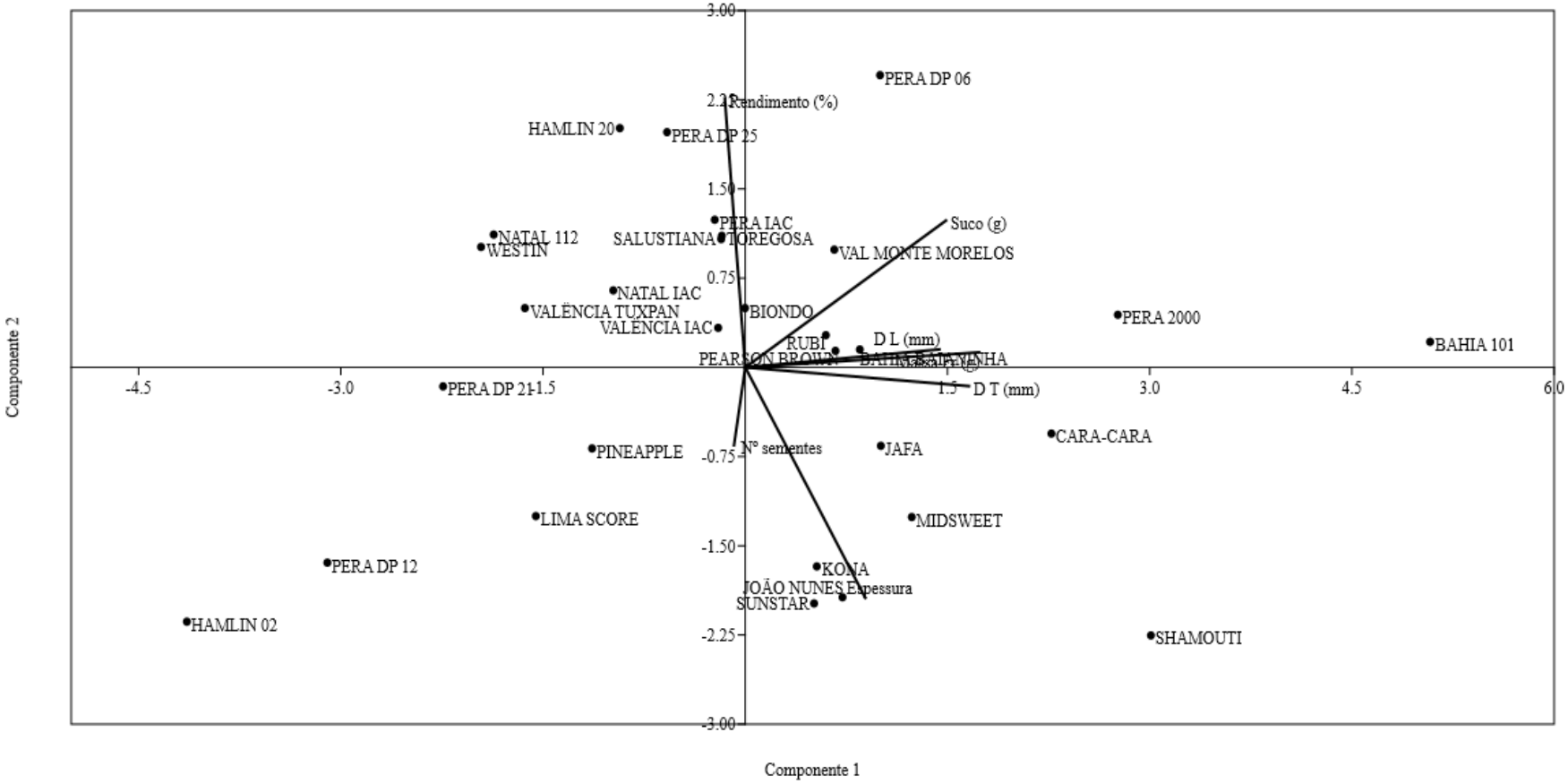

Figura 2.10. Biplot das características físicas dos frutos (DL- Diâmetro Longitudinal; DT- Diâmetro Transversal; Espessura da casca; Número de sementes; Massa do Fruto; Peso do Suco; e Rendimento do Suco) e a distribuição das variedades em relação aos componentes principais 1 e 2.

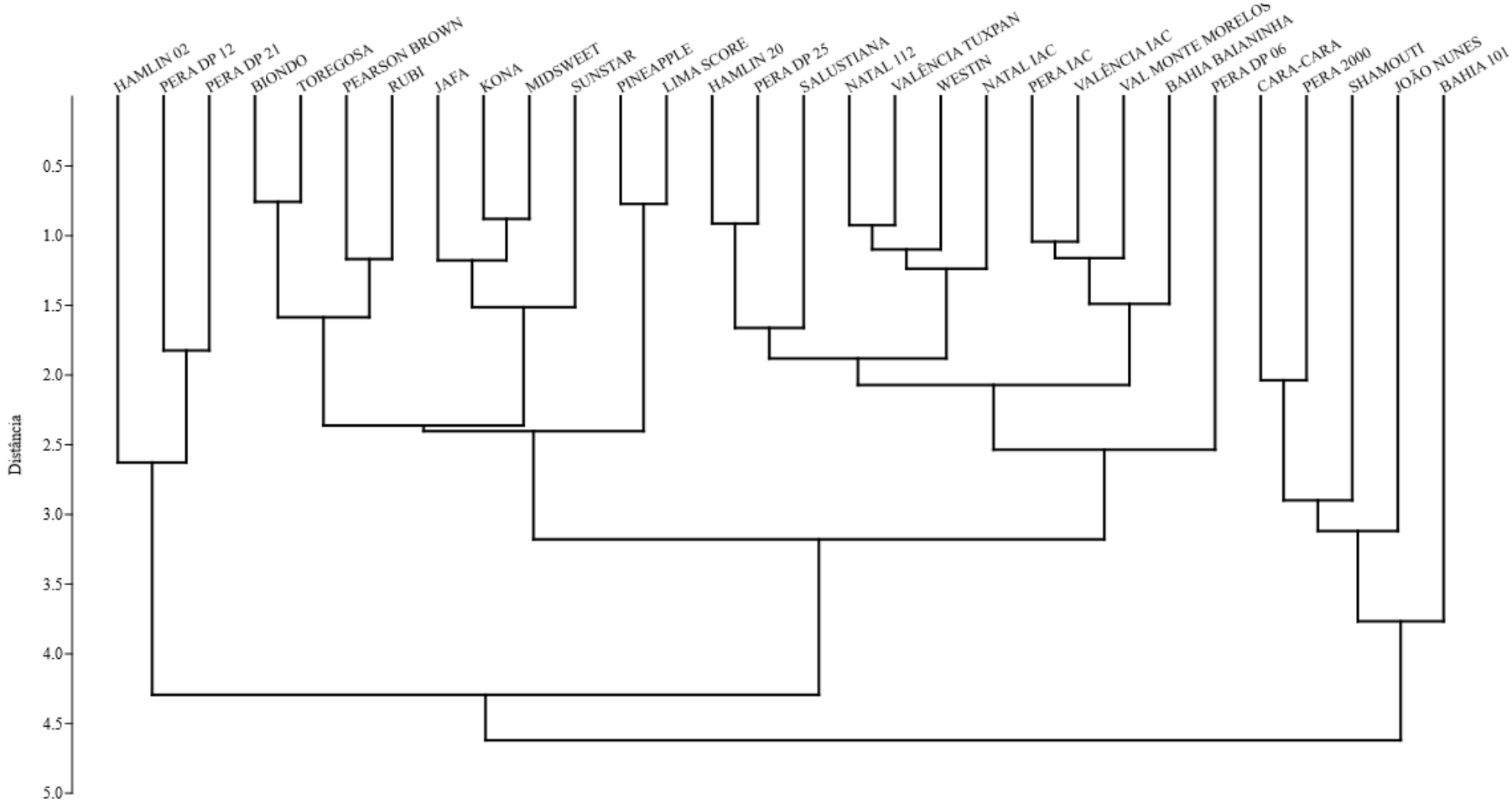

Figura 2.11. Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico, por Distância Euclidiana, método UPGMA, entre as variedades de laranja em relação às suas características físicas dos frutos.

2.3.2 Características químicas dos frutos

As características químicas, com todos os dados disponíveis na Tabela 2.7.

2.3.2.1 Teor do pH e acidez dos frutos

Os citros, em geral, são frutos que possuem altos índices de acidez, isto devido à alta concentração de ácidos totais presentes no fruto, principalmente o ácido cítrico. A alta acidez resulta em baixos valores do pH do suco do fruto e altos valores de acidez titulável, representados na Figura 2.12. Em 2017 todas as variedades podem ser consideradas ácidas a muito ácidas, com o pH variando entre 3,92 da Cara-cara, até a mais ácida a Natal IAC (2,93). Em 2018 a variedade de laranja Lima Score apresentou maior pH, em média 5,60, sendo considerado um fruto de teor mais neutro, resultado que possui influência das somas de ácidos totais do fruto, a variedade também apresentou menor teor de acidez titulável (0,13% de ácido cítrico) (Figura 2.12). Do total, 90% das variedades apresentaram pH entre 3,0 e 4,0, o mais comum das variedades de laranja (MELO, 2013).

A acidez titulável é um dos principais atributos que indicam a qualidade e o ponto de colheita dos frutos. O principal ácido encontrado nos sucos de frutas cítricas é o ácido cítrico. À medida que os frutos crescem, os ácidos se comportam inversamente proporcional à maturação, pois no início do desenvolvimento dos frutos eles são máximos, permanecendo constante nas fases iniciais e decrescendo durante o crescimento dos frutos, sendo que na maturação a acidez em frutos de laranjas está entre 0,5 e 1,05%. Observou- se que 83,33% das variedades apresentaram valores próximos aos exigidos, na média dos dois anos, exceto Lima Score (0,13) com pouca acidez e índices mais elevados em Natal IAC (1,26), Pearson Brown (1,41), Valência Monte Morelos (1,24) e Valência Tuxpan (1,48) (CEAGESP, 2011; NASCIMENTO, 2016).

Grizotto et al. (2012) encontraram menor porcentagem de ácido cítrico (0,67%) em frutos obtidos de sistema irrigado em comparação a um sistema convencional que ficaram com 0,78 a 0,8% de ácido cítrico no fruto. Arruda et al. (2011) encontraram entre 0,82 a 2,01 sistema convencional e de 0,79 a 1,41 sistema orgânico. Na atual avaliação os valores de acidez titulável ficaram entre 0,95 (Valência IAC) a 1,55 (Valência Tuxpan) no ano de 2018, sendo encontrado cerca de 1,05% para Valência em outro estudo (BORDIGNON et al., 2003; ARRUDA et al., 2011).

Tabela 2.7. Teores de pH, Sólidos Solúveis (SS, em ºBrix), Acidez Titulável (AT, em % de ácido cítrico) e Ácido Ascórbico (AA, em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco); em variedades de laranjas provenientes da EMATER, Anápolis, GO, no ano de 2017 e de 2018.

VARIEDADES	pH		SS		AT		AA		RATIO	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
BAHIA 101	3,27 g	3,80 e	10,19 d	9,72 g	0,67 i	0,67 g	45,59 h	86,45 d	15,20 b	14,72 c
BIONDO	3,39 e	3,68 f	10,77 c	11,22 c	1,08 d	1,13 c	58,87 g	111,18 b	9,95 e	9,90 d
CARA-CARA	3,92 a	4,09 c	9,49 f	9,60 g	0,51 k	0,51 h	71,38 e	61,66 f	18,93 a	19,02 b
HAMLIN 02	3,53 c	3,61g	9,74 e	11,89 b	0,65 i	0,90 e	71,95 e	138,26 a	15,07 b	13,29 c
HAMLIN 20	3,32 f	3,24 k	9,41 f	9,61 g	0,84 g	0,99 d	50,02 h	92,81 c	11,27 d	9,69 d
JAFA	3,33 f	3,50 i	10,19 d	9,84 f	1,15 d	1,09 c	73,24 e	83,95 d	8,85 f	9,03 d
JOÃO NUNES	3,49 d	4,15 b	12,78 a	10,38 e	1,00 e	0,54 h	70,66 e	75,02 e	12,83 c	19,16 b
KONA	3,43 e	3,77 e	9,18 f	9,58 g	0,86 f	0,87 e	76,45 e	104,82 b	10,71 d	11,14 d
MIDSWEET	3,27 g	3,93 d	10,38 d	9,46 g	1,14 d	0,71 g	51,87 h	91,03 d	9,15 f	13,37 c
NATAL 112	3,49 d	3,38 j	9,86 e	9,34 g	1,01 e	1,12 c	56,52 g	89,31 d	9,83 e	8,40 e
NATAL IAC	2,93 i	3,03 m	10,35 d	9,95 f	1,23 c	1,30 b	62,80 g	104,60 b	8,47 f	7,72 e
PEARSON BROWN	3,24 g	3,08 m	10,10 d	10,34 e	1,27 b	1,55 a	68,16 f	102,24 b	8,01 g	6,81 e
PERA 2000	3,67 b	3,69 f	8,20 h	8,80 h	0,60 j	0,81 f	56,23 g	60,30 f	13,77 c	10,90 d
PERA DP 12	3,23 g	3,20 k	11,60 b	10,81 d	0,88 f	1,23 b	65,02 f	84,10 d	13,20 c	8,85 d
PERA DP 21	3,44 e	3,62g	9,74 e	10,73 d	0,88 f	0,93 d	73,52 e	95,01 c	11,10 d	11,57 d
PERA DP 25	3,32 f	3,14 l	9,50 f	10,32 e	0,93 e	1,26 b	59,66 g	96,96 c	10,25 e	8,20 e
PERA IAC	3,91 a	3,36 j	7,79 i	10,08 f	0,74 h	0,98 d	57,52 g	73,81 e	10,56 d	10,32 d
PINEAPPLE	3,55 c	3,65 g	10,26 d	10,94 d	0,80 g	0,86 e	117,82 b	131,18 a	12,92 c	12,84 c
RUBI	3,25 g	3,87 d	9,59 e	11,12 c	0,77 h	0,88 e	100,96 c	96,39 c	12,57 c	12,77 c
SALUSTIANA	3,05 h	3,48 i	8,82 g	8,60 h	0,83 g	0,94 d	58,30 g	92,10 c	10,61 d	9,12 d
SHAMOUTI	3,73 b	3,53 h	9,27 f	10,08 f	0,71 i	0,87 e	59,45 g	94,67 c	13,28 c	11,70 d
SUNSTAR	3,36 f	3,61 g	10,19 d	9,44 g	1,31 b	0,94 d	86,31 d	105,89 b	7,87 g	10,07 d

VARIEDADES	pH		SS		AT		AA		RATIO	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
TOREGOSA	3,10 h	3,69 f	9,23 f	9,88 f	0,90 f	1,07 c	136,26 a	106,03 b	10,28 e	9,28 d
VALÊNCIA IAC	3,33 f	3,35 j	9,62 e	9,18 h	1,28 b	0,95 d	67,16 f	89,81 d	7,56 g	9,76 d
VAL MONTE MORELOS	3,39 e	3,08 m	9,38 f	8,91 h	1,21 c	1,27 b	58,66 g	103,75 b	7,77 g	7,06 e
VALÊNCIA TUXPAN	3,33 f	2,89 n	10,08 d	9,92 f	1,41 a	1,55 a	71,24 e	107,60 b	7,19 g	6,42 e
WESTIN	3,74 b	3,39 j	9,87 e	11,32 c	0,98 e	1,13 c	66,81 f	74,81 e	10,17 e	10,11 d
BAHIA BAIANINHA	-	4,06 c	-	8,86 h	-	0,51 h	-	75,45 e	-	17,54 c
LIMA SCORE	-	5,60 a	-	13,22 a	-	0,13 i	-	100,10 c	-	106,37 a
PERA DP 06	-	3,49 i	-	8,10 i	-	0,82 f	-	70,38 e	-	9,85 d
F de Fisher calculado	99,06	368,64	55,07	42,71	95,43	105,51	88,87	40,27	86,59	592,40
Erro Padrão	0,024	0,026	0,13	0,16	0,024	0,030	2,13	2,79	0,30	0,73
CV(%)	2,22	2,27	4,13	5,11	8,12	9,87	9,63	9,44	8,54	16,25

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

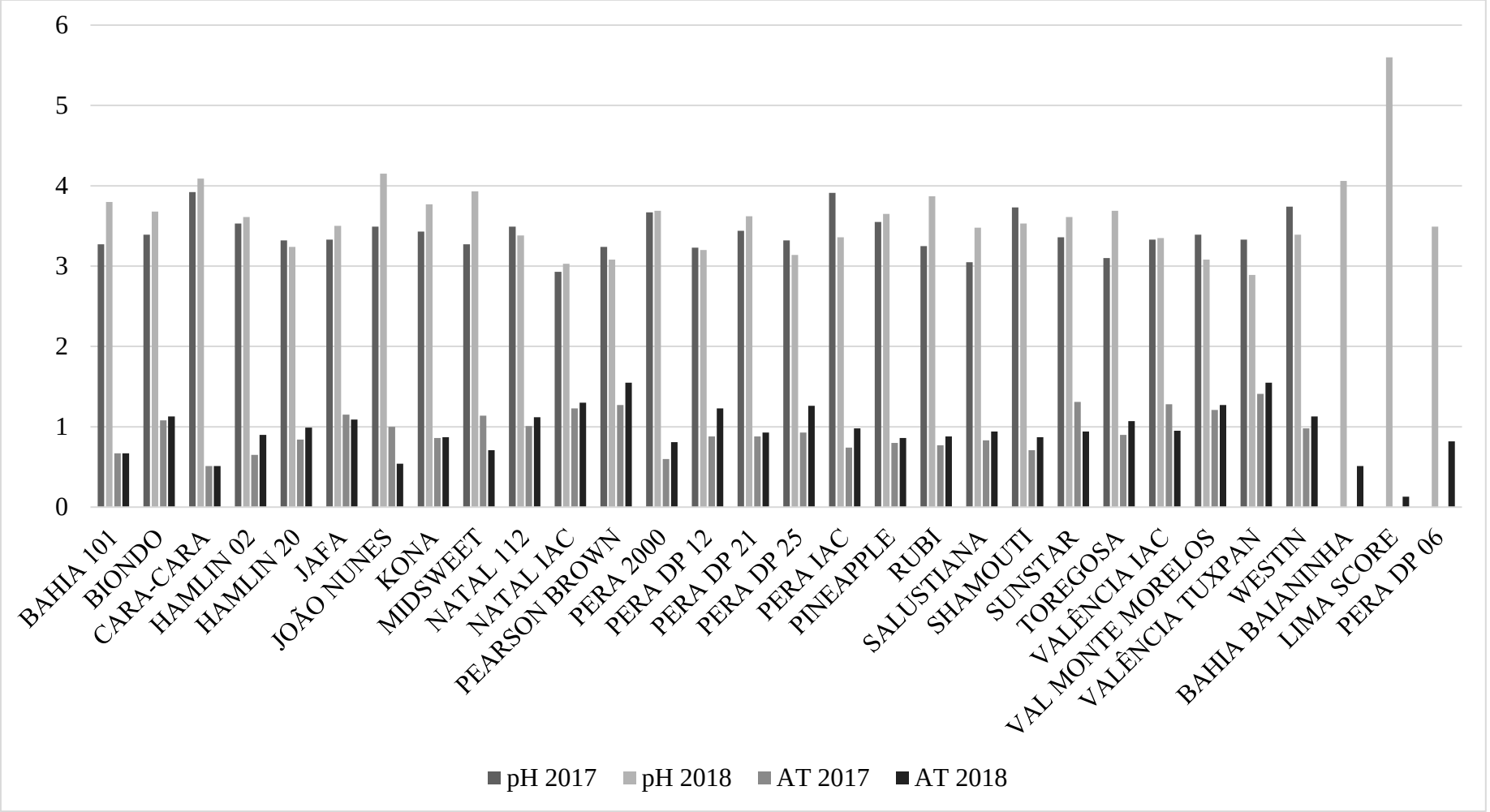

Figura 2.12. Valores obtidos do pH e da Acidez titulável do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

2.3.2.2 Sólidos solúveis e Ratio

Os valores encontrados para Sólidos Solúveis e Ratio encontram-se na Figura 2.13. Os sólidos solúveis são compostos de todos os constituintes da fruta dissolvidos na porção de água do suco. Os teores mínimos adequados para a colheita de laranjas e tangerinas, devem situar-se em torno de 9 a 10° Brix, sendo considerados palatáveis ao que o consumidor procura nos frutos de laranja e são perceptivelmente frutos mais doces. As laranjas são frutos não climatéricos, ou seja, os teores de açúcares e ácidos não se alteram após a colheita, para isso é importante conhecer o momento da maturação do fruto para a colheita (LEMOS et al., 2012; PBMF, 2013; NASCIMENTO, 2016).

Arruda et al. (2011) apresentaram o valor entre 9,78 a 13,79 ºBrix em sistema de plantio convencional e 10,82 a 13,10 em sistema orgânico. Grizotto et al. (2012) determinaram entre 6,9 a 7,1º Brix em sistema irrigado e 8,0 a 9,1º Brix em sistema convencional. Para Valência o valor próximo a 11,8º Brix poderia ser considerado ideal. No atual estudo as variedades variaram entre 8,5 a 13,22, em conformidade ao encontrado nestes outros trabalhos, mesmo com diferentes formas de manejo e cultivo. João Nunes e Lima Score apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis (12,78ºBrix e 13,22ºBrix, respectivamente) (BORDIGNON et al., 2003; GRIZOTTO et al., 2012).

Para o processamento do fruto, a qualidade organoléptica dada pelo sabor, aroma, textura, cor e valor nutritivo são mais importantes. Atualmente, o *Frozen Concentrated Orange Juice* (FCOJ) é o principal produto exportado da laranja, cuja água é removida, mantendo até a uma concentração de 66ºBrix. Para este segmento da indústria, os valores de rendimento de suco não são mais importantes que os teores de pH, Sólido Solúveis e Acidez Titulável (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

Frutos mais ácidos e doces são preferíveis para a produção do suco concentrado congelado. O segundo produto mais vendido é o *Not Frozen Concentrate* (NFC) este, passa por um processo de pasteurização sem a retirada da água, portanto, variedades que rendem mais suco podem ser valorizadas neste segmento da indústria. Quase todas as variedades apresentaram acidez considerável em seus frutos, exceto Lima Score, recomendada para o consumo de crianças, idosos e pessoas com problemas digestivos (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A relação sólidos solúveis e ácidos define o índice de maturação, o fruto se torna maduro, comestível e agradável ao paladar quando essa relação SS/AT (Ratio) é superior a 7,0; nos citros, essa escala preferencialmente deve superar 9,5. Cara-cara apresentou alto

valor de Ratio nos dois anos de cultivo, (18,93, em 2017 e 19,02 em 2018) e Lima Score atingiu a maior relação (106,37), resultado do seu alto teor de sólidos solúveis e a baixa acidez titulável. Sucos com Ratio entre 11 e 18 são mais apreciados pelos consumidores em razão do equilíbrio entre açúcares e ácidos, porém o processamento industrial inclui frutos com valores entre 6 a 20, preferencialmente acima de 14 (DUARTE, 1996; VOLPE et al., 2002; NEGREIROS et al., 2014; NASCIMENTO, 2016).

Todas as variedades, exceto Lima Score (106,37), devido aos valores mínimos de ácidos presentes no fruto, portanto as demais poderiam ser incluídas no processamento. Doze variedades estão entre 11 a 18º Brix, mais procurado pelos consumidores por frutos frescos. Independente do sistema de plantio o Ratio dos frutos de laranja varia, aproximadamente, entre 6,20 a 16,20, em conformidade com este estudo (ARRUDA et al., 2011; GRIZOTTO et al., 2012; BRUNINI et al., 2013).

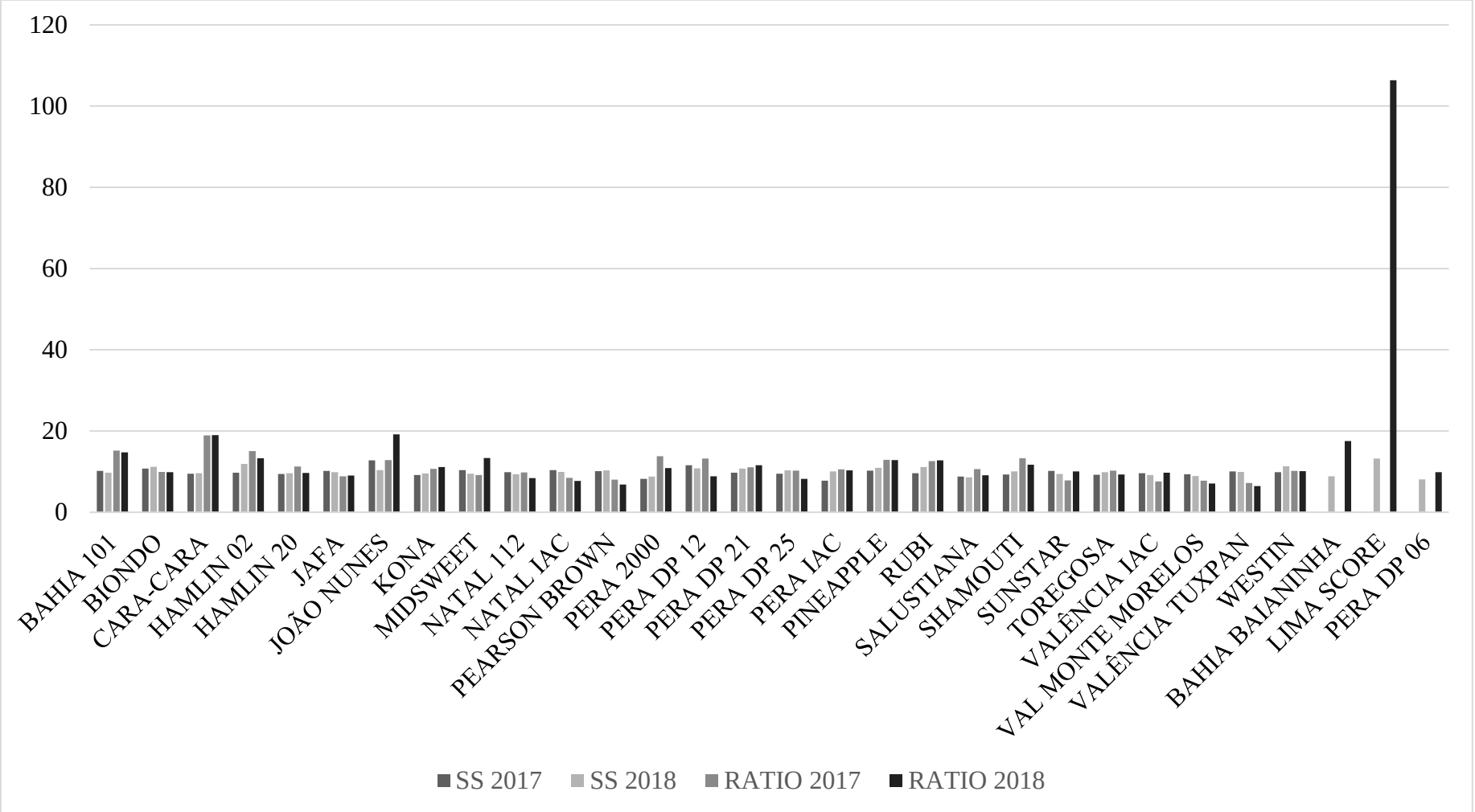

Figura 2.13. Valores obtidos do teor de Sólidos Solúveis e Relação Sólidos Solúveis por Acidez Tituável (RATIO) proveniente do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

2.3.2.3 Teor de Ácido Ascórbico

Couto e Brazaca (2010) realizaram a quantificação de vitamina C em diversos cítricos. Neste estudo, os autores identificaram em algumas variedades de citros o consumo de um e meio a dois frutos por dia são quantidades consideradas suficientes para suprir as necessidades diárias de consumo de vitamina C por dia em adultos, que é de 90 mg para homens e de 75 mg para mulheres.

Em relação ao ácido ascórbico (Figura 2.14), Toregosa e Pineapple possuem maiores quantidades de ácido ascórbico (106 a 138 mg a. a./100 mL de suco) comparada a variedades cítricas já comercializadas como é o caso da laranja pera, variando de 62 a 71, pera D9 (69,71 mg/100 mL), tangerina ponkã (32,47 mg/100 mL), tangerina murcote (21,47 mg/100 mL), laranja lima (64,58 mg/100 mL), e até de variedades mais ricas em vitamina C, como laranja bahia (80,013 mg/100 mL) e natal (84,03 mg/100 mL), podendo se alterar de acordo com a variedade e o grau de amadurecimento (MANELA-AZULAY 2003; COUTO; BRAZACA 2010; BRUNINI 2013; MEDEIROS et al.,2013; NASCIMENTO, 2016).

O ácido ascórbico é o composto majoritário na Vitamina C, portanto, a vitamina C se comporta como os ácidos no fruto. A concentração máxima de ácido ascórbico ocorre no início do desenvolvimento do fruto decrescendo até a maturação. O tempo de armazenamento pós colheita também é um fator que pode ocasionar a diminuição da Vitamina C no fruto. As variedades Hamlin variaram entre 71,41 a 105, 11 mg a.a/ 100mL de suco, na média dos dois anos de colheita, valor relativamente compatível ao encontrado por Brunini et al. (2013), mas muito maiores comparado ao que Medeiros et al. (2013) apresentaram para Hamlin 02 de 25 mg a.a./ 100mL de suco e por Todisco et al. (2012) e Donadio et al. (1999) que encontraram entre 30 a 88,89 mg a.a./ 100mL de suco em laranjas “folha murcha” e variedades de laranja precoce.

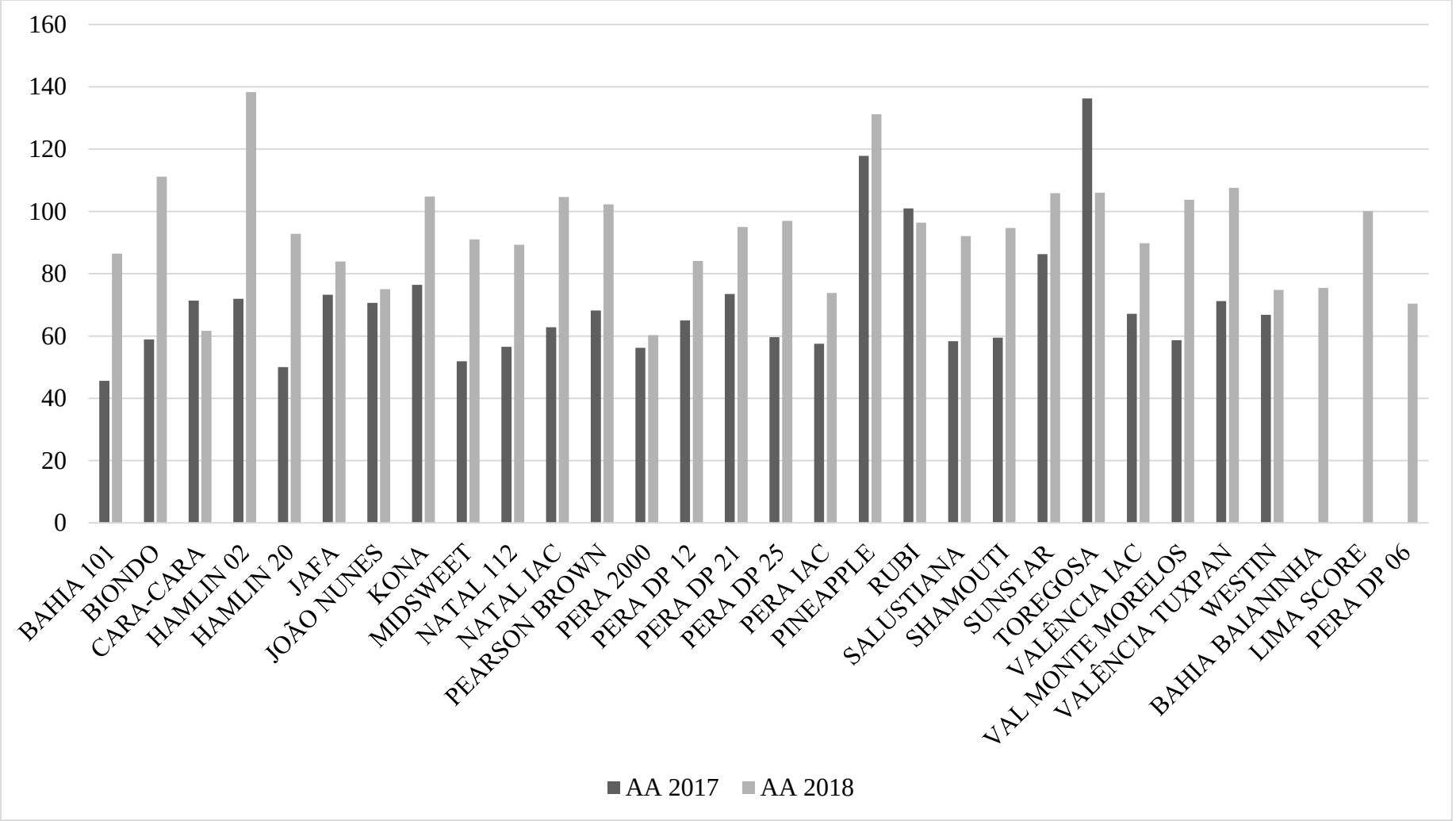

Figura 2.14. Ácido ascórbico proveniente do suco dos frutos das 30 variedades de citros, colhidas nas safras 2017 e 2018, na EMATER, Anápolis, GO.

2.3.2.4 Análise de Componentes Principais e à Análise de Agrupamento Hierárquico das características químicas dos frutos

Na análise de PCA para as características químicas das variedades (Figura 2.15), os dois primeiros componentes principais foram responsáveis por 83,90% da variação total das características químicas entre as variedades de laranja, sendo, esta análise, muito eficiente para explicar a variância amostral total das variáveis químicas. O componente 1 foi responsável por 59,23% das variações dos dados e o segundo componente por 24,67%.

Lima Score está posicionada a extremidade direita, oposto às variedades com maiores teores de Acidez Titulável. E neste segundo quadrante estão as variedades que mais se correlacionaram com os teores de Sólidos Solúveis, Ácido Ascórbico e a Relação Ratio, esta variedade possuiu maiores valores para todos estes atributos da caracterização química.

Pela análise de agrupamento das características químicas (Figura 2.16), Lima Score corresponde exatamente complementando a análise da PCA, a variedade desvia completamente do comportamento das outras variedades, sendo um grupo único, de características químicas não compartilhadas com as demais. A técnica UPGMA apresentou correlação cofenética de 0,93, sendo eficiente no ajuste entre as distâncias, gerando dois grupos de similaridades: o formado pela Lima Score, e as demais variedades em outro grupo.

O segundo grupo, apenas apresentou à similaridade entre as características químicas entre as variedades. As variedades possuem acidez alta, maiores valores de Acidez titulável e teor de sólidos solúveis em níveis aceitáveis para o beneficiamento do fruto. Destaca-se o último subgrupo formado pelas variedades Hamlin 02, Rubi, Sunstar, Pineapple e Toregosa que possuem altos teores de ácido ascórbico em seus frutos.

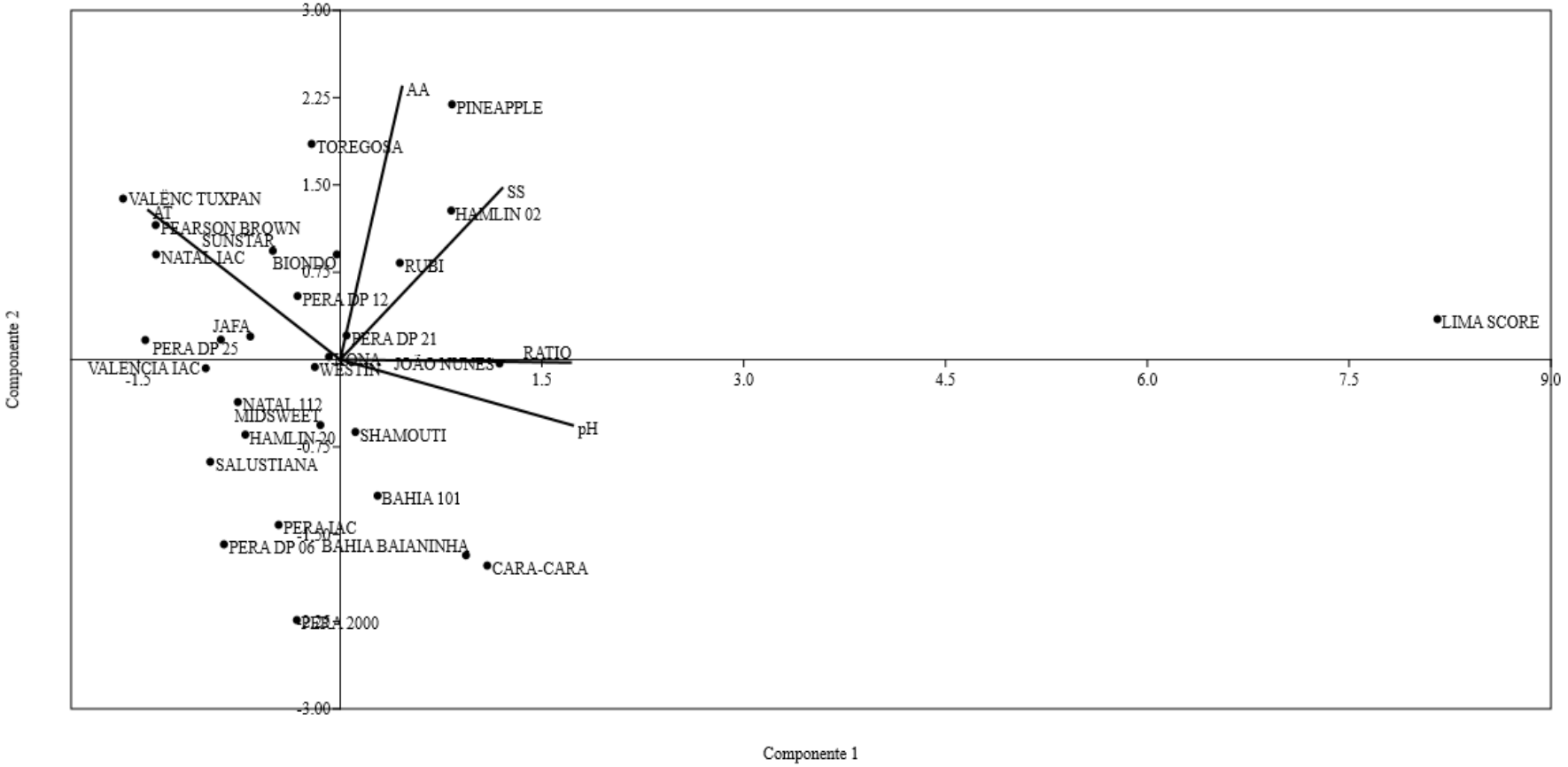

Figura 2.15. Biplot das características químicas dos frutos (pH; SS- Sólidos Solúveis; AT- Acidez Titulável; AA- Ácido Ascórbico; Ratio- Relação SS/AT) e a distribuição das variedades em relação aos componentes principais 1 e 2.

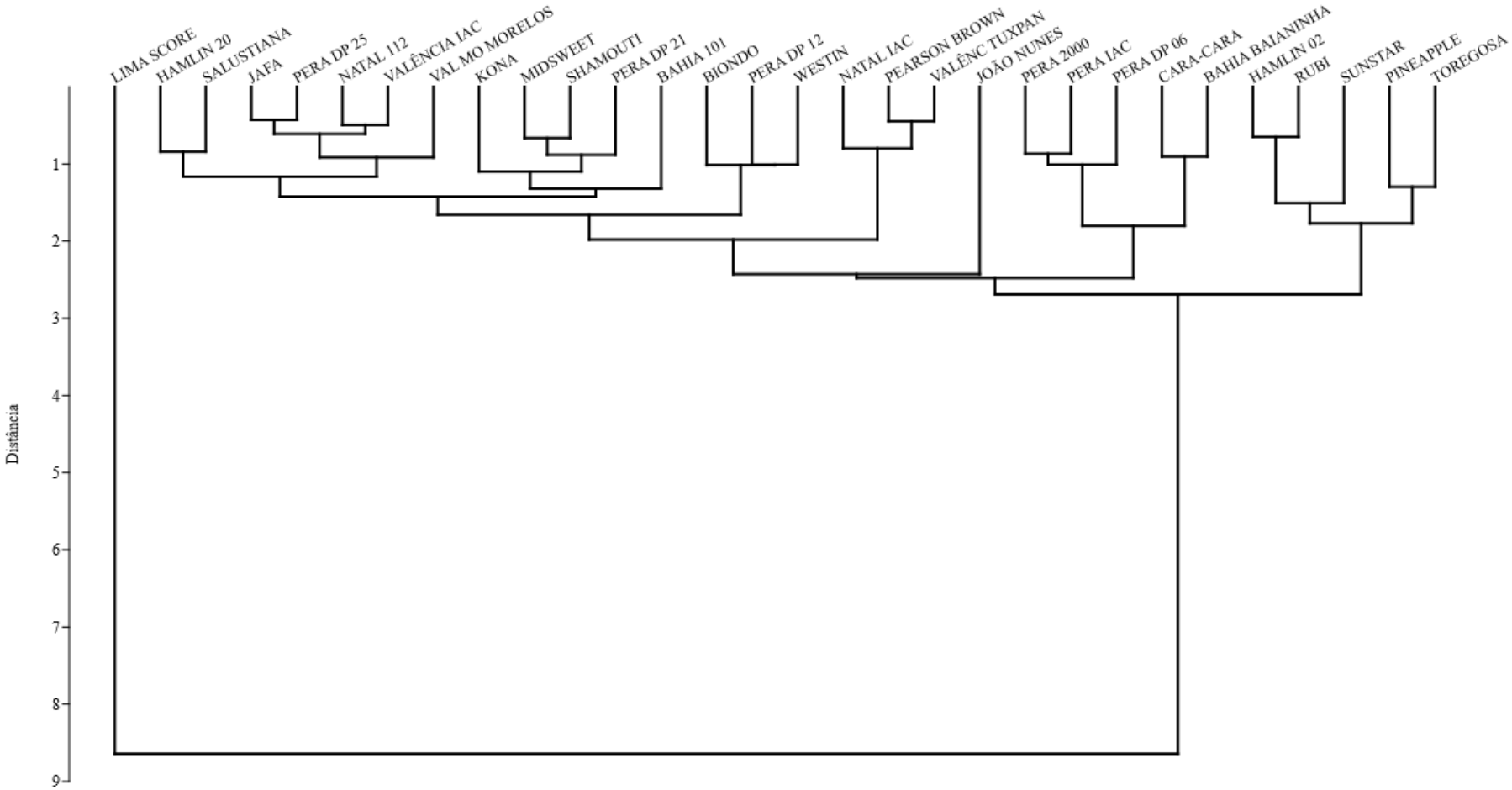

Figura 2.16. Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico, por Distância Euclidiana, método UPGMA, entre as variedades de laranja em relação às suas características químicas dos frutos.

Dentro de suas particularidades, cada variedade possui vantagens, diversos sabores, aromas e podem ser apreciadas de formas diferentes. As variedades possuem potencial para serem aceitas no mercado, podem ser inseridas no beneficiamento do fruto para a indústria de processamento de frutos da laranja, a exemplo as de maiores rendimento de suco (Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Pera DP 25, Toregosa e Pera DP 06). As de maiores teores de sólidos solúveis possuem maior aptidão para mesa, como a João Nunes e Lima Score.

Deve-se levar em consideração a diversidade de um pomar, por isso, é importante a variação em tempos de maturação das variedades. Lima Score, Hamlin 02, Hamlin 20, Kona, Salustiana, Pearson Brown e Pineapple, possuem maturação precoce. Bahia 101, Bahia baianinha, Rubi, Midsweet, Biondo e Jafa são de meia estação. As variedades pera, natal e valência são de meia estação a tardias. Recomenda-se o plantio de diversas variedades dentro de um pomar comercial com a finalidade de ampliar a faixa de colheita de laranja ao longo do ano (EMBRAPA, 2003).

As variedades, em geral, apresentam grande potencial de produção e necessitam de mais estudos em relação à preferência do consumidor. São necessários estudos de análise sensorial com diversos consumidores, colheita, conservação, pós colheita e industrialização para melhor comprovação da aceitação destas variedades no mercado consumidor. São sugeridos estudos mais aprofundados de adaptação edafoclimática destas variedades de laranja para aumentar as chances de permanência de um pomar comercial e minimizar as perdas causadas por pragas e doenças que podem até dizimar pomares.

2.4 CONCLUSÕES

De acordo com as características físico-química observadas, as variedades Bahia 101, Hamlin 02, Pera DP 12, João Nunes e Shamouti, podem ser indicadas para consumo *in natura* com a ingestão da polpa (bagaço), pois apesar de apresentarem baixo rendimento de suco, possuem doçura e acidez desejáveis pelos consumidores e pouca quantidade de sementes. Apesar de Shamouti e João Nunes apresentarem as cascas mais grossas, isso não impede o consumo do fruto inteiramente descascado, popularmente conhecido por "corte em cruz", dos frutos de laranja.

Natal 112, Natal IAC, Pera 2000, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Valência IAC e Valência Monte Morelos são laranjas com quantidade média a poucas sementes, médio a alto rendimento de suco, ácidas, porém adocicadas e com espessuras médias das cascas. Estas variedades podem ser consideradas de dupla aptidão, tanto para consumo *in natura*, quanto processamento.

As demais variedades podem ser utilizadas na produção do suco concentrado congelado, ou as de maiores rendimentos de suco, como Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Toregosa e Pera DP 06 podem ser utilizadas para a produção do suco pasteurizado, pois não há perda d'água.

Toregosa e Pineapple apresentaram maiores teores de ácido ascórbico, sendo variedades que podem ser consumidas com a intenção de aumentar a ingestão de vitamina C no organismo.

Lima Score é um fruto adocicado e menos ácido, podendo ser recomendado para o consumo, tanto do suco, quando da polpa por crianças, idosos e pessoas com problemas digestivos.

2.5 REFEREÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International.** 16 ed. Washington: Ed. Patrícia Cunniff, v. 2, cap. 37. 1997.

ARRUDA, M. C.; FISCHER, I. H.; ZANETTE, M. M.; SILVA, B. L.; SANTOS, C. A. J. P. Qualidade físico química de frutos de laranja Valência provenientes de cultivos orgânico e convencional. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, p. 103- 108. 2011.

BELO, A. P. M.; MORGADO, C. M. A.; SOUZA, E. R. B.; OGATA, T.; PEREIRA, C. C. O.; CUNHA-JÚNIOR, L. C. Comparative and organic analysis and characterization of varieties of Tangerines. **Scientia Horticulturae.** v. 240, p. 102–108, jun. 2018.

BENELLI, P. **Agregação de valor ao bagaço de laranja (*citrus sinensis* l. Osbeck) mediante obtenção de extratos bioativos através de diferentes técnicas de extração.** 2010. 233 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BORDIGNON, R.; MEDINA-FILHO, H. P.; SIQUEIRA, W. J.; PIO, R. M. Características da laranjeira 'Valência' sobre clones e híbridos de porta-enxertos tolerantes à tristeza. **Bragantia**, v.62, n. 03, p. 381-395, out. 2003.

BRASIL. Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e de embalagens de hortigranjeiros. **Norma de classificação de laranja.** São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura CQH/Ceagesp, 2000, CQH Documentos, jun. 2000.

BRUNINI, M. A.; SAMECIMA-JÚNIOR, E. H.; OLIVEIRA, C. A. Qualidade de laranja Hamlin durante armazenamento em diferentes temperaturas. **Nucleus**, v. 10, n. 2, p. 307-322, out. 2013.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M. B.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. M.; **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL. 1990.

CASTRO, M.C.; LOPES, J.D.; TEIXEIRA, S.M. **Municípios Goianos: competitividade e concentração da fruticultura.** Segplan. IMB, Instituto Mauro Borges. 2015. Disponível em :http://wwwold.imb.go.gov.br/pub/conj/conj29/artigo_04.pdf. Acesso em: 01 dez. 2019.

CAVALCANTE, I. H. L.; MARTINS, A. B. F.; STUCHI, E. S. Fruit characteristics of eighteen orange cultivars. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 72-77, 2006.

CEAGESP. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de Classificação de Citros de Mesa/ CEAGESP.** Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH). São Paulo. 12 p. 2011.

CERRI-NETO, B.; SANTOS, M F.; CRASQUE, J.; BUFFON, S B.; CALATRONI, D.; ARANTES, L.O.; ARANTES, S.D.; ALVES, F.L.; NUNES, J.R.; ARAÚJO, E.L.;

POSSE, S.C.P. Caracterização físico-química das frutas de sete genótipos de laranjas da coleção de citrus spp. Incaper, fazenda experimental de Sooretama, ES. *In:* I SICT do Incaper. **Anais [...]**. Vitória, ES, n. 024. 2016. Disponível em: https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2522/1/I-SICT-OUTROS-024.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

COOPERCITRUS. **Notícias. Safra Mundial de Laranja Cresce 9%.** 2019. Disponível em:https://valtra.coopercitrus.com.br/noticias-locais/safra-mundial-de-laranja-cresce-9/. Acesso: 01 dez. 2019.

COUTO, M.A.L.; BRAZACA, S.L.C. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciênc. Tecnol. Aliment**., Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-19, mai, 2010.

COUTO, C.A.; SOUZA, E.R.B.; MORGADO, C.M.A.; OGATA, T.; CUNHA-JUNIOR, L.C. *Citrus Sinensis* cultivars: alternatives for diversification of brazilian orchards. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 40, n. 5, p. 1-9, abr, 2018.

DAWYNDT, P.; HANS, M.; BERNARD, B. UPGMA Clustering revisited: A weightdriven approach to transitive approximation. **International Journal of Approximate Reasoning** v. 42, n. 3, p. 174-191, 2006.

DOMINGUES, E. T.; TULMANN-NETO, A.; TEÓFILO-SOBRINHO, J.; MATTOS-JÚNIOR, D.; POMPEU-JÚNIOR, J.; FIGUEIREDO, J. O. Seleção de variedades de laranja quanto à qualidade do fruto e período de maturação. **Laranja**, v.24, n.2, p.471-490. 2003.

DONADIO, L. C.; STUCHI, E. S.; POZZAN, M.; SEMPIONATO, O. R. Novas variedades e clones de Laranja para a indústria. **Boletim citrícola**, Jaboticabal, n. 8, p. 42, 1999.

DUARTE, A.M.M. Cítrinos- Cumprir elevados padrões é essencial. Desafio de qualidade. **Frutas, legumes e flores**, n. 28. p. 36-39, jan. 1996.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste.** EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. 2003. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/variedades.htm. Acesso em: 10 abr. 2020.

EMBRAPA. **Produção Brasileira de Laranja em 2018.** EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. 2019. Disponível em : http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf. Acesso: 08 abr. 2020.

FAEG. Federação da Agricultura do Estado de Goiás. **Mercado de Frutas em Goiás**. 2010. Disponível em: https://www.agrolink.com.br. Acesso em: 26 nov. 2019.

FERNANDES, B. C. **Desenvolvimento histórico da Citricultura.** 2010. 49 p. Monografia- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Araraquara, SP. 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FUNDECITRUS. **Estimativa da safra de laranja 2020/2021 do Cinturão Citrícola de São Paulo e Triângulo/ Sudoeste Mineiro.** 2020. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_05_11_Sumario-Executivo-da-Estimativa-da-Safra-de-Laranja-2020-2021.pdf. Acesso em: 08 mai. 2020.

GRIZOTTO, R. K.; SILVA, J. A. A.; MIGUEL, F. B.; MODESTO, R. T.; VIEIRA-JÚNIOR, J. B. Qualidade de frutos de laranjeira Valência cultivada sob sistema tecnificado. **Revista Brasileira de Eng. Agríc. Ambiental**, v. 16, n. 07, p. 784-798, abr. 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Online. São Paulo. 2008. 1020p.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JAVAGA, J. M. Determination of a color index for citrus fruits degreening. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Tokyo, v.2, p.750-753, 1981.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm, 1928.

LANDANYA, M.S. CITRUS Fruit: Biology, Technology and Evaluation. **Academic Press (Elsevier**): San Diego, CA, 2008.

LEDO, A. S.; SILVA, T. N.; MARTINS, C. R.; MUNIZ, A. V. C. S.; SILVA JUNIOR, J. F.; LEDO, C. A. S.; AMORIM, E. P. **Caracterização física e físico-química de frutos de bananeira nos tabuleiros costeiros de Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017.

LEMOS, L. M. C.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; LEMOS, J. P. Características físico-químicas da Laranja-Pera em função da posição na copa. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p. 1091-1097, dez. 2012.

LIRA-JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (Spondias spp.). **Ciênc. Tecnol. Aliment**., Campinas, v. 25, n. 4, p. 757-761, dez. 2005.

MANELA-AZULAY, M.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A..; PEREZ, M. A. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, n. 3, p. 265-272, jun. 2003.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurement. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEDEIROS, R. C.; MUSSER, R. S.; SILVA, M. M.; SANTOS, J. P. O.; NASCIMENTO-JÚNIOR, I. R. Análise exploratória das características morfológicas e qualitativas de variedades de laranjeiras de mesa da coleção em Brejão- PE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 02, p. 500-507, jun. 2013.

MELO, S. A. **Floração, frutificação e características físico-químicas de laranja 'Pera-rio' em relação à disposição na copa.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, AM. 2013.

NASCIMENTO, R.S.M.; 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. Campina Grande, PB. v.18, n.8, p.856–860, 2014.

NASCIMENTO, F.S.S. **Propriedades físico-química de espécies cítricas sobre dois porta-enxertos no submédio do São Francisco.** Monografia.. Instituto Federal de Educação. Petrolina, Pe. 2016.

NEGREIROS, J. R. S.; ANDRADE-NETO, R. C.; MIQUELONI, D. P.; LESSA, L. S. Estimativa de repetibilidade para caracteres de qualidade de frutos de laranjeira-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 01, p. 40-48, jan. 2014.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O Retrato da Citricultura Brasileira**. Ribeirão Preto, SP. FEA/USP. 2011.

PBMF. PROGRAMA BRASILEIRO PARA MODERNIZAÇÃO DA FRUTICULTURA. **Normas de classificação de citros de mesa**. São Paulo: CEAGESP, 2013. p.12. Disponível em: http://hortibrasil.org.br/images/stories/folders/citros.pdf. Acesso em 28 mai. 2020.

RADFORD, A.E., DICHISON, W.C., MASSEY, J.R. & BELL, C.R. **Vascular plants systematics**. New York, Harper & Row Publishers, 1974. 486 pp.

SANTOS, D.; MATARAZZO, P.H.M.; SILVA, D.F.P.; SIQUEIRA, D.L.; SANTOS, D.C.M.; LUCENA, C.C. Caracterização físico-química de frutos cítricos apirênicos produzidos em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres.** Viçosa, v. 57, n.3, p. 393-400, jun, 2010.

SANTOS, A. **A importância da Citricultura Nacional**: Por Comunicação Sistema FAEG/SENAR. 2019. Disponível em:< https://www.cnabrasil.org.br/noticias/a-importancia-da-citricultura-nacional>. Acesso em: 20 mar 2020.

SANTOS, R.M.; VALADARES, F.V.; PIROVANI, A.A.V.; VENANCIO, D.F.V.; MOULIN, M.M. Caracterização morfoagronômica e físico-química de germoplasma de citrus. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p. 2016

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. **Citros do plantio à colheita**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.

NASCIMENTO, L. S.; NEVES, C. G.; SOARES, L.K.D.; AMARAL, D. O. J.; PAULA, M. F. B. de.; COSTA, C. L. S.; SOARES FILHO, W.S.; PASSOS, O.S.; GESTEIRA, A.S.; MICHELI, F. Caracterização físico-química de citros para avaliação da qualidade do fruto. **Anais[...]**.8ª Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2014. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139801/1/235-14.pdf. Acesso em: 20 ABRI. 2020.

TODISCO,K. M.; CLEMENTE, E.; ROSA, C. I. L. F. Conservação e qualidade pós colheita de laranjas “folha murcha” armazenadas em duas temperaturas**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.5, n.3, p.579-591, set./dez.2012.

VAN- RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI, A. M. C. **BOLETIM TÉCNICO 100.** Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agronômico de Campinas, 2ª ed. Campinas, 1997. Disponível em:

http://www.etecsaosimao.com.br/_documentos/_pdf/_apoio_ao_aluno/_livros/BOLETIM_100_IAC_Completo.pdf. Acesso: 02 jun. 2020.

VELASCO, R.; LICCIARDELLO, C. A genealogy of the citrus family. **Nature Biotechnology**, v. 32, n. 7, p. 640-642, jul. 2014.

VOLPE, C. A.; SCHOFFEL, E. R.; BARBOSA, J. C. Influência da soma térmica e da chuva durante o desenvolvimento de laranjas- 'Nalencia' e 'Natal' na relação entre sólidos solúveis e acidez e no índice tecnológico do suco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 436-441. 2002.

YARA BRASIL. **Exigências no mercado de citros.** 2018. Disponível em:https://www.yarabrasil.com.br/nutricao-de-plantas/citros/exigencias-do-mercado-de-citros/. Acesso em: 02 dez. 2019.

CAPÍTULO 03- RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE VARIEDADES DE *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

RESUMO

Após o processamento dos citros é gerada a casca, sementes mais bagaço como resíduo, podendo ser aproveitada na extração de óleo essencial resultando em subprodutos, utilizados em indústrias alimentícias, fármacos e cosméticos. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição, o rendimento e qualidade do óleo proveniente de variedades de laranja, como alternativa para melhor aproveitamento dos resíduos gerados na indústria de processamento do fruto. O presente trabalho foi realizado na safra de 2018 no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia (UFG). Os frutos foram coletados na propriedade da Emater, no município de Anápolis. As amostras foram submetidas ao Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e os resultados foram submetidos à Análise de Variância, Análise de Componentes Principais e Análise de Agrupamento Hierárquico. As variedades Valência IAC (5,57%), Pera DP 06 (4,75%), Hamlin 20 (4,58%) e Pera DP 25 (4,28%) apresentaram os maiores rendimentos de óleo essencial. A variedade Bahia Baianinha obteve o menor rendimento de óleo comparada às demais variedades, apenas 0,23% de rendimento. Valência IAC possui potencial para extrair até 7,24 kg de óleo essencial por tonelada de laranja. Foram encontradas, dentre as variedades, quatro substâncias em diferentes concentrações, sendo: limoneno, mirceno, alfa-pineno e sabineno. O limoneno representou entre 93,18 a 99,61% do óleo, sendo o composto majoritário entre as variedades. Bahia 101 apresentou maior percentual de mirceno (1,18%), seguido de Rubi (0,86%) e Biondo (0,85%). Algumas variedades não apresentaram compostos secundários, ou mais de um composto secundário. Estes componentes são altamente antioxidantes e de grande importância na produção de cosméticos, fármacos, utilizados na homeopatia, tratamentos de doenças gastrointestinais, entre outros. É possível concluir que as variedades possuem diferentes compostos e rendimentos de óleo, mesmo quando submetidas ao mesmo processo de secagem e extração do óleo, sendo consideradas características intrínsecas de cada variedade.

Palavras-chave: composição química, laranjas, limoneno, processamento.

CHAPTER 03- YIELD OF ESSENTIAL OIL FROM VARIETIES OF *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

ABSTRACT

After the processing of citrus, the peel is generated, seeds plus bagasse as residue, can be used in the extraction of essential oil resulting in by-products, used in food machines, beauty products and cosmetics. Thus, the objective of this work was to evaluate the composition, yield and quality of the proven oil of orange varieties, as an alternative for the better use of residues generated in the fruit processing industry. The present work was carried out in the 2018 harvest at the Natural Products Research Laboratory of the Faculty of Pharmacy (UFG). The fruits were collected on the property of Emater, in the municipality of Anápolis. The samples were submitted to an Entirely Randomized Design (DIC) and the results were analyzed in Analysis of Variance, Principal Component Analysis and Hierarchical Cluster Analysis. The variables Valencia IAC (5.57%), Pera DP 06 (4.75%), Hamlin 20 (4.58%) and Pera DP 25 (4.28%) presented the greatest gains in essential oil. The Bahia Baianinha variety obtained the lowest oil yield compared to other varieties, only 0.23% of the yield. Valencia IAC has the potential to extract up to 7.24 kg of essential oil per ton of orange. Among the varieties, four substances were found at different levels, being: limonene, myrcene, alpha-pinene and sabinene. Limonene represents between 93.18 and 99.61% of oil, being the major compound among the varieties. Bahia 101 presented the highest percentage of mycrene (1.18%), followed by Rubi (0.86%) and Biondo (0.85%). Some varieties not described secondary compounds, or more than one secondary compound. These components are highly antioxidant and of great importance in the production of cosmetics, personal care products, homeopathy, use of gastrointestinal diseases, among others. It is possible to conclude that the varieties have different compounds and oils, even when submitted to the same drying and oil extraction process, being the intrinsic characteristics of each variety.

Keywords: chemical composition, oranges, limonene, processing

3.1 INTRODUÇÃO

A laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é o fruto mais consumido no mundo e o segundo mais consumido no Brasil, perdendo apenas para a banana. A safra mundial de laranjas é crescente. No mundo foram produzidas em 2019, cerca de 1,3 milhão de toneladas a mais do que a safra anterior. No Brasil, há um aumento estimado em 13% na safra 2018/19. A produção total mundial subiu para 51,8 milhões de toneladas, deste volume, 21,2 milhões de toneladas são destinados à industrialização. Brasil e Estados Unidos estão entre os cinco maiores produtores de laranja no mundo e são respectivamente, os maiores responsáveis pelo processamento do fruto, por serem os maiores exportadores do suco concentrado congelado (*Frozen Concentrated Orange Juice*- FCOJ). O Brasil é responsável pela maior distribuição do FCOJ do mercado internacional, mais da metade do suco de laranja consumido no mundo é proveniente do país (CNA, 2015; SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017; COOPERCITRUS, 2019; FUNDECITROS, 2019).

As indústrias brasileiras produtoras de sucos naturais, sucos concentrados, doces, polpas ou extratos utilizam da polpa da laranja, mas descartam, na maioria das vezes, as sementes e as cascas ricas em óleos essenciais que poderiam ser utilizadas minimizando o desperdício. Diversos são os órgãos da planta utilizados para a obtenção de óleo essencial, tais como: flores, folhas, raízes, frutos, sementes e casca de frutos, com uso na produção de fármacos, cosméticos, indústrias alimentícias, entre outros. O Brasil se destaca entre os primeiros produtores mundiais de óleo essencial, posição ocupada devido a elevada extração dos óleos vegetais dos citros. A casca da laranja está entre os principais materiais vegetais que são utilizados para a extração do óleo essencial a partir do pericarpo do fruto, se tratando de um subproduto da indústria produtora de suco, mas com baixo rendimento de variedades como Pera e Valência, de apenas 0,4%, ou seja, para cada tonelada de fruto processado, cerca 4 kg de óleo são extraídos (KOBORI; JORGE, 2005; BIZZO et al., 2009).

A extração do óleo pode ser realizada por arraste a vapor ou por prensagem, que são os métodos mais utilizados na indústria. O processo de extração por arraste a vapor faz o uso de um destilador, um condensador e um frasco para coleta do óleo, as partículas polares

são separadas das apolares, ou seja, o óleo se afasta da água, podendo ser realizada a sua retirada. A prensagem é realizada por uma prensa hidráulica, onde o fruto pode ser espremido por inteiro e estarão disponíveis o suco e o óleo, que depois serão separados por destilação, o que pode influenciar no sabor do suco (SILVEIRA et al., 2012).

Os óleos essenciais são produtos originados do metabolismo secundário das plantas. Sua produção, quantidade e qualidade pode ser influenciada por fatores ambientais que provocam as alterações bioquímicas e fisiológicas, alterando até o aroma do produto obtido. Os óleos essenciais podem ter diversos componentes, sendo o limoneno o principal componente dos óleos provenientes de frutos cítricos. Além disso, estes óleos são instáveis, principalmente quando expostos ao ar livre, presença de metais, umidade, iluminação ou calor (FERRONATTO; ROSSI, 2018).

O óleo essencial da laranja é um subproduto da indústria do suco, que utiliza os resíduos das cascas e sementes, que se não aproveitados corretamente, podem gerar acúmulo de lixo orgânico. Além disso, o óleo essencial da laranja é um produto de grande importância para a indústria de fármacos, pois, pode ser utilizado na produção de fixadores de perfumes, sabonetes, aromatizantes, materiais de limpeza, indústria alimentícia, entre outros (BIZZO et al., 2009).

Devido ao grande uso dos óleos essenciais a partir do resíduo das cascas de laranja e ao aumento de variedades de *C. sinensis* nos pomares brasileiros surge a necessidade de avaliar o teor e rendimento de óleo essencial de novas variedades de laranja. Espera-se que este trabalho contribua para encontrar variedades que efetivamente rendam mais óleo essencial e que possuam uma diversidade de substâncias benéficas ao organismo, tais como compostos fenólicos e terpênicos que são antioxidantes, sendo um composto benéfico à saúde. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição, o rendimento e qualidade do óleo proveniente de trinta variedades de laranja, como sugestão de melhor aproveitamento dos resíduos gerados na indústria de processamento do suco.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada a avaliação do teor e da composição do óleo essencial da casca de frutos de 30 variedades de laranja (*Citrus sinensis*) no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás (LPPN-FF/UFG). As variedades analisadas foram: Bahia 101, Bahia Baianinha, Biondo, Cara-cara, Hamlin 02, Hamlin 20, Jafa, João Nunes, Kona, Lima Score, Midsweet, Natal 112, Natal IAC, Pearson Brown, Pera 2000, Pera DP 06, Pera DP 12, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Pinneaple, Rubi, Salustiana, Shamouti, Sunstar, Toregosa, Valência IAC, Valência Monte Morelos, Valência Tuxpan e Westin.

As laranjas foram colhidas na safra de 2018, todas as plantas foram enxertadas em limão cravo (*Citrus limonia,* Osbeck), o plantio do pomar foi realizado em outubro de 2009, as cultivares possuem o total de 10 plantas, cada, na área. As variedades pertencem a coleção de citros da Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER), localizada no município de Anápolis, Goiás. A amostra foi composta por 15 frutos de cada variedade.

Os frutos foram descascados por uma máquina de descascar própria para laranjas, dessa forma, obtinha-se apenas o epicarpo ou flavedo do fruto (casca amarelada) de forma mais homogênea. A casca foi separada, colocada sobre papel absorvente, jornal, ou folha capaz de reter a umidade. As cascas foram secas à temperatura ambiente de 25ºC e a sombra por 48 a 60 horas, e em seguida foram congeladas e armazenadas a -4ºC.

Todas as análises foram realizadas com as cascas secas. As cascas foram trituradas e em seguida submetidas à hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger por duas horas. O clevenger foi envolto com papel alumínio para evitar que o óleo perdesse as suas propriedades químicas. O óleo essencial, assim obtido, foi dessecado com Na_2SO_4, acondicionado em recipiente livre de impurezas, hermeticamente fechados e estocados à -4ºC para posterior realização da análise de composição (RAO et al., 2011; ROMANO et al., 2020).

O óleo essencial obtido foi submetido à análise cromatográfica, em triplicata para cada amostra, em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em aparelho Shimadzu GC-MSQP5050A, com coluna de capilar de sílica SBD-5 (30 m × 0,25 mm ID, 0,25 m de espessura de película) (composta por 5% de fenil-metilpolisiloxano) e temperatura programada da seguinte forma: 60-240 ° C a 3 ° C / min, depois a 280 ° C a 10 ° C / min, terminando com 10 min a 280 ° C. O gás transportador era uma taxa de fluxo de 1 ml / min e o modo dividido tinha uma proporção de 1:20. A porta de injeção foi ajustada a 225 ° C (ROMANO et al., 2020).

Parâmetros operacionais do espectrômetro de massa quadripolar significativo: temperatura da interface 240 ° C; ionização por impacto de elétrons a 70 eV com faixa de massa de varredura de 40-350 *m*/ *z* a uma taxa de amostragem de 1 varredura / s. Os componentes químicos do óleo essencial foram identificados por comparação dos espectros de massas e índices de retenção com os relatados na literatura para os componentes mais comuns de óleos essenciais. Os índices de retenção foram calculados através da coinjeção de uma mistura de hidrocarbonetos, $C_8 – C_{32}$, e utilização da equação de Van Den Dool & Kratz (VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963; ADAMS, 2007).

As amostras foram submetidas ao Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), os resultados cromatográficos das substâncias encontradas, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), com as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, no software SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2014). Os dados foram submetidos à análise multivariada, pela Análise de Componentes Principais (PCA) e pela Análise por Agrupamento Hierárquico (HCA), o coeficiente de dissimilaridade utilizado foi a distância euclidiana, método *Unweighted Paired Group Methodusing Arithmetic Averages* (UPGMA), no software PAST 4.01. As análises multivariadas são complementares para a conclusão da informação sobre os resultados, fornecendo uma visão estatisticamente privilegiada do conjunto de dados (MOITA-NETO, 2004; DAWYNDT et al., 2006).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de rendimento do óleo encontram-se na tabela 3.1. As variedades que apresentaram os maiores rendimentos foram: a Valência IAC, com 5,57 g de óleo/ 100g de casca (ou 5,57% de rendimento), Pera DP 06 (4,75 %), Hamlin 20 (4,58 %) e Pera DP 25 (4,28 %). A variedade Bahia Baianinha obteve apenas 0,23 g de óleo/ 100 g de casca do fruto de rendimento (Figura 3.1). A variedade Valência IAC, apresentou 44,66% a mais de rendimento de óleo comparado a Pera IAC, que são as variedades mais conhecidas. Considerando que todas as extrações foram realizadas com a casca dos frutos secas e que a laranja possui 13% de massa seca, a conversão de frutos frescos para massa seca, representa que para cada tonelada de fruto fresco de laranja 13 kg são de massa seca (SIQUEIRA; SALOMÃO, 2017).

A extração de óleo essencial proveniente dos cítricos de pomares comerciais e que seguem a produção de sucos na industrialização rendem um máximo de 0,4% de óleo essencial, ou seja, ao final do processamento de uma tonelada do fruto são gerados 4,0 kg de óleo, pela prensagem do fruto inteiro. A hidrodestilação produz um óleo transparente, límpido, aroma cítrico característico, baixa solubilidade em água, fotossensível e com maior rendimento. No atual trabalho foi realizada a hidrodestilação por arraste a vapor, o que proporcionou que todas as variedades analisadas neste estudo superaram o rendimento descrito por Bizzo et al. (2009), de 0,4% para citros, exceto a laranja Bahia Baianinha (0,23%) (BIZZO et al., 2009; MEDEIROS, 2014).

Valência IAC, foi a variedade mais representativa no estudo, com 5,57% de rendimento de óleo sobre a massa seca. Portanto, uma tonelada de frutos frescos possui 130 kg de massa seca, sendo 5,57% destes contendo óleo essencial, Valência IAC possui potencial para extrair até 7,24 kg de óleo essencial por tonelada de laranja, cerca de 80,50% a mais do que encontrado por Bizzo et al., (2009) em citros, dada a alta conversão do fruto em teores de óleo essencial.

Tabela 3.1. Valores da massa de óleo proporcional à média da massa do fruto e o rendimento (%) do óleo essencial.

NUM	VARIEDADE	ÓLEO (g)	Massa (g)	Rendim (%)
1	BAHIA 101	6,24	288,44	2,16
2	BIONDO	3,74	189,86	1,97
3	CARA-CARA	6,00	209,09	2,87
4	HAMLIN 02	2,53	126,77	2,00
5	HAMLIN 20	7,67	167,38	4,58
6	JAFA	5,48	227,13	2,41
7	JOÃO NUNES	7,56	204,15	3,71
8	KONA	4,17	186,80	2,23
9	MIDSWEET	4,25	208,22	2,04
10	NATAL 112	6,39	173,58	3,68
11	NATAL IAC	6,74	178,19	3,78
12	PEARSON BROWN	1,61	194,97	0,83
13	PERA 2000	3,91	225,56	1,73
14	PERA DP 12	3,43	143,61	2,39
15	PERA DP 21	6,23	162,57	3,83
16	PERA DP 25	8,18	190,99	4,28
17	PERA IAC	6,90	179,31	3,85
18	PINEAPPLE	6,05	172,74	3,50
19	RUBI	0,83	189,31	0,44
20	SALUSTIANA	5,21	184,30	2,83
21	SHAMOUTI	5,09	200,49	2,54
22	SUNSTAR	3,92	234,07	1,67
23	TOREGOSA	3,50	187,16	1,87
24	VALÊNCIA IAC	10,57	190,00	5,57
25	VAL MONTE MORELOS	7,06	210,95	3,35
26	VALÊNCIA TUXPAN	3,89	175,16	2,22
27	WESTIN	3,51	169,68	2,07
28	BAHIA BAIANINHA	0,46	201,03	0,23
29	LIMA SCORE	2,31	166,53	1,39
30	PERA DP 06	9,84	206,89	4,75

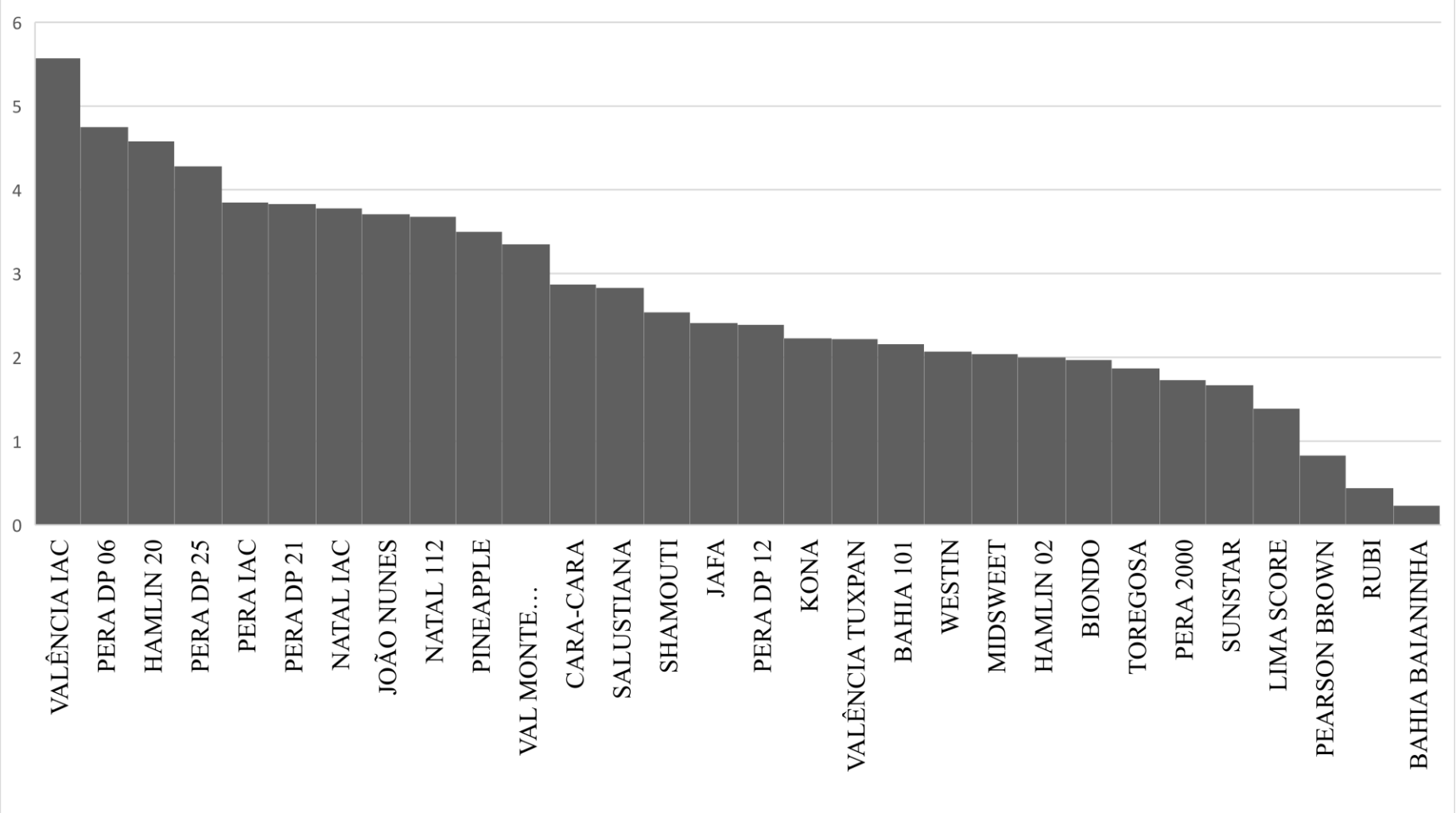

Figura 3.1. Valores do rendimento de óleo essencial das 30 variedades de *Citrus sinensis*.

Considerando todas as variedades, houve variação entre 0,23 a 5,57% de rendimento do óleo, neste estudo todas foram expostas ao mesmo método de extração. Farahmandfar et al (2020) encontraram diferença entre 1,20 a 6,90% de rendimento de laranja Navel Thomson, dependendo do método utilizado para extrair o óleo, em que a extração do fruto fresco representou menor rendimento e maior rendimento para casca seca. As variedades apresentaram, na média de todas, um rendimento de 2,40% de óleo sob cascas secas, isto representa que, para cada tonelada de resíduo gerado pela indústria da extração do suco de laranja, 3,40 kg representam óleo essencial da casca da laranja como subproduto, dependendo da variedade e da forma de extração deste óleo podem atingir o dobro de óleo essencial.

O óleo essencial da casca da laranja é um componente bioativo composto por limoneno e mirceno como componentes principais. A composição química dos citros, em geral, está dividida entre hidrocarbonetos terpênicos e terpenos oxigenados, os terpenóides, sendo o limoneno o hidrocarboneto terpênico mais presente. Foram encontradas, dentre as variedades, quatro substâncias em diferentes concentrações, sendo: limoneno, mirceno, alfa-pineno e sabineno. Estes compostos são responsáveis pelos benefícios, como atividades antioxidantes, antimicrobianas e terapêuticas dos óleos essenciais, que estão ganhando espaço nas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas nos últimos anos. No caso dos citros, além dos benefícios para a indústria, outro ponto positivo é o aproveitamento de alimentos, não restando resíduos (ARAÚJO et al., 2016; FERRONATO; ROSSI, 2018).

Dentre os principais compostos do óleo essencial, o limoneno representou entre 93,18 a 99,61% do óleo (Tabela 3.2). Pera DP 06 apresentou a maior porcentagem de limoneno em seu óleo, quase todo o óleo extraído, foi composto por limoneno. As variedades com maiores percentuais de limoneno foram: Pera DP 06 (99,61% de limoneno e 4,75% de rendimento de óleo), Kona (99,54% de limoneno e 2,23% de rendimento de óleo), Valência IAC (99,50% de limoneno e 5,57% de rendimento de óleo) e João Nunes (99,50% de limoneno e 3,71% de rendimento de óleo).

Tabela 3.2. Porcentagem (%) das substâncias detectadas e identificadas na análise cromatográfica da composição do óleo essencial da casca de 30 variedades de laranja.

VARIEDADE	**Limoneno**	**Mirceno**	***α* Pineno**	**Sabineno**	**CNI***
IR- CALCULADO	1015-1020	973-976	917-921	957-958	-
BAHIA 101	98,29 a	1,18 a	0,44 a	0,09 b	0,00 b
BIONDO	96,13 b	0,85 a	0,34 a	0,00 b	2,68 a
CARA-CARA	98,38 a	0,00 b	0,00 c	0,00 b	1,62 b
HAMLIN 02	94,88 b	0,74 a	0,24 a	0,05 b	4,08 a
HAMLIN 20	97,08 a	0,76 a	0,26 a	0,00 b	1,90 b
JAFA	99,06 a	0,24 b	0,33 a	0,37 a	0,00 b
JOÃO NUNES	99,50 a	0,20 b	0,31 a	0,00 b	0,00 b
KONA	99,54 a	0,18 b	0,28 a	0,00 b	0,00 b
MIDSWEET	97,40 a	0,47 b	0,14 b	0,00 b	1,98 b
NATAL 112	98,04 a	0,37 b	0,14 b	0,00 b	1,45 b
NATAL IAC	98,40 a	0,34 b	0,13 a	0,00 b	1,13 b
PEARSON BROWN	99,35 a	0,34 b	0,31 a	0,00 b	0,00 b
PERA 2000	98,84 a	0,76 a	0,40 a	0,00 b	0,00 b
PERA DP 12	98,42 a	0,00 b	0,08 c	0,00 b	1,50 b
PERA DP 21	97,43 a	0,66 a	0,30 a	0,00 b	1,62 b
PERA DP 25	96,58 b	0,79 a	0,33 a	0,00 b	2,30 a
PERA IAC	99,41 a	0,34 b	0,25 a	0,00 b	0,00 b
PINEAPPLE	95,61 b	0,74 a	0,32 a	0,05 b	3,27 a
RUBI	95,61 b	0,86 a	0,35a	0,00 b	3,18 a
SALUSTIANA	96,72 b	0,49 b	0,00 c	0,00 b	2,79 a
SHAMOUTI	95,65 b	0,35 b	0,25 a	0,00 b	3,74 a
SUNSTAR	95,31 b	0,68 a	0,24 a	0,00 b	3,77 a
TOREGOSA	93,18 b	0,84 a	0,31 a	0,00 b	5,68 a
VALÊNCIA IAC	99,50 a	0,19 b	0,13 b	0,00 b	0,00 b
V MONT MORELOS	97,52 a	0,38 b	0,18 b	0,00 b	1,92 b
VALÊNCIA TUXPAN	94,02 b	0,18 b	0,07 c	0,00 b	5,73 a
WESTIN	99,10 a	0,57 a	0,33 a	0,00 b	0,00 b
BAHIA BAIANINHA	95,66 b	0,00 b	0,33a	0,00 b	4,00 a
LIMA SCORE	99,43 a	0,22 b	0,26 a	0,09 b	0,00 b
PERA DP 06	99,61 a	0,00 b	0,39 a	0,00 b	0,00 b
F de Fisher calculado	2,94	5,92	7,07	7,148	3,12
Erro Padrão	1,07	0,13	0,04	0,03	1,00
CV(%)	1,90	48,72	29,05	209,04	95,76

Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não possuem diferença mínima significativa (DMS) entre elas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ***CNI**= Compostos Não Identificados.

O limoneno, também conhecido por D-limoneno, é composto majoritário de outros estudos de composições de óleos essenciais extraídos a partir da casca de citros. Ferronato e Rossi (2018) encontraram, em média, 91,40% de limoneno, Medeiros (2014) encontrou até 98,91% e Velázquez-Nuñes et al. (2013) encontraram 96,90% de limoneno em amostras de óleos essenciais de laranjas.

Bahia 101 apresentou maior percentual de mirceno (1,18%), seguido de Rubi (0,86%) e Biondo (0,85%). Algumas variedades não apresentaram compostos secundários, ou mais de um composto secundário. Cara-cara só apresentou limoneno, Salustiana apresentou limoneno (96,72%) e mirceno (0,49%). Pera DP 06 e Bahia baianinha apresentaram apenas limoneno (99,61% e 95,66%, respectivamente) e Alfa-pineno (0,39% e 0,33%, respectivamente). Apenas cinco variedades apresentaram sabineno em sua composição, e a maior concentração encontrada foi de 0,37% de sabineno na variedade Jafa. Dezenove variedades apresentaram compostos não identificados pela cromatografia, com baixa representatividade no volume total do óleo, Valência Tuxpan teve maior porcentagem de substâncias não identificadas representando apenas 5,73% do óleo.

Os compostos secundários, como octanal, beta-felandreno, 1-octanol, linanool, decanal, citral, hidroxitolueno, entre outros podem ser encontrados em menores concentrações, mas não se tornam irrelevantes. São compostos importantes, que juntamente com o limoneno, atuam fortemente em atividades microbianas, antifúngicas e antioxidantes. Podem ser encontrados até 70 componentes em óleos essenciais de laranjas em técnicas de extração de óleos de cascas secas, por prensagem do fruto inteiro, ou até outros métodos de extração de cascas frescas, que sejam mais eficientes, que minimizam as perdas dos componentes altamente voláteis e que conseguem reter no óleo após a separação (ESPINA et al., 2011; FERRONATO; ROSSI, 2018).

O limoneno, mirceno, alfa-pineno e sabineno encontrados nas amostras dos óleos essenciais de laranja, podem ser utilizados em diversos produtos entre cosméticos, fármacos, produtos naturais para controle de pragas e doenças, entre outros, como ingredientes bioativos, com atividades antioxidantes, antifúngicas e antibióticas. Estes compostos não se perdem ao ocorrer a secagem prévia da casca antes da extração do óleo, porém, outros compostos como o nerol, geraniol, isoneral, terpineol, nonanol, undecanal, entre outros compostos voláteis podem se dissipar, dependendo do método de secagem (FARAHMANDFAR et al., 2020).

Os óleos essenciais de laranja possuem aplicação na homeopatia e aromaterapia há anos, com crescente consumo de adeptos destas práticas, pois não causam toxidez ao organismo humano. As formas mais comuns de uso são a ingestão em chás, ou bebidas, aplicação de uma gota embaixo da língua, inalação ou uso tópico. Entre os principais benefícios à saúde estão: as atividades anticarcinogênicas, antitumorais, inibindo a morte celular; sensação de relaxamento; efeito ansiolítico, antidepressivo; anti-inflamatórios auxiliando no alívio de dores musculares e efeito antibiótico, podendo ser utilizado em tratamentos de doenças em gastrointestinais (LEHRNER et al., 2000; BERGONZELLI et al., 2003; GOUGEON et al., 2005; YIP; TAM, 2008; MORAES et al., 2009; FATURI, et al., 2010; CHIDAMBARA et al., 2010; VIANA et al., 2016; MAGALHÃES, 2019; KOYAMA; HEINBOCKEL, 2020)

Os óleos essenciais de laranja e citros, em geral, são considerados ótimos antioxidantes e podem ser amplamente utilizados em cosméticos, atuando como bioativos, ajudando na desintoxicação do corpo, auxiliando no emagrecimento, no tratamento de acne. Ainda com função antioxidante atua na inibição de reações oxidativas, podendo ser conservante de alimentos e devido à sua capacidade antifúngica e antimicrobiana, são antissépticos e antibactericidas, podendo ser utilizada no tratamento da casca de frutos, prolongando o tempo de prateleira (HAAZ et al., 2006; CHERNIACK, 2008; MATIZ et al., 2012; KAMAL et al., 2013; VOLPATO et al., 2015; JORGE et al., 2016; TORRES-ALVAREZ et al., 2017).

Os óleos essenciais afetam os processos bioquímicos de insetos e ácaros, principalmente por ação fumegante ou tópica, podendo ser neurotóxicos, ou reguladores de crescimento, atuando com efeitos acaricidas, inseticidas, larvicidas e repelentes. Possuem ação antifúngica e antibióticas contra diversos patógenos (KIDANE, 2011; ASSUNÇÃO, 2013; CAMPOLO et al., 2014; CAMARA et al., 2015; MAIA et al, 2015, OBOH et al., 2017, FARIAS et al., 2018).

Considerando-se a análise multivariada para as substâncias encontradas no óleo essencial das variedades, verificou-se que o primeiro e o segundo componente da PCA explicaram 99,75% da variância dos dados (Figura 3.2). O primeiro componente explicou sozinho, 97,32% e o segundo 2,43%. A PCA foi capaz de reproduzir no gráfico os resultados encontrados. Toregosa e Valência Tuxpan posicionados à esquerda, com as menores concentrações de limoneno, oposto ao limoneno no gráfico. Na extremidade direita se destaca as variedades com maiores teores de limoneno de baixo para cima de Pera DP 06,

Kona, Valência IAC, João Nunes, Lima Score, Pera IAC, Pearson Brown, Jafa, Westin e Pera 2000. Bahia 101, com alto teor de limoneno e mirceno está posicionada no segundo quadrante acima das demais variedades.

A análise de agrupamento em relação às substâncias encontradas (Figura 3.3), apresentou correlação cofenética de 0,77 e possibilitou o agrupamento das variedades em quatro grupos, onde a variedade Bahia 101 se diferencia das outras variedades, pois é a variedade com maior concentração de mirceno, além disso possui em sua composição 0,44% de alfa-pineno e 0,09% de sabineno. Há a formação de outros três grandes grupos, o primeiro grupo formado por Toregosa e Valência Tuxpan, as variedades com os menores teores de limoneno e maiores volumes de compostos não identificados no óleo. O segundo grupo, de Biondo a Rubi, com concentração de componentes não identificados entre 2,68 a 4,00%, o terceiro grupo, entre Cara-cara a Pera DP 21, possui menos componentes não identificados, entre 1,13 a 1,98% e o último grupo formado pelas 11 variedades que não apresentaram nenhum composto não identificado em seu óleo: de Jafa a Bahia 101.

Estudos como estes são necessários para compreender a composição das substâncias encontradas nos óleos essenciais, as variedades que possuem maior quantidades de substâncias benéficas e as que possuem maior rendimento de óleo em sua casca. Estudos complementares são necessários para encontrar os métodos de extração mais eficientes, que ocasionam menores perdas e maior rendimento do óleo, além de aplicar estes componentes no cotidiano das pessoas, beneficiando a população, melhorando a qualidade de vida e possuem grande potencial na aplicação no manejo integrado de pragas, como controle biológico.

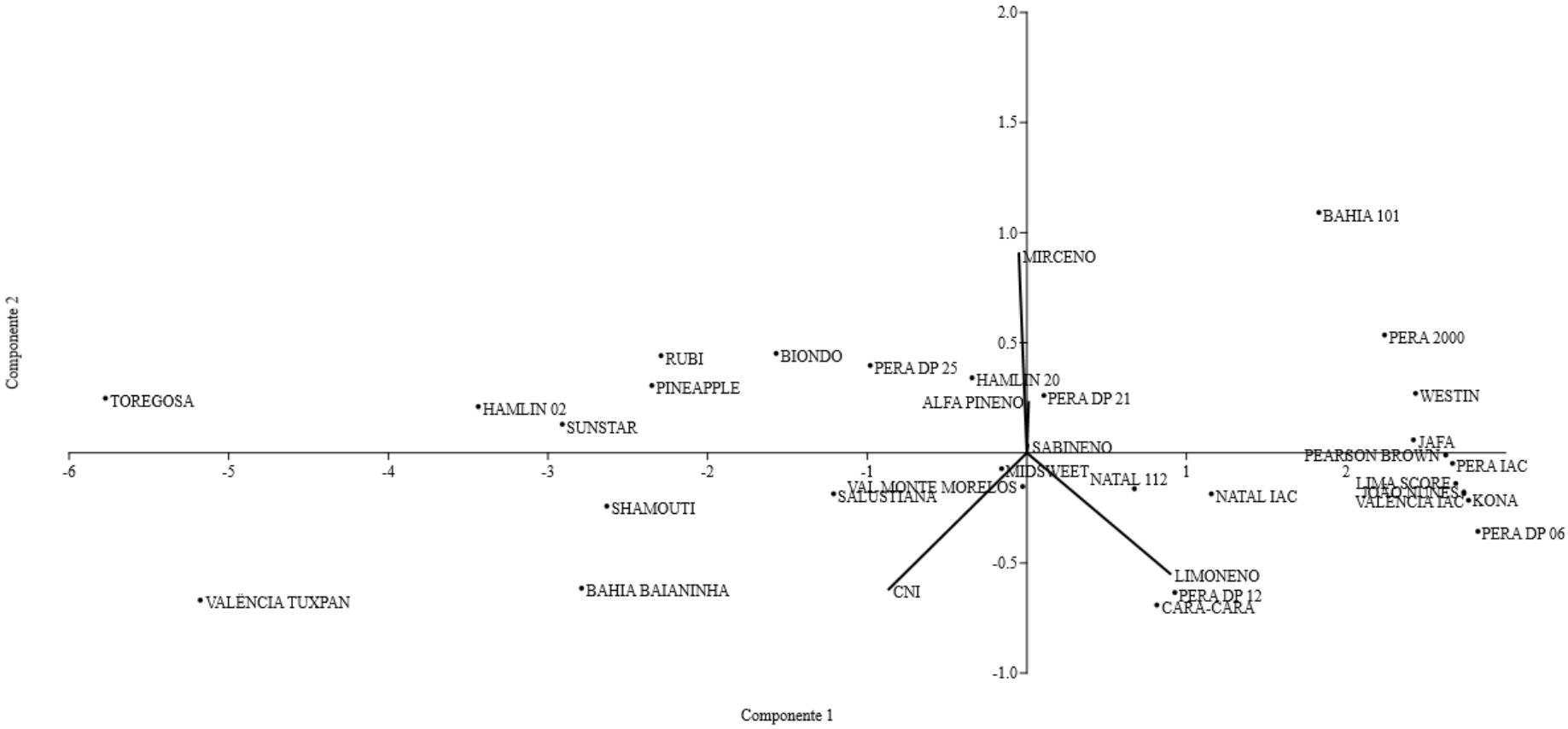

Figura 3.2. Biplot das substâncias encontradas no óleo essencial da casca das variedades de laranja (limoneno, mirceno, alfa-pineno, sabineno e CNI (Compostos Não Identificados).

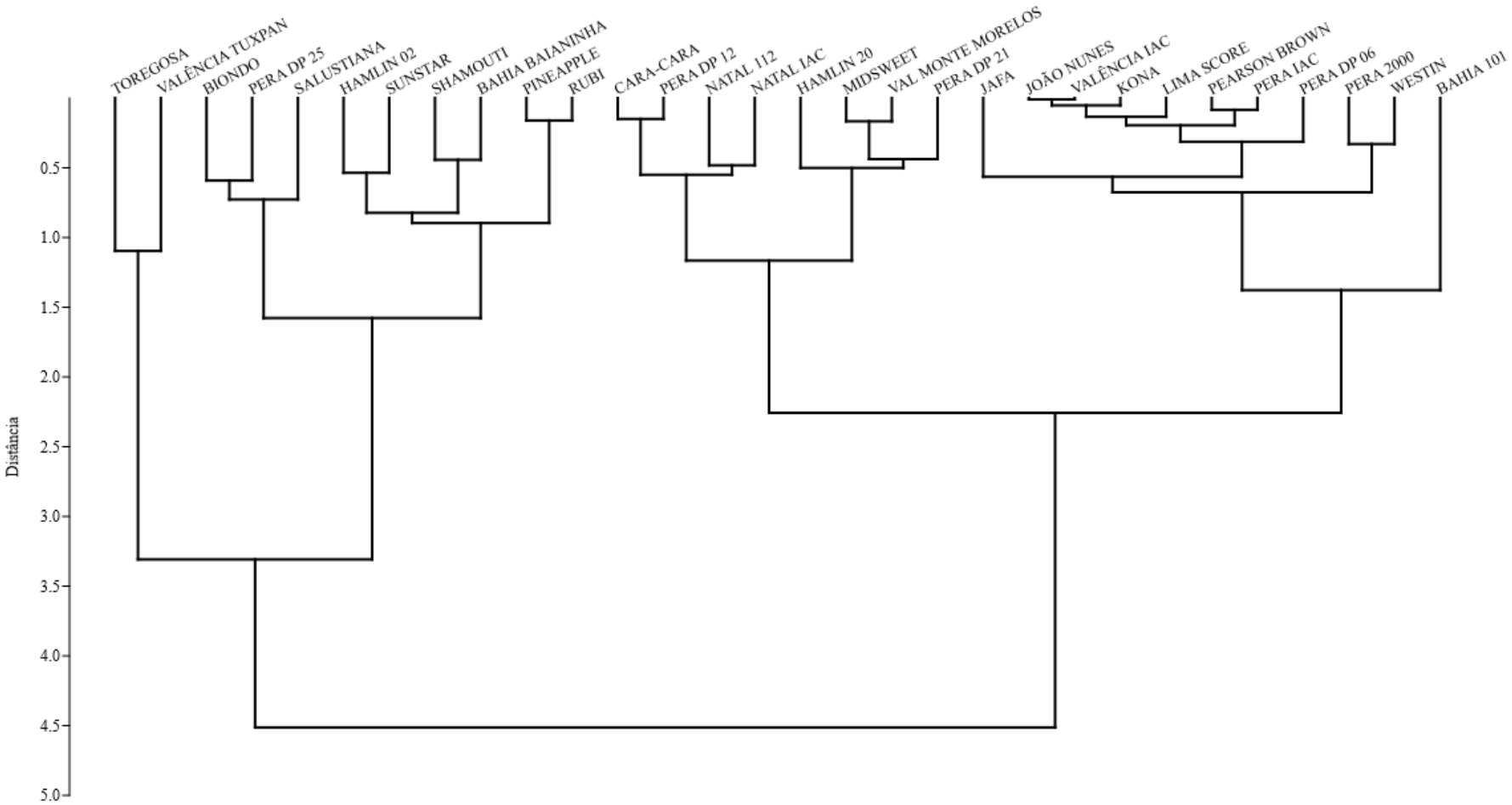

Figura 3.3. Dendrograma da Análise de Agrupamento Hierárquico, por Distância Euclidiana, método UPGMA, entre as variedades de laranja em relação às substâncias encontradas no óleo essencial.

3.4 CONCLUSÃO

Todas as variedades, exceto Bahia Baianinha (0,23%) apresentam rendimento de óleo essencial acima do rendimento que é encontrado nas laranjas cultivadas comercialmente de 0,4%.

As variedades Valência IAC (5,57%), Pera DP 06 (4,75%), Hamlin 20 (4,58%) e Pera DP 25 (4,28%) possuem quantidades de óleo essencial considerados satisfatórios e podem ser exploradas, sendo variedades alternativas às variedades existentes no mercado.

Limoneno, mirceno, alfa-pineno e sabineno são compostos que permanecem na casca dos frutos mesmo após o processo de secagem e após extração do óleo pelo método de hidrodestilação. São compostos altamente antioxidantes, sendo o limoneno o composto majoritário no óleo essencial, independente da variedade de laranja.

3.5 REFEREÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. **Allured Publishing Corporation**, 468p. 2007.

ARAÚJO, J.S.F.; FEITOZA, J.V.F.; QUEIROGA, I.M.B.N.; DANTAS, C.O.; CAVALCANTI, M.T. Características dos óleos essenciais de Citrus: um potencial subproduto agroindustrial. *In*: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. **Anais [...]**. Campina Grande. 2016.

ASSUNÇÃO, G.V. **Caracterização química e avaliação da atividade larvicida frente ao *Aedes aegypti* do óleo essencial da espécie *Citrus sinensis* L. Osbeck (laranja doce).** 2013. Ano de obtenção: 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade Federal do Maranhão, 2013.

BERGONZELLI, G. E; DONNICOLA, D; PORTA, N; CORTHÉSY-THEULAZ, I. E. Essential oils as components of a diet based approach to management of Helicobacter infection. **Antimicrob Agents Chemother**, v. 47, p. 3240-3246, out. 2003.

BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p.588-594, abr, 2009.

CAMARA, C. A. G.; AKHATAR, Y.; ISMAN, M. B.; SEFFRIN, R. C.; BORN, F. S. Repellent activity of essential oils from two species of *Citrus* against *Tetranychus urticae* in the laboratory and greenhouse. **Crop Protection**, v. 74, p. 110–115, ago. 2015.

CAMPOLO, O.; MALACRINÒ, A.; ZAPPALÀ, L.; LAUDANI, F. Fumigant bioactivity of five Citrus essential oils against *Tribolium confusum*. **Phytoparasitica**, v. 42, n. 2, p. 223-233, out. 2014.

CHERNIACK, E. P. Potential applications for alternative medicine to treat obesity in an aging population. **Altern Med Rev**, v. 13, n. 1, p. 34-42, mar. 2008.

CHIDAMBARA FERNANDES, B. C. **Desenvolvimento histórico da Citricultura.** 2010. Monografia- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Araraquara, SP. 2010.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Banana é a fruta mais consumida pelos brasileiros;** No mundo, fruta é a segunda mais consumida atrás apenas da laranja. 2015. Disponível em:https://www.agrolink.com.br/noticias/banana-e-a-fruta-mais-consumida-pelos-brasileiros_223476.html. Acesso em: 02 dez. 2019

COOPERCITRUS. **Notícias. Safra Mundial de Laranja Cresce 9%.** 2019. Disponível em: https://valtra.coopercitrus.com.br/noticias-locais/safra-mundial-de-laranja-cresce-9/. Acesso: 01 dez. 2019.

DAWYNDT, P.; HANS, M.; BERNARD, B. UPGMA clustering revisited: A weightdriven approach to transitive approximation. **International Journal of Approximate Reasoning** v. 42, n. 3, p. 174-191, 2006.

ESPINA, L. SOMOLINOS, M. LORÁN, S.; CONCHELLO, P.; GARCIA, D.; PAGÁN, R. Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. **Food Control**, v. 22, n. 6, p. 896-902. Jun, 2011.

FARAHMANDFAR, R.; TIRGARIAN, B.; DEHGHAN, B.; NEMATI, A. Changes in chemical composition and biological activity of essential oil from Thomson navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) peel under freezing, convective, vacuum, and microwave drying methods. **Food Sci Nutri.**, v. 08, p. 124-138, 2020.

FARIAS, A. P. **Quimiodiversidade e bioatividade dos óleos essenciais de copas de *Citrus* A *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae) e seletividade a seu predador**. 2018. Ano de obtenção: 2018. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, 2018.

FATURI, C. B.; LEITE, J. R.; ALVES, P. B.; CANTON, A. C.; TEIXEIRA-SILVA, F. Anxiolytic-like effect of sweet Orange aroma in Wistar rats. **Progress in Neuro-Psychopharmacology &Biol. Psychiatry**, v. 34, n. 4, p. 605–609, mai. 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERRONATTO, A.N.; ROSSI, R.C. Extração e aplicação do óleo essencial da casca da laranja como um ingrediente natural. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 12, n. 02, p. 78-93, dez., 2018.

FUNDECITRUS. **Reestimativa da safra de laranja 2018/19 do cinturão citrícola de são paulo e triângulo/sudoeste mineiro – cenário em fevereiro/2019.** 2019. Disponível em:https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0219_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf. Acesso: 02 dez 2019.

GOUGEON, R.; HARRIGAN, K.; TREMBLAY, J.; HEDREI, P.; LAMARCHE, M.; MORAIS, J.A. Increase in the thermic effect of food in women by adrenergic amines extracted from *Citrus aurantium*. **Obesity Research**, v. 13, n. 7, p. 1187-1194, ago. 2005.

HAAZ, S.; FONTAINE, K.R.; CUTTER, G.; LIMDI, N.; PERUMEAN-CHANEY, S.; ALLISON, D. B. *Citrus aurantium* and synephrine alkaloids in the treatment of overweight and obesity: an update. **Obesity Research**, v. 7, n. 1, p. 79-88, fev. 2006.

JORGE, N.; SILVA, A. C.; ARANHA, C. P. M. Antioxidant Activity of oils extracted from Orange (*Citrus sinensis*) seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, n. 2, p. 951-958, 2016.

KAMAL, G. M.; ASHRAF, M. Y.; HUSSAIN, A.; SHAHZADI, A.; CHUGHTAI, M. I. Amtioxidant potential of peel essential oils of three pakistani Citrus species: *Citrus reticulata, Citrus sinensis* and *Citrus paradisii*. **Pakistan Journal of Botany**, v. 45, n. 4, p. 1449-1454, ago. 2013.

KIDANE, D. The potential of Orange (*Citrus sinensis* L.) peel oil as a fumigant and repellent to control maize weevil (*Sitophillus zeamais* Motsch). **Journal of Biologically Active Products from Nature**, v. 3, p. 193-199, mar. 2011.

KOBORI, C.N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, out., 2005.

KOYAMA, S.; HEINBOCKEL, T. The effects of essential oils and terpenes in relation to their routes of intake and application. International Journal of Molecular Sciences, v. 21, p. 1-36, fev. 2020.

LEHRNER, J.; ECKERSBERGER, C.; WALLA, P.; POTSCH, G.; DEECKE, L. Ambient odor of orange in a dental office reduces anxiety and improves mood in female patients. **Physiology Behavior**, v. 71, n. 1, p. 83–89, out. 2000.

MAGALHÃES, M. L. **Atividades biológicas do suco e do óleo essencial da laranja sanguínea moro (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck).** Ano de obtenção: 2019. 135 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

MAIA, T. F.; DONATO, A.; FRAGA, M. E. Atividade antifúngica de óleos essenciais de Plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. 1, p. 105-116. 2015.

MATIZ, G.; OSORIO, M. R.; CAMACHO, F.; ATENCIA, M.; HERAZO, J. Effectiveness of antimicrobial formulations for acne based on orange (*Citrus sinensis*) and sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oils. **Biomedica**, v. 32, n. 1, p. 125–133, jan. 2012.

MEDEIROS, H. H. B.R. **Fracionamento do Óleo de Laranja utilizando um Sistema híbrido de Evaporização.** 2014. 169 f. Tese (Doutora em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

MOITA NETO, J. M. Estatística multivariada: uma visão didático-metodológica. **Revista Filos. Ens.**, v. 1, p. 1, 2004.

MORAES, T. M.; KUSHIMA, H.; MOLEIRO, F. C.; SANTOS, R. C.; ROCHA, L. R.; MARQUES, M. O.; VILEGAS, W.; HIRUMA-LIMA, C. A. Effects of limonene and essential oil from *Citrus aurantium* on gastric mucosa: role of prostaglandins and gastric mucus secretion. **Chem Biol Interact**, v. 180, n. 3, p. 499-505, ago. 2009.

OBOH, G.; ADEMOSUN, A. O.; OLUMUYIWA, T. A.; OLASEHINDE, T. A.; ADEMILUYI, A. O.; ADEYEMO, A. C. Insecticidal activity of essential oil from orange peels (*Citrus sinensis*) against Tribolium confusum, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus oryzae* and its inhibitory effects on acetylcholinesterase and Na+/K+-ATPase activities. **Phytoparasitica**, v. 45, n. 4, p. 501–508. 2017.

RAO, B.R.; RAJPUT, D.K.; MALLAVARAPU, G.R. Chemical diversity in curry leaf (Murraya koenigii) essential oils. **Food Chem**, 126: 989-994, 2011.

ROMANO, C. A.; OLIVEIRA, M. G.; MORAIS, M. S. M.; PAZ, A. T. S.; SILVA, L. S.; SILVA, H. H. G.; SILVA, I. G. **Chemical constituents and larvicidal activity of essential oil from Murraya koenigii (L.) Spreng. (Rutaceae) against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae).** In: Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química, Ponta Grossa, PR, cap. 18, p. 181-191, mar. 2020.

SILVEIRA, J.C.; BUSATO, N.V.; COSTA, A.O.S.; COSTA-JÚNIOR, E.F. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 2038. 2012.

SIQUEIRA, D.L.; SALOMÃO, L.C.C. **Citros do plantio à colheita**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2017.

TORRES-ALVAREZ, C.; NÚÑEZ GONZÁLEZ, A.; RODRÍGUEZ, J.; CASTILLO, S.; LEOS-RIVAS, C.; BÁEZ-GONZÁLEZ, J. G. Chemical composition, antimicrobial, and antioxidant activities of orange essential oil and its concentrated oils. **Cyta - Journal of Food**, v. 15, n. 1, p. 129–135, 2017.

VAN DEN DOOL, E.; KRATZ, P. A. Generalization of the Retention Index System Including Linear Temperature Progammed Gas-Liquid Partition Chromatography. Journal of Chromatography. **Science,** v. 11, 463 p. 1963.

VELÁZQUEZ-NUÑEZ, M.J.; AVILA-SOSA, R.; PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A. Antifungal activity of orange (Citrus sinensis var. Valencia) peel essential oil applied by direct addition or vapor contact. **Food Control**, v. 31, n. 1, p. 1-4. Jun, 2013.

VIANA, M. D. M.; CARDOSO, R. M.; SILVA, N. K. G.T.; FALCÃO, M. A. P.; VIEIRA, A. C. S.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; CAMPESATTO, E. A. Anxiolytic-like effect of *Citrus limon* (L.) Burm f. essential oil inhalation on mice. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.18, n.1, p. 96-104, 2016.

VOLPATO, G. T.; FRANCIA-FARJE, L. A. D.; DAMASCEN, D. C.; OLIVEIRA, R. V.; HIRUMA-LIMA, C. A.; KEMPINAS, W. G. Effect of essential oil from *Citrus aurantium* in maternal reproductive outcome and fetal anomaly frequency in rats. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 1, p. 407-415. 2015.

YIP, Y. B.; TAM, A. C. Y. An experimental study on the effectiveness of massage with aromatic ginger and Orange essential oil for moderate-to-severe knee pain among the elderly in Hong Kong. **Complement Ther Med**, v. 16, n. 3, p. 131–138, jun. 2008.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação às características físico-químicas dos frutos, pode-se dividir as 30 variedades em quatro grandes grupos, pelos seus atributos morfológicos, onde o primeiro grupo, apresenta variedades pequenas, leves, oblongas, com cascas média, poucas sementes e baixo a meio rendimento de suco; o segundo grupo composto por laranjas médias, arredondadas, cascas de média a grossas, com mais sementes e rendimento médio a alto de suco; o terceiro é o maior e mais diverso grupo; e o quarto grupo com laranjas médias, cascas mais espessas e menos sementes.

As características químicas dos frutos separam as variedades em dois grandes grupos, onde se destaca a variedade Lima Score, que forma um grupo único, pois suas características químicas são diferentes das demais variedades. O segundo grupo, compartilha características químicas similares, possuem alta acidez, acidez titulável e sólidos solúveis em níveis aceitáveis para o beneficiamento do fruto e consumo do fruto e forma subgrupos, onde o subgrupo formado pelas variedades Hamlin 02, Rubi, Sunstar, Pineapple e Toregosa possuem elevados teores de ácido ascórbico.

Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Pera DP 25, Toregosa e Pera DP 06, Bahia 101, Hamlin 02, Pera DP 12 e Shamouti e em particular as variedades João Nunes e Lima Score, que possuem altos teores de sólidos solúveis, comparadas às demais, possuem aptidão para o consumo de frutos frescos.

Natal 112, Natal IAC, Pera 2000, Pera DP 21, Pera DP 25, Pera IAC, Valência IAC e Valência Monte Morelos podem ser consumidas *in natura* ou destinadas ao processamento, portanto, consideradas de dupla aptidão.

As demais variedades podem ser utilizadas no processamento. Na produção do suco pasteurizado, onde não há perda de água, Salustiana, Pearson Brown, Hamlin 20, Toregosa e Pera DP 06 podem ser as mais indicadas, levando em consideração seus atributos físico-químicos.

Em relação à composição do óleo essencial das 30 variedades pode-se agrupar as variedades em quatro grupos. O primeiro grupo composto por variedades com as menores porcentagens de limoneno e maiores volumes de compostos não identificados no óleo; o segundo com compostos não identificados entre 2,68 a 4,00%, o terceiro, estes componentes não identificados, entre 1,13 a 1,98% e o último grupo formado pelas variedades que não

apresentaram nenhum composto não identificado em seu óleo. As variedades possuem compostos e rendimentos diferentes de óleo em suas cascas.

Este trabalho contribuiu na identificação das características físico-químicas dos frutos das variedades de laranja e na composição e rendimento do óleo essencial. São necessários estudos futuros sobre análise sensorial, para identificar as variedades que agradam mais o consumidor, pelo sabor. Estudos sobre viabilidade econômica da produção destas variedades, influência do porta-enxerto, fatores de estresse, irrigação, adubação e fertilidade na composição do óleo essencial poderão colaborar com os resultados deste trabalho.