

JULIANO ROCHA PEREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL
DE MÉIS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS.**

Dissertação apresentada ao Campus Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como requisito parcial para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS para a obtenção do título de Mestre.

**RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016**

JULIANO ROCHA PEREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL
DE MÉIS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS.**

Dissertação apresentada ao Campus Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como requisito parcial para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: MAURÍCIO HENRIQUES LOUZADA
SILVA

**RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016**

JULIANO ROCHA PEREIRA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL
DE MÉIS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS.**

Dissertação apresentada ao Campus Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada: 29 de novembro de 2016



Fabíola Cristina de Oliveira
Membro da banca



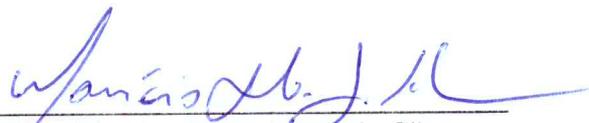
Vanessa Riani Olmi Silva
Membro da banca



Ângelo Márcio Leite Denadai
Coorientador



André Narvaes da Rocha Campos
Coorientador



Maurício Henriques Louzada Silva
Orientador

Dedico aos meus pais que sempre estão presentes me guiando no melhor caminho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar acima de tudo.

Aos meus pais, pelo amor e incentivo em todas as etapas de minha vida.

A minha esposa Joicy e filhos Júlia e João Pedro. Sem vocês não seria possível seguir em frente.

Aos meus irmãos Cristiano, Viviane e Fabiano, que mesmo de longe sempre torceram por mim. Obrigado!

A toda a minha família de um modo geral, pela torcida e incentivo.

Ao Professor Maurício Henriques Louzada, principalmente pela orientação que mesmo de longe soube me guiar.

Aos Professores Ângelo Márcio e Jeferson Oliveira que me deram todo apoio e base em Governador Valadares.

Aos Professores, André Narvaes, pela coorientação, Vanessa Riani e Fabíola Oliveira, pelo apoio e conhecimentos repassados.

À Universidade Federal de Juiz de Fora campus Governador Valadares e ao Departamento de Farmácia, pela presteza em me deixar cursar o mestrado.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), Campus Rio Pomba, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

À Universidade Estadual Norte Fluminense, em especial agradecimento ao professor Victor Perez e ao amigo Geraldo David, por toda ajuda nas análises de carboidratos.

Aos colegas de trabalho, Ana Maria, Bolivar Amaro, Letícia Oliveira, Vanessa Bittencourt e Vanessa Medeiros, sem a colaboração de vocês fazendo o rodízio de trabalho eu não teria iniciado o mestrado. Muito Obrigado!

A todos os professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba, pela dedicação e profissionalismo.

Aos colegas do mestrado, pelo companheirismo e pelos bons momentos de aperto e alegria que passamos juntos.

Aos parceiros de chão de fábrica Nelson Custódio e Alexandre Souto, o qual sou eternamente grato pelos conhecimentos a mim direcionados.

A aqueles que eu possa ter esquecido, mas que de alguma forma me ajudaram, meu muito obrigado.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade” Albert Einstein (1879-1955).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	OBJETIVOS	2
2.1	Objetivo geral	2
2.2	Objetivos específicos	2
3	REFERENCIAL TEÓRICO	3
3.1	Importância econômica e produção de mel.....	6
3.2	Caracterização do mel	13
3.2.1	Propriedades físico-químicas.....	16
4	ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO (FTIR).....	25
5	PROPRIEDADES REOLÓGICAS	28
6	PROPRIEDADES SENSORIAIS	31
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

CAPÍTULO 2

1	INTRODUÇÃO	49
2	MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1	Obtenção das amostras	50

2.2	Análises físico-químicas.....	54
2.2.1	Sólidos solúveis totais (°Brix).....	54
2.2.2	Determinação de umidade.....	54
2.2.3	pH.....	54
2.2.4	Determinação de glicose, frutose e sacarose.....	55
2.2.5	Determinação de condutividade elétrica.....	55
2.2.6	Determinação de acidez livre.....	55
2.2.7	Determinação de cinzas.....	56
2.2.8	Determinação de cor.....	56
2.2.9	Determinação de atividade diastática.....	57
2.2.10	Determinação de hidroximetilfurfural.....	58
2.2.11	Determinação de sólidos insolúveis em água.....	58
2.2.12	Espectroscopia na região do infravermelho por reflectância total atenuada (FTIR-ATR).....	59
2.2.13	Análises reológicas.....	59
2.2.14	Determinação da razão frutose/glicose (F/G).....	60
2.3	Análises estatísticas.....	61
3	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	62
3.1	Análises físico-químicas.....	62
3.2	pH.....	62
3.3	Acidez livre.....	65
3.4	Cinzas.....	65
3.5	Condutividade elétrica.....	66
3.6	Sólidos solúveis totais (°Brix).....	67
3.7	Umidade.....	67
3.8	Hidroximetilfurfural (HMF).....	68

3.9	Sólidos insolúveis em água.....	68
3.10	Atividade diastática	69
3.11	Cor	70
3.12	Viscosidade.....	73
3.13	Glicose, frutose e sacarose.....	80
3.14	Razão frutose/glicose (F/G)	82
3.15	Espectroscopia infravermelha com Transformada de Fourier (FT-IR)	84
3.16	Análise de agrupamento	88
3.17	Análise dos componentes principais	90
3.18	Análise de correlação.....	91
4	CONCLUSÕES	94
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

CAPÍTULO 3

1	INTRODUÇÃO	105
2	MATERIAL E MÉTODOS	106
2.1	Determinação de análises sensoriais.....	106
2.2	Análises estatísticas.....	108
3	RESULTADOS E DISCUÇÃO	109
3.1	Perfil do consumidor de mel.....	109
3.2	Análise sensorial por aceitação – Escala Hedônica.....	110
3.3	Análise do Mapa de Preferência Interno	113
3.4	CATA (Check all that apply)	119

4 CONCLUSÃO.....	120
5 CONCLUSÃO GERAL / CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	124
7 APÊNDICE	126
7.1 APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	126
8 ANEXO.....	127
8.1 ANEXO A – Ficha de avaliação sensorial com escala hedônica e termos CATA aplicada na caracterização dos méis coletados em seis mesorregião de Minas Gérias	127

RESUMO GERAL

PEREIRA, Juliano Rocha, Mestrado Profissional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, 29 de novembro de 2016. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL DE MÉIS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS.** Orientador: Maurício Henriques Louzada Silva. Coorientadores: André Narvaes da Rocha Campos e Ângelo Márcio Leite Denadai.

O mel que é um produto natural, produzido pelas abelhas, pode ser considerado o alimento mais complexo encontrado na natureza. Essa complexidade em sua composição é dependente do clima, solo, tipo de abelha e principalmente do tipo floral em que são coletados os néctares. Suas características físico-químicas são importantes parâmetros para se definir, quantificar e caracterizar sua qualidade. Assim, os parâmetros umidade, sacarose, glicose, frutose, acidez, atividade diastática, hidroximetilfurfural (HMF), cinzas e sólidos insolúveis, constituem o padrão de qualidade e identidade do mel. O objetivo desse trabalho foi determinar as características físico-químicas, reológicas e sensoriais de méis comercializados em 6 mesorregiões de Minas Gerais. Ainda sim, verificar se há possíveis adulterações, influência das floradas e regiões sobre os parâmetros físico-químicos e reológicos e a influência das floradas sobre a aceitação sensorial. A utilização de análises estatísticas como a Análise de Componentes Principais (ACP) e Agrupamento foram aplicados sobre os resultados físico-químicos a fim de diferenciar os méis. As análises de Mapa de Preferência e teste CATA (check-all-that-apply) foram utilizadas na avaliação sensorial. Os resultados mostraram que o teor de umidade dos méis variou entre 14,26 e 18,42 g/100g. A acidez livre ficou entre 14,16 a 34,87 meq/Kg. A condutividade elétrica oscilou entre 0,285 e 0,911 mS.cm⁻¹. Os teores de cinza variaram entre 0,18 e 0,53%. Os teores de sólidos insolúveis ficaram abaixo de 0,1 g/ 100g. A quantidade de HMF ficou abaixo de 60mg/Kg. A atividade diastática com exceção das amostras de Eucalipto da Zona da Mata e Laranjeira da região Sul, mostraram valores dentro da legislação brasileira (mínimo 8). O pH oscilou entre 3,86 a 4,52 e o Brix ficou entre 79,40 a 83,43. As amostras exibiram maiores teores de frutose (35,86 – 41,50 g/100g) e menores teores de glicose (26,30 – 34,48 g/100g). Os teores de sacarose, com exceção da amostra Assa-Peixe da região Central, exibiram valores dentro do permitido pela legislação brasileira (6,0 g/100g). A razão frutose/glicose variou entre 1,10 e 1,36. Os valores de viscosidade plástica oscilaram entre 18,92 a 64,39 Pa.s⁻¹. Todas as amostras de mel apresentaram comportamento próximo do newtonianos e com baixa pseudoplasticidade. O modelo matemático de Ostwald de Waele forneceu uma boa descrição da viscosidade plástica dos méis. A utilização de análises dos componentes principais entre mesorregiões e floradas mostrou que os parâmetros físico-químicos viscosidade, sacarose, pH e cinzas podem diferenciar méis das mesorregiões Triângulo Mineiro (TM) e Vale do Jequitinhonha e Mucuri (VJM). Os resultados da análise sensorial indicou que houve uma preferência para as floradas Velame e Silvestre no atributo sabor. Eucalipto, Assa-Peixe e Velame no atributo textura. Silvestre, Marmeleiro e Velame no atributo aroma. Florada Assa-Peixe pelo atributo aparência e Silvestre pelo atributo coloração. Floradas Eucalipto e Silvestre foram as que tiveram maior preferência no atributo impressão global, sendo essas duas floradas, as mais comercializadas em Minas Gerais.

Palavras-chave: Mel, mesorregião, comportamento reológico.

GENERAL ABSTRACT

PEREIRA, Juliano Rocha, Mestrado Profissional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, setembro de 2016. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, REOLÓGICA E SENSORIAL DE MÉIS COMERCIALIZADOS EM MINAS GERAIS.** Orientador: Maurício Henriques Louzada Silva. Coorientadores: André Narvaes da Rocha Campos e Ângelo Márcio Leite Denadai.

Honey that is a natural product, produced by bees, can be considered the most complex food found in nature. This complexity in its composition is dependent on the climate, soil, type of bee and mainly the floral type in which the nectars are collected. Its physico-chemical characteristics are important parameters to define, quantify and characterize its quality. Thus, the parameters of moisture, sucrose, glucose, fructose, acidity, diastase activity, hydroxymethylfurfural (HMF), ashes and insoluble solids constitute the quality and identity of honey. The objective of this work was to determine the physical-chemical, rheological and sensorial characteristics of honeys marketed in 6 mesoregions of Minas Gerais. However, it is possible to verify if there are possible adulterations, influence of the flowering and regions on the physical-chemical and rheological parameters and the influence of flowering on the sensorial acceptance. The use of statistical analyzes such as Principal Component Analysis (PCA) and Grouping were applied to physicochemical results in order to differentiate the honeys. The Prediction Map and CATA (check-all-that-apply) analyzes were used in the sensory evaluation. The results showed that the moisture content of honey varied between 14.26 and 18.42 g / 100g. The free acidity ranged from 14.16 to 34.87 meq / kg. The electrical conductivity ranged from 0.285 to 0.911 mS.cm⁻¹. The ash content varied between 0.18 and 0.53%. The insoluble solids contents were below 0.1 g / 100g. The amount of HMF was below 60mg / kg. Diastolic activity with the exception of Eucalyptus samples from the Zona da Mata and Laranjeira of the South region showed values within Brazilian legislation (minimum 8). The pH ranged from 3.86 to 4.52 and the Brix was between 79.40 to 83.43. The samples showed higher fructose contents (35.86 - 41.50 g / 100g) and lower glucose contents (26,30 - 34,48 g / 100g). The sucrose contents, except for the Assa-Peixe sample from the Central region, showed values within the limits allowed by Brazilian legislation (6.0 g / 100 g). The fructose / glucose ratio ranged from 1.10 to 1.36. The plastic viscosity values ranged from 18.92 to 64.39 Pa.s⁻¹. All honey samples showed behavior close to Newtonian and with low pseudoplasticity. The mathematical model of Ostwald de Waele provided a good description of the plastic viscosity of the honey. The use of analyzes of the main components between mesoregions and flowering showed that the physico-chemical parameters viscosity, sucrose, pH and ashes can differentiate honeys from Triângulo Mineiro (TM) and Vale do Jequitinhonha and Mucuri (VJM) mesoregions. The results of the sensorial analysis indicated that there was a preference for the Velame and Silvestre flowering in the flavor attribute. Eucalyptus, Assa-Peixe and Velame in the texture attribute. Silvestre, Quince and Velame in the aroma attribute. Florada Assa-Fish by attribute appearance and Silvestre by attribute coloration. Flowering Eucalyptus and Silvestre were the ones that had the highest preference in the overall impression attribute, being these two flowering, the most commercialized in Minas Gerais.

Keywords: Honey, mesoregions, rheological behavior.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Classificação de mel pela origem, procedimento de obtenção do favo e processamento.....	5
Figura 2 – Valor médio e destino das exportações dos méis produzidos em MG	9
Figura 3 – Divisão das mesorregiões do estado de Minas Gerais com percentual de produção	11
Figura 4 – Evolução da produção de mel em MG e Brasil	12
Figura 5 – Tipo de movimento vibracional das moléculas	26
Figura 6 – Módulo ATR	26
Figura 7 – Estrutura do FTIR-ATR	27
Figura 8 – Classificação dos fluidos líquidos.....	29
Figura 9 – Comportamento dos fluidos	29

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Grandes mesorregiões do estado de Minas Gerais onde foram coletadas as amostras de méis	51
--	----

Figura 2 – Resumo esquemático de análises realizadas em méis coletados nas seis mesorregiões de Minas Gerais, incluindo fornecedores, floradas e lotes dos méis ..	53
Figura 3 – Distribuição das amostras por cores	70
Figura 4 – Exemplo de cores entre as floradas estudadas	71
Figura 5 – Distribuição das cores do estado de Minas Gerais e porcentagem por mesorregião	71
Figura 6 – Cores de acordo com a origem floral de méis comercializados em seis mesorregiões de Minas Gerais.....	72
Figura 7 – Curva de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Rio Doce.....	75
Figura 8 – Curva de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Zona da Mata	76
Figura 9 – Curva de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri	77
Figura 10 – Curva de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Triângulo Mineiro	78
Figura 11 – Curva de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Central	79
Figura 12 – Curva de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Sul.....	80
Figura 13 – Cromatograma dos padrões de carboidratos, xarope de glicose e das amostras de méis coletados em seis mesorregiões de Minas Gerais e concentração a 4% da mistura de sacarose, glicose e frutose	83
Figura 14 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Central.....	85

Figura 15 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Rio Doce.....	85
Figura 16 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Sul	86
Figura 17 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Triângulo Mineiro	86
Figura 18 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri.....	87
Figura 19 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Zona da Mata.....	87
Figura 20 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de água, padrões de carboidratos (sacarose, glicose e frutose) e xarope de glicose comercial.....	88
Figura 21 – Dendograma das análises de agrupamento com as oito floradas de mel coletadas em seis mesorregiões de Minas Gerais	89
Figura 22 – Análise dos componentes principais de diferentes floradas de méis coletadas em seis mesorregiões de Minas Gerais com a distribuição das variáveis físico-químicas	91

CAPÍTULO 3

Figura 1 – (A) Gráfico de ocupação dos indivíduos recrutados para avaliação das amostras de mel. (B) Gráfico de frequência de consumo de mel dos indivíduos recrutados para avaliação	110
---	-----

Figura 2 – Mapa de preferência referente à aparência das amostras de méis	114
Figura 3 – Mapa de preferência referente ao aroma das amostras de méis	115
Figura 4 – Mapa de preferência referente à coloração das amostras de méis.....	116
Figura 5 – Mapa de preferência referente ao sabor das amostras de méis	117
Figura 6 – Mapa de preferência referente à textura das amostras de méis	118
Figura 7 – Mapa de preferência referente a impressão global das amostras de méis	119
Figura 8 – Mapa de preferência externo da aceitação das amostras de méis	120

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Produção mundial de mel.....	7
Tabela 2 – Produção de mel por região no Brasil	8
Tabela 3 – Principais destinos das exportações dos méis produzidos em Minas Gerais.....	10
Tabela 4 – Regiões produtoras de mel em Minas Gerais	10
Tabela 5 – Composição do mel.....	14
Tabela 6 – Métodos de avaliação de qualidade e aceitabilidade do mel.....	16
Tabela 7 – Requisitos mínimos de qualidade do mel	17
Tabela 8 – Classificação do mel segundo a coloração	31

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Amostras de mel por florada, tipo, mesorregião e ano de produção	52
Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos das amostras de méis comercializados em diferentes regiões do estado de Minas Gerais	64
Tabela 3 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Rio Doce	75

Tabela 4 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Zona da Mata.....	76
Tabela 5 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri.....	77
Tabela 6 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Triângulo Mineiro	78
Tabela 7 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Central	79
Tabela 8 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Sul	80
Tabela 9 – Resultados das análises de açúcares nas amostras de mel	81
Tabela 10 – Matriz de correlação entre os parâmetros físico-químicos das amostras de méis coletadas em seis mesorregiões de Minas Gerais	93

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Resumo das características demográficas dos indivíduos que participaram da avaliação sensorial	109
Tabela 2 – Escores médios dos atributos de aceitação dos méis	111

LISTA DE EQUAÇÕES

CAPÍTULO 1

Equação 1 – Equação da 2ª Lei de Newton	28
Equação 2 – Equação da 2ª Lei de Newton aplicada a fluidos	28

CAPÍTULO 2

Equação 1 – Fórmula para determinação de condutividade elétrica	55
Equação 2 – Fórmula para o cálculo de acidez livre	56
Equação 3 – Fórmula para determinação da porcentagem de cinzas	56
Equação 4 – Fórmula para o cálculo de atividade diastática	57
Equação 5 – Fórmula para o cálculo do conteúdo de hidroximetilfurfural	58
Equação 6 – Fórmula para o cálculo de sólidos insolúveis	59
Equação 7 – Fórmula para determinação da tensão de cisalhamento seguindo o modelo de Ostwald-de-Waele	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPÍTULO 1

α - Alfa

ABEMEL - Associação Brasileira dos Exportadores de Mel.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists.

ATR - Attenuated Total Reflectance.

A_w - Atividade de Água.

β - Beta

CAC - Codex Alimentarius Commission.

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos.

EUA - Estados Unidos da América.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FAO - Food and Agriculture Organization.

FEMAP - Federação Mineira de Apicultura.

F/G - Frutose/Glicose

FTIR - Fourier transform infrared spectroscopy.

g - Gramas

GMC - Grupo Mercado Comum.

HMF - 5-Hidroximetilfurfural

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEF - Instituto Estadual de Florestas.

IHC - International Honey Commission.

IN - Instrução Normativa.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MERCOSUL - Mercado Comum do Sul.

MG - Minas Gerais

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

RNM - Ressonância Nuclear Magnética

SEAPAS/MG - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais.

SEBRAE - Serviço de Apoio as Micro e Pequenas Empresas.

Ton. - Toneladas

UF - Unidade de Federação

US\$/ton- Dólar americano por tonelada.

CAPÍTULO 2

AOAC - Association of Official Analytical Chemists.

ATR - Attenuated Total Reflectance.

CE – Condutividade elétrica

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

F/G - Frutose/Glicose

FTIR - Fourier transform infrared spectroscopy.

g - Gramas

HCL - Ácido Clorídrico

HMF - 5-Hidroximetilfurfural

HPLC - High performance liquid chromatography

IHC - International Honey Comission.

IN - Instrução Normativa.

Incl.- Incluindo

mg/Kg - Miligrama por quilogramas.

meq/Kg - Miliequivalentes por quilogramas.

Mm - Milímetros

n - Índice de comportamento

η - Viscosidade

η^∞ - Viscosidade tendendo ao infinito

NaHSO₃ - Bissulfito de Sódio.

NaOH - Hidróxido de Sódio.

Nm - Nanômetros

Ppm - Parte por milhão.

Part.% - Participação em porcentagem.

pH - Potencial Hidrogeniônico

$\dot{\gamma}$ - Taxa de cisalhamento (deformação)

T - Tensão de cisalhamento

UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

ZnSe - Seleneto de Zinco.

CAPÍTULO 3

CATA – Check all that apply

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

As mudanças de hábito de consumo por parte da população e a procura por alimentos naturais e que trazem benefícios para a saúde, fizeram com que os produtos apícolas tivessem um aumento considerável de produção. Dentre esses produtos destaca-se o mel, que nos últimos anos, teve uma crescente demanda por consumo nos mercados nacional e internacional por ser considerado um edulcorante natural, com alto valor calórico, predominância dos açúcares glicose, frutose e sacarose e água (AROUCHA et al., 2008)

O mel, assim como a outros produtos de origem animal, está sujeito a vários tipos de contaminações, sendo sua qualidade diretamente influenciada por condições ambientais. Visando estabelecer parâmetros de qualidade inerentes a esse produto, bem como proteger a população de fraudes e contaminações, a legislação nacional vigente (BRASIL, 2000) estabelece alguns parâmetros para a manutenção da qualidade do mel produzido no Brasil.

O mel é um produto complexo, cuja qualidade e características dependem das condições edafoclimáticas, flora e espécies de abelha. Sua complexidade e as propriedades peculiares tem despertado grande interesse por parte da comunidade acadêmica e industrial em correlacionar suas propriedades físico-químicas com sua região e flora de origem. Nesse sentido, a caracterização de amostras de méis de diferentes regiões é algo necessário, pois existem poucos estudos correlacionando sua composição físico-química e condições de obtenção (PIRES et al., 2009; FEÁS et al., 2010; ISLA et al., 2011; ESTEVINHO et al., 2012).

Minas Gerais, que é o quarto maior produtor do país teve uma produção de 3.850 toneladas no ano de 2014. Esse número tende a crescer, pois a alta demanda internacional e preços favoráveis à exportação têm chamado à atenção dos apicultores. Também, suas condições ambientais e vegetação propícia, torna-se uma atividade em destaque no estado e no Brasil (SEAPAS, 2015). Por essa razão, caracterizar os méis comercializados em Minas Gerais e correlacionar com base em

suas propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais é uma forma de avaliar sua qualidade verificando sua conformidade perante a legislação vigente. Ainda sim, poderá ser uma alternativa para confirmação de possíveis adulterações que o mel possa sofrer durante seu processamento e armazenamento. Além disso, torna-se uma importante fonte de informação para o consumidor indicando se o mel produzido em algumas regiões de Minas Gerais seguem os parâmetros de qualidade estabelecidos pela legislação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as características físico-químicas, reológicas e sensoriais de diferentes amostras de méis comercializadas em Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar as características físico-químicas, reológicas e sensoriais de méis de diferentes floradas comercializadas em seis mesorregiões de Minas Gerais, avaliando sua qualidade e comparando com a legislação vigente;
- Verificar se há possíveis adulterações nos méis avaliados comparando os resultados das análises físico-químicas e reológicas.
- Verificar a influência das floradas e regiões sobre os parâmetros físico-químicos e reológicos.
- Verificar a influência das floradas sobre a aceitação sensorial.

3 REFERENCIALTEÓRICO

A utilização do mel ocorre desde os tempos antigos, principalmente como adoçante natural, sendo este produto também muito apreciado pela sua riqueza de sabores e aromas, além de seu potencial uso terapêutico (LORENTE et al., 2008). É um alimento complexo, de fonte natural e o único adoçante que pode ser usado por humanos sem processamento Bettar et al.,(2015).

O mel também é conhecido pelas suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e cicatrizantes (NUTTER et al., 2016). Como é um alimento natural, não transformado e de fácil digestão, pode ser considerado como uma parte importante na dieta de humanos (ARVANITOYANNIS; KRYSTALLIS, 2006; SHANTAL et al., 2015)

Mel é o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas. Também pode produzir mel a partir de excreções recolhidas de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (BRASIL, 2000).

Dentre as substâncias específicas próprias, citam-se as enzimas que são de grande importância na transformação dos açúcares dos néctares e estão presentes na saliva das próprias das abelhas (CRANE, 1983; ALQASSEMI; ROBINSON, 2003). Resumidamente, o néctar é recolhido, recebe a secreção das glândulas hipofaríngeas, com consequente adição das enzimas e são alocados nas vesículas nectíferas. Durante o percurso até a colmeia, já se inicia a ação enzimática. Esse néctar é regurgitado e recolhido por outra abelha com consequente adição de novas enzimas. Por fim, é transportado para as colmeias e armazenado nos alvéolos (ALQASSEMI; ROBINSON, 2003). As principais enzimas introduzidas durante esse percurso são as invertases (α -glicosidases), diastase (α e β -amilases), glicose oxidase, catalase e fosfatase (CRANE, 1983; EMBRAPA, 2003). Outras enzimas como peroxidase, inulase, lipase também já foram identificadas (WHITE; KUSHINIR, 1967; HUIDOBRO et al., 1995). No interior dos favos ocorre a evaporação onde o néctar vai atingir um valor de umidade abaixo de 20%. A evaporação aumenta gradualmente o conteúdo de sólidos ao mesmo tempo em que

ocorre a conversão dos açúcares sendo os glicídios o componente dominante do néctar e que contém principalmente sacarose, glicose e frutose (CRANE, 1975; ALQASSEMI; ROBINSON, 2003).

A classificação do mel por sua origem, seu procedimento de obtenção e sua apresentação e/ou processamento é definido pela Instrução Normativa (IN) nº 11 de 20 de outubro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme apresenta a Figura 1.

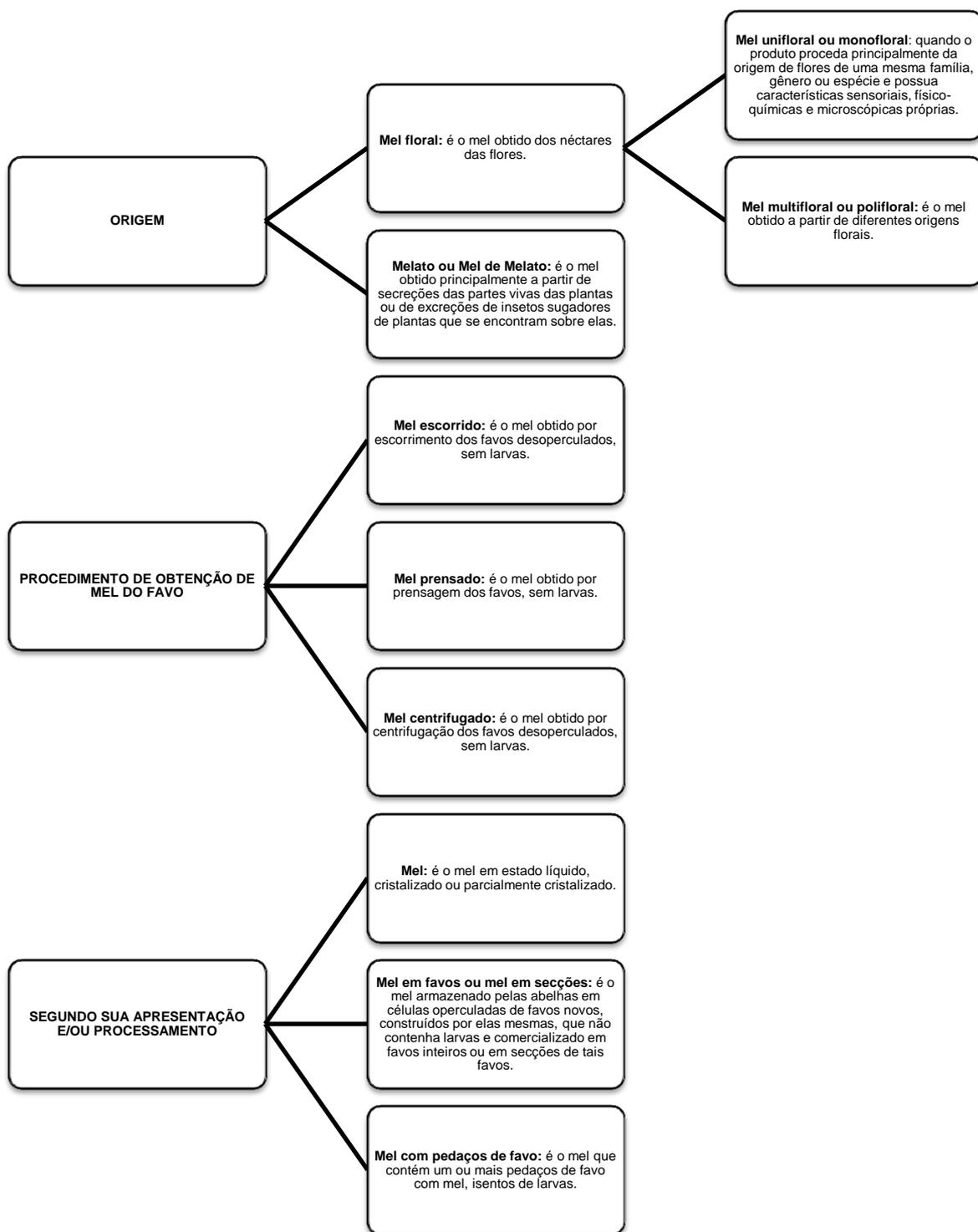


Figura 1 – Classificação de mel pela origem, procedimento de obtenção do favo e processamento.

Fonte: BRASIL (2000).

O mel pode ser originado de fonte monofloral, multifloral (polifloral) e melato, o que afeta sua composição (KADRI et al., 2016). Considerando o número de possíveis fontes florais, é compreensível que nenhum mel é completamente igual a outro (VIUDA-MARTOS et al., 2010). Ribeiro et al.(2014), relataram que méis de origem monofloral são mais valorizados do que multifloral. Méis monoflorais estão sendo muito procurados pelos consumidores, significando também que tem um valor comercial maior do que os méis multiflorais (BETTAR et al., 2015). Existem poucos estudos sobre a caracterização físico-química e dos méis monoflorais e há um grande interesse do mundo científico e comercial em caracterizá-los (Isla et al., 2011). Pires et al.(2009); Feás et al.(2010) e Estevinho et al.(2012) reportaram que a caracterização de méis é necessária para melhorar a nossa resposta às exigências dos consumidores.

Os parâmetros físico-químicos como, pH, umidade, composição de açúcares, hidroximetilfurfural (HMF), atividade diastática, cor e acidez, são definidos pela legislação e representam indicadores de qualidade que caracterizam cada variedade de mel.

3.1 Importância econômica e produção de mel

O Brasil é considerado um dos principais provedores de alimentos do mundo e conhecido mundialmente pelas produções de soja, milho, carne, dentre outros. Porém, no setor primário brasileiro, existem outros produtos que também se destacam, como o mel, do qual o País é um dos principais fornecedores mundiais (FAO, 2012).

Dados da Food and Agriculture Organization (2011), informam que o Brasil está entre os 15 maiores produtores mundiais de mel com produção média de 33.574 toneladas. Nesse ranking, o Brasil ocupa a 11^o posição, sendo o líder mundial a China que se destaca pela superioridade em relação ao segundo colocado. A Tabela 1 expressa os valores de produção em toneladas dos 15 maiores produtores de mel do mundo.

Tabela 1 – Produção mundial de mel

RANKING	PAÍS	PRODUÇÃO EM 2012 (TON)
1	China	436.000
2	Turquia	88.162
3	Argentina	75.500
4	Ucrânia	70.134
5	Estados Unidos	66.720
6	Rússia	64.898
7	Índia	61.000
8	México	58.602
9	Irã	48.000
10	Etiópia	45.905
11	Brasil	33.574
12	Espanha	29.735
13	Canadá	29.440
14	Tanzânia	28.500
15	Coréia	25.000

Fonte: FAO (2011).

Em 2006, o Brasil possuía 1.977.092 colmeias produtivas com capacidade anual de 15 Kg/ano e a diferença de produtividade entre os maiores produtores e o Brasil estava na capacidade anual de produção das colmeias. As colmeias Chinesas e Argentinas, por exemplo, fornecem até 100 e 35 kg/ano (SEBRAE, 2011).

O Censo Agropecuário realizado em 2006 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística registrou 95.939 estabelecimentos produtores de méis sendo estes 68.104 na região Sul, 19.263 na região Nordeste, 5.507 na região Sudeste, 1.636 na região Norte e 1.429 na região Centro-Oeste (BRASIL, 2006).

De acordo com relatório de produção da pecuária municipal (IBGE, 2012), o Brasil produziu 33.574 toneladas e as produções por estado são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Produção de mel por região no Brasil

Grandes regiões e UF	Quantidade (Ton.)
Brasil	33 574
Norte	926
Rondônia	176
Acre	6
Amazonas	43
Roraima	132
Pará	436
Amapá	8
Tocantins	125
Nordeste	7 700
Maranhão	1 108
Piauí	1 563
Ceará	2 017
Rio Grande do Norte	406
Paraíba	188
Pernambuco	636
Alagoas	134
Sergipe	54
Bahia	1 595
Sudeste	6 727
Minas Gerais	3 399
Espírito Santo	487
Rio de Janeiro	377
São Paulo	2 464
Sul	16 659
Paraná	5 496
Santa Catarina	4 389
Rio Grande do Sul	6 774
Centro-Oeste	1 562
Mato Grosso do Sul	821
Mato Grosso	406
Goiás	315
Distrito Federal	20

Fonte: IBGE (2012).

Verifica-se na Tabela 2 que as regiões Sul, Nordeste e Sudeste somam 31.086 toneladas de méis produzidos em 2012, representando 92,58% da produção nacional.

Rodrigues (2005) reportou que o Brasil é tão rico em número de reservas florais que podem proporcionar milhares de toneladas do mel, aceito pelos mercados mais exigentes do mundo.

A Associação Brasileira dos Exportadores de Mel (ABEMEL), afirma que o mel brasileiro está sendo bem valorizado no mercado internacional por ter maior profissionalização da cadeia produtiva e um expressivo aumento na produção nacional. Grande parte do mel produzido no Brasil é exportada para EUA e Reino Unido e corresponde a 80,47% do total exportado, sendo o restante dividido entre países como Itália, Alemanha, França e Japão. Os estados de Santa Catarina e São Paulo são os maiores exportadores para o mercado norte-americano, somando 53,94% total exportado. O preço médio aplicado pelo kg do mel para exportação foi de US\$ 5,20 (ABEMEL, 2014). Em Minas Gerais, o valor médio e principais destinos das exportações de acordo com Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior da Secretaria de Comércio Exterior (Aliceweb) entre os anos de 2002 a 2015, estão apresentados na Figura 2 e Tabela 3.

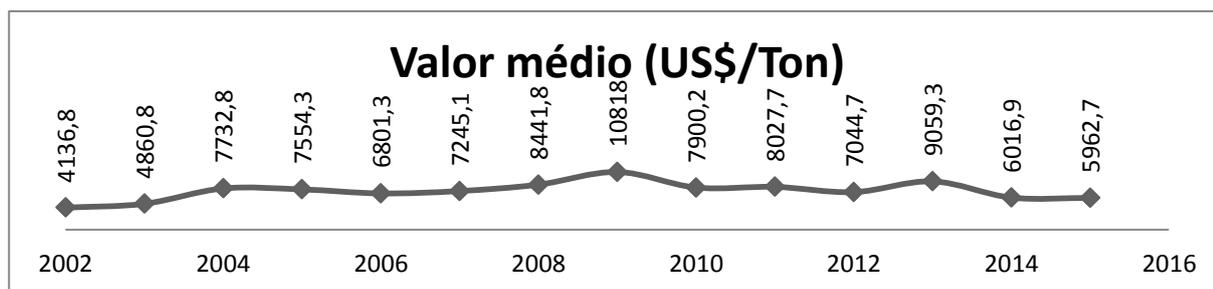


Figura 2 – Valor médio das exportações dos méis produzidos em MG.

Fonte: BRASIL (2016).

Tabela 3 – Principais destinos das exportações dos méis produzidos em MG.

Posição	Países	Part. (%)
1º	Estados Unidos	54
2º	Japão	23,4
3º	Alemanha	11,5
4º	Coreia do Sul	10,2
5º	Taiwan	0,9
Total das exportações		100

Fonte: BRASIL (2016).

Minas Gerais ficou com produção anual de 3.820 toneladas e foi o maior produtor da região Sudeste e 4º maior produtor do Brasil, ficando atrás somente dos produtores da Região Sul nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina (SEAPAS-MG, 2015).

A produção de mel em Minas Gerais está dividida em todo território mineiro, e as regiões Central e Vale do Jequitinhonha e Mucuri são as mais produtivas (SEAPAS-MG, 2015). O percentual de produção distribuído por localização geográfica está representado na Tabela 4 e Figura 3.

Tabela 4 – Regiões produtoras de mel em Minas Gerais

REGIÃO EM MG	CONTRIBUIÇÃO EM PRODUÇÃO (%)	PRODUÇÃO (Ton.)
Vale do Jequitinhonha e Mucuri	15	573
Central	20	764
Sul de Minas	14	534,8
Rio Doce	14	534,8
Zona da Mata	9	343,8
Norte de Minas	13	496,6
Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	5	191
Centro Oeste	8	305,6
Noroeste de Minas	1	38,2
TOTAL	100	3820

Fonte: SEAPAS-MG (2015).



Figura 3 – Divisão das mesorregiões do estado de Minas Gerais com percentual de produção.

Fonte: SEAPAS-MG (2015).

De acordo com a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPAS-MG), geraram mais de 13 mil empregos indiretos e grande parte deles, ainda em regime de economia familiar. No estado são 4,5 mil apicultores, 85 associações e 4 cooperativas que estão trabalhando com foco na produção de produtos com extrema qualidade. Em 2005, Minas Gerais tinha 624 municípios com atividade apícola e em 2014 contava com 625 municípios. Apesar de aumentar somente 1 município, a produção saltou de 2.207 para 3.820 toneladas em 2014 demonstrando a profissionalização do setor. A Figura 4 apresenta a evolução da produção de mel em Minas Gerais e Brasil entre os anos de 2001 a 2014 e a evolução da produção municipal em Minas Gerais (IBGE, 2014).



Figura 4 – Evolução da produção de mel em MG e Brasil
 Fonte: IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal (2014).

O estado de Minas Gerais é rico em biodiversidade e apresenta em todo seu território, o relevo, o clima e recursos hídricos favoráveis ao crescimento de diversos tipos de cobertura vegetais e que são agrupadas em três grandes biomas: a Mata Atlântica, a Caatinga e o Cerrado (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008). Dados do Instituto Estadual de Florestas (IEF) de 2009 mostraram que o Cerrado corresponde a 57% do bioma no estado seguido pela Mata Atlântica com 41% e Caatinga com 2% do território mineiro. O Cerrado é visto principalmente nas bacias dos rios São Francisco e Jequitinhonha com vegetações composta de gramíneas, arbustos e árvores. Já a Mata Atlântica, a predominância é de vegetação densa com presença de bromélias, cipós, samambaias, orquídeas e líquens. A caatinga, localizada no Norte do estado, é o único bioma no mundo e grande parte das espécies animais e vegetais deste bioma, não são encontradas em nenhum outro local do planeta (IEF, 2009).

A Federação Mineira de Apicultura (FEMAP) cita que em todo o estado é propício para desenvolvimento da atividade apícola em consórcio com diversas culturas agrícolas, sendo que, a polinização das abelhas é beneficiada com a diversidade inserida em todo o estado de Minas Gerais. Desse modo, a florada

Silvestre ou Multifloral (polifloral) se destaca com grande produtividade e juntamente com a florada de Eucalipto que são predominantes de grandes áreas de reflorestamento visando produção de celulose. São as duas floradas mais comercializadas e apreciadas em Minas Gerais.

Embora apresente grande produção, Minas Gerais ainda não foca a produção de mel como seu produto primário. Os méis são tratados como subprodutos, sendo utilizado para garantir a produção da própolis e muitas vezes são deixados na própria colmeia para fortalecer as abelhas. Comercialmente, os produtores mineiros têm preferido a produção da própolis, pois paga-se um preço melhor pelo quilo do produto e a frequência de coleta de própolis é maior que a do mel (FEMAP, 2011).

Valorizar e aumentar a produção de mel, explorar a indicação geográfica, estimular a rastreabilidade do produto e difundir Normas Técnicas, como algumas ações que devem ser tomadas para que Minas Gerais torne-se o maior produtor de mel do Brasil (FEMAP, 2011).

3.2 Caracterização do mel

Conforme o *Codex Alimentarius* (2001), o mel é um produto puro que não permite a adição de qualquer outra substância.

Escuredo et al. (2013) reportaram que o mel contém mais de 200 substâncias e sua constituição principal é formada por açúcares simples ou monossacarídeos, dos quais frutose e glicose são os principais componentes do produto. Água, proteínas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, vitaminas e minerais também estão presentes na constituição do mel (CAN et al., 2015). Bertonecelj et al.(2007) verificaram que o mel possui grandes quantidades de fitoquímicos. Além disso, Alqarni et al.(2014); Ciulu et al.(2011); Pontes et al.(2007), confirmaram em seus estudos a presença de compostos fenólicos, compostos aromáticos, pigmentos e partículas sólidas originárias da colheita do mel.

De acordo com Da Silva et al. (2016) os monossacarídeos constituem 75% dos açúcares existentes e os dissacarídeos de 10% a 15%, perfazendo um total de 85% a 90% da composição de glicídios deste alimento. Os méis ainda possuem

outros dissacarídeos como maltose, isomaltose, maltotetraose, ramnose, trealose, nigerose, melezitose, melibiose, palatinose e outros (FUENTE et al., 2011).

A composição, cor, aroma e sabor dependem tanto das plantas visitadas pelas abelhas quanto do clima, região, estação, variedade da abelha, modo de colheita e condições ambientais e do próprio apicultor (TORNUK et al., 2013). O valor de uma planta para as abelhas é determinado pela qualidade e quantidade secretada destes açúcares (BOGDANOV, 2009). A composição desses açúcares também é responsável por muitas das propriedades físico-químicas dos méis, como a viscosidade, valor energético, higroscopicidade e cristalização (KANG, 2008; KAMAL; KLEIN, 2011). A composição do mel conforme United States Department of Agriculture (2015) é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Composição do mel

Componentes	Unidade	Valor por 100g	Desvio padrão
Água	g	17,1	0,071
Frutose	g	40,94	-
Glicose	g	35,75	-
Sacarose	g	0,89	0,245
Maltose	g	1,44	0,307
Galactose	g	3,10	-
Açúcares totais	g	82,12	-
Galactose	g	3,10	-
Cinzas	g	0,20	0,009
Proteína	g	0,30	0,007
Energia	kJ	1272	-
Energia	Kcal	304	-
Cálcio	mg	6	0,396
Fósforo	mg	4	0,348
Potássio	mg	52	9,923
Sódio	mg	4	0,560
Zinco	mg	0,22	0,042

Fonte: USDA (2015).

A disponibilidade do produto, a importância econômica, o alto valor nutritivo, sabor único e altos custos na fabricação têm influenciado produtores e comerciantes

desonestos a adulterar o mel com adoçantes mais baratos, prejudicando a qualidade nutricional do produto (YILMAZ et al.,2014).

Os adulterantes podem variar de açúcares simples aos mais complexos, como açúcar da beterraba, glicose, xarope de sacarose, xarope de milho e xarope invertidos (ZHU et al.,2010). Morales et al.(2008) observaram que a forma mais comum de adulteração é a partir do caldo de cana-de-açúcar. Altos teores de açúcares no mel indicam adulteração com adição de açúcar comercial. A relação entre frutose/glicose (F/G) devem ser próxima de 1,20 no mel natural e valores diferentes podem ser indícios de adulteração (ARAÚJO et al.,2006; PUSCAS et al.,2013).

A cor do mel pode ser adulterada com adição de iodo e a viscosidade, além de ser influenciada pela composição de açúcar, pode ser adulterada também pela adição de aditivos químicos como os conservantes. As frequentes adulterações são mais aplicadas em épocas do ano que o mel tem pouca disponibilidade de oferta e pelo alto valor comercial (SIVAKESAVA; IRUDAYARAJ, 2002).

A preocupação com as frequentes adulterações levaram pesquisadores a desenvolverem metodologias de análises garantindo controle de qualidade e autenticidade do produto final (ARAUCO et al., 2008a, 2008b; LIANG et al., 2009). Lazarevic´ et al.(2012) relataram que para uma determinação confiável de sua origem botânica, existem três métodos clássicos de análises: Sensorial, melissopalínológicas e físico-química. Entretanto, os métodos sensoriais e melissopalínológicos demandam pessoal tecnicamente treinado e muito tempo para realização das análises. Métodos mais rápidos estão surgindo e fornecem bons resultados. Diversos métodos têm sido utilizados com o objetivo de determinar a qualidade e aceitabilidade do mel e explorar possíveis adulterações (Tabela 6).

Tabela 6 – Métodos de avaliação de qualidade e aceitabilidade do mel

MÉTODOS	AUTOR/ANO PUBLICAÇÃO
Físico-química e sensorial	Al-Khalifa e Al-Arify, 1999; Popek, 2003;
Físico-química e bioquímica	Moniruzzaman, 2013;
Físico-química e quimiometria	Corbella e Cozzolino, 2006; Lazarevic´,2012;Yücel;Sultanoglu, 2013;
Físico-química e CLAE	Can, 2015;
Físico-química e RNM	Ribeiro, 2014;
Espectroscopia de Raman por Transformada de Fourier e quimiometria.	Paradkar e Irudayaraj, 2001;
Espectroscopia de infravermelho próximo e quimiometria	Zhu, 2010; Chen, 2011;
Reologia e CLAE	Anidiobu, 2014;
Reologia e testes de circuitos térmicos	Karasu, 2015;
Reologia e quimiometria	Witczak, 2011;
Reologia e físico-química	Ahmed, 2007;
Avaliações isotópicas de carbono e nitrogênio	Araucoet al., 2008a, 2008b;

A legislação atual do mel é a Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000, que tem como referências as normas do “*Codex Alimentarius Commission*” (CAC), da “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC) e da resolução GMC nº 89/99 do MERCOSUL. O Informe Técnico nº 37 publicado em 2008 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) informa que não se deve administrar mel a crianças de até um ano de idade (ANVISA, 2008).

3.2.1 Propriedades físico-químicas

De acordo com Terrab et al.(2004) as propriedades físico-químicas pH, cor, teor de cinzas, teor de água, açúcares, acidez (livre, lactônica e total), condutividade elétrica e composição mineral foram indicados para caracterização de méis e são importantes parâmetros a serem considerados para definição de qualidade e aceitabilidade de méis.

Internacionalmente, o mel autêntico e destinado ao consumo humano, deve seguir os requisitos mínimos de qualidade citados nas normas do *Codex Alimentarius* (2001).

No Brasil, a Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), definem os requisitos mínimos de qualidade que o mel deve ter para ser comercializado no país (Tabela 7).

Tabela 7 - Requisitos mínimos de qualidade do mel.

Características físico-químicas		
Maturidade	Açúcares redutores	Mínimo: 65 g/100g
	Umidade	Máximo: 20 g/100g
	Sacarose aparente	Máximo: 6 g/100g
Pureza	Sólidos insolúveis em água	Máximo: 0,1 g/100 g
	Minerais (cinzas)	Máximo: 0,6 g/100 g
	Pólen	Deve necessariamente apresentar grãos de pólen.
Deterioração	Fermentação	Sem indícios de fermentação.
	Acidez	Máxima: 50 meq/Kg
	Atividade diastásica	Mínimo: 8 na escala de Göthe Mínimo: 3 na escala de Göthe, sempre que o conteúdo de HMF não exceda a 15mg/kg.
	Hidroximetilfurfural	Máximo: de 60 mg/kg

Fonte: MAPA (2000).

Nos requisitos físico-químicos, a maturidade do mel é determinada por determinação de açúcares redutores, sacarose aparente e especialmente a umidade.

Com relação à pureza do mel, os requisitos físico-químicos são determinados com as análises de determinação de sólidos insolúveis em água, cinzas e pólen.

Para verificar a deterioração, os parâmetros físico-químicos que devem ser avaliados são: Fermentação, acidez, atividade diastática e hidroximetilfurfural.

3.2.1.1 Umidade

A água é um importante componente da composição do mel e o seu percentual pode ser influenciado por características edafoclimáticas, da florada e manejo durante colheita. A dependência do processamento, armazenamento, origem botânica e maturidade da colmeia faz com que o conteúdo de água varie de 15 a 21g/100g (YÜCEL; SULTANOGLU, 2013). Silva et al.(2010) relataram que o teor de água pode, inclusive, influenciar propriedades físicas como a viscosidade, cristalização e sabor; conseqüentemente, a aceitabilidade.

Da Silva et al.(2016) observaram que a atividade de água (A_w) do mel deve ficar entre 0,50 e 0,65 e valores acima de 0,60 representa um valor crítico para estabilidade microbiológica. Por conter leveduras osmofílicas que causam a fermentação, a A_w é um parâmetro que deve ser controlado evitando alterações na qualidade do mel (ESCUREDO et al., 2013; TORNUK et al., 2013; YÜCEL; SULTANOGLU et al., 2013). A International Honey Commission (IHC) (2009) descreve em seus métodos oficiais que a umidade é o critério de qualidade que determina a capacidade de mel para permanecer estável e para resistir à deterioração por levedura: quanto maior a umidade, maior é a probabilidade de fermentação durante o armazenamento. O valor máximo aceitável pela legislação brasileira em vigor é de 20g/100g. A determinação é refratométrica, um método rápido, simples e reprodutível (SANCHEZ et al.,2010).

3.2.1.2 Açúcares

Os açúcares redutores são calculados como açúcar invertido. São constituintes majoritários do mel, responsáveis pelo poder higroscópico, cor, sabor e cristalização, que é estimada pela relação frutose/glicose (F/G) (MOLAN,1992). Esses açúcares são os principais componentes e representam aproximadamente cerca de 38,5% e 31,0% da composição, resultando uma proporção média de 1,2:1,0 (DA SILVA et al., 2016). Essa proporção, além de influenciar no *flavor* do mel, pois a frutose é mais doce que a glicose, serve como parâmetro de avaliação da cristalização porque a solubilidade da glicose em água é menor do que a da frutose (FUENTE et al., 2011; ESCUREDO et al., 2014; DA SILVA et al., 2016). Méis com

razões F/G superiores a 1,2 permanecem líquidos durante períodos maiores (FINOLA et al., 2007). Draiaia et al.(2015) observaram que méis cristalizam mais rápidos quando a razão F/G é inferior a 1,0 e a velocidade de cristalização é menor quando a razão é superior a 1,0. A cristalização é completa ou muito rápida quando essa razão é inferior a 1,0 (AMIR et al., 2010). Mel com uma baixa relação glicose/água, ou teores elevados de frutose não cristalizam com facilidade (MOREIRA et al.,2001).

Conforme Brasil (2000), o mel floral deve ter o valor mínimo de 65g/100g de açúcar redutor e suas misturas no mínimo de 60g/100g.

A sacarose e outros dissacarídeos, como maltose e turanose, estão presentes em quantidades que variam entre 3 e 10% (CRANE, 1983). Outros dissacarídeos (gentiobiose, isomaltose, dentre outros) e trissacarídeos como rafinose, erlose e oligossacarídeos também estão presentes na composição do mel e representam menos de 1% (CRANE, 1983; SWALLOW et al., 1990).

A determinação da quantidade de sacarose é um importante parâmetro de qualidade do mel, visto que é um indicador de maturidade e pureza. Um elevado teor significa uma colheita prematura do mel isto é, a sacarose ainda não foi totalmente transformada em frutose e glicose pela ação das enzimas (AZEREDO et al., 1999). Também mostra a adulteração por adição de adoçantes mais baratos, conforme já citado anteriormente, o açúcar de cana-de-açúcar ou de beterraba e ainda uma superalimentação das abelhas (ESCUREDO et al., 2013; PUSCAS et al., 2013; TORNUK et al., 2013).

De acordo com a legislação (BRASIL, 2000) o mel floral deve ter o valor máximo de 6g/100g de sacarose e suas misturas, um valor máximo de 15g/100g. Sua determinação é feita a partir da determinação de açúcares redutores do mel com aplicação de um fator de correção.

3.2.1.3 Sólidos insolúveis em água

A determinação de sólidos insolúveis é um importante método para detectar impurezas (SILVA et al., 2004).Esse tipo de análise foi desenvolvido ainda quando

grande parte do mel era colhida ainda em pentes, sem o processo de centrifugação. Com o processo de centrifugação já implantado, grande parte da matéria insolúvel que é composta praticamente de cera, é retirada nessa etapa (BOGDANOV et al., 2000). O máximo permitido de matéria insolúvel é de 0,1g/100 g, exceto para o mel prensado, que se tolera até 0,5g/100g, exclusivamente em produtos acondicionados para sua venda direta ao público.

3.2.1.4 Cinzas

A determinação do teor de cinzas é uma medida de qualidade que avalia o conteúdo mineral do mel. Níveis acima da legislação indicam poluição ambiental e origem geográfica porque dependem do tipo de solo em que as flores que fornecem o néctar são plantadas (Karabagias et al., 2014). Bogdanov (2000), também relatou que o teor de cinzas pode ajudar na classificação da origem botânica. DA SILVA et al.(2016) verificaram que esse parâmetro pode ser utilizado para avaliar o valor nutricional, já que a maior contribuição mineral vem do potássio e que oscila entre 200 e 900 ppm. Há relação entre o teor de minerais com a viscosidade, cor e sabor, sendo que um maior o teor de mineral leva a um mel com maior viscosidade, sabor mais intenso e cor mais escura, o que o torna mais atraente para o consumo (Escuredo et al., 2013). Karabagias et al.(2014) observaram que há uma relação positiva entre cor, condutividade elétrica e conteúdo mineral. Significam também, contaminação ocasionada pela falta de Boas Práticas durante a colheita e processamento do mel. A falta de filtração no final do processo pode elevar o teor de cinzas (PAULINO E MARCUCCI, 2009).O teor de cinzas dentro da faixa permitida pela legislação vigente manifesta sua riqueza em matéria mineral e deve ser no máximo 0,6 g/100 g. No melato ou mel de melato, que são méis obtidos de secreções das plantas ou excreções de insetos sugadores, suas misturas com méis florais se toleram até 1,2 g/100 g (BRASIL, 2000).

3.2.1.5 Pólen

Para caracterização de grãos de pólen, BRASIL (2000) determina que o mel deve necessariamente apresentar os grãos, mas não indica em seu regulamento técnico o tipo de metodologia que deve ser usada para análise. Uma alternativa é utilizar a mesma metodologia para determinação de sólidos insolúveis e proceder à análise macroscópica. Diversos autores em vários países utilizam de análises melissopalinológicas que buscam identificar e quantificar os grãos de pólen presentes no mel, permitindo conhecer quais as espécies botânicas visitadas pelas abelhas e identificar a origem geográfica do mel (FREITAS; SILVA, (2006); DA SILVA et al.(2013) e SIMEÃO et al.(2015) no Brasil; GUTIÉRREZ; GARCIA, (2007) no México; SAJWANI et al.(2007) em OMAN (Península Arábica); TERRAB et al.(2003a, 2003b) no Marrocos; BHUSARI et al.(2005) na Índia; MAIA et al.(2002, 2005); FEÁS et al.(2010) em Portugal; WROBLEWSKA et al.(2006) na Polônia; CORVUCCI et al.(2015) na Itália e Espanha; BELAY et al.(2015) na Etiópia; YANG et al.(2012) na França; JANDRIC et al.(2015) na Nova Zelândia; ZHAO et al.(2016) na China; EL SOHAIMY et al.(2015) no Egito).

3.2.1.6 Fermentação

O mel não deve ter indícios desse processo. Uma das formas de avaliar o indicativo de fermentação é pela determinação de umidade. Um alto teor de água no mel pode facilitar a proliferação de leveduras e ocorrer o processo fermentativo tornando o produto impróprio para consumo (AROUCHA et al., 2008; RIBEIRO et al., 2009).

3.2.1.7 Acidez

Zenebon et al.(2008) relataram que a acidez fornece informação sobre estado de conservação do produto alimentício pois, nos processos de decomposição, a concentração de íons de hidrogênio quase sempre é alterada.

No caso de méis, a acidez livre máxima de 50 miliequivalentes por quilograma é permitida, conforme *Codex Alimentarius* (2001). Estudos determinaram que a acidez livre e total, relacionada com pH, pode ser utilizada como classificação de méis uniflorais (BOGDANOV et al., 2009). Venturini et al. (2007) observaram que valores de pH para méis devem ser inferior a 4,0. Ainda não foi estabelecido pela legislação valores limites de pH, mas diversos estudos apontaram que o pH do mel situa-se entre 3,2 e 4,5 e acidez natural do mel é capaz de ter efeito antimicrobiano (KARABAGIAS et. at., 2014).

A avaliação de acidez livre em mel está relacionada com a deterioração e é caracterizado pela presença de ácidos orgânicos originários das diversas fontes florais e da atividade da enzima glicose-oxidase dando origem ao ácido glicônico que representa 70 a 90% dos ácidos constituintes em mel (MOREIRA et al., 2007). Outros ácidos, como butírico, cítrico, acético, maléico, benzoico, oxálico, málico, láctico, propiônico, valérico e succínico também foram encontrados (JIMENEZ et al., 1994). Ruoff e Oddo (2004) reportaram que todos os méis são ácidos, em razão da presença de ácidos orgânicos, sendo úteis ao combate de micro-organismos e contribuindo ainda para seu sabor e estabilidade do produto.

O equilíbrio entre o ácido glicônico, lactonas (que são ésteres internos) e íons inorgânicos como cloreto, sulfato e fosfato resultam na acidez do mel (AJLOUNI; SUJIRAPINYOKUL, 2010). Ao se encontrar valores elevados de acidez, podem ser indicativo de fermentação dos açúcares pela ação das leveduras com produção de ácido acético que afetará a qualidade sensorial do produto (CRANE, 1983). Além disso, a origem geográfica e época de colheita poderá alterar a acidez dos méis (TORNUK et. al., 2013).

Ribeiro et al. (2014) relataram que a determinação do pH pode ser correlacionada com outros parâmetros a fim de verificar a autenticidade e adulterações como foi identificado na adição de xarope de milho em mel, resultando em um aumento significativo do pH em relação ao mel puro.

3.2.1.8 Atividade enzimática

Invertase, glicose oxidase e diastase são enzimas comumente presentes em méis e suas análises consistem na avaliação da sua atividade confrontando com condições de processamento, armazenamento e aquecimento (CRANE, 1983). A quantidade de enzimas presentes no mel depende da dieta, idade e estado fisiológico das abelhas, temperatura e quantidade de néctar e a própria origem floral (ODDO et al., 1999).

A enzima diastase tem a função de hidrolisar o amido que estão presentes em dissacarídeos e trissacarídeos (DA SILVA et al., 2016). A quantidade de diastase é utilizada como indicador de qualidade em relação à eficácia do processamento e armazenamento. Uma ausência ou redução desta enzima indica superaquecimento durante a produção, geralmente acima de 60°C ou condições inadequadas de armazenamento (WHITE JUNIOR, 1994; YÜCEL; SULTANOGLU, 2013; AHMED et al., 2013). A redução da atividade diastática é causada pela desnaturação total ou parcial das amilases (AROUCHA et al., 2008). A alimentação de abelhas com glicose comercial pode levar a uma deficiência da enzima diastase (GULER et al., 2014). Méis prematuros, ou seja, colhido antes do tempo ideal, também podem ter uma baixa concentração dessa enzima (VORLOVA; PRIDAL 2002). A unidade de atividade diastática, na escala Gothe, é definida como a quantidade de enzima que irá converter de 0,01 gramas de amido para o ponto final prescrito em uma hora a 40°C sob as condições de teste. Os resultados são expressos em unidades Göthe (ou Schade) por grama de mel (IHC, 2009). Brasil (2000) estabeleceu como mínimo, 8 na escala de Göthe. Os méis com baixo conteúdo enzimático devem ter como mínimo uma atividade diastática correspondente a 3 na escala de Göthe, sempre que o conteúdo de hidroximetilfurfural não exceda a 15mg/kg.

3.2.1.9 Hidroximetilfurfural

O hidroximetilfurfural (HMF) é um dos principais parâmetros de qualidade de deterioração do mel. É um aldeído furânico que tem sua formação incentivada pelas condições favoráveis que o mel possui como a presença de ácidos orgânicos, alta concentração de açúcar, baixa A_w e pH (SPANO et al., 2009). Geralmente, é formado pela quebra de monossacarídeos (frutose e glicose) na presença de ácidos, ocorrendo principalmente durante o envelhecimento e uso de altas temperaturas de processamento (CRANE, 1983). Também pode ser formado pela desidratação das hexoses em meio ácido de diferentes composições do mel e em pH até 5 (CRANE, 1983; FENNEMA, 1996; FALLICO, 2004). Diversos trabalhos reportaram que é possível a formação do HMF em baixas temperaturas mesmo em condições ácidas (CASTRO-VAZQUEZ et al., 2007; WANG et al., 2009; BARRA et al., 2010; TORNUK et al., 2013). Desse modo, o HMF não pode ser usado isoladamente para determinar a severidade do tratamento térmico, já que outros fatores como florada, A_w , pH, umidade e ácidos orgânicos também influenciam (DA SILVA, 2016). De certa forma, é o produto de degradação mais comum em mel e indica seu envelhecimento (SILVA et al., 2009). Capuano e Fogliano (2011) e Yücel e Sultanoglu (2013), verificaram que um alto teor de HMF em mel pode indicar adulteração por adição de xarope invertido de milho e beterrada (BERTOLDI et al., 2004). Méis novos podem não conter o HMF, entretanto, sua concentração aumenta com passar do tempo (CRANE, 1983; RUOFF et al., 2004; SPANO et al., 2006; FINOLA et al., 2007). Normalmente, o HMF aumenta gradativamente quando o tratamento térmico é alto e o tempo de armazenamento é longo (DA SILVA, 2016). Então, antes de se determinar parâmetros dependentes de armazenamento, como a atividade enzimática e cor, deve-se garantir que os méis são frescos e sem aquecimento. Komatsu et al. (2001) relataram que o HMF é um composto tóxico, mas não é prejudicial ao consumidor em níveis encontrados naturalmente em méis. Husoy et al. (2009) constataram que vários alimentos que produzem essas moléculas são consumidos regularmente em nossa dieta como cerveja, leite, produtos de panificação, churrasco e que o risco associado a toxicidade do HMF é baixo. A legislação vigente (BRASIL, 2000) permite no máximo de 60 mg/kg.

4 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO (FTIR)

A espectroscopia na região do Infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) ou espectroscopia IV é um dos tipos de espectroscopia de absorção, em que a energia absorvida se encontra na região do infravermelho do espectro eletromagnético. Essa técnica de análise tem uma grande faixa de aplicações indo de a análise de moléculas pequenas até sistemas complexos, podendo identificar um composto ou investigar a composição de uma amostra (BERTHOMIEU; HIENERWADEL, 2009).

Pelo fato de todas as ligações químicas possuírem frequências de vibrações específicas, que correspondem a níveis de energia (níveis vibracionais), essas podem sofrer uma variação no seu momento dipolar. Assim, ao analisar, o feixe de radiação infravermelho passa pela amostra e a quantidade de energia transmitida é registrada. Basicamente, os tipos de vibrações das moléculas são classificados em dois tipos: Estiramento axial (*stretching*) que podem ser simétrica ou assimétrica e de Deformação angular (*bending*), que também pode ser simétrica ou assimétrica e ainda: Deformação simétrica no plano - Tesoura (*scissoring*); Deformação assimétrica no plano - Balanço - (*rocking*); Deformação simétrica fora do plano - Rotação (*wagging*); Deformação assimétrica fora do plano-Torção (*twisting*), conforme mostrado na Figura 5. O estiramento axial são oscilações radiais das distâncias entre os núcleos enquanto as deformações angulares envolvem mudanças dos ângulos entre as ligações ou, como no modo de deformação assimétrica fora do plano, alterações do ângulo entre o plano que contém as ligações e um plano de referência (FORATO et al., 2010). Esse tipo de análise ocorre na faixa entre o visível e micro-ondas e o maior interesse está na região de 4000 a 400 cm (CANTOR e SCHIMMEL, 1980). É uma técnica de análise rápida, não destrutiva e altamente sensível porque colhem informação de todas as frequências permitindo múltiplas leituras de uma mesma amostra.

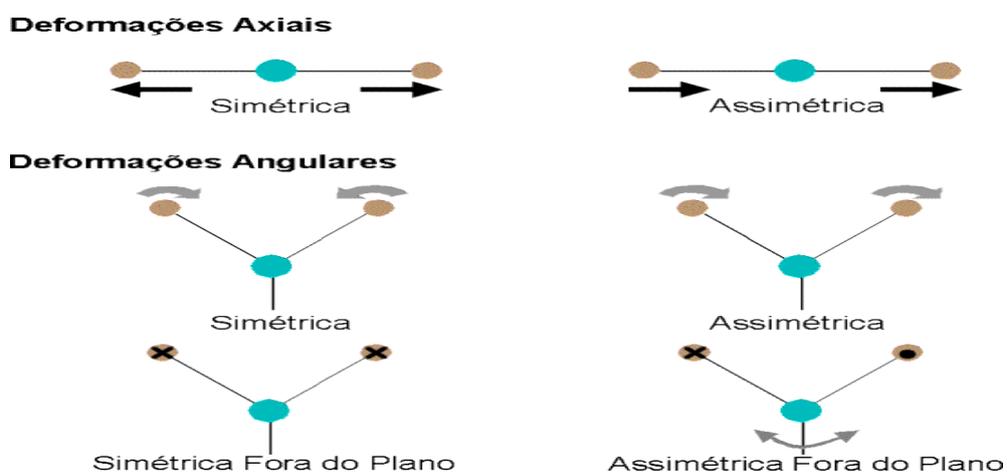


Figura 5 – Tipo de movimento vibracional das moléculas.
 Fonte: Solomons (2005).

O módulo ATR (Attenuated Total Reflectance) é um acessório que permite medir amostras sólidas e líquidas sem a necessidade de preparo anterior. É medida diretamente no cristal ATR. O princípio básico é apresentado na Figura 6.

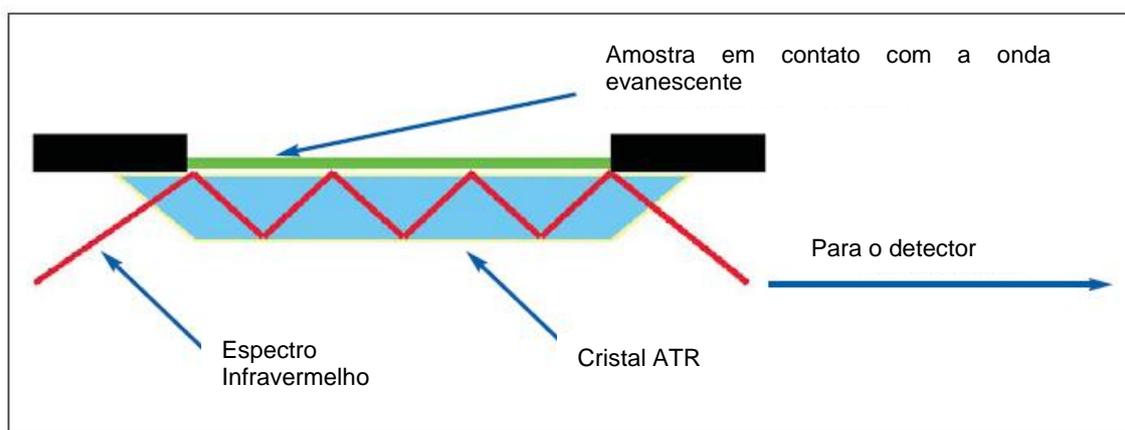


Figura 6 – Módulo ATR
 Fonte: Perkin Elmer (2007).

O cristal ATR é um material transparente com um índice de refração elevado e que possui as superfícies polidas. A radiação IV entra no cristal ATR com um ângulo geralmente de 45° (em relação à superfície do cristal) e é totalmente refletido dentro do cristal. A luz não é refletida diretamente para superfície limite, mas sim para uma camada virtual dentro da amostra. Parte dessa luz que atinge a amostra é chamada de onda evanescente que é atenuada nas regiões espectrais em que a amostra absorve a energia. Após várias atenuações, o feixe IV sai do cristal de ATR indo para o detector (Perkin Elmer, 2007). Um desenho esquemático do FTIR é representado pela Figura 7.

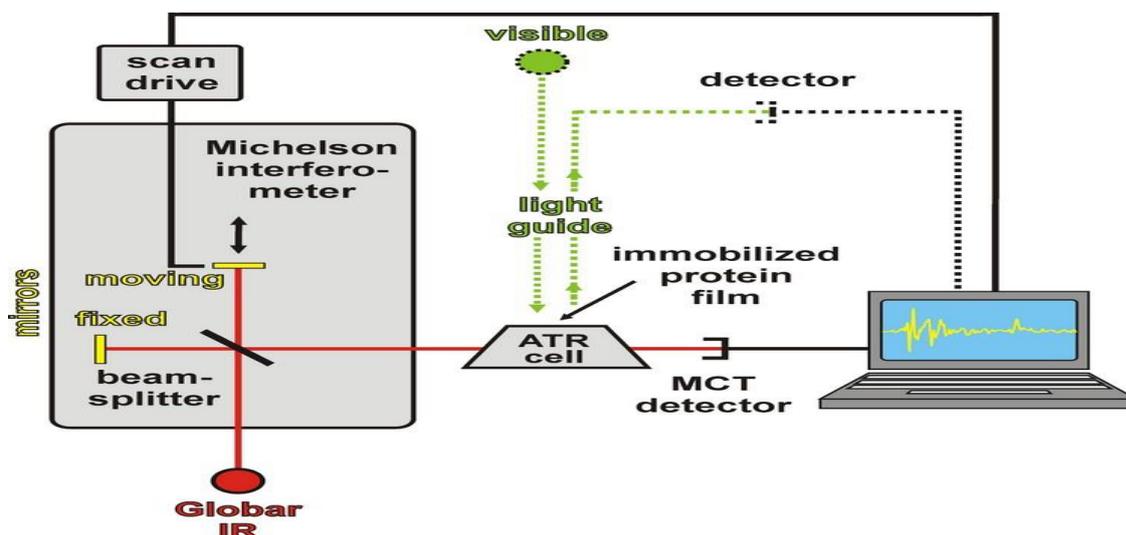


Figura 7 – Estrutura do FTIR-ATR
 Fonte: Perkin Elmer (2007).

A inserção de qualquer outro componente que não seja próprio do mel, gera uma série de interações intermoleculares alterando a distribuição eletrônica dos núcleos atômicos envolvidos. Em consequência, o momento dipolo das ligações ou grupos funcionais podem sofrer alterações que se refletem no espectro de FTIR aumentando ou diminuindo as bandas e ainda uma restrição ou intensificação do movimento vibratório que deslocam as bandas no seu comprimento de onda (DENADAI et al., 2006, 2007; SUAREZ et al., 2014). Diversos pesquisadores estão utilizando essa metodologia em associação com outras técnicas na caracterização do mel. Anjos et al., (2015) quantificou os açúcares presentes utilizando técnicas de calibrações multivariadas em padrões de carboidratos; Gallardo-Vasquez et al., (2009) quantificou os adulterantes presentes, utilizando quimiometria e comparando os espectros de méis obtidos com uma série de adulterantes como cana-de-açúcar, xarope de glicose, xarope de milho e outros. Svecnjaket al., (2015) usou a espectroscopia do FTIR para autenticar a origem botânica utilizando técnicas quimiométricas avaliando se os espectros de méis obtidos correspondem aos espectros de pólen.

A banda de maior interesse, que é a região de identidade dos carboidratos, está situada entre $1500 - 750 \text{ cm}^{-1}$ que também é a região mais apropriada para quantificação dos carboidratos (ANJOS et al., 2015).

5 PROPRIEDADES REOLÓGICAS

A reologia é a ciência que estuda a deformação e o escoamento de corpos (sólidos ou líquidos) a aplicação de uma tensão, ou seja, estuda o comportamento de fluidez (TOLEDO, 1991). A palavra reologia vem da junção das palavras Gregas *rhéo* (fluxo) + *logia* (ciência) e foi sugerido para descrever o fluxo de corpos líquidos e sólidos por Bingham e Crawford (LEONARDI et al., 2001).

O parâmetro reológico de maior importância é a viscosidade (η), que é definida a partir da equação da 2ª Lei de Newton representadas nas Equações 1 e 2.

$$F = ma \quad (\text{Eq.1})$$

$$\tau = \eta\varphi \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde, a tensão de cisalhamento (τ), força por unidade de área paralela (Pa), representa o estímulo externo análogo ao parâmetro força(F); o fator de inércia viscosidade (η , Pa.s) é análogo à massa (m); e o fator de deslocamento aceleração (a) é análogo à (φ) taxa de cisalhamento que é o gradiente de velocidade, medindo o movimento transmitido ao fluido por ação de uma força externa.

Fluidos que apresentam viscosidade constante são classificados como Newtonianos e tem relação linear entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento (HOLDSWORTH, 1993). Fluidos que não apresentam uma relação linear entre taxa de deformação e tensão de cisalhamento são considerados Não-Newtonianos (FOX; MACDONALD, 1981) e são classificados como Dependentes (tixotrópicos e reopéticos) e Independentes (pseudoplásticos, plásticos e dilatantes) do tempo. O esquema apresentado na Figura 8 representa a classificação dos fluidos líquidos.

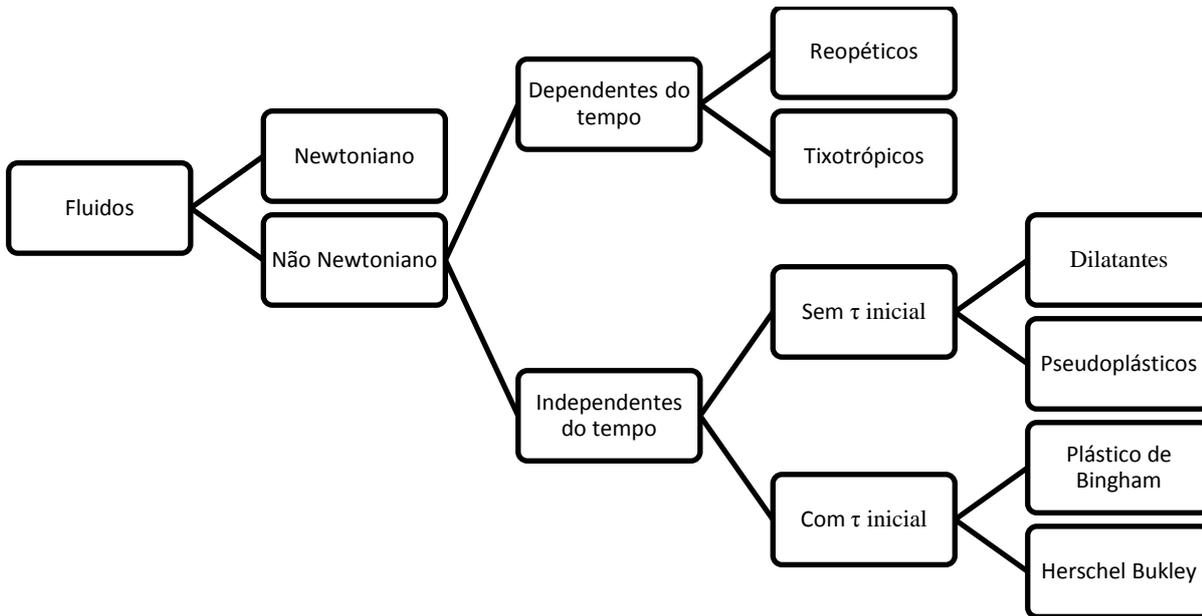


Figura 8 - Classificação dos fluidos líquidos.
 Fonte: Fox e McDonald (1981); Holdsworth (1993); Darley e Gray (1998);

Na Figura 9, tem-se o desenho representativo das curvas, representando o comportamento reológico dos fluidos.

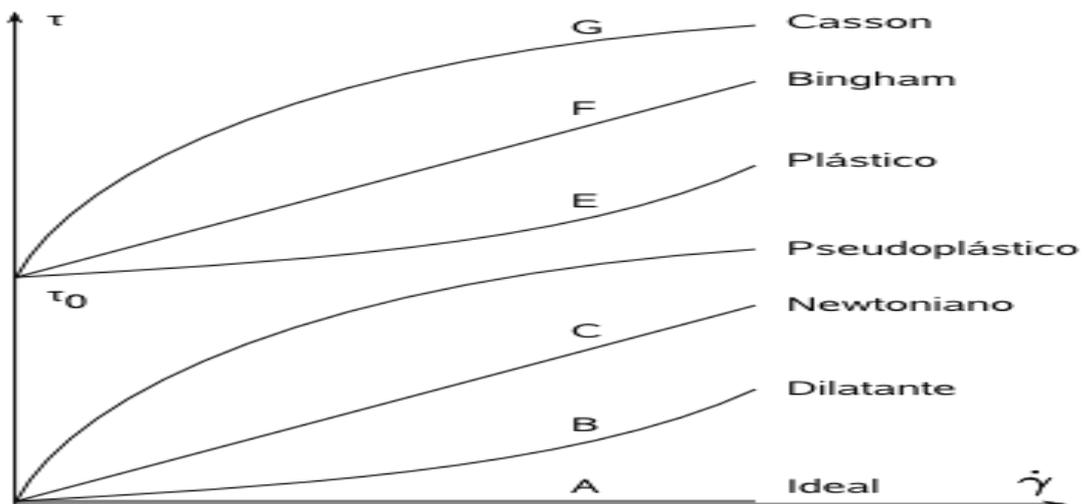


Figura 9 - Comportamento dos fluidos.
 Fonte: Barnes (1998).

As propriedades reológicas estão fortemente ligadas aos alimentos e podem ser vistas em duas categorias. A primeira que desenvolvem produtos e procuram atender as propriedades típicas ao interesse do consumidor como: características sensoriais (textura), estabilidade do alimento, os aspectos de conveniência

(porcionamento, dosagem, enchimento) e características nutritivas (cinética de liberação, saciedade). A segunda, representada por profissionais com conhecimento técnico, que desenvolvem processos de alimentos e utilizam dados reológicos para o processo ou a otimização do produto. Processos de fluxo típicos são: mistura, agitação, dispersão, extrusão, fiação, revestimento, moldagem por injeção e pulverização (FISCHER et al., 2011).

A caracterização das propriedades reológicas do mel está diretamente relacionada com características de qualidade pela aceitação do consumidor que tem preferência por produtos viscosos, já que propriedades reológicas em alimentos estão associadas a sua composição e estrutura (SILVA et al., 2010). Ibarz et al, (1996) reportaram que o comportamento reológico dos alimentos fluidos é usado como medida de qualidade e também na elaboração de projetos, avaliação e operação de equipamentos e processos.

Alimentos em geral são constituídos de materiais sólidos e água e essa proporção são fatores que determinam seu caráter viscoso. O mel é um material que sofre mudança na estrutura molecular, devido à presença de açúcares, ácidos, proteínas, pequenas quantidades de minerais, pigmentos, compostos fenólicos, coloides, dentre outros (WITCZAK et al., 2011). A incorporação de outros constituintes na elaboração de novos produtos muda o comportamento reológico (FREITAS et al., 2004). Essa mudança de comportamento serve de parâmetro para definir projeto e seleção de equipamentos que são utilizados industrialmente no processamento de alimentos.

Alguns pesquisadores classificaram os méis como Newtonianos (MOSSEL et al., 2000; COHEN; WEIHS, 2010; OROIAN et al., 2011) e esse comportamento está relacionado com a presença ou não de cristais de açúcar ou de compostos de elevado peso molecular (WITCZAK et al., 2011). Ahmed (2007) verificou que o mel de várias origens florais apresenta características não newtonianas. Bobbio e Bobbio (2001), concluíram em seus estudos que alguns méis em geral apresentam caráter tixotrópico.

6 PROPRIEDADES SENSORIAIS

As características sensoriais fornecem reações de desejo ou rejeição dos alimentos e define se o consumidor aceita ou não determinado produto (ARAÚJO et al., 2006).

A caracterização sensorial tem sido usado para avaliar a origem botânica e a aceitabilidade diante do consumidor (ESTI et al., 1997; GROSSO, 2006; LIRIO, 2010) utilizando atributos de cor, sabor e aroma e consistência (PIANA et al., 2004).

As características sensoriais desejáveis em mel conforme legislação em vigor (BRASIL, 2000) são: a cor que é variável de quase incolor a pardo-escura, segundo definido em sua origem sendo mel floral ou melato; o sabor e aroma devem ser característicos de acordo com a sua origem (mel floral ou melato); e a consistência é variável de acordo com o estado físico em que o mel se apresenta;

A cor é um dos primeiro critérios sensoriais adotados por 52,5% dos consumidores para a aquisição do mel e, méis de cores mais claras são preferidos mundialmente (MODESTA, 2007). Já estudos realizados por Escuredo et al. (2013) mostraram que, méis com cores mais escura o torna o mel mais atraente para o consumo. Crane (1983), concluiu que o mel mais escuro é também o mais rico em minerais e, conseqüentemente, possui sabor e aroma mais marcante.

A determinação da cor é feita pelo método de Bianchi (1981) com medição em espectrofotômetro a 560 nm e a cor estabelecida pela escala Pfund (BRASIL, 1985), conforme Tabela 8

Tabela 8 – Classificação do mel segundo a coloração.

Coloração	Escala Pfund	Absorbância
Branco d'água	1 a 8 mm	Até 0,030
Extra branco	Mais de 8 a 17 mm	Mais de 0,030 incl. 0,060
Branco	Mais de 17 a 34 mm	Mais de 0,060 incl. 0,120
Extra âmbar claro	Mais de 34 a 50 mm	Mais de 0,120 incl. 0,188
Âmbar claro	Mais de 50 a 85 mm	Mais de 0,188 incl. 0,440
Âmbar	Mais de 85 a 114 mm	Mais de 0,440 incl. 0,945
Âmbar escuro	Mais de 114 mm	Mais de 0,945

Fonte: Brasil (1981).

O sabor e aroma estão relacionados entre si e são influenciados pela flora que o produziu. Méis com cores mais escuras possuem sabores e aromas mais fortes (CRANE, 1983; VENTURINI et al.,2007).

A consistência tem grande importância comercial e industrial e é conferida pela sua viscosidade. Garcia-Amoedo et al., (2007) observaram que há variação de líquida a cremosa e cristalizada parcial ou total.

A legislação vigente (BRASIL, 2000) define mel cristalizado ou granulado sendo o mel que sofreu um processo natural de solidificação, como consequência da cristalização dos açúcares; mel cremoso sendo o mel que tem uma estrutura cristalina fina e que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que o torne fácil de untar e mel filtrado sendo o mel que foi submetido a um processo de filtração, sem alterar o seu valor nutritivo.

Comercialmente, Freitas et al.(2004); Silva et al.(2010) verificaram que o consumidor avalia um mel de boa qualidade quando se apresenta de forma fluida.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M., DJEBLI, N., AISSAT, S., KHIATI, B., MESLEM, A., & BACHA, S. In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, 3, 816–821, 2013.

AHMED, J.; PRABHU, S. T. RAGHAVAN, G. S. V. NGADI, M.; Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honey, **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 1207-1213, 2007.

AJLOUNI, S.; SUJIRAPINYOKUL, P. Hydroxymethylfurfuraldehyde and Amylase Contents in Australian Honey. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1000-1005, 2010.

ALQARNI, A. S.; OWAYSS, A. A.; MAHMOUD, A. A.; HANNAN, M. A.; Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 618-625, 2014.

AL-QASSEMI, R. A. S.; R. K. ROBINSON. Some special nutritional properties of honey-a review. **Nutrition & Food Science**, v. 33; p. 254-260, 2003,

AL-KHALIFA, A. S.; AL-ARIFY, I. A.; Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys, **Food Chemistry**, v. 67, p. 21–25, 1999.

AMIR, Y., YESLI, A., BENGANA, M., SADOUDI, R., AMROUCHE, T., Physico-chemical and microbiological assessment of honey from Algeria. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**. V.9, 1485–1494, 2010.

ANIDIOBU, V. O.; Rheological Modelling of the Effects of Sucrose Adulterant on Nigerian Honey, **Nigerian Food Journal**, v. 32, p. 103 – 112, 2014.

ANJOS, O.; CAMPOS, M. G.; RUIZ, P. C.; ANTUNES, P.; Application of FTIR-ATR spectroscopy to the quantification of sugar in honey. **Food Chemistry**. 169, 218–223, 2015.

ARAUCO, E. M. R.; FUNARI, S. R. C.; DUCATTI, C.; SILVA, E. T.; VENTURINI FILHO, W. G.; VANDERLINDE, R. Variabilidade Isotópica do Carbono ($\delta^{13}C$) em Méis Brasileiros Utilizando sua Proteína como Padrão Interno. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 4, p. 299-304, 2008a.

ARAUCO, E. M. R.; FUNARI, S. R. C.; DUCATTI, C.; SILVA, E. T.; VENTURINI FILHO, W. G.; VANDERLINDE, R.; Variabilidade Isotópica do Nitrogênio ($\delta^{15}N$) e do Carbono ($\delta^{13}C$) em Proteína de Méis Brasileiros. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 3, p. 190-193, 2008b.

ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D.; SOUSA, J. S.; Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado na cidade do Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 1, p. 51-55, 2006.

AROUCHA E. M. M.; OLIVEIRA A. J. F.; NUNES, G. H. S.; MARACAJÁ P. B.; Qualidade do mel de abelha produzidos pelos incubados da lagram e comercializado no Município de Mossoró/RN, **Caatinga**, v.21, n.1, p.211-217, 2008.

ARVANITOYANNIS,I.;KRYSTALLIS, A.. An empirical examination of the determinants of honey consumption in Romania.**International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.1164–1176, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE MEL, ABEMEL, 2014. Disponível em <http://brazilletsbee.com.br/noticia.aspx?id=108>. Acesso em 15 outubro 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC, **Official Methods of Analysis**, 17th ed., Inc., Arlington, VA. 2000.

AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. da C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1 , p. 3-7, 1999.

BARNES, H, A., HUTTON, J. F., WALTERS, K. An introduction to rheology. 1. **Ed. Amsterdam**, Elsevier, p. 199 (Rheology Series, 3), 1989.

BARRA, M. P. G., PONCE-DÍAZ, M. C., & VENEGAS-GALLEGOS, C. Volatile compounds in honey produced in the central valley of Ñuble Province, Chile. **Chilean Journal of Agricultural Research**, 70, 75–84, 2010.

BELAY, A.; SOLOMON, W.K.; BULTOSSA, G.; ADGABA, N.; MELAKU, S.; Botanical origin, colour, granulation, and sensory properties of the Harena forest honey, Bale, Ethiopia. **Food Chemistry**, v. 167, p. 213-219, 2015.

BERTOLDI, C. F.; GONZAGA, L; REIS. do C.D.V.; Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-campo (*Hyptis crenata*), produzido no Pantanal, IV SIMPÓSIO DE SOBRE RECURSOS NATURAL E SÓCIO ECONÔMICOS DO PANTANAL, Corumbá-MS, 2004, **Anais eletrônicos**. Disponível em <http://www.simpam2004.com.br/-2..pdf>. Acesso em 15 outubro 2014.

BERTONCELJ, J., DOBERŠEK, U., JAMNIK, M., GOLOB, T.; Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey.**Food Chemistry**, v.105, p.822-828, 2007.

BERTHOMIEU, C.; HIENERWADEL, R. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. **Photosynthesis Research** v. 101, n. 2-3, p. 157-170, 2009.

BETTAR, I.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HERNANZ, D.; MARCONI, A.; HEREDIA, F.J; TERRAB, A.; Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their physicochemical characteristics, mineral contents and colour. **Arabian Journal of Chemistry**, 2015.

BHUSARI, N. V., MATE, D. M.; & MAKADE, K. H.; Pollen of Apis honey from Maharashtra. **Grana**, 44: 216-224, 2005.

BIANCHI, E. M.; La miel, características y composición - Análisis y Adulteraciones. Santiago del Estero: **UNSE - CEDIA**, 1981.

BOBBIO, F. O; BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, p. 478, 2001.

BOGDANOV, S.; The Book of Honey: a short history of honey. **Bee Product Science**, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 21 de outubro de 2014.

BOGDANOV, S.; LÜLLMANN, C.; MARTIN, P.; VON DER OHE, W.; RUSSMANN, H.; VORWOHL, G.; ODDO, L.P.; SABATINI, A.G.; MARCAZZAN, G.L.; PIRO, R.; FLAMINI, C.; MORLOT, M.; LHERETIER, J.; BORNECK, R.; MARIOLEAS, P.; TSIGOURI, A.; KERKVLIT, J.; ORTIZ, A.; IVANOV, T.; D'ARCY, B.; MOSSEL, R.; VIT, P.; Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the **International Honey Commission** SWISS BEE RESEARCH CENTRE, 2000.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS (CNNPA). Resolução no12 de 1978. Aprova normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas para efeito em todo território nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 24 de julho de 1978. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 05 de jun. 2016.

BRASIL. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Informe Técnico no 37 de 28 de julho de 2008. **Botulismo Intestinal**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/37_280708.htm>. Acesso em: 04 jun. 2016.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Embrapa Meio-Norte, **Sistemas de produção 3**, versão eletrônica, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/>. Acesso em: 05 janeiro de 2016.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Barreiras Técnicas – Articulação Internacional. MERCOSUL/GMC/RES. N° 89/99. "IDENTIDADE E QUALIDADE DO MEL". **REGULAMENTO TÉCNICO MERCOSUL XXXVI GMC** - Montevideu, 6p, 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Portaria nº6, de 25 de julho de 1985. Aprovar as Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para Mel, Cera de Abelhas e Derivados, propostas pela Divisão de Inspeção de Leite e Derivados, da Secretaria de Inspeção de Produto Animal. **Diário Oficial da União**, 25 de julho de 1985, Seção 2, p.7, 1985.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior ALICE WEB, **Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior da Secretaria de Comércio Exterior**. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br//consultamunicipio/index/type/exportacaoMunicipios>, acesso em: 09/05/2016.

BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Zoneamento de Riscos Agrícolas do Brasil, Monitoramento Agrometeorológico e Previsão de Safras; Aperfeiçoamento e Desenvolvimento Metodológico, **Embrapa Informática Agropecuária**, Unicamp/CEPAGRI. Disponível em: <https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/finep/metas-fisicas/meta-fisica-6/mapas/09%20-%20image.jpeg/view> acesso em: 09/05/2016.

CAPUANO, E.; FOGLIANO, V.; Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. **Food Science and Technology**, 44, 793–810, 2011.

CASTRO-VÁZQUEZ, L., DÍAZ-MAROTO, M. C., & PÉREZ-COELLO, M. S.; Aromacomposition and new chemical markers of Spanish citrus honeys. **Food Chemistry**, 103, 601–606, 2007.

CAN, Z.; YILDIZ, O.; SAHIN, H.; TURUMTAY, E. A.; SILICI, S.; KOLAYLI, S.; An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles, **Food Chemistry**, v. 180, p. 133–141, 2015.

CHEN, L.; XUE, X.; YE, Y.; ZHOU, J.; CHEN, F.; ZHAO, J.; Determination of Chinese honey adulterated with high fructose corn syrup by near infrared spectroscopy, **Food Chemistry**, v. 128, p. 1110–1114, 2011.

CIULU, M.; SOLINAS, S.; FLORIS, I.; PANZANELLI, A.; PILO, M. I.; PIU, P. C.; SPANO, N.; SANNA, G.; RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey. **Talanta**, v. 83, n. 3, p. 924–929, 2011.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. 2001. **Revised Codex Standard for honey, Codex STAN 12–1981**, Rev. 1, 1987, Rev. 2, 2001. 7 p. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/web/standart_list.do>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2015.

COHEN, I.; WEIHS, D.; Rheology and microrheology of natural and reduced-calorie Israeli honeys as a model for high-viscosity Newtonian liquids, **Journal of Food Engineering**, v. 100, p. 366–371, 2010.

CORBELLA, E.; COZZOLINO, D.; Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics, **LWT-Food Science and Technology**, v. 39, p. 534–539, 2006.

CORVUCCI, F.; NOBILI, L.; MELUCCI, D.; GRILLENZONI, F.V.; The discrimination of honey origin using melissopalynology and Raman spectroscopy techniques coupled with multivariate analysis. **Food Chemistry**, v. 169, p. 297-304, 2015.

CRANE, E.; **Honey: a comprehensive survey**. Heinemann, 608p. 1975.

CRANE, E.; **O Livro do Mel**. São Paulo: Nobel, 225p. 1983.

DA SILVA, P. M.; Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, v. 196, p. 309-323, 2016.

DA SILVA, I. A. A.; DA SILVA, T.M.S.; CAMARA, C.A.; QUEIROZ, N.; MAGNANI, M.; NOVAIS, J.S.; SOLEDADE, L.E.B.; LIMA, E.O.; SOUZA, A.L.; SOUZA, A.G.; Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. **Food Chemistry**, v. 141, n. 4, p. 3552-3558, 2013.

DARLEY, H.C.H.; GRAY, G.R.; Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids, **Gulf Publishing Company**, chapter 5, Texas, p. 184-281, 1988.

DENADAI, A. L. et al., A Supramolecular Complex between Proteinases and β -Cyclodextrin that Preserves Enzymatic Activity. **BioDrugs**, v. 20, n. 5, p.283-291, 2006.

DENADAI, A. L. et al., Supramolecular self-assembly of β -cyclodextrin: an effective carrier of the antimicrobial agent chlorhexidine. **Carbohydrate Research**, v. 342, n. 15, p.2286-2296, 2007.

DRAIAIA, R.; CHEFROUR, A.; DAINESE, N.; BORIN, A.; MANZINELLO, C.; GALLINA, A.; MUTINELLI, F.; Physicochemical parameters and antibiotics residuals in Algerian honey, **African Journal of Biotechnology**. Vol. 14, pp. 1242-1251, 2015.

EL SOHAIMY, S. A.; MASRY, S. H. D.; SHEHATA, M. G.; Physicochemical characteristics of honey from different origins. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 2, p. 279-287, 2015.

ESCUREDO, O.; MÍGUEZ, M.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.; CARMEN SEIJO, M.; Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. **Food Chemistry**, v. 138, n. 2-3, p. 851-856, 2013.

ESCUREDO, O.; DOBRE, I.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.; SEIJO, M. C.; Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. **Food Chemistry**, 149, 84-90, 2014.

ESTEVINHO, L. M., FÉAS, X., SEIJAS, J. A., & VAZQUEZ-TATO, M. P.; Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. **Food and Chemical Toxicology**, 50, 258-264, 2012.

ESTI, M.; PANFILI, G.; MARCONI, E.; TRIVISONNO, M. C.; Valorization of the Honeys from the Molise Region Through Physico-chemical, Organoleptic and Nutritional assessment. **Food Chemistry**, v.58, n.1-2, p. 125-128, 1997.

FALLICO, B.; ZAPPALÀ, M.; ARENA, E.; VERZERA, A.; Effects of Conditioning on HMF content in unifloral honeys. **Food Chemistry**, v.85, n.2, p. 305-313, 2004.

FEÁS, X.; PIRES, J.; IGLESIAS, A.; ESTEVINHO, M.L.; Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 12, p. 3462-3470, 2010.

FEDERAÇÃO MINEIRA DE APICULTURA, FEMAP. **Estatuto da Federação Mineira de Apicultura**. 30 de junho de 2011. Disponível em: <http://femapmg.com.br/site/categorias/noticias>. Acesso em: 16 de abril de 2015.

FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 3th.edition, Marcel Dekker Inc., 1069p. 1996.

FINOLA, M.S.; LASAGNO, M.C.; MARIOLI, J.M. Microbiological and Chemical Characterization of Honeys from Central Argentina. **Food Chemistry**, v.100, p. 1649-1653, 2007.

FISCHER, P.; WINDHAB, E.J.; Rheology of food materials, **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v.16, p.36–40, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Faostat**, Rome, 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. Acesso em: 10 de março de 2015.

FOX, R. W.; McDONALD, A. T. Introdução à Mecânica dos Fluidos. **Editora Guanabara Dois**, 2. ed. Rio de Janeiro, p. 16-26, 1981.

FUENTE, E.; RUIZ-MATUTE, A. I.; VALENCIA-BARRERA, R. M.; SANZ, J.; CASTRO, I. M., Carbohydrate composition of Spanish unifloral honeys. **Food Chemistry**, 129,1483–1489, 2011.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, IEF. **Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais**, ed.2, 2008. 1 CD.ROM.

FREITAS, J.C.O.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F.; RODRIGUES, A.E. Combinações de mel e acerola em pó: avaliação reológica, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.1, p.87-95, 2004.

FREITAS, B. M. & SILVA, E. M. S. Potencial apícola da vegetação do semi-árido brasileiro. In: Santos, F.A.R. (Ed.). **Apium Plantae**, p.19-32. Recife: Instituto do Milênio do Semi-Árido, 2006.

GALLARDO-VELÁZQUEZ, T., OSORIO-REVILLA, G., LOA, M. Z., & RIVERA-ESPINOZA, Y. Application of FTIR-HATR spectroscopy and multivariate analysis to the quantification of adulterants in Mexican honeys. **Food Research International**, 42, 313–3318, 2009.

GARCIA-AMOEDO, L.H., ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly. **Química Nova**, v. 30, n.2, p. 257-259, 2007.

GULER, A.; BAKAN, A.; NISBET, C.; YAVUZ, O.; Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup, **Food Chemistry**, v.105, p.1119-1125, 2007.

GUTIÉRREZ, B. P. & GARCÍA, D. L. Q. Estudio melissopalínológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. **Polibotanica**, 23: 57-75, 2007.

GROSSO, G. S. **Critérios relativos al análisis sensorial de mieles. Apiservices-Galerie Virtuelle Apicole**. França, 2006. Disponível em: <<http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/index.htm>>. Acesso em: 15 out. 2014.

HOLDSWORTH, S. D.; Rheological models used for the prediction of the flow properties of food products: a literature review. **Journal of the Chemical Society Transactions Part C**, v.71c, p. 139-179, 1993.

HUIDOBRO, J. F.; SANTANA, F. J.; SANCHES, M. P.; SANCHO, M. T.; MUNIATEGUI, S.; SIMAL-LOZANO, J. Diastase, invertase and β -glucosidase activities in fresh honey from north-west Spain. **Journal of Apicultural Research**, v. 34, n.1, p. 39-44, 1995.

HUSOY, T.; HAUGEN, M.; MURKOVIC, M.; JOBSTL, D.; STOLEN, L.H.; BJELLAAS, T.; RONNINGBORG, C.; GLATT, H.; ALEXANDER, J. Dietary exposure to 5-hydroxymethylfurfural from Norwegian food and correlations with urine metabolites of short-term exposure. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p. 3697-3702, 2009.

IBARZ, A.; GONÇALVES, C.; EXPLUGAS, S. Rheology of clarified passion fruit juices. **Fruit Processing**, New Delhi, v.6, n.8, p.330-333, 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, **Censo Agropecuário**, 2006, Resultados preliminares. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/Segunda_Apuracao/tabelas_pdf/tab_2_6.pdf. Acesso em: 15/01/2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, volume 40, 68f, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Perfil da Pecuária Municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/default_xls_perfil.shtm>. Acesso em: 16 de julho de 2016.

INTERNATIONAL HONEY COMMISSION. IHC, **Harmonised Methods of the International Honey Commission**, 2009, 63p. Disponível em: <<http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>>. Acesso em: out. 2014.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, IEF. **Biodiversidade em Minas**. 2009. Disponível em <http://www.ief.mg.gov.br/biodiversidade>. Acesso em: 15 de abril de 2015.

ISLA, M.I.; CRAIG, A.; ORDOÑEZ, R.; ZAMPINI, C.; SAYAGO, J.; BEDASCARRASBURE, E.; ALVAREZ, A.; SALOMÓN, V.; MALDONADO, L. Physicochemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina, **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p.1922-1930, 2011.

JANDRIĆ, Z. et al. Discrimination of honey of different floral origins by a combination of various chemical parameters. **Food Chemistry**, v. 189, p. 52-59, 2015.

KADRI, S. M. et al. Characterization of Coffea arabica monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. **Food Chemistry**, v. 203, p. 252-257, 2016.

KAMAL, M. A.; KLEIN, P. Determination of sugars in honey by liquid chromatography. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 18, n. 1, p. 17-21, 2011.

KANG, K.M., YOO, B., Dynamic rheological properties of honeys at low temperatures as affected by moisture content and temperature. **Food Science. Biotechnology**, v.17(1), p. 90-94, 2008.

KARABAGIAS, I. K.; BADEKA, A.; KONTAKOS, S.; KARABOURNIOTI, S.; Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. **Food Chemistry**, v. 146, p. 548-557, 2014.

KARASU, S.; TOKER, O.S.; YILMAZ, M.T.; KARAMAN, S.; DERTLI, E.; Thermal loop test to determine structural changes and thermal stability of creamed honey: Rheological characterization, **Journal of Food Engineering**, v.150, p.90-98, 2015.

KOMATSU, S.S.; MARCHINI, L.C.; MORETI, A.C. de C.C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) no estado de São Paulo. 1. Índice de diástase e hidroximetilfurfural. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, fasc.3, p. 381-392, 2001.

LAZAREVIC', K.B.; ANDRIC', F.; TRIFKOVIC', J.; TEŠIC', Z.; MILOJKOVIC'-OPSENICA, D.; Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters, **Food Chemistry**, v.132, p.2060-2064, 2012.

LEONARDI, G. R.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G.. Estabilidade de formulações cosméticas. **International Journal of Pharmaceutical Compounding**, v. 3, n. 4, p.154-156, 2001.

LIANG, Y.; CAO, W.; CHEN, W-J.; XIAO, X-H.; ZHENG, J-B. Simultaneous Determination of Four Phenolic Components in Citrus Honey by High Performance Liquid Chromatography Using Electrochemical Detection. **Food Chemistry**, v.114, p. 1537-1541, 2009.

LIRIO, F. C.; Caracterização Físico-Química, Microbiológica e Sensorial de Méis Florais Irradiados. 154p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). **Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2010.

LORENTE, M. G.; CARRETERO, C. L.; MARTÍN, R. A. P.; Sensory attributes and antioxidant capacity of spanish honeys. **Journal of Sensory Studies**, v.23, p. 293-302, 2008.

MAIA, M.; RUSSO-ALMEIDA, P. A. & PEREIRA, J. O. B.; Caracterização polínica de méis do parque arqueológico do vale do Côa (Portugal). **Revista Portuguesa de Zootecnia**, 9: 79-80. 157, 2002.

MAIA, M.; RUSSO-ALMEIDA, P. A. & PEREIRA, J. O. B.; Caracterização do espectro polínico dos méis do Alentejo (Portugal). **Silva Lusitana**, 13(1): 95- 103, 2005.

MODESTA, R.C. A cor do mel. **Embrapa**. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=358&pg=2&n=2>> Acesso em: 18/08/2007.

MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey.The nature of the antibacterial activity.**Bee World**, v. 73, p. 5-28, 1992.

MONIRUZZAMAN, M.; KHALIL, M.I.; SULAIMAN, S.A.; GAN, S.H.; Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*, **BMC Complementary and Alternative Medicine**, p.13-43, 2013.

MORALES, V.; CORZO, N.; SANZ, M.L. HPAEC-PAD Oligosaccharide Analysis to Detect Adulterations of Honey with Sugar Syrups. **Food Chemistry**, v.107, p. 922-928, 2008.

MOREIRA, R. F. A; DE MARIA, C.A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, v.24, n. 4, p. 516-525, 2001.

MOREIRA, R. F. A., MARIA, C. A. B., PIETROLUONGO, M., & TRUGO, L. C. Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions.**Food Chemistry**, 104, 1236–1241, 2007.

MOSSEL, B.; BHANDARI, B.; D'ARCY, B.; CAFFIN, N.; Use of an Arrhenius Model to Predict Rheological Behaviour in some Australian Honeys, **Lebensm-Wiss. u.-Technol**, v. 33, p. 545 – 552, 2000.

NUTTER, J.; FRITZ, R.; IURLINA, M.O; SAIZ, AL.; Effect of *Prosopis* sp. honey on the growth and fermentative ability of *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus fermentum*.**LWT - Food Science and Technology**, v. 70, p. 309-314, 2016.

ODDO, L. P., PIAZZA, M. G., PULCINI, P.; Invertase activity in honey. *Apidologie*, 30, p. 57-65, 1999.

OROIAN, M.; AMARIEI, S.; ESCRICHE, I.; GUTT, G.; Rheological aspects of Spanish honeys. **Food and Bioprocess Technology**, 2011.

PARADKAR, M.M.; IRUDAYARA, J.J.; Discrimination and classification of beet and cane inverts in honey by FT-Raman spectroscopy, **Food Chemistry**, v. 76, p.231–239, 2001.

PAULINO, R.S.; MARCUCCI, M.C.; Análises físico-químicas de méis do Ceará. **Revista de Pesquisa e Inovação Farmacêutica**, São Paulo, v.1, n.1, p.63-78, 2009.

PERKIN ELMER LIFE AND ANALYTICAL SCIENCES. FT-IR Spectroscopy Attenuated Total Reflectance (ATR), 2007.

PIANA, M.L.; PERSANO ODDO, L.; BENTABOL, A.; BRUNEAU, E.; BOGDANOV, S.; DECLERCK, C.G. Sensory Analysis Applied to Honey: state of the art. **Apidologie**, v.35, p.26-37, 2004.

PIRES, J. et al. Pollen spectrum and physico- chemical attributes of heather (Erica sp.) honeys of north Portugal. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, UK, v. 89, n. 11, p. 1862-1870, 2009.

PONTES, M.; MARQUES, J. C.; CÂMARA, J. S. Screening of volatile composition from Portuguese multifloral honeys using headspace solid- phase microextraction- gas chromatography– quadrupole mass spectrometry. **Talanta**, v. 74, n. 1, p. 91-103, 2007.

POPEK, S.; Identification of honey types, **Nahrung/Food**, v. 47, p. 39–40, 2003.

PUSCAS, A.; HOSU, A.; CIMPOIU, C.; Application of a newly developed and validated high-performance thin-layer chromatographic method to control honey adulteration, **Journal of Chromatography**, v.1272, p.132-135, 2013.

RIBEIRO, R. O. R; SILVA, C.; MONTEIRO, M. L.; BAPTISTA, R.F.; GUIMARAES, C.F.; MÁRSICO, E.T.; MANO, S.B.; PARDI, H.S.; Avaliação comparativa da qualidade físico-química de méis inspecionados e clandestinos, comercializados no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 16, n. 1, p. 3-7, 2009.

RIBEIRO, R.O.R.; MÁRSICO, E.T.; CARNEIRO, C.S.; MONTEIRO, M.L.G.; JÚNIOR, C.A.C.; MANO, S.; JESUS, E.F.O.; Classification of Brazilian honeys by physical and chemical analytical methods and low field nuclear magnetic resonance (NMR), **LWT - Food Science and Technology**, v.55, p. 90-95, 2014.

RIBEIRO, R. O. R., MÁRSICO, E. T., CARNEIRO, C. S., MONTEIRO, M. L. G., CONTE JÚNIOR, C., & OLIVEIRA DE JESUS, E. F. Detection of honey adulteration of high fructose corn syrup by Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LH 1H NMR). **Journal of Food Engineering**, 135, 39–43, 2014.

RODRIGUES, A.E.; SILVA, E.M.S.; BESERRA, E.M.F.; RODRIGUES, M.L., Análise físico-química dos méis das abelhas Apis mellifera e Melipona scutellaris produzidos

em duas regiões no Estado da Paraíba, **Ciência Rural**, Santa Maria, v35, n.5, p.1166-1171, set-out, 2005.

RUOFF, K.;ODDO, L. P.; BOGDANOV, S. Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honeys; A Review. **Apidologie**, v.35, n.1, p. 4-17, 2004.

SANCHEZ, V.; BAEZA, R.;CAIPPINI, C.; ZAMORA, M.C. AND CHIRIFE, J., Comparison between Karl Fischer and refractometric method of determination of water content in honey. **Food Control**, v.21, p.339-341, 2010.

SAJWANI, A.; FAROOQ, S. A.; PATZELT, A.; ELTAYEB, E. A. & BRYANT, V. M.; Melissopalynological studies from Oman. **ASSP-Palynology**, 31: 63-79, 2007.

SWALLOW, K. W.; LOW, N. H.; Analysis and quantitation of the carbohydrates in honey using high- performance liquid chromatography.**Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, n. 9, p. 1828-1832,1990.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS, SEAPAS, Subsecretaria do Agronegócio, **Agrodados, relatório da pecuária 2015**. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/2014-09-23-01-07-23/relatorios/pecuaria>. Acesso em: 30 de janeiro de 2016.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE, **Boletim Setorial do Agronegócio – Apicultura**, p.15, tiragem 1000 exemplares, maio de 2011.

SILVA, C. L. DA; QUEIROZ, A. J. DE M.; FIGUEIREDO, R. M. F. DE.; Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.2/3, p. 260-265, 2004.

SILVA, K. F. N. L.; SANTOS, D. C.; SILVA, C. T. S.; QUEIROZ, A. J. M.; LIMA, A. O. N. Comportamento reológico do mel de *Apis mellifera* do Município de Tabuleiro do Norte – CE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, p. 52-57, 2010.

SHANTAL R. F.; ESCUREDO, O.M.; CARMEN SEIJO, M. Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys.**Food Chemistry**, v. 166, p. 101-106, 2015.

SIMEÃO, C. M. G., SILVEIRA, F. A. , SAMPAIO, I. B. M., BASTOS, E. M. A. F. Pollen analysis of honey and pollen collected by *Apis mellifera linnaeus*, 1758 (Hymenoptera, Apidae), in a mixed environment of Eucalyptus plantation and native cerrado in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 75, no. 4, p. 821-829, 2015.

SIVAKESAVA, S.; IRUDAYARAJ, J. Classification of Simple and Complex Sugar Adulterants in Honey by Mid-Infrared Spectroscopy.**International Journal of Food Science & Technology**, v.37, n.4, p. 351-360, 2002.

SUAREZ, D.F. et al. Structural and thermodynamic characterization of doxycycline/ β -cyclodextrin supramolecular complex and its bacterial membrane interactions. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 118, p. 194-201, 2014.

SVECNJAK, L.; BUBALO, D.; BARANOVIC', G.; NOVOSEL, H.; Optimization of FTIR-ATR spectroscopy for botanical authentication of unifloral honey types and melissopalynological data prediction. **Europe Food Research Technology**, V.240, 1101–1115, 2015.

SOLOMONS, T. W. G., FRYHLE, C., B., “Química Orgânica Volume 1”, 8ª Edição, Rio de Janeiro, **LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.**, Págs.: 636 e 637, 2005.

SPANO, N.; CIULU, M.; FLORIS, I.; PANZANELLI, A.; PILO, M.I.; PIU, P.C.; SALIS, S.; SANNA, G.A Direct RP-HPLC Method for the Determination of Furanic Aldehyde and Acids in Honey. **Talanta**, v.78, p. 310-314, 2009.

TERRAB, A.; RECAMALES, A.F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F.J.; Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents, **Food Chemistry**, v. 88, p. 537–542, 2004.

TERRAB, A.; DÍEZ, M. J. & HEREDIA F. J.; Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: III. Other unifloral honey types. **International Journal of Food Science and Technology**, 38, 395–402, 2003 a.

TERRAB, A.; GONZÁLEZ, A. G.; DIÉZ, M. J. & HEREDIA, F.J. Characterization of Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. **European Food Research and Technology**, 218, 88-95, 2003 b.

TOLEDO, R. T. Fundamentals of Food Process Engineering. **New York: Chapman & Hall**, p. 602, 1991.

TORNUK, F., KARAMAN, S., OZTURK, I., TOKER, O. S., TASTEMUR, B., SAGDIC, O., ET AL.; Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. **Industrial Crops and Products**, 46, 124–131, 2013.

USDA. United States Department of Agriculture. **National Nutrient Database**, Full Report (All Nutrients) 19296, Honey, 2015. Disponível em :<http://fnic.nal.usda.gov/food-composition>. Acesso em 14/02/16.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C.; Características do mel. Vitória: UFES, **Boletim Técnico – PIE**, P. 1-8, 2007.

VIUDA-MARTOS, M. et al. Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 6, p. 1111-1118, 2010.

VORLOVA, L., & PRIDAL, A. Invertase and diastase activity in honeys of Czech provenience. **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, 5, 57–66, 2002.

WANG, Y., JULIANI, R., SIMON, J. E., & HO, C. Amino acid-dependent formation pathways of 2-acetylfuran and 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3[2H]-furanone in the Maillard reaction. **Food Chemistry**, 115, 233–237, 2009.

WITCZAK, M.; JUSZCZAK, L.; GAŁKOWSKA, G.; Non-Newtonian behaviour of heather honey, **Journal of Food Engineering**, v.104, p. 532, 2011.

WHITE, J. W. & KUSHINIR, I. The enzymes of honey: examination by ion-exchange chromatography, gel filtration, and starch-gel electrophoresis. **Journal of Apicultural Research**, v.6, n.2: 69-89, 1967.

WHITE JÚNIOR, J.W.; The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation, **American Bee Journal**, v. 75, n. 3, p. 104-107, 1994.

WITCZAK, M.; JUSZCZAK, L.; GAŁKOWSKA, G.; Non-Newtonian behaviour of heather honey, **Journal of Food Engineering**, v.104, p. 532, 2011.

WROBLEWSKA, A.; WARAKOMSKA, Z. & KOTER, M. Pollen analysis of bee products from the north-eastern Poland. **Journal of Apicultural Science**, v.50, p. 71-83, 2006.

YANG, Y. et al. Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican “chestnut grove” honeys. **Food Chemistry**, v. 132, n. 4, p. 2144-2154, 2012.

YILMAZ, M.T.; TATLISU, N.B.; TOKER, O.S.; KARAMAN, S.; DERTLI, E.; SAGDIC, O.; ARICI, M.; Steady, dynamic and creep rheological analysis as a novel approach to detect honey adulteration by fructose and saccharose syrups: Correlations with HPLC-RID results, **Food Research International**, v.64, p. 634-646, 2014.

YÜCEL, Y.; SULTANOGLU, P.; Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics, **Food Bioscience**, v.1, p.16-25, 2013.

ZHAO, J. et al. Identification of monofloral honeys using HPLC–ECD and chemometrics. **Food Chemistry**, v. 194, p. 167-174, 2016.

ZENEBON, O.; PASCUCT, N.S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed., p. 137. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ZHU, X.; LI, S.; SHAN, Y.; ZHANG, Z.; LI, G; SU, D.; LIU, F.; Detection of adulterants such as sweeteners materials in honey using near-infrared spectroscopy and chemometrics, **Journal of Food Engineering**, v. 101, p. 92–97, 2010.

CAPÍTULO 2

“Caracterização físico-química e reológica de méis comercializados em Minas Gerais”

RESUMO

O mel é um produto natural elaborado pelas abelhas melíferas a partir do néctar das plantas. É um produto de composição bastante complexa e depende de fatores como clima, solo e fonte floral. É um dos alimentos produzido totalmente de forma natural, com sabor característico e considerável valor nutritivo.

Por possuir alto preço de mercado e sazonalidade de produção em algumas floradas, incentiva tanto sua produção em larga escala quanto a adulteração.

Minas Gerais é o 4º produtor nacional do mel e possui a produção dividida em todo seu território. Considerando que há poucos trabalhos sobre a caracterização de méis no Estado e nenhum relacionado com as suas mesorregiões, o objetivo do trabalho foi de avaliar as características físico-químicas e reológicas de 48 amostras de méis, coletadas em 6 mesorregiões de Minas Gerais representando 75% da produção no estado, verificando se há possíveis adulterações e qual é a influência das floradas e regiões na caracterização físico-química e reológica utilizando métodos estatísticos como análise de componentes principais e agrupamento. Os resultados indicaram que as amostras apresentaram valores compatíveis com os padrões de identidade e qualidade preconizados pela legislação e as análises reológicas indicaram que os méis tiveram o comportamento próximo do Newtoniano com baixa pseudoplásticidade. A utilização de métodos estatísticos sobre os resultados físico-químicos foi uma ferramenta útil para caracterizar diferentes tipos de méis.

1 INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais é rico em biodiversidade e apresenta em todo seu território, relevo, clima e recursos hídricos favoráveis ao crescimento de diversos tipos de cobertura vegetais e a produção de mel (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008). Minas Gerais é o 4º maior produtor do Brasil e sua produção está dividida em todo território mineiro, e as regiões Central e Vale do Jequitinhonha e Mucuri são as mais produtivas (SEAPAS-MG, 2015). Além disso, gera empregos sendo grande parte deles em regime de economia familiar. Hoje o estado conta com 625 municípios com alguma atividade apícola (IBGE, 2014). Valorizar e aumentar a produção de mel, explorar a indicação geográfica, estimular a rastreabilidade do produto e difundir Normas Técnicas, são algumas ações que devem ser tomadas para que Minas Gerais torne-se o maior produtor de mel do Brasil (FEMAP, 2011).

O mel pode ter origem monofloral, multifloral ou deo melato, resultando em alterações em sua composição (KADRI et al., 2016). Considerando o número de possíveis fontes florais, é compreensível que nenhum mel é completamente igual a outro (VIUDA-MARTOS et al., 2010). A composição, cor, aroma e sabor dependem tanto das plantas visitadas pelas abelhas quanto do clima, região, estação, variedade da abelha, modo de colheita e do próprio apicultor (TORNUK et al., 2013).

Não há informações na literatura sobre a caracterização dos méis de várias mesorregiões de Minas Gerais. No entanto, pelo Estado tem características favoráveis para aumento da produção apícola como: amplo território que possibilita enorme potencial para expansão da produção; grande valorização e aceitação de méis monoflorais, preocupações com adulterações por parte dos consumidores. Para contribuir com o conhecimento científico sobre este produto padronizar os méis mineiros, o objetivo do trabalho foi a caracterização físico-química e reológica de 48 amostras de méis coletadas em 6 mesorregiões de Minas Gerias que totaliza 75% da produção no Estado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Processos – Planta Piloto da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro e no Laboratório Multiusuário de Química do – Departamento de Farmácia da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, Minas Gerais.

2.1 Obtenção das amostras

No total, 48 amostras foram adquiridas em 6 mesorregiões de Minas Gerais. As amostras foram mantidas nas mesmas condições de temperatura em que foram adquiridas e foram transportadas para o laboratório em suas embalagens originais. As análises foram feitas em triplicata. As mesorregiões do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, Rio Doce, Triângulo Mineiro, Central, Zona da Mata e Sul de Minas, foram escolhidas ao acaso e representaram 75% da produção mineira de mel. O mapa indicativo das regiões está representado na Figura 1. Os fornecedores são grandes produtores em suas regiões e somente o fornecedor da mesorregião do Vale do Jequitinhonha e Mucuri não tinha o selo de Serviço de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura que atesta a qualidade de produtos de origem animal. As informações sobre as amostras estão apresentadas na Tabela 1. Um fluxograma detalhado com informações sobre as análises realizadas, região de coleta com percentual de produção em relação a produção total em Minas Gerais daquela região, fornecedores, se o estabelecimento possui SIF ou não, floradas e lotes, estão representados na Figura 2.



Figura 1 – Grandes mesorregiões do estado de Minas Gerais onde foram coletadas as amostras de méis.
Fonte: SEAPAS (2015).

Tabela 1 – Amostras de mel por florada, tipo, mesorregião e ano de produção.

Nº amostras	Tipo de florada	Nome científico	Tipo de mel	Mesorregião	Ano fabricação
3	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Unifloral	Central	2015
3	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Unifloral	Sul	2015
3	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Unifloral	Triângulo Mineiro	2015
2	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Unifloral	Rio Doce	2015
3	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Unifloral	Zona da Mata	2015
3	Silvestre		Multifloral	Central	2015
3	Silvestre		Multifloral	Sul	2015
3	Silvestre		Multifloral	Triângulo Mineiro	2015
2	Silvestre		Multifloral	Rio Doce	2015
3	Silvestre		Multifloral	Vale do Jequitinhonha e Mucuri	2015
3	Assa-peixe	<i>Vernonia sp</i>	Unifloral	Central	2015
3	Assa-peixe	<i>Vernonia sp</i>	Unifloral	Sul	2015
1	Marmeleiro	<i>Cydonia oblonga</i>	Unifloral	Central	2015
1	Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i>	Unifloral	Sul	2015
3	Laranjeira	<i>Citrus sp</i>	Unifloral	Sul	2015
3	Laranjeira	<i>Citrus sp</i>	Unifloral	Triângulo Mineiro	2015
3	Cipó-uva	<i>Cissus rhombifolia</i>	Unifloral	Sul	2015
3	Velame	<i>Macrosiphonia velame</i>	Unifloral	Vale do Jequitinhonha e Mucuri	2015

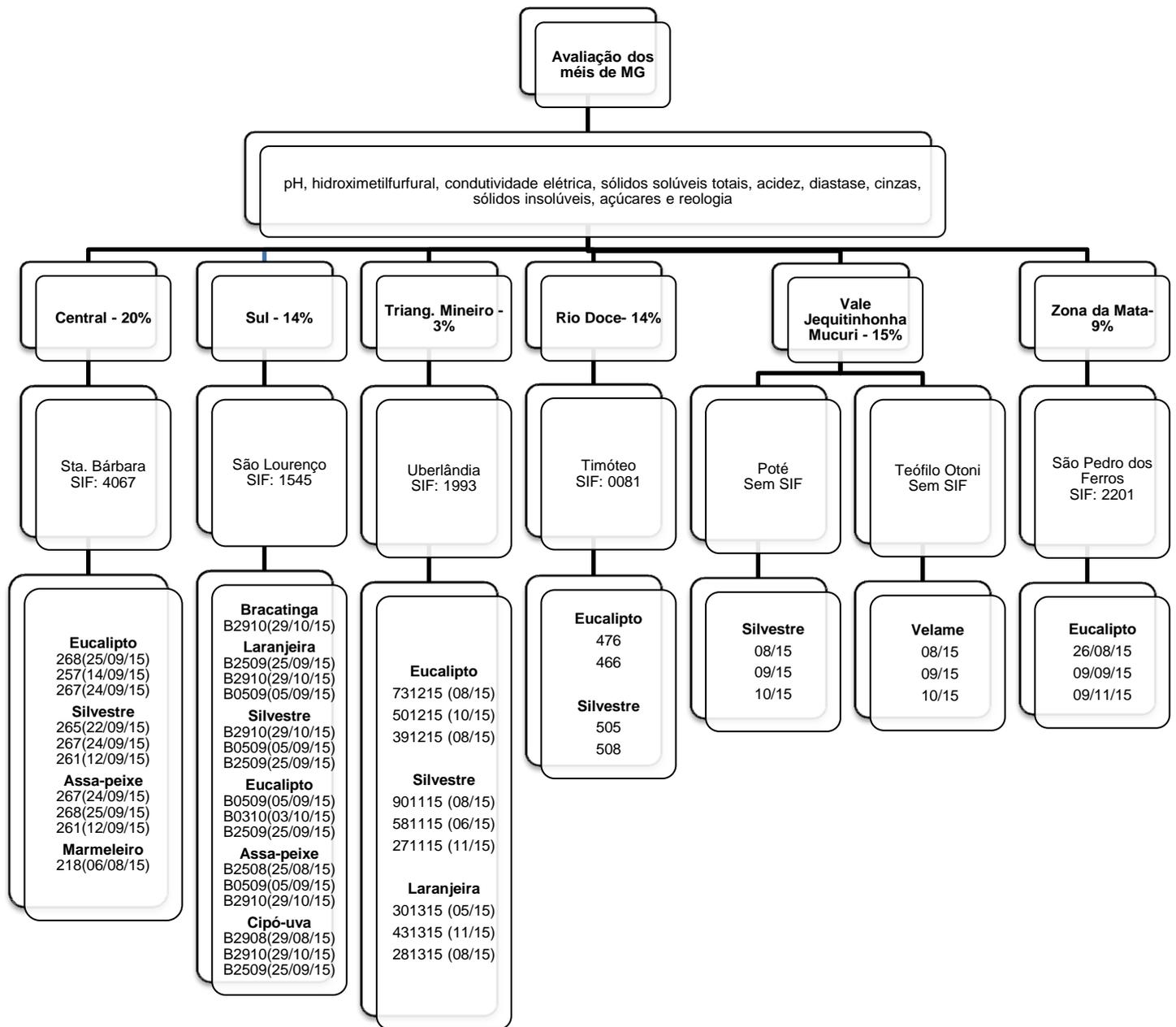


Figura 2 – Resumo esquemático de análises realizadas em méis coletados nas seis mesorregiões de Minas Gerais, incluindo fornecedores, floradas e lotes dos méis.

2.2 Análises físico-químicas

2.2.1 Sólidos solúveis totais (°Brix)

A determinação do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi medida adicionando a amostra pura em um refratômetro de bancada Tipo ABBE Instrutherm, modelo: RTA-100, após estabilização de temperatura da amostra a 20°C, conforme AOAC (1998).

2.2.2 Determinação de umidade

A determinação da umidade foi realizada pelo método AOAC (1998) determinado por refratometria, utilizando um refratômetro de bancada Tipo ABBE Instrutherm, modelo: RTA-100. Todas as medições foram realizadas a 20 ° C, após período de 6 minutos de equilíbrio da temperatura e os valores registrados foram convertidos em percentagem de umidade (g/100g de mel) usando a tabela de conversão padrão modificado por Wedmore(1955).

2.2.3 pH

O pH foi medido em uma solução de 10 g de mel, em 75 mL de água destilada com um medidor de pH Mettler Toledo, modelo: S220, segundo AOAC (1998).

2.2.4 Determinação de glicose, frutose e sacarose

Análise de açúcares (glicose, frutose e sacarose), foram realizadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), modelo YL9100 HPLC System (Allcrom), utilizando uma coluna Rezex RCM – Monosaccharide Ca⁺² (8%), a fase móvel utilizada foi água de Milli-Q com um fluxo de 0,6 mL/min, a temperatura da coluna foi mantida a 60°C. O detector utilizado foi o Índice de Refração. Uma curva de calibração foi obtida com um intervalo de linearidade para os açúcares entre 1 a 4 g/L, com um coeficiente de correlação R-quadrado de 0,999 (DAVID et al.,2016).

2.2.5 Determinação de condutividade elétrica

A condutividade elétrica das amostras foi determinada utilizando-se uma solução de 20% (p/v) do mel em água destilada a 20°C, por meio de um condutímetro Mettler Toledo modelo: S-230 com eletrodo previamente calibrado. A correção de temperatura foi aplicada e os resultados foram expressos em mS/cm, conforme IHC (2009). A equação 3 foi utilizada para determinação de condutividade.

$$\text{Condutividade } 20^{\circ}\text{C} = (\text{Temp. amostra} \times (\bar{\mp})3,2\% + \text{leitura em } \mu\text{S/cm}) \quad (\text{Eq. 1})$$

2.2.6 Determinação de acidez livre

Acidez livre foi determinada por titulação potenciométrica, conforme AOAC (2000). NaOH 0,05N foi adicionado a solução de mel (10g de mel em 75mL de água ultrapura) até um pH de 8,3. Um branco foi utilizado usando água destilada. Os resultados foram expressos em miliequivalentes de ácido por kg de mel. O cálculo para determinação de acidez livre foi feito conforme a equação 4.

$$\text{Acidez livre} \left(\frac{\text{meq}}{\text{Kg}} \right) = \frac{(V-V_b) \times 50 \times f}{P} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

V = Volume em mL da solução NaOH gasto na titulação.

V_b = Volume em mL da solução no ensaio branco.

P = Massa da amostra em gramas.

2.2.7 Determinação de cinzas

O teor de cinzas foi determinado pela pesagem de 5 a 10 g de amostras de mel em cadinho de porcelana que foi carbonizado em Bico de Bunsen e em seguida foi para o forno de mufla onde permaneceu a 600 ° C durante 5 h. O resultado foi expresso em g/100 g conforme AOAC (1998). A equação 5 foi utilizada para determinação de cinzas.

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{M_1 - M_2}{M_0} \times 100 \quad (\text{Eq.3})$$

Em que:

M₁= Peso do cadinho + cinzas

M₂= Peso do cadinho

M₀= Peso da amostra

2.2.8 Determinação de cor

A cor foi medida de acordo com escala Pfund em milímetros com leitura direta da amostra pura em espectrofotômetro Perkin Elmer modelo: Lambda 25 e cubeta de quartzo de 1 cm no comprimento de onda a 560nm conforme Brasil (1981). A glicerina pura foi utilizada como branco.

2.2.9 Determinação de atividade diastática

A atividade diastática foi determinada utilizando uma solução padrão de amido emel incubados a 40°C por 15 minutos em banho termostático LUCADEMA, modelo: LUCA152s. Foram retirados 0,5mL dessa mistura a cada 5 minutos e colocado em tubos já contendo solução de amido 0,0007M. Em seguida, fez-se a homogeneização e leitura da absorbância em 660nm em cubeta de quartzo de 1 cm até o valor de absorbância menor que 0,235. De posse dos dados, foi construída a curva-padrão de absorbância x tempo em minutos, onde é determinado o tempo exato onde a absorbância atingia 0,235. Todas as retas obtidas apresentaram valores de R2 superiores a 0,990. O resultado é expresso em unidades Gothe por grama de mel e a metodologia utilizada foi a AOAC (1998). A equação 6 foi utilizada para determinação de atividade diastática.

Equação 1: Fórmula para o cálculo de atividade diastática

$$\text{Atividade diastática (Unidades Gothe)} = \frac{300}{tx} \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que:

tx = Tempo exato em que absorbância atinge o valor 0,235.

2.2.10 Determinação de hidroximetilfurfural

A quantificação de hidroximetilfurfural foi determinada utilizando metodologia AOAC (1998). Cinco gramas de mel foram dissolvidos em 25 mL de água destilada, misturado com agente de clarificação (Carrez I e Carrez II) e filtrado. Foi feita a leitura da absorbância em 284 e 336nm em espectrofotômetro Perkin Elmer modelo: Lambda 25 e cubeta de quartzo de 1 cm. Para o branco foi utilizado uma solução filtrada de NaHSO₃. O resultado é expresso em miligramas de HMF por Kg de mel (Equação 7).

$$HMF \left(\frac{mg}{Kg} \right) = \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que:

A_{284} = Leitura da absorbância a 284nm

A_{336} = Leitura da absorbância a 336nm

P = Massa da amostra em g

5 = Massa nominal da amostra

149,7 = $(126/16830) \times (1000/10) \times (1000/5)$

126 = peso molecular do HMF

16830 = absortividade molar do HMF a 284 nm

1000 = conversão de g para mg

10 = diluição de 5 g de mel para 50 mL

1000 = conversão de g para kg

2.2.11 Determinação de sólidos insolúveis em água

A determinação de matéria insolúvel em água baseou-se no método IHC (2009), que se fundamenta em pesar 20g de amostra de mel e diluir em água

aquecida a 60°C e depois filtrar em papel de filtro previamente seco a 105°C por 1 hora. O material retido foi levado para a estufa de secagem Toth, modelo: 510 a 80°C até atingir peso constante. O resultado foi expresso em gramas de insolúveis em 100g de mel (Equação 8).

$$\% \text{ insolúveis} = \frac{p \times 100}{P} \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

p = Peso dos insolúveis em gramas

P = Peso da amostra em gramas

2.2.12 Espectroscopia na região do infravermelho por reflectância total atenuada (FTIR-ATR)

Os espectros foram obtidos diretamente com aplicação da amostra pura por meio de um espectrofotômetro Perkin-Elmer, modelo: FTIR Spectrum Two equipado com acessório universal de reflectância total atenuada de (ATR), modelo: Pike. Os espectros foram obtidos na região 4000 cm⁻¹ e 400 cm⁻¹ (região do infravermelho médio) como uma média de 12 varreduras à temperatura ambiente (ANJOS et. al., 2015). Para a aquisição dos espectros foi utilizado o programa Perkin Elmer Spectrum ES (versão: 10.03.08.0133). Os dados foram exportados para o Microcal Origin 8.0 para edição.

2.2.13 Análises reológicas

O comportamento reológico das amostras de mel foram avaliadas varrendo-se a tensão de cisalhamento (τ) em função da taxa de cisalhamento ($\dot{\gamma}$), utilizando um reômetro rotacional estacionário marca ProReo, modelo PR 180, com sonda reológica DIN 53 019. 15 mL de amostra foram colocados na sonda e pré cisalhada a $\dot{\gamma} = 20\text{s}^{-1}$

por 1 minuto a 30 °C. O controle da temperatura a 30°C ± 2°C foi feito utilizando um banho termostatizado marca LUCADEMA, modelo Lucca 502. Em seguida, as curvas de fluxo foram obtidas a partir de uma variação cíclica de taxa de cisalhamento no intervalo de 20 a 150 s⁻¹ nos sentidos ascendente e descendente. Os experimentos foram realizados em triplicata sendo coletados 40 pontos por experimento. Os dados foram coletados e processados pelo software RHESY, aplicando o modelo de Ostwald-de-Waele que apresentou o maior coeficiente de correlação e está representado na Equação 9. Em seguida os dados foram exportados para o software Microcal Origin 8.0.

Equação 2: Fórmula para determinação de tensão de cisalhamento seguindo o modelo de Ostwald

$$\tau = K_c * \varphi^n \quad (\text{Eq. 7})$$

Em que:

τ = Tensão de cisalhamento

k_c = Índice de consistência

φ = Taxa de cisalhamento

n = índice de comportamento

2.2.14 Determinação da razão frutose/glicose (F/G)

Os valores de frutose e glicose que foram determinados em gramas por 100 gramas de mel por cromatografia líquida (HPLC) foram submetidos a divisão chegando a razão F/G.

2.3 Análises estatísticas

Com o objetivo de verificar as diferenças entre as floradas e regiões, as análises de componentes principais e agrupamentos (YÜCEL et al., 2013), foram aplicados junto aos parâmetros físico-químicos e reológicos realizados.

A análise de componentes principais (ACP) tem como objetivo básico a redução, eliminação de sobreposições e a escolha mais representativa dos dados a qual foram usados. É uma ferramenta que identifica a relação entre as características extraídas dos dados avaliados (ANDRADE et al., 2003). Nesse trabalho, as características físico-químicas foram utilizadas no sentido de determinar as diferenças entre os tipos de floradas do mel. Todos os dados foram normalizados garantindo que todos os parâmetros físico-químicos tivessem o peso igual nos resultados.

A análise de agrupamento que é a classificação de objetos em diferentes grupos, baseado nas características que esses objetos possuem. É a ordenação em grupos de objetos similares de acordo com algum critério pré-determinado permitindo sua visualização por meio de dendograma (LINDEN, 2009). Neste trabalho, o critério estabelecido foi a similaridade das diferentes origens florais e da sua mesorregião onde foram coletadas as amostras de méis. Todos os dados foram normalizados e o cálculo das semelhanças entre as amostras foi feito utilizando a correlação de Pearson e os agrupamentos realizados por UPGMA (Agrupamento de pares utilizando médias aritméticas não ponderadas) que as juntou de forma hierárquica. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Realizou-se a e a comparação entre as médias por meio do teste Scott-Knott à 5 % de probabilidade utilizando o software R versão 3.2.5 (R Core team, 2016). Realizou-se a análise de componentes principais (ACP) considerando todo o conjunto de características avaliadas. Também foi realizado o agrupamento hierárquico UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) considerando a similaridade entre as floradas de mel. As análises de agrupamento e de componentes principais foram realizadas utilizando o software XLSTAT (Addinsoft).

A análise de correlação é o estudo das relações existentes entre duas variáveis. Neste estudo, o coeficiente de correlação linear das 48 amostras de méis

coletados nas 6 mesorregiões de Minas Gerais, foi realizado entre os parâmetros físico-químicos. Valores do coeficiente de correlação linear (r) devem ficar entre -1 e +1 sendo que quanto mais próxima do valor um (1), maior correlação e valores próximos de zero (0), ausência de correlação. Valores entre 0,40 a 0,69 existem uma correlação moderada, entre 0,70 a 0,89 uma correlação forte e acima de 0,90 até 1,00, uma correlação muito forte (TRIOLA, 1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas 48 amostras de mel são apresentados na Tabela 2. Todas as amostras apresentaram valores dentro dos parâmetros legais estabelecidos pelo (Brasil, 2000; AOAC, 1989 e IHC, 2009), exceto para a atividade diastática da florada Laranjeira da região Sul e Eucalipto da Zona da Mata.

3.2 pH

Os valores de pH dos méis analisados ficaram entre 3,86 a 4,52. Os méis da florada Bracatinga e Silvestre da Região do Sul e Silvestre do Vale do Jequitinhonha e Mucuri foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) maiores valores de pH (4,40, 4,50 e 4,52). Os valores aqui obtidos correlacionam com os encontrados na literatura tanto para méis brasileiros, tais como no estado de São Paulo na faixa 3,56 a 4,00 (AZEREDO et al., 2003) e no estado do Espírito Santo na faixa 3,86 a 3,99 (KADRI et al.,2016), quanto para outras localidades, como na Espanha, na faixa de 3,5 a 5,0 (ESCUREDO et al.,2013); e na Grécia, na faixa de 4,4 a 5,2 (KARABAGIAS et al.,2014).

A legislação Brasileira (BRASIL, 2000) não utiliza este parâmetro para definir os Padrões de Identidade e Qualidade do mel. Contudo, ele pode ser considerado importante para avaliação de sua qualidade, pois refere-se à concentração dos íons de hidrogênio presentes no meio. Junto com outros componentes influenciam na velocidade de formação do hidroximetilfurfural (VIDAL; FREGOSI, 1984). Seus valores podem ser influenciados pelo tipo de ácidos presentes no néctar, tipo de florada, características edafoclimáticas ou junção de floradas em sua composição. Além disso, o pH influencia na textura, estabilidade e tempo de prateleira do mel (YÜCEL; SULTANOGLU,2013).

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos das amostras de méis comercializados em diferentes regiões do estado de Minas Gerais.

REGIÃO	FLOR	pH	Acidez livre (meq/Kg)	Cinzas (g/100g)	Condutividade (mS/cm)	Brix	Umidade (g/100g)	HMF (mg/Kg)	Insolúveis (g/100g)	Atividade diastática	Viscosidade K _c (PaS ⁿ)
CT	E (3)	4,15c	29,38b	0,49a	0,725b	80,51c	17,29b	26,06c	0,06b	25,52c	28,09e
CT	S (3)	4,02c	29,90b	0,42a	0,564b	79,40d	18,42a	33,74b	0,09a	16,43d	18,96f
CT	M (1)	3,99c	18,46d	0,28b	0,285d	80,57c	17,83a	25,98c	0,04c	14,11d	40,93b
CT	A (3)	4,09c	18,68d	0,28b	0,327c	80,79c	16,51c	20,53c	0,05c	22,11c	41,13b
TM	E (3)	4,26b	20,47c	0,43a	0,748b	81,38c	16,57c	17,28c	0,05b	17,21d	30,11d
TM	S (3)	4,02c	18,65d	0,35b	0,399c	82,63a	15,40d	22,79c	0,09a	22,29c	39,28c
TM	L (3)	3,86c	14,16d	0,20b	0,213d	81,89b	15,31d	17,10c	0,09a	21,04c	61,01a
RD	E (2)	4,04c	29,26b	0,24b	0,668b	80,25d	17,92a	8,03d	0,06b	23,14c	44,15b
RD	S (2)	3,99c	34,23a	0,50a	0,681b	80,33d	17,28b	8,33d	0,03c	31,01c	24,80e
SL	E (3)	4,07c	27,45b	0,43a	0,675b	80,69c	17,13b	18,04c	0,06b	16,20d	21,52f
SL	A (3)	3,96c	16,73d	0,18b	0,229d	82,01b	16,56c	4,44d	0,08a	13,35d	33,04c
SL	B (1)	4,40a	23,72c	0,59a	0,661b	81,27c	17,13b	5,36d	0,08a	34,57c	32,06c
SL	L (3)	4,06c	18,02d	0,34b	0,452c	81,10c	16,64c	22,40c	0,05c	0,00e	27,00e
SL	S (3)	4,50a	34,87a	0,53a	0,732b	83,08a	14,26e	57,75a	0,10a	14,25d	64,39a
SL	C (3)	3,90c	18,48d	0,24b	0,229d	83,43a	14,28e	37,39b	0,07b	58,34b	45,97b
ZM	E (3)	4,10c	28,81b	0,42a	0,808a	79,96d	18,23a	23,91c	0,07b	0,00e	38,99c
VJM	V (3)	4,03c	25,49b	0,25b	0,356c	80,71c	17,37b	14,31c	0,04c	95,51a	27,99e
VJM	S (3)	4,52a	34,71a	0,31b	0,911a	81,42c	17,58a	38,25b	0,09a	51,43b	18,92f

Legenda: A: Assa-peixe; B: Bracatinga; C: Cipó-uva; E: Eucalipto; L: Laranja; M: Marmeleiro; S: Silvestre; V: Velame; AR: 'Açúcares redutores; F/G: Frutose/Glicose; CT: Central; TM: Triângulo Mineiro; RD: Rio Doce; SL: Sul; ZM: Zona da Mata; VJM: Vale do Jequitinhonha e Mucuri. Todos os valores representam as médias de triplicatas. O número entre parênteses (n) indica o número de amostras. Diferentes letras nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) no Teste de Scott-Knott entre os tratamentos.

3.3 Acidez livre

No parâmetro acidez livre, os valores ficaram entre 14,16 a 34,87 meq/kg. Os méis da florada Silvestre da região Sul, Vale do Jequitinhonha e Mucuri e Rio Doce apresentaram valores estatisticamente ($p < 0,05$) maiores de acidez livre (34,87; 34,70; 34,23 meq/Kg). Esses valores encontrados se assemelham aos destacados por Karabagias et al., (2014), trabalhando com méis gregos onde, a acidez livre ficou entre 18,08 e 41,54 meq/kg e Yücel; Sultanoglu (2013), encontraram em méis turcos acidez livre entre 18,06 a 34,88 meq / kg.

Todos os méis apresentaram valores dentro da norma *Codex Alimentarius* (2001) que permite no máximo 50 meq/Kg. Esse parâmetro de qualidade, diz respeito à quantidade de ácidos orgânicos em equilíbrio com seus ésteres e íons inorgânicos presentes no mel (FINOLA et al., 2007). Valores dentro da normalidade são considerados como indicativo de méis frescos e podem ser alterados pela fonte floral, quantidade de minerais e quantidade de ácido glucônico resultante da ação enzimática. Todos os méis indicaram um caráter ácido, o que dificulta o processo de fermentação e assegura a qualidade microbiológica (ESTEVINHO et al., 2012). No entanto, uma elevada acidez é correlacionada com fermentação de açúcares e deterioração do mel, alterando seu sabor (BOGDANOV, 2009).

3.4 Cinzas

O teor de cinzas dos méis oscilou entre 0,18 a 0,59 g/100g.

Os resultados aqui obtidos correlacionaram com os encontrados na literatura para méis Egípcios na faixa 0,23 a 0,30 g/100g (EL SOHAIMY et al., 2015), em Portugal, na faixa de 0,07 a 0,35 g/100g (GOMES et al., 2010), na Turquia, na faixa de 0,19 a 0,40 g/100g (YÜCEL; SULTANOGLU, 2013), no Brasil, na faixa de 0,07 a 0,42 g/100g (RIBEIRO et al., 2014).

Todos os méis avaliados apresentaram valores dentro da legislação Brasileira (BRASIL, 2000) que é de no máximo 0,6g/100g. Karabagias et al., (2014), concluíram que esse parâmetro é de grande importância para qualidade do mel, pois

avalia o conteúdo mineral presente no mel e podem detectar irregularidades como a falta de higiene e falhas na decantação e/ou no processo de filtração (VILHENA et al., 1999). Esse parâmetro junto com análises melissopalínológicas são utilizados para caracterização geográfica do mel (BOGDANOV, 2000). O teor de cinzas é influenciado pelo tipo de solo em que as plantas que produzem o néctar foram plantadas. A variação desse teor também está relacionada com cor e sabor. Méis com maior teor de minerais levam a um sabor mais forte e mais escuro e são mais atraentes pelos consumidores (ESCUREDO et al., 2013).

3.5 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica dos méis variaram entre 0,21 a 0,91 mS/cm, mostrando grande variação entre as origens florais. Os méis da florada Eucalipto da Zona da Mata e mel Silvestre do Vale do Jequitinhonha e Mucuri foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) maiores valores (0,91 e 0,81 mS/cm).

Os valores encontrados se correlacionam com os encontrados na literatura. Escuredo et al. (2013) na Espanha, encontrou valores entre 0,22 a 1,16 mS/cm; Yücel; Sultanoglu (2013) na Turquia, encontrou valores entre 0,17-1,04 mS/cm; Bettar et al. (2015) no Marrocos, encontrou valores entre 0,22 a 0,87 mS/cm.

Todos os méis avaliados, exceto méis de Eucalipto da Zona da Mata e Silvestre do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, apresentaram valores dentro da Norma *Codex Alimentarius* que é de no máximo 0,8 mS/cm. A legislação brasileira (Brasil, 2000) não estabelece valor mínimo e máximo permitido para esse parâmetro. Terrab et al. (2004), verificaram que este parâmetro é muito variável com a origem floral e concentração de minerais da localidade onde foi colhido o néctar. Por isso, é um bom parâmetro de diferenciação para classificar méis em relação a origem floral. Yücel; Sultanoglu (2013), reportaram que a condutividade elétrica está relacionada com o teor de cinzas e ácidos orgânicos do mel. Adenekan et al. (2010), constataram que quanto maior a condutividade, maior o teor de cinzas e ácidos do mel e que a medida de condutividade elétrica para determinação em rotina de origem botânica é preferível ao invés de medida do teor de cinzas.

3.6 Sólidos solúveis totais (° Brix)

O teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) dos méis oscilou entre 79,4° e 83,4° °Brix. Os méis da florada Silvestre e Cipó-Uva da Região do Sul e Silvestre do Triângulo Mineiro, foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) maiores valores (83,1°; 83,4°; 82,6°). Esses valores obtidos estão próximos a encontrados por outros autores tais como, Viuda-Martos et al. (2010) no México (77° a 80,7°); Saxena et al.(2010) na Índia (76,2° e 80,4°).

Brasil (2000), não utiliza este parâmetro para definir os Padrões de Identidade e Qualidade do mel. Mesmo assim, essa determinação tem importância no controle de qualidade do produto final para elaboração de produtos a base de mel (CHITARRA E CHITARRA, 1990). Também, é um indicador de adulteração quando valores anormais relacionados com teor de açúcar são encontrados (TERRAB et al., 2004).

3.7 Umidade

No parâmetro umidade, os valores ficaram entre 15,4 a 18,42 g/100g. Os méis da florada Silvestre e Cipó-Uva da Região do Sul foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) menores valores (14,26 e 14,28 g/100g). Valores aproximados entre 16,9 a 18 g/100g foram reportados em méis espanhóis, de acordo com Escuredo et al.,(2013). O mesmo ocorreu para méis da região da Turquia avaliados por Yücel e Sultanoglu, (2013),ficando entre 14,0 e 20,5 g/100g. Saxena et al. (2010), na Índia, encontraram valores entre 17,2 a 21,6 g/100g. No Brasil, Ribeiro et al.(2014), relataram valores na faixa de 16,44 a 19,76 g/100g.

Todos os méis apresentaram valores dentro da norma *Codex Alimentarius* (2001) que permite até 20g/100g de umidade. Essa variação do conteúdo de umidade está relacionada com a origem botânica, época de colheita, técnicas de processamento, condições ambientais e de armazenamento. Este parâmetro é de grande importância e determinante para manutenção das propriedades físicas como viscosidade e cristalização. Um alto valor de umidade pode levar a fermentação

durante o armazenamento e alterar as propriedades sensoriais como aroma, cor, sabor e textura (ESCUREDO et al, 2013; KADRI et al., 2016).

3.8 Hidroximetilfurfural (HMF)

A quantificação de Hidroximetilfurfural (HMF) oscilou entre 4,44 e 57,75 mg/kg. O mel da florada Silvestre da Região do Sul foi o que apresentou estatisticamente ($p < 0,05$) maior valor (57,75 mg/kg). Valores entre 1,87 a 30,43mg/kg foram apresentados por Chakir et al. (2011), que avaliaram méis marroquinos. Nayik et al.(2016) encontraram valores entre 7,13 e 22,66 mg/kg em méis indianos.

Todos os méis avaliados apresentaram valores de HMF dentro da legislação Brasileira (BRASIL, 2000) que é de no máximo 60mg/kg. A norma *Codex Alimentarius* (2001), permite que em países tropicais esse valor chegue a 80mg/kg. A quantificação desse parâmetro de qualidade é de extrema importância para verificar a deterioração do mel. A quantificação nos dá informação sobre o superaquecimento do mel e condições inadequadas de armazenamento. O aumento de HMF ocorre com aumento de temperatura do tratamento térmico e armazenamento por um período prolongado (DA SILVA et al., 2016). Tornuk et al.(2013) verificaram que essa quantificação é um indicativo da deterioração do mel. Diante disso, conclui-se que todas as 48 amostras de méis avaliadas, podem ser consideradas como méis frescos, podendo ser inferido que os méis produzidos no estado são de elevada qualidade.

3.9 Sólidos insolúveis em água

Os teores de sólidos insolúveis em água ficaram entre 0,03 a 0,10 g/100g. Estatisticamente houve uma divisão entre as floradas e regiões. Méis de Eucalipto de todas as regiões (Central, Rio Doce, Sul, Triangulo Mineiro, Vale do Jequitinhonha e Mucuri e Zona da Mata) juntamente com o mel de Cipó-Uva da

região Sul diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) das demais floradas e regiões. Provavelmente a florada Eucalipto contribuiu para o aumento de sólidos insolúveis em méis.

Os valores aqui obtidos correlacionam com os encontrados na literatura tanto para méis turcos, na faixa de 0,02 a 0,07g/100g (YÜCEL; SULTANOGLU, 2013) quanto para méis brasileiros, na faixa de 0,01 a 0,10 (PINTO et al., 2010).

Todos os méis avaliados apresentaram valores dentro da legislação Brasileira (BRASIL, 2000) que é de no máximo 0,10g/100g. A avaliação deste parâmetro é de grande importância para qualidade do mel, pois avalia o teor de impurezas físicas no mel, proveniente de falhas de processamento, já que a centrifugação é a responsável pela retirada desse material (VILHENA et. al., 1999).

3.10 Atividade diastática

A quantificação de atividade diastática ficou entre 0,00 e 95,51°Gothe. Os méis da florada Laranjeira da região do Sul e Eucalipto da Zona da Mata apresentaram o valor “zero” (0,00 °Gothe), significando ausência da enzima. O mel da florada Velame da Região do Vale do Jequitinhonha e Mucuri foi o que apresentou estatisticamente ($p < 0,05$) maior valor (95,71 °Gothe). Valores próximos aos determinados estão relatados na literatura. Atividade diastática entre 8,45 e 11,57° Gothe foram apresentados por Yücel e Sultanoglu (2013), avaliando méis turcos. Gomes et al. (2010), encontraram valores entre 8,70 e 16,10° Gothe em méis portugueses e 12,18 a 22,52 °Gothe em méis indianos por (NAYIK et al., 2016).

Brasil (2000), reportou que a atividade diastática no mel deve no mínimo 8 na escala de Göthe e méis com baixo conteúdo enzimático devem ter como mínimo uma atividade diastática correspondente a 3 na escala de Göthe, sempre que o conteúdo de hidroximetilfurfural não exceda a 15mg/kg. Dentre as 48 amostras avaliadas, duas apresentaram ausência da enzima diástase (Laranjeira da região do Sul e Eucalipto da Zona da Mata). Provavelmente essa ausência está associada a temperaturas superiores a 60 °C no tratamento térmico visto que, a quantidade de HMF nesses méis ficaram entre 22,40 e 23,91 mg/kg. Essa variação de valores dependem principalmente da origem floral e geográfica do mel e também de fatores

como superaquecimento e armazenamento inadequado (AHMED et al.,2013). Semelhante ao conteúdo de HMF, a determinação da quantidade de atividade diastática é um excelente indicador de envelhecimento e de superaquecimento porém ocorre uma diminuição do valor enquanto que, o valor de HMF aumenta (YÜCEL; SULTANOGLU, 2013).

3.11 Cor

A medida de cor foi feita através da leitura de absorvância a 560nm e correlacionada com a tabela definida por (BRASIL, 1981). O mel da florada Eucalipto da região Central foi o que apresentou estatisticamente ($p < 0,05$) maior valor de absorvância (1,997 nm).

Das 7 cores definidas por BRASIL (1981), verificou-se a predominância de 4 cores principais no estado de Minas Gerais. Das 48 amostras analisadas, a cor âmbar foi predominante em 39% das amostras, seguidas do âmbar claro e extra âmbar claro, ambas com 28% e âmbar escuro com 5% (Figura 3).

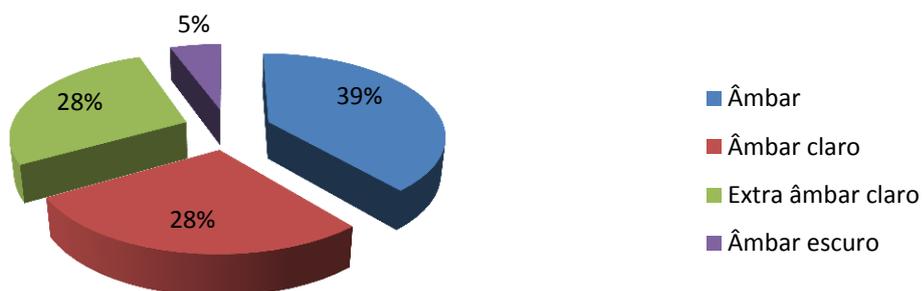


Figura 3 – Distribuição das amostras por cores.

A Figura 4 mostra as diferença de cores entre as 8 floradas de algumas mesorregiões citadas nesse trabalho.

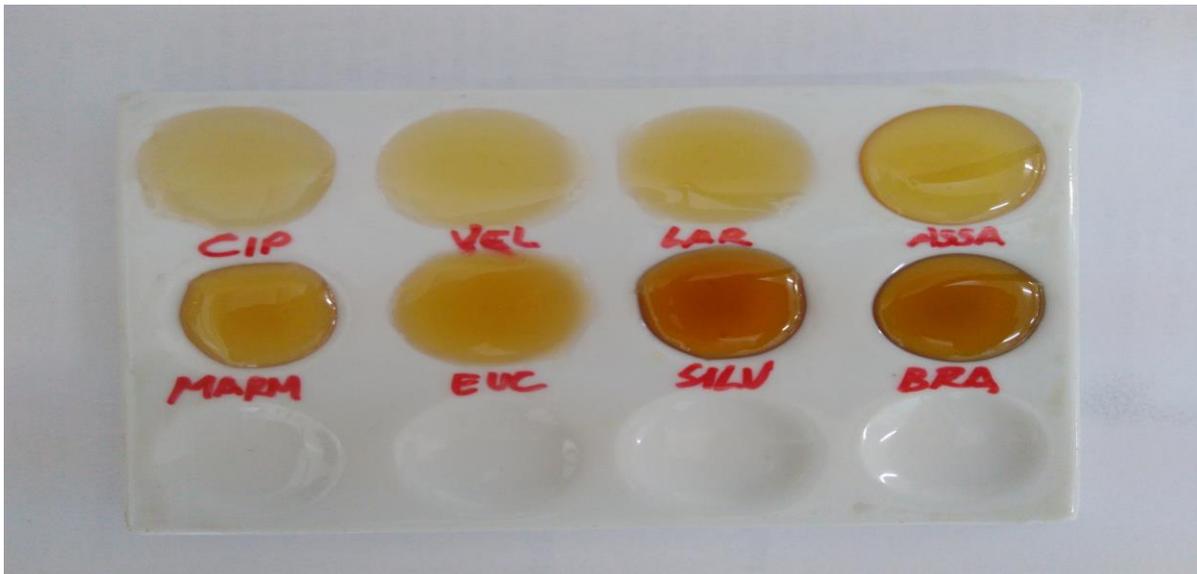


Figura 4 – Exemplo de cores entre as floradas estudadas.

Legenda: CIP: Cipó-Uva mesorregião Sul; VEL: Velame, mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri; LAR: Laranjeira, mesorregião Sul; ASSA: Assa-Peixe, mesorregião Sul; MARM: Marmeleiro, mesorregião Central; EUC: Eucalipto, mesorregião Sul; SILV: Silvestre, mesorregião Sul; BRA: Bracatinga, mesorregião Sul.

As cores branco d'água, extrabrancas e brancas não foram encontradas em nenhuma das 48 amostras. Conforme apresentado na Figura 5, as regiões Sul e Triângulo Mineiro são as que tiveram os méis mais claros. A mesorregião do Rio Doce foi a que apresentou méis mais escuros por ter méis somente da florada Eucalipto e Silvestre que predominantemente já são de cores mais escuras.

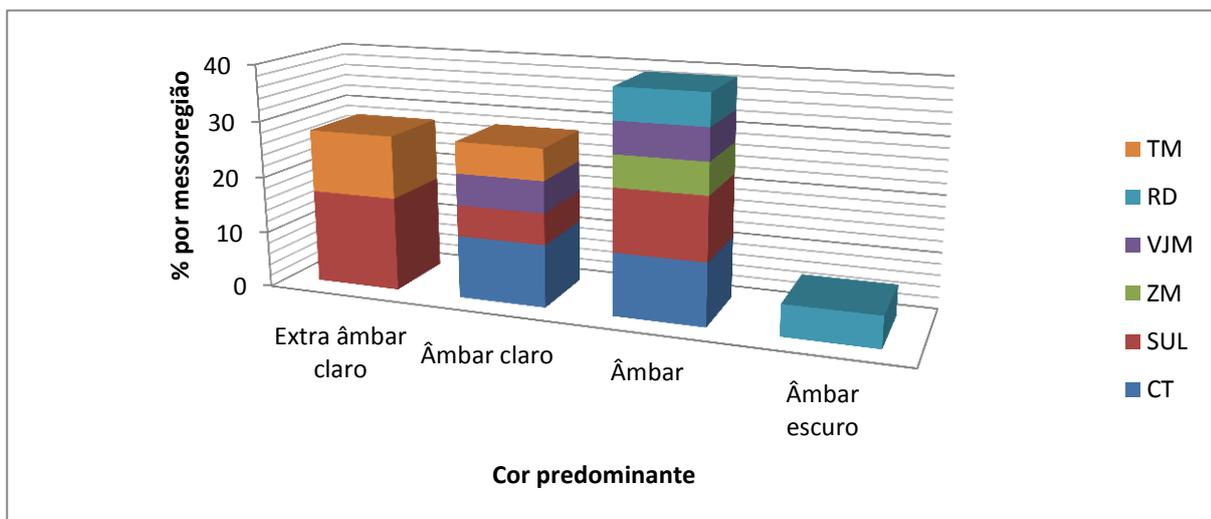


Figura 5 – Distribuição das cores do Estado de Minas Gerais e porcentagem por mesorregião

Legenda: TM:Triângulo Mineiro; RD: Rio Doce; VJM: Vale do Jequitinhonha e Mucuri; ZM: Zona da Mata; SUL: Sul; CT: Central.

Dentre as floradas, a de Eucalipto foi a única em que apresentou três cores independentes da região, já com duas cores, foram as floradas de Assa-peixe e Silvestre e apenas com 1 (uma) cor, as floradas de Laranjeira, Marmeleiro, Bracatinga, Velame e Cipó-uva que estão representadas na Figura 6.

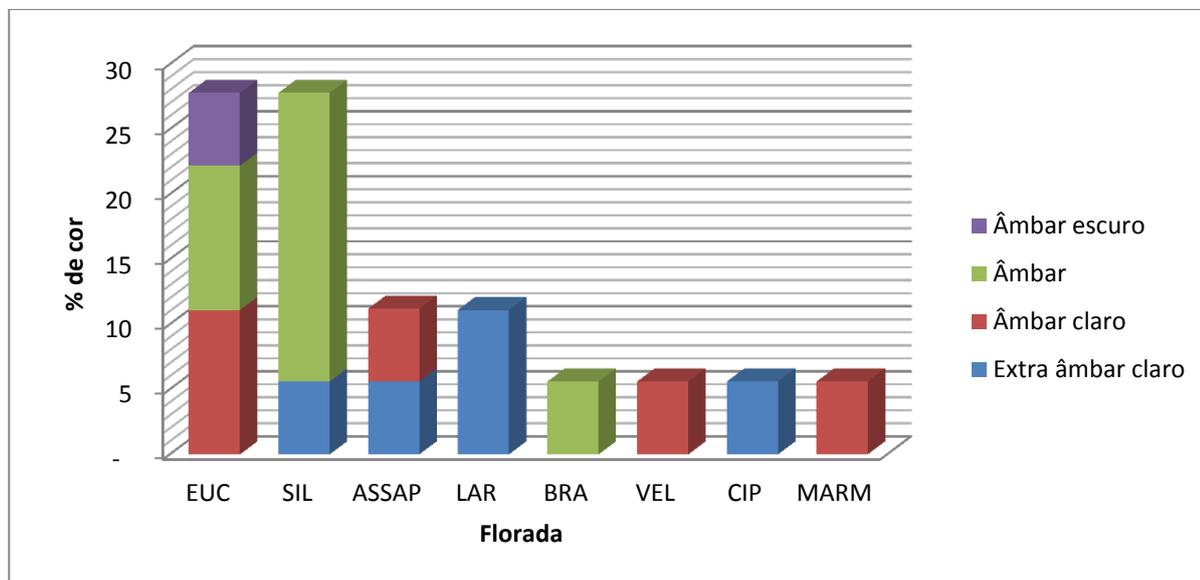


Figura 6 – Cores de acordo com a origem floral de méis comercializados em seis mesorregiões de Minas Gerais.

Legenda: EUC:Eucalipto; SIL: Silvestre; ASSAP: Assa-Peixe; LAR: Laranjeira; BRA: Bracatinga; VEL: Velame; CIP: Cipó-Uva; MARM: Marmeleiro

As cores encontradas neste trabalho também foram observadas por Kretzschmar e Christen (2005), que avaliaram méis de Blumenau, sendo as cores âmbar-claro e extra âmbar claro predominantes. Alves et al. (2005), reportaram a cor âmbar claro em 50% dos méis avaliados no estado da Bahia. Moniruzzaman et al.(2013), encontraram as cores âmbar claro a âmbar escuro nas diversas amostras de méis coletadas na Malásia. Manzanares et al.(2014), avaliaram méis espanhóis e as cores âmbar claro e âmbar escuro foram predominantes. A cor do mel é influenciada principalmente pela origem floral, entretanto, o conteúdo mineral, o teor de cinzas e condições inadequadas de processamento e armazenamento pode causar alterações na sua coloração (GAMBARO et al., 2007; DA SILVA et al., 2016). Crane (1983) observou que méis mais claros tem pouca matéria mineral e a coloração mais escura indica um maior conteúdo mineral. A cor do mel é um atributo que chama muito a atenção do consumidor. Geralmente, eles têm a preferência por méis mais claros e por essa razão é, um parâmetro muito importante para a

atividade comercial do mel (EL SOHAIMY et al., 2015). A aceitação de méis mais claros no mercado mundial tem chamado atenção de produtores nacionais. Tuberoso et al.(2014) relataram que os mais claros tendem a ter um maior preço, mas também méis escuros são bastante apreciados em determinadas regiões. As amostras aqui avaliadas estão dentro dos padrões exigidos pela legislação (BRASIL, 2000) e a presença de méis claros no estado de Minas Gerais pode significar uma grande aceitação desses méis no mercado internacional.

3.12 Viscosidade

Um dos principais parâmetros físico-químicos que define a aceitabilidade de amostras de mel é a viscosidade. A viscosidade é uma medida da resistência ao escoamento, sendo diretamente dependente do teor de sólidos dissolvidos, da umidade e da presença de macromoléculas. É também uma medida das quão associadas estão as moléculas constituintes da amostra, mediante interações intermoleculares.

Muitas amostras de mel apresentam viscosidade aparente (η_{ap}) da ordem de 6,65 a 0,20 Pa.s (COSTA et al., 2013); 75,25 a 8,65 Pa.s (OLIVEIRA et al., 2015), além de comportamento pseudoplástico. A fim de se caracterizar o comportamento reológico das amostras, experimentos reológicos foram conduzidos por meio da construção de curvas de fluxo (*tensão de cisalhamento x taxa de cisalhamento*) e de viscosidade (*viscosidade aparente x taxa de cisalhamento*) na faixa de 20 s⁻¹ a 150 s⁻¹. As curvas de fluxo foram modeladas com a equação de Ostwald de Waele, com o objetivo de se determinar a viscosidade plástica (K_c) e classificar o tipo de fluido através da determinação do índice de comportamento.

Nas Figuras 7 a 12, estão apresentadas as curvas de fluxo e de viscosidade aparente em função da taxa de cisalhamento de méis coletados em 6 mesorregiões de Minas Gerais. Nas Tabelas 3 a 8 estão apresentadas os valores de viscosidade plástica (K_c), índice de comportamento (n) e coeficientes de correlação (R^2) das curvas modeladas.

Todas as amostras apresentaram comportamento próximo do newtoniano, com valores de índice de comportamento próximos a 1. Tal comportamento pode ser

confirmado nas curvas de viscosidade, onde se observa um perfil praticamente constante para a viscosidade aparente, com pequenas variações a baixas taxas de cisalhamento. Esses dados estão de acordo com a literatura, que relata que méis tem comportamento newtoniano ou ligeiramente pseudoplásticos (ABU-JDAYILET al., 2002; KABBANI; WEDEKING, 2011; QUEIROZ et al., 2007; STEFFE, 1996; MULLER, 1997; KARASU et al. 2015). Valores de viscosidade plástica das amostras oscilaram entre 18,92 a 64,39 Pa.s⁻¹ a uma taxa de cisalhamento de 100s⁻¹. Zaitoun et al.(2001) trabalhando com méis de diversas floradas da Jordânia, citaram comportamento newtoniano, tendendo a pseudoplástico, com valores próximos ao da Tabela 12 (28,3 a 78,5 Pa.s). Valores dentro dessa faixa também foram encontrados por Lazaridou et al.,(2004), em méis da Grécia (9,9 a 200 Pa.s).

Os méis da florada Silvestre da região Sul e Laranjeira do Triângulo Mineiro foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) maiores valores (64,39 e 61,01 Pa.s⁻¹).

A legislação Brasileira (BRASIL, 2000) não utiliza análises de reologia em seu Padrão de Identidade e Qualidade do mel. Contudo, essa medida pode ser considerada importante para avaliação de uma importante característica sensorial que é a textura.

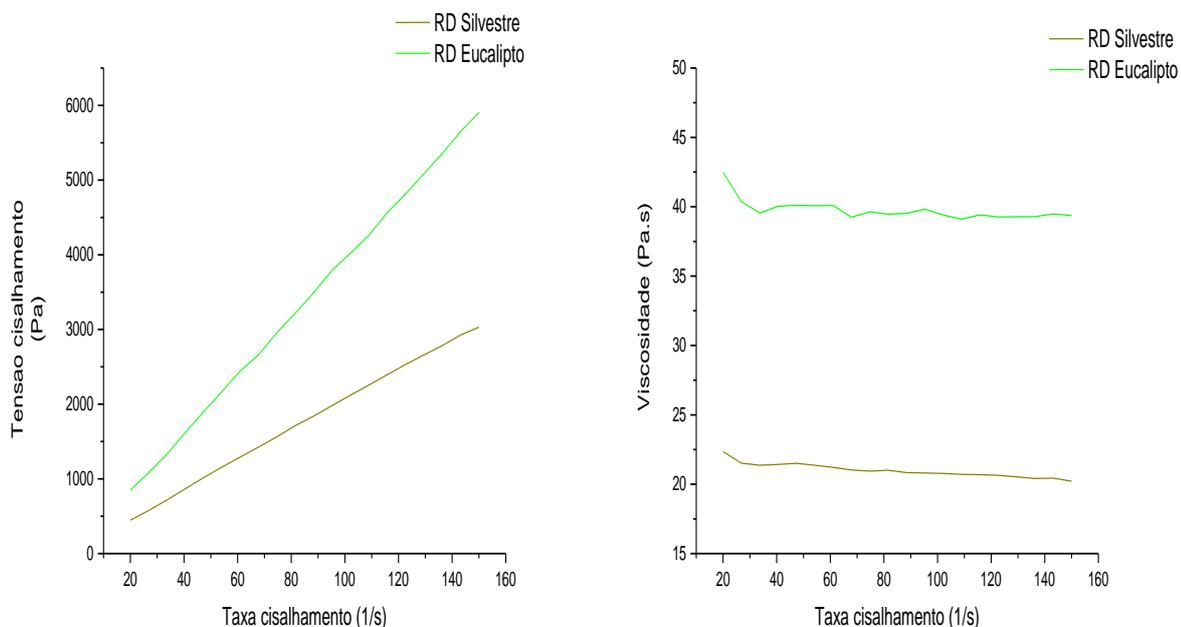


Figura 7 – Curvas de fluxo na faixa de 20 s⁻¹ a 150 s⁻¹ e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Rio Doce.

Tabela 3 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Rio Doce.

Região - Florada	R ²	n	Kc (Pa.s ⁿ)
RD - Silvestre	0,99989	0,95639	24,80
RD - Eucalipto	0,99984	0,9856	44,15

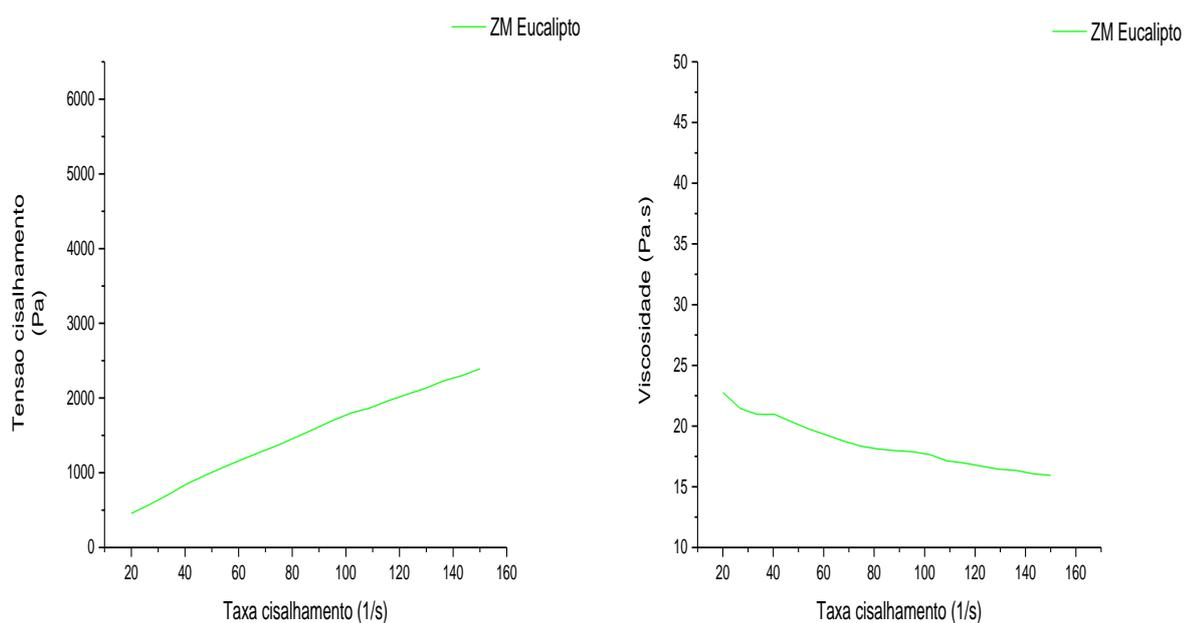


Figura 8 – Curvas de fluxo na faixa de 20 s⁻¹ a 150 s⁻¹ e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Zona da Mata.

Tabela 4 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Zona da Mata.

Região - Florada	R ²	n	Kc (Pa.s ⁿ)
ZM - Eucalipto	0,9962	0,8020	38,99

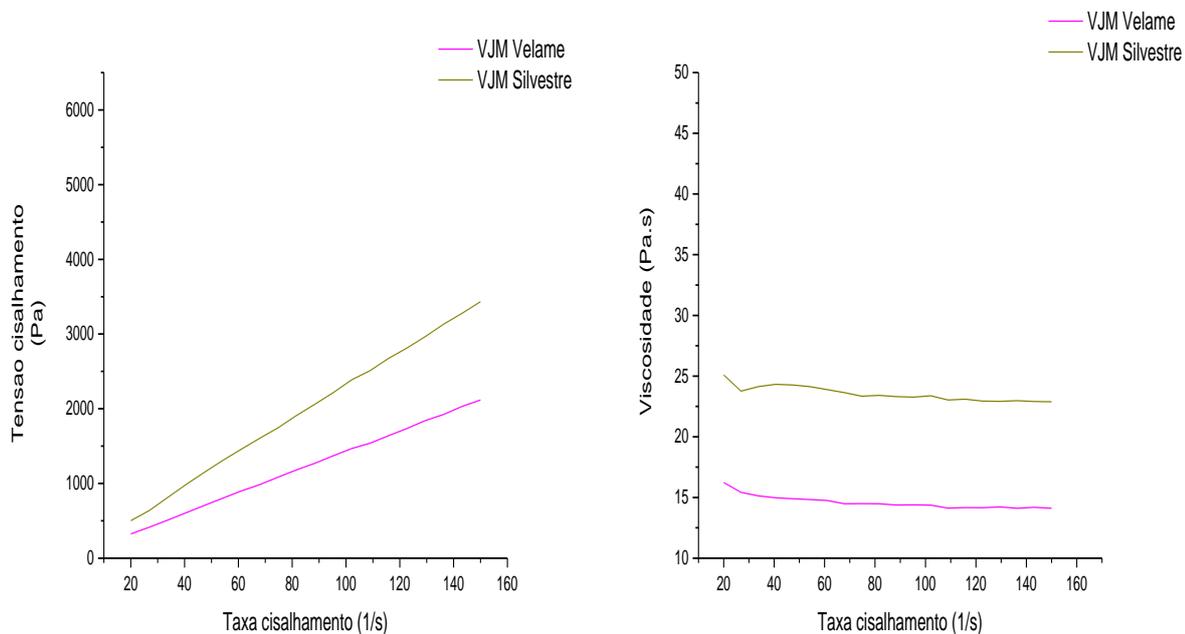


Figura 8 - Curvas de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri.

Tabela 5 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri.

Região - Florada	R^2	n	Kc (Pa.s^n)
VJM – Velame	0,99986	0,95732	27,99
VJM - Silvestre	0,99981	0,95241	18,92

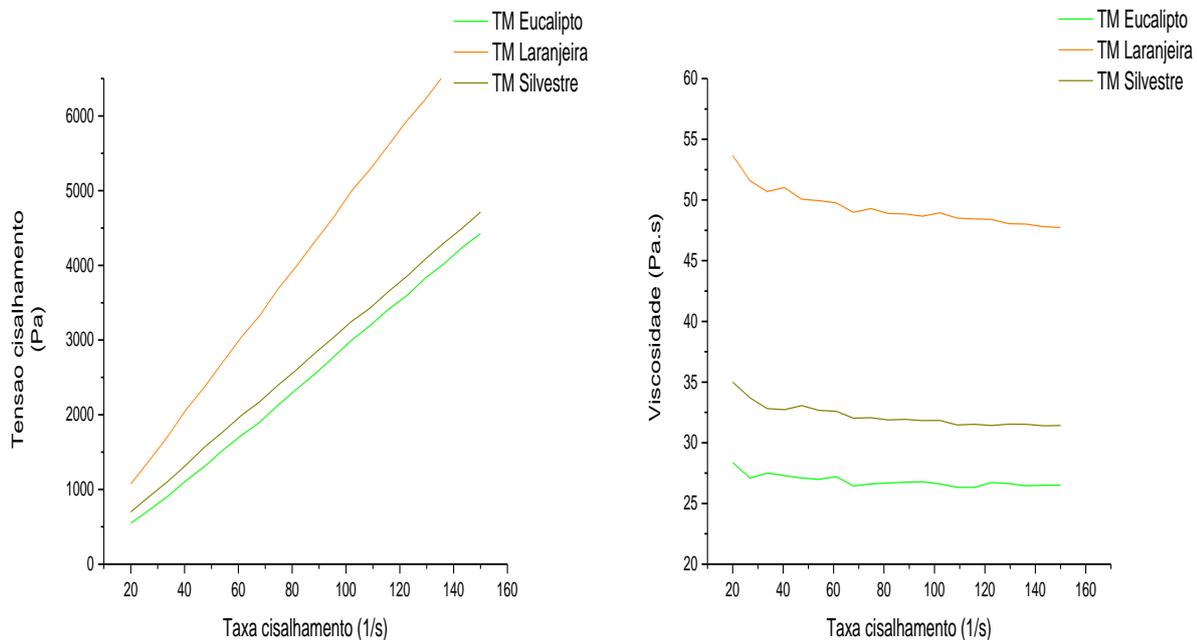


Figura 9 – Curvas de fluxo na faixa de 20 s⁻¹ a 150 s⁻¹ e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Triângulo Mineiro.

Tabela 6 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Triângulo Mineiro.

Região - Florada	R ²	n	Kc (Pa.s ⁿ)
TM – Eucalipto	0,99983	1,05533	30,11
TM – Laranjeira	0,99992	0,95597	61,01
TM – Silvestre	0,99983	0,96288	39,28

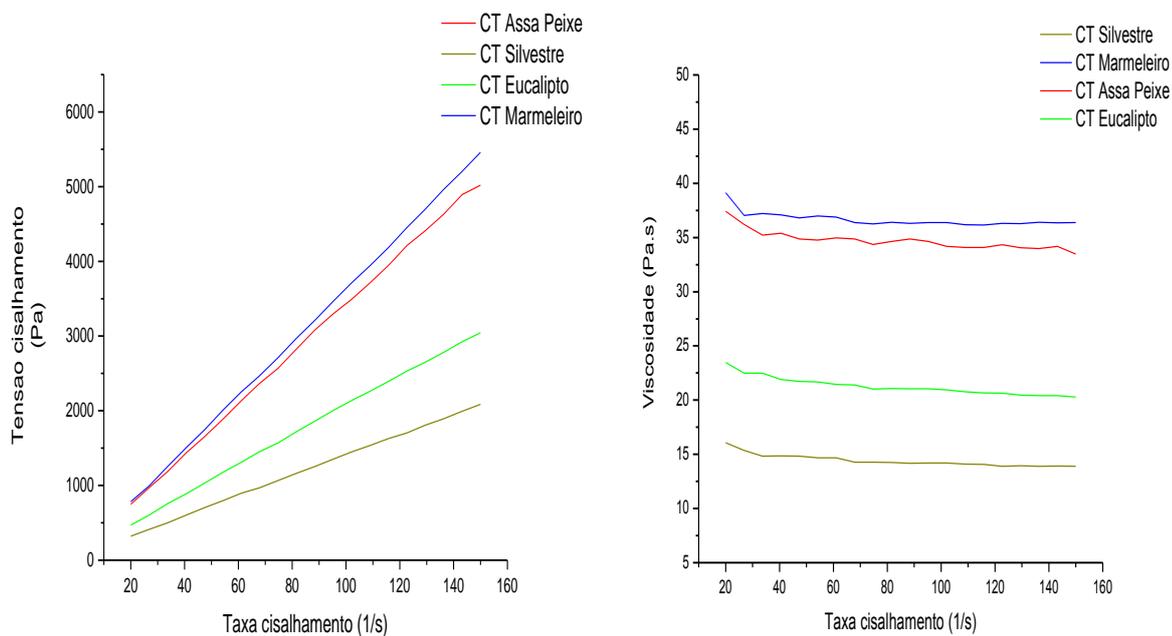


Figura 10 – Curvas de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Central.

Tabela 7 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Central.

Região - Florada	R^2	n	$Kc \text{ (Pa.s}^n\text{)}$
CT – Assa-Peixe	0,99986	0,98786	41,13
CT – Silvestre	0,9997	0,96492	18,96
CT – Eucalipto	0,99992	0,93777	28,09
CT – Marmeleiro	0,99984	0,94676	40,93

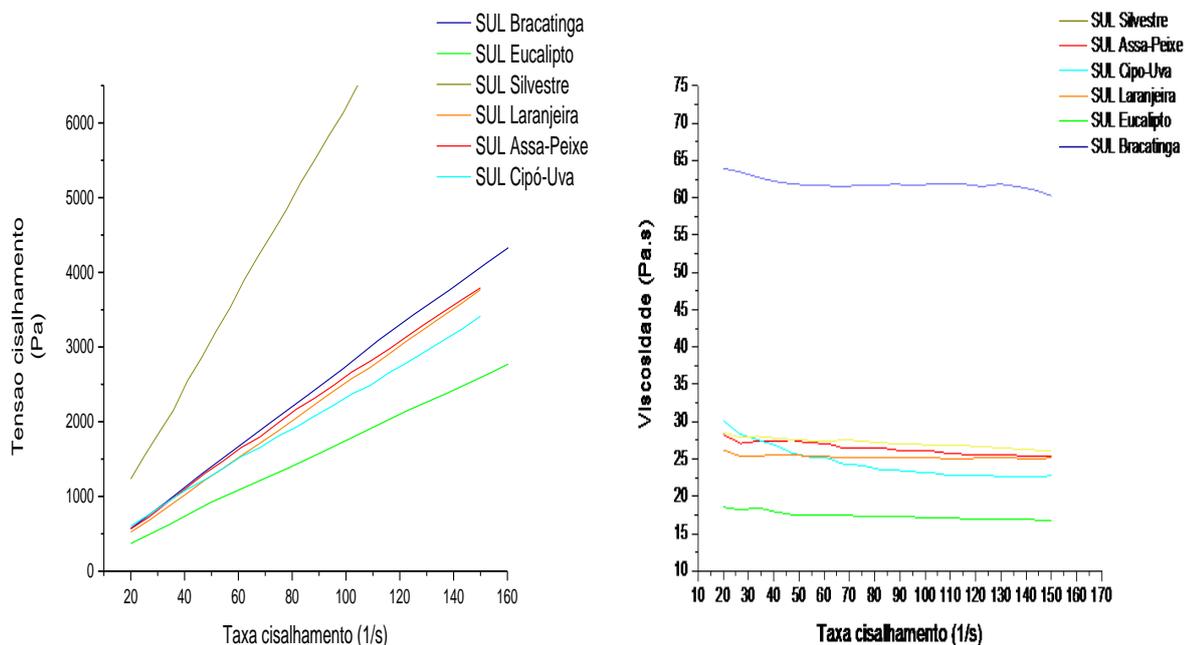


Figura 11 – Curvas de fluxo na faixa de 20 s^{-1} a 150 s^{-1} e viscosidade a 30°C dos méis da mesorregião Sul.

Tabela 8 – Parâmetros do ajuste do modelo de Ostwald-de-Waele das floradas de mel da mesorregião Sul.

Região - Florada	R^2	n	$Kc \text{ (Pa.s}^n\text{)}$
SUL – Bracatinga	0,99984	0,95442	32,06
SUL – Eucalipto	0,99996	0,96995	21,52
SUL – Silvestre	0,99973	0,98456	64,39
SUL – Laranjeira	0,99995	0,98926	27,00
SUL – Cipó-Uva	0,99894	0,8808	45,97
SUL – Assa-Peixe	0,99983	0,937	33,04

3.13 Glicose, frutose e sacarose

A quantificação dos açúcares está apresentada na Tabela 9. Os resultados mostram que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras para os parâmetros sacarose, glicose e frutose. As quantidades médias de carboidratos nas 48 amostras foram de: 4,83 g/100g de sacarose; 30,63 g/100g glicose e 37,67

g/100g de frutose. Na quantificação de sacarose, os méis das floradas Assa-Peixe, Eucalipto e Silvestre das mesorregiões Central, Rio Doce e Vale do Jequitinhonha e Mucuri, foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) maiores valores (6,36; 5,98 e 5,86 g/100g). Excetuando o mel de Assa-peixe, todos os méis tiveram seus valores dentro da legislação brasileira (BRASIL, 2000), que estipula o mínimo de 6g/100g para sacarose. Muitas vezes um alto valor de sacarose em mel significa uma colheita prematura do mel, ou seja, não houve tempo hábil para total ação da enzima invertase em converter a sacarose em glicose e frutose (AZEREDO et al.,1999).

Tabela 9 – Resultado das análises de açúcares nas amostras de mel.

Região	Flor	Sacarose (g/100g)	Glicose (g/100g)	Frutose (g/100g)	Teor total de açúcares (g/100g)	AR estimada (g/100g)	Razão F/G (estimada)
CT	E (3)	3,19e	32,80b	36,90d	72,89	69,70	1,13
CT	S (3)	2,99e	34,48a	37,87c	75,34	72,35	1,10
CT	M (1)	3,23e	33,94a	37,59c	74,76	71,53	1,11
CT	A (3)	6,36a	30,57c	36,56d	73,49	67,13	1,20
TM	E (3)	5,02b	28,85d	36,10d	69,97	64,95	1,25
TM	S (3)	5,31b	29,55c	36,33d	71,19	65,88	1,23
TM	L (3)	5,57b	32,35b	41,50a	79,42	73,85	1,28
RD	E (2)	5,98a	30,61c	38,10c	74,69	68,71	1,25
RD	S (2)	4,15d	28,55d	39,40b	72,10	67,95	1,38
SL	E (3)	4,15d	30,28c	36,49d	70,92	66,77	1,20
SL	A (3)	4,58c	31,17c	37,48c	73,23	68,65	1,20
SL	B (1)	5,48b	29,04d	36,49d	71,01	65,53	1,26
SL	L (3)	5,06b	30,88c	39,66b	75,60	70,54	1,28
SL	S (3)	5,31b	29,37c	38,32c	73,00	67,69	1,30
SL	C (3)	5,28b	31,81b	38,49c	75,58	70,30	1,21
ZM	E (3)	3,86d	31,06c	38,11c	73,03	69,17	1,23
VJM	V (3)	5,62b	29,68c	36,87d	72,17	66,55	1,24
VJM	S (3)	5,86a	26,30e	35,86d	68,02	62,16	1,36

Legenda: A: Assa-peixe; B: Bracatinga; C: Cipó-uva; E: Eucalipto; L: Laranja; M: Marmeleiro; S: Silvestre; V: Velame; AR: 'Açúcares redutores; F/G: Frutose/Glicose; CT: Central; TM: Triângulo Mineiro; RD: Rio Doce; SL: Sul; ZM: Zona da Mata; VJM: Vale do Jequitinhonha e Mucuri. Todos os valores representam as médias de triplicatas. O número entre parênteses (n) indica o número de amostras. Diferentes letras nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras no Teste de Scott-Knott.

Na quantificação de glicose, os méis das floradas Silvestre e Marmeleiro da mesorregião central, foram os que apresentaram estatisticamente ($p < 0,05$) maiores valores (34,48 e 33,94 g/100g). Na quantificação de frutose, o mel de Laranjeira da mesorregião do Triângulo Mineiro, foi o que apresentou estatisticamente ($p < 0,05$) maior valor (41,50 g/100g) em relação ao demais. Valores próximos aos obtidos aqui foram encontrados na literatura como, por exemplo, Chakir et al.(2011) avaliando méis marroquinos encontrou teores de glicose entre 27,79 - 33,08 g/100g e frutose entre 39,37 - 42,42 g/100g. Yücel; Sultanoglu (2013) avaliaram méis turcos e encontraram teores de glicose entre 24,3 - 31,4 g/100g e teores de frutose entre 29,8 - 37,5 g/100g. Brasil (2000), não exige a quantificação em separado dos açúcares, mas define que a os açúcares redutores (calculados como invertidos) deve ser no mínimo 65 g/100g. A norma *Codex Alimentarius* (2001), cita que a soma de glicose e frutose não deve ser menor que 60g/100g. Deste modo, todas as amostras encontram-se de acordo com esta norma e com padrões da Brasil (2000) para açúcares redutores.

O teor total de açúcares que é a soma de sacarose, frutose e glicose de todas as amostras ficaram entre 68,03 e 79,42 g/100g. Não há legislação para esse tipo de quantificação.

O teor de açúcares redutores (frutose e glicose) estimado das 48 amostras ficou com valor mínimo de 71,73 g/100g corroborando com Brasil (2000). Resultados próximos aos analisados foram relatados por Nayik et al.(2015) encontraram valores na faixa de 73,89 e 78,45 g/100g. El Sohaimy et al.(2015) avaliando méis egípcios, encontraram valores na faixa de 64,21 - 72,36 g/100g.

Esses resultados mostram que a glicose e frutose são os principais carboidratos presentes. A frutose foi o açúcar dominante e as proporções desses açúcares dependem da fonte floral. Pode-se considerar que todas as 48 amostras são méis genuínos já que todos os parâmetros estão dentro da especificação.

3.14 Razão frutose/glicose (F/G)

A razão frutose/glicose (F/G) dos méis ficou entre 1,10 e 1,36. Esse parâmetro de qualidade não é exigido pela legislação (BRASIL, 2000), mas é

importante para verificar a tendência dos méis em se cristalizar, já que a glicose é menos solúvel em água do que a frutose. Méis com maiores proporções de frutose tendem a permanecerem fluidos (OUCHEMOUKH et al., 2010). Valores de glicose acima de 30g/100g tendem a uma rápida cristalização (MANIKIS; THRASIVOULOU, 2001). Uma razão de F/G= 1,20 é encontrada na maioria dos méis comercializados no mundo (BENTABOL MANZANARES et al., 2011; DOBRE et al., 2012).

Conforme Figura 13, verifica-se que o cromatograma para xarope de glicose (XG) apresenta um pico no tempo 6,5 minutos e esse pico não é presente nas amostras de mel. A partir pode se concluir que todos os méis avaliados, não apresentaram adulteração com xarope de glicose.

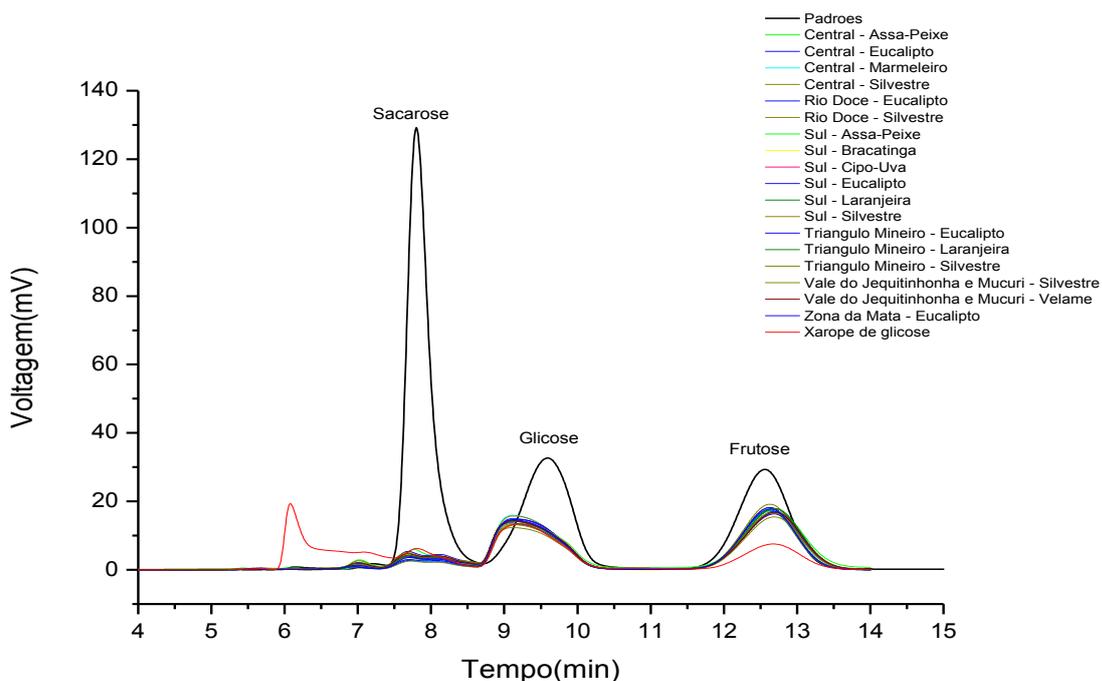


Figura 12 – Cromatograma dos padrões de carboidratos, xarope de glicose e das amostras de méis coletados em seis mesorregiões de Minas Gerais e concentração 4% da mistura de sacarose, glicose e frutose.

3.15 Espectroscopia infravermelha com Transformada de Fourier (FT-IR)

Nas Figuras 14 a 19 estão apresentados os espectros das amostras de mel separadas por mesorregiões. Na figura 20 estão representados os espectros das amostras de água, padrão de carboidratos (sacarose, glicose e frutose) e xarope de glicose comercial. A comparação entre os espectros das amostras de méis observados entre 4000 e 750 cm^{-1} , demonstra que todas apresentam um comportamento típico do mel. As principais bandas de absorção do mel são os estiramentos das ligações OH de água e carboidratos na região de 3600 – 3100 cm^{-1} ; estiramento C-OH de ácidos carboxílicos e alongamento NH_3 de aminoácidos livres na região de 3000 – 2800 cm^{-1} ; deformação OH características das moléculas de água na região de 1700 – 1600 cm^{-1} ; e vibrações atribuídas às ligações e grupos dos carboidratos na região de 1500-750 cm^{-1} (SIVAKESAVA; IRUDAYARAJ, 2001; GALLARDO-VELAZQUEZ et al.,2009; SEHER GOK et al., 2015; ANJOS et al., 2015; NAYIK et al.,2016).Na região de identidade dos carboidratos, principalmente glicose, frutose e sacarose mostram bandas características entre 1500 – 900 cm^{-1} . Tewarj et al. (2004); Bureau et al. (2009); Gallardo-Velazquez et al. (2009), definiram em seus trabalhos que picos próximos aos encontrados neste trabalho, caracterizam bem os carboidratos. Picos espectrais entre 918 a 763 cm^{-1} correspondem a flexão C-H dos carboidratos; Pico a 1021 cm^{-1} corresponde ao grupo C-C da estrutura dos carboidratos; Pico a 1146 cm^{-1} corresponde ao alongamento C-O da ligação C-O-C; Pico em 1248 corresponde aos alongamentos C-OH; Pico a 1347 corresponde a flexão O-H do grupo C-OH; Pico a 1411 cm^{-1} corresponde a flexão de O-H do grupo C-OH e dobramento C-H dos alcenos.

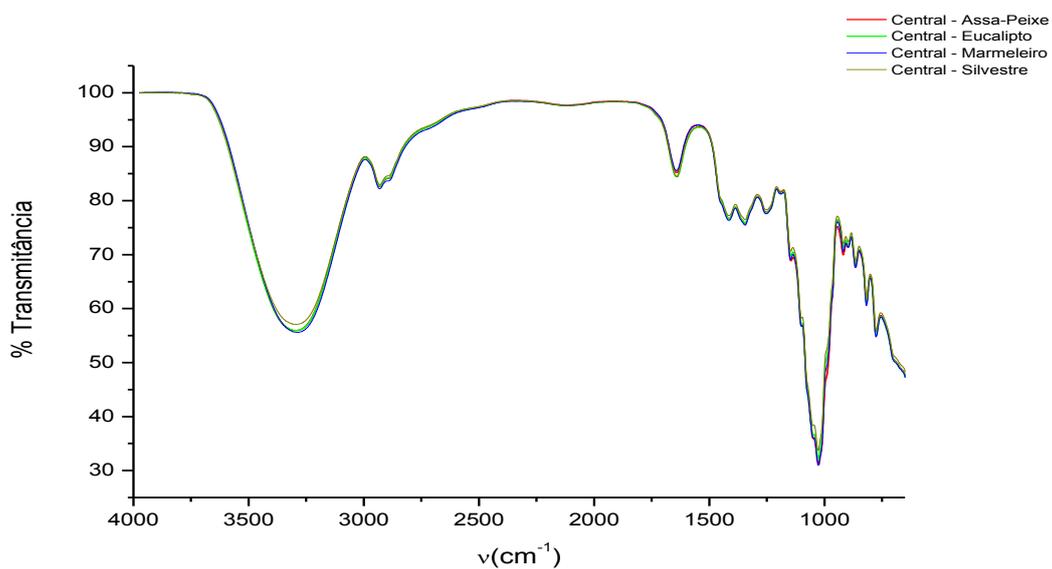


Figura 13 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Central.

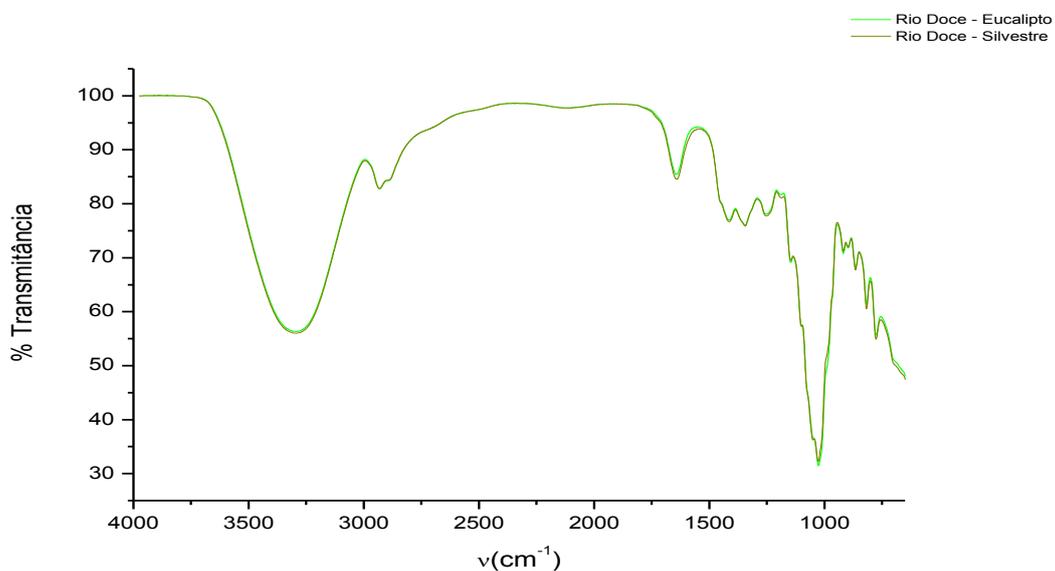


Figura 14 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Rio Doce.

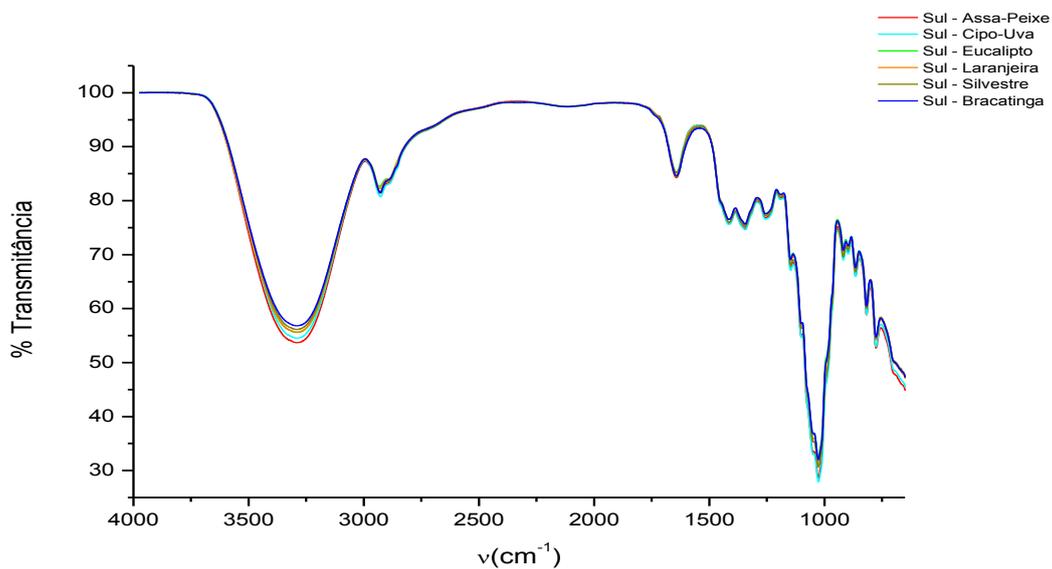


Figura 15 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Sul.

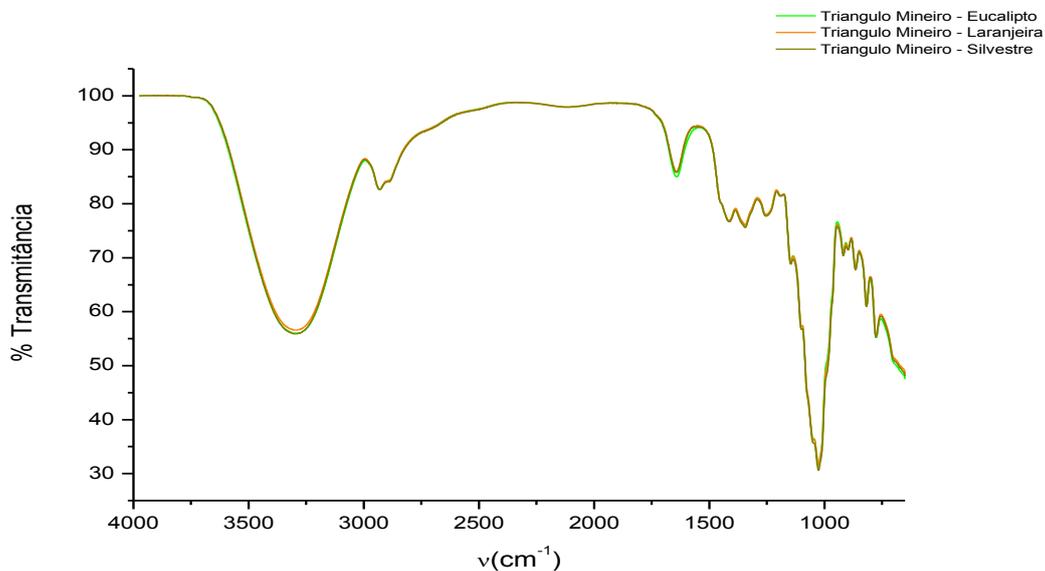


Figura 16 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Triângulo Mineiro.

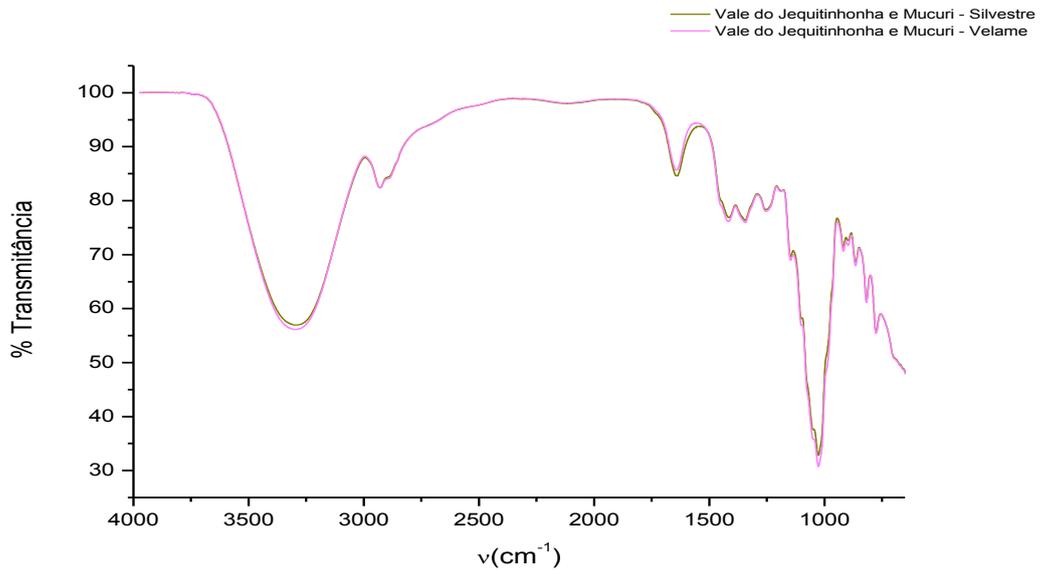


Figura 17 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri.

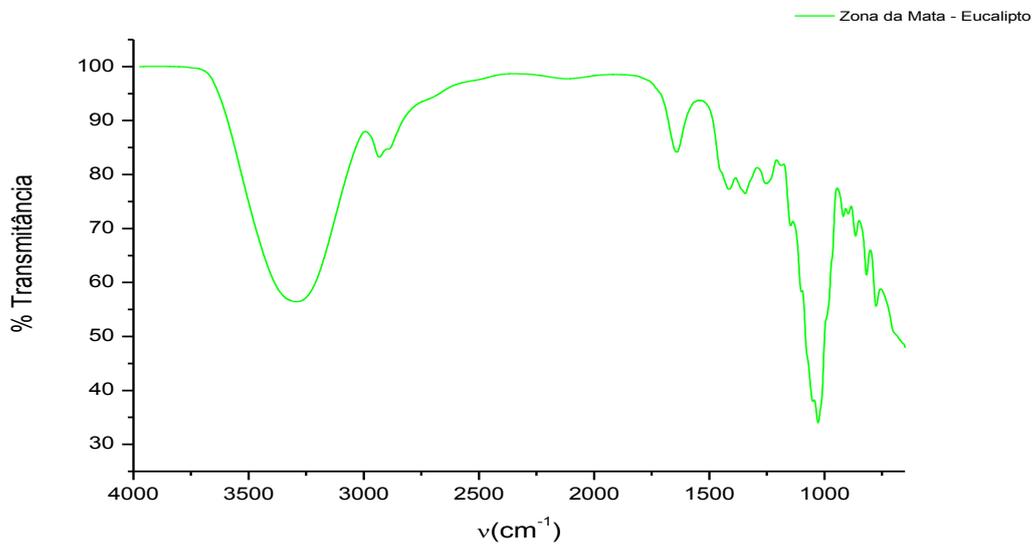


Figura 18 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de méis coletados na mesorregião Zona da Mata.

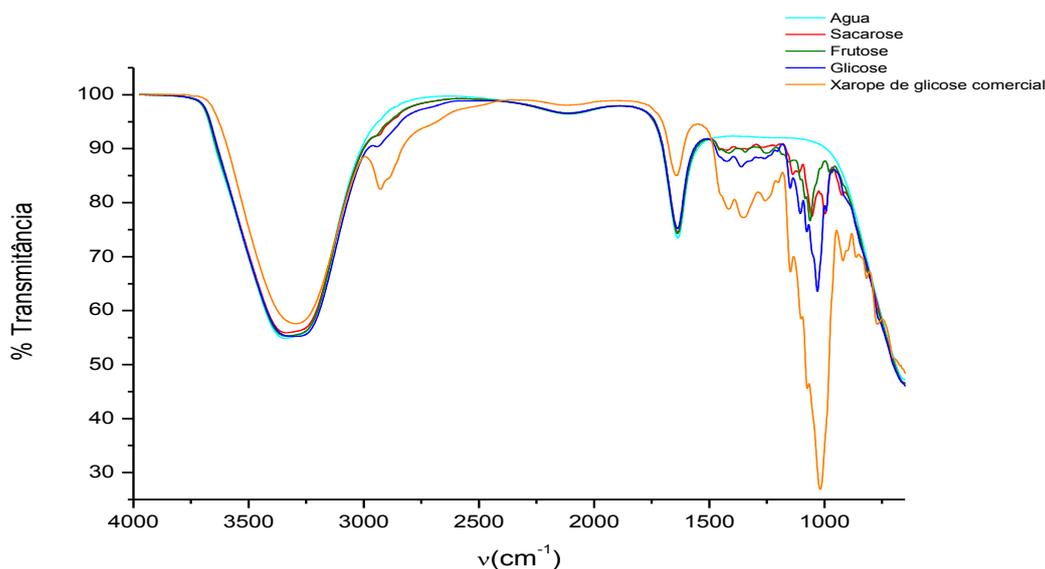


Figura 19 – Espectro infravermelho com Transformada de Fourier das amostras de água, padrões de carboidratos (sacarose, glicose e frutose) e xarope de glicose comercial.

3.16 Análise de agrupamento

Verifica-se pelo dendograma representado pela Figura 21 que o nível de similaridade entre floradas e regiões foi maior que 92%. O comportamento de separação por floradas foi similar ao dendograma em que só foram avaliadas as floradas. Excetuando-se o mel da florada Silvestre da mesorregião do Triângulo Mineiro, méis da florada Silvestre, Eucalipto e Bracatinga das mesorregiões Central, Sul, Zona da Mata e Vale do Jequitinhonha e Mucuri, se agruparam com similaridade maior que 99% formando o primeiro grande grupo. Tal similaridade sugere que todo mel Silvestre contém traços de mel de Eucalipto. O mesmo é válido para o mel de Bracatinga. Falhas de recebimento desses méis no envasador podem ser atribuídas como possíveis causas. As informações sobre a florada geralmente acontece de informalmente entre o apicultor e o envasador e as informações sobre a florada nos rótulos dos produtos são de responsabilidade do envasador. Não há exigência por parte da legislação vigente (BRASIL, 2000), a execução de análises mais confiáveis como, por exemplo, a melissopalínologia, um painel sensorial ou utilização de CG-MS na classificação floral em sua rotina de produção. Os altos custos operacionais, exigência de pessoal capacitado para executá-las e falha na

fiscalização, levam os produtores a rotularem seus méis com o tipo unifloral, sempre buscando o melhor preço de venda no mercado. Méis de Eucalipto e Silvestre da mesorregião Rio Doce se separaram e formaram o segundo grupo com similaridade maior que 98%. Méis de Marmeleiro e Assa-Peixe da mesorregião Central formaram o terceiro grupo com similaridade maior de 99% entre eles e maior que 97% em relação ao segundo grupo. No quarto grupo, ficou isolado o mel de Velame da mesorregião do Vale do Jequitinhonha e Mucuri com similaridade maior que 96% em relação as demais floradas e regiões. O quinto grupo com similaridade maior que 96% foi formado pelas floradas Laranja, Cipó-Uva, Assa-Peixe e o aparecimento da florada Silvestre da mesorregião do Triângulo Mineiro.

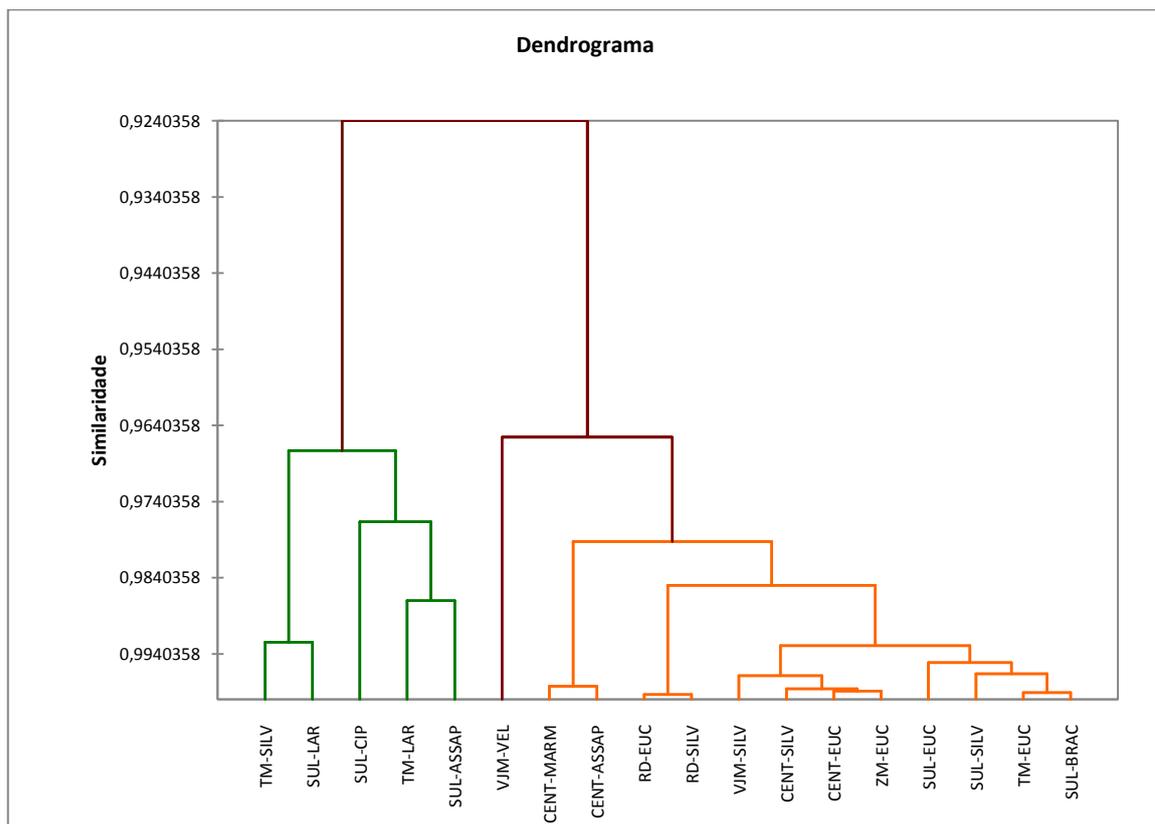


Figura 20 – Dendrograma das análises de agrupamento com as oito floradas de mel coletadas em seis mesorregiões de Minas Gerais.

Legenda: TM-SILV: Triângulo Mineiro-Silvestre; SUL-LAR: Sul-Laranja; SUL-CIP: Sul-Cipó-Uva; TM-LAR: Triângulo Mineiro-Laranja; SUL-ASSAP: Sul-Assa-Peixe; VJM-VEL: Vale do Jequitinhonha e Mucuri-Velame; CENT-MARM: Central-Marmeleiro; CENT-ASSAP: Central-Assa-Peixe; RD-EUC: Rio Doce-Eucalipto; RS-SILV: Rio Doce-Silvestre; VJM-SILV: Vale do Jequitinhonha e Mucuri-Silvestre; CENT-SILV: Central-Silvestre; CENT-EUC: Central-Eucalipto; ZM-EUC: Zona da Mata- Eucalipto; SUL-EUC: Sul-Eucalipto; SUL-SILV: Sul-Silvestre; TM-EUC: Triângulo Mineiro-Eucalipto; SUL-BRAC: Sul-Bracatinga.

3.17 Análise do componente principal

As correlações entre as variáveis dos dois principais componentes, explicaram 60,85% da variabilidade entre as floradas. O componente principal 1 (PC1), que representou 37,92%, foi o mais importante e suas variáveis estão fortemente associadas com valor de pH, acidez, cinzas, condutividade, cor, glicose e frutose. O componente principal 2 (PC2) com 22,92%, as variáveis dominantes foram concentração de sólidos insolúveis, brix, açúcares redutores, sacarose e umidade.

Unindo as variáveis dos dois primeiros componentes, tem-se os parâmetros físico-químicos (pH, acidez, cinzas, condutividade, cor, glicose, frutose, insolúveis, brix, açúcares redutores, sacarose e umidade) que foram agrupados no espaço bidimensional.

Na figura 22, verifica-se que as floradas Silvestre, Eucalipto e Bracatinga estão próximos entre si e opostas em relação a Cipó-uva, Laranjeira, Assa-peixe, Velame e Marmeleiro. Pode-se observar que as floradas Silvestres, Eucalipto e Bracatinga se assemelham muito e que estão caracterizadas por valores positivos tanto de PC1 quanto de PC2 e a maior contribuição para isso, vieram das variáveis cor, cinzas, condutividade, pH e acidez. As floradas Cipó-uva e Laranjeira caracterizam-se por valores negativos de PC1 e valores positivos de PC2. A florada Laranjeira foi caracterizada pela variável frutose que corroborou com os resultados quantificados para esse parâmetro (41,50g/100g). As floradas Velame e Marmeleiro se caracterizaram por valores negativos de PC1 e PC2. A florada Assa-peixe caracterizada por valores negativos de PC1 e PC2 foi influenciada pela variável hidroximetilfurfural (HMF).

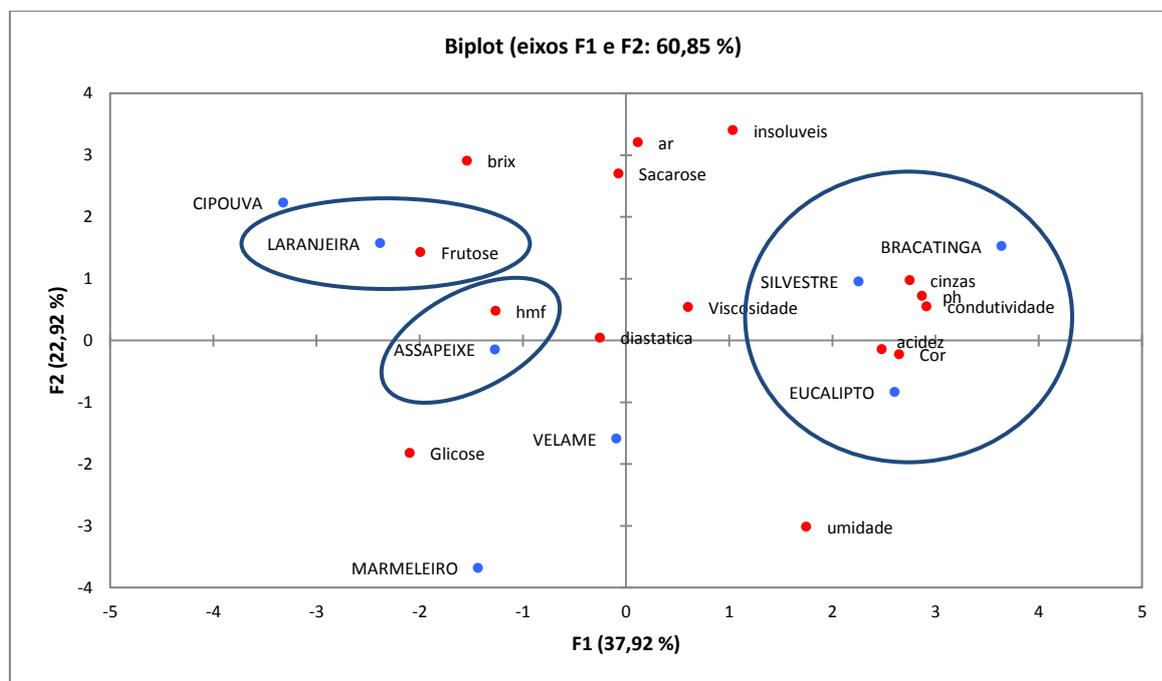


Figura 22 – Análise dos componentes principais de diferentes floradas de méis coletadas em seis mesorregiões de Minas Gerais com a distribuição das variáveis físico-químicas.

3.18 Análise de correlação

Os valores da análise de correlação das 48 amostras e seus parâmetros físico-químicos estão representados na Tabela 10. De acordo com os resultados, observa-se uma correlação forte entre os parâmetros condutividade elétrica, acidez e teor de cinzas. A correlação entre condutividade e cinzas é linear e a determinação de cinzas condutivimétricas pode ser feita aplicando-se um fator de correlação (BODGANOV et al., 2000). A correlação entre condutividade elétrica e acidez é verdadeira, pois indicam a presença de íons e ácidos orgânicos presentes no mel, quanto maior for a sua acidez, maior será sua condutividade. Há uma correlação positiva entre cor x teor de cinzas, indicando que a coloração escura dos méis está relacionada com teores de minerais. Quanto mais escuro o mel, maior seu conteúdo mineral. Al et al. (2009), também encontraram essa mesma correlação trabalhando com méis romenos. O teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) tem uma correlação forte e negativa com o teor de umidade. Isso é verdadeiro porque quanto maior a umidade do mel, menor serão os teores de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), além disso, o teor de umidade no mel é dependente de fatores climáticos e época de colheita (YÜCEL;

SULTANOGLU, 2013). A viscosidade tem uma correlação negativa com umidade e o que já era esperado, visto que a viscosidade é afetada pela quantidade de água. Uma correlação positiva entre viscosidade, teor de cinzas, condutividade e brix, foi observada e relacionada com a presença de macromoléculas e de sólidos dissolvidos que podem alterar a sua viscosidade.

Tabela 10 – Matriz de correlação entre os parâmetros físico-químicos das amostras coletadas em seis mesorregiões de Minas Gerais.

	pH	Acidez	Cinzas	Condutividade	Brix	Umidade	HMF	Sacarose	Glicose	Frutose	Insolúveis	Diastase	Cor	Viscosidade
pH	1	0,608	0,950	0,820	-0,436	0,595	-0,429	-0,163	-0,855	-0,599	0,464	-0,179	0,668	0,261
Acidez	0,608	1	0,545	0,784	-0,480	0,568	0,100	-0,537	-0,702	-0,604	0,095	0,183	0,777	0,304
Cinzas	0,950	0,545	1	0,863	-0,321	0,464	-0,329	-0,294	-0,698	-0,448	0,507	-0,255	0,734	0,496
Condutividade	0,820	0,784	0,863	1	-0,551	0,625	-0,166	-0,666	-0,616	-0,453	0,356	-0,322	0,957	0,434
Brix	-0,436	-0,480	-0,321	-0,551	1	-0,971	0,650	0,211	0,564	0,390	0,297	0,104	-0,480	0,424
Umidade	0,595	0,568	0,464	0,625	-0,971	1	-0,700	-0,161	-0,723	-0,575	-0,254	-0,021	0,541	-0,333
HMF	-0,429	0,100	-0,329	-0,166	0,650	-0,700	1	-0,392	0,484	0,379	0,292	0,046	-0,031	0,468
Sacarose	-0,163	-0,537	-0,294	-0,666	0,211	-0,161	-0,392	1	-0,095	0,052	-0,229	0,477	-0,817	-0,488
Glicose	-0,855	-0,702	-0,698	-0,616	0,564	-0,723	0,484	-0,095	1	0,734	-0,102	-0,263	-0,451	0,024
Frutose	-0,599	-0,604	-0,448	-0,453	0,390	-0,575	0,379	0,052	0,734	1	0,188	-0,294	-0,476	-0,025
Insolúveis	0,464	0,095	0,507	0,356	0,297	-0,254	0,292	-0,229	-0,102	0,188	1	-0,595	0,255	0,368
Diastase	-0,179	0,183	-0,255	-0,322	0,104	-0,021	0,046	0,477	-0,263	-0,294	-0,595	1	-0,335	-0,014
Cor	0,668	0,777	0,734	0,957	-0,480	0,541	-0,031	-0,817	-0,451	-0,476	0,255	-0,335	1	0,493
Viscosidade	0,261	0,304	0,496	0,434	0,424	-0,333	0,468	-0,488	0,024	-0,025	0,368	-0,014	0,493	1

4 CONCLUSÕES

A amostra Assa-Peixe da mesorregião Central, não se encontra de acordo com a legislação Brasil (2000) que permite no máximo 6g/100g de sacarose no mel. Essa amostra apresentou um valor de 6,36g/100g.

Para fins de exportação, a florada Eucalipto da mesorregião Zona da Mata e Silvestre da mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri estão fora do parâmetro condutividade, pois apresentaram valores superiores a 0,8 mS/cm conforme estabelecido pela norma *Codex Alimentarius* (2001).

A viscosidade aparente de todos os méis a 30°C diminuiu com aumento da taxa de cisalhamento caracterizando os méis como fluídos Não-Newtonianos e com comportamento pseudoplástico. A amostra do mel Silvestre da mesorregião Sul foi o que apresentou maior valor (64,39 Pa.s⁻¹) de viscosidade plástica.

A análise por CLAE dos carboidratos indicou que nenhuma das amostras possuía adulteração por xarope de glicose e se mostrou uma boa ferramenta para quantificação e identificação de adulterações em mel;

A utilização da Análise de Componentes Principais (ACP) mostrou que os parâmetros físico-químicos como cinzas, pH, condutividade, acidez, cor, frutose e HMF, foram suficientes para alcançar a discriminação das floradas Bracatinga, Eucalipto, Laranjeira e Assa-Peixe. A utilização da ACP para mesorregiões e floradas mostrou que as mesorregiões Triângulo Mineiro e Vale do Jequitinhonha e Mucuri, podem ser diferenciadas pelos parâmetros físico-químicos açúcares redutores, viscosidade, sacarose, pH e cinzas para o mel da florada Silvestre.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-JDAYIL, B.; GHZAWI, A.A.; AL-MALAH, K.I.M. Heat effect on rheology of light and dark-colored honey. **Journal of Food Engineering**, New York, v.51, n.1, p.33-38, 2002.

ADENEKAN, M.O., AMUSA, N.A., LAWAL, A.O., OKPEZE, V.E., Physico-chemical and microbiological properties of honey samples obtained from Ibadan. **Journal of Microbiology Antimicrobial** v.2, p.100–104, 2010.

AHMED, M., DJEBLI, N., AISSAT, S., KHIATI, B., MESLEM, A., & BACHA, S. In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.3, p.816–821, 2013.

ALVES, R. M. de O.; CARVALHO, C. A. L. de; SOUZA, B. de A.; JUSTINA, G. D. Sistema de produção para abelhas sem ferrão: uma proposta para o estado da Bahia. Cruz das Almas: **Universidade Federal da Bahia/ SEAGRI**. 18 p. (Série Meliponicultura - 03), 2005.

ANDRADE, M. C.; PINTO, L. C. M. Classificação de Folhas por Tamanho e Forma Através de Descritores Geométricos e Análises dos Componentes Principais. **Anais do IV Workshop em Tratamento de Imagens**, NPDI/DCC/ICEx/UFMG, p. 54-61, 2003.

ANJOS, O., CAMPOS, M.G., RUIZ, P.C., ANTUNES, P., Application of FTIR-ATR spectroscopy to the quantification of sugar in honey. **Food Chemistry**.v.169, p.218–223, 2015.

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16th ed., Rev. 4th ed., 1998.

ARES, G.; DELIZA, R.; BARREIRO, C.; GIMÉNEZ, A.; GAMBARRO. Application of a check-all-that-apply questions to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 67-86, 2010.

ARES, G; S.R. JAEGER. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome, **Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**, p. 227–245, 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC, **Official Methods of Analysis**, 17th ed., Inc., Arlington, VA. 2000.

AZEREDO, M. A. A.; AZEREDO, L. C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas dos méis do município de São Fidélis - RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1 , p. 3-7, 1999.

AZEREDO, L. C.; AZEREDO, M. A. A.; DUTRA, V. M. L. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. **Food Chemistry**, n. 80, p. 249-254, 2003.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. Z. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M.; Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v 22, p.122-129, 2002.

BENTABOL MANZANARES, A.; HERNANDEZ GARCIA, Z.; RODRIGUEZ GALDON, B.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, E.; DI´AZ ROMERO, C.; Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. **Food Chemistry**. V.126, p.664–672, 2011.

BETTAR, I.; González-MIRET, M. L.; HERNANZ, D.; MARCONI, A.; HEREDIA, F.J; TERRAB, A.; Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their physicochemical characteristics, mineral contents and colour. **Arabian Journal of Chemistry**, 2015.

BOGDANOV, S. Calidad de la miel de abejas y estándares de control: Revision realizada por la **Comision Internacional de la Miel**, 2000.Disponível em: <http://www.beekeeping.com/articulos/calidad_miel.htm>. Acesso em: 25 de outubro de 2014.

BOGDANOV, S.; The Book of Honey: a short history of honey. **Bee Product Science**, chapter 1, August, 2009.Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 21 de outubro de 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.

BUREAU, S., RUIZB, D., REICH, M., GOUBLE, B., BERTRAND, D., AUDERGON, J. M., ET AL. Application of ATR-FTIR for a rapid and simultaneous determination of sugars and organic acids in apricot fruit. **Food Chemistry**, v.115, p.1133–1140, 2009.

CADENA, R. S., CRUZ, A. G., FARIA, J. A. F., BOLINI, H. M.A. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.4842–4850, 2012.

CHAKIR A,B, ABDERRAHMANE ROMANE A, GIAN LUIGI MARCAZZAN B, PAOLA FERRAZZI. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco, **Arabian Journal of Chemistry**, 2011.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B; Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão; **ESAL/FAEPE**, 320p. 1990.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION.**CAC/VOL III**, Suppl. 2. ed. 1.Rome: FAO/WHO, p. 17-21, 1989.

COSTA, P.A.; MORAES, I.C.F.; BITTANTE, A. M.Q.B.; SOBRAL, P.J.A.; GOMIDE, C.A.; CARRER, C.C.;Physical properties of honeys produced in the Northeast of Brazil **International Journal of Food Studies**. v.2, p. 118-125, 2013.

DA SILVA, P. M. et al. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, v. 196, p. 309-323, 2016.

DOBRE, I.; GEORGESCU, L.A.; ALEXE, P., ESCUREDO, O.; SEIJO, M.C.; Rheological behavior of different honey types from Romania, **Food Research International**, v.49, p.126 – 132, 2012.

EL SOHAIMY, S. A.; MASRY, S. H. D.; SHEHATA, M. G. Physicochemical characteristics of honey from different origins.**Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 2, p. 279-287, 2015.

ESCUREDO, O. et al. Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. **Food Chemistry**, v. 138, n. 2–3, p. 851-856, 2013.

ESTEVINHO, L. M., FÉAS, X., SEIJAS, J. A., & VAZQUEZ-TATO, M. P. Organic honey from Trás-Os-Montes region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization. **Food and Chemical Toxicology**, v.50, p.258–264, 2012.

FEDERAÇÃO MINEIRA DE APICULTURA, FEMAP. **Estatuto da Federação Mineira de Apicultura**. 30 de junho de 2011. Disponível em: <http://femapmg.com.br/site/categorias/noticias>. Acesso em: 16 de abril de 2015.

FINOLA, M.S.; LASAGNO, M.C.; MARIOLI, J.M. Microbiological and Chemical Characterization of Honeys from Central Argentina.**Food Chemistry**, v.100, p. 1649-1653, 2007.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, IEF. **Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais**, ed.2, 2008. 1 CD.ROM.

GALLARDO-VELÁZQUEZ, T.; OSORIO-REVILLA, G.; LOA, M. Z.; RIVERA-ESPINOZA, Y.; Application of FTIR-HATR spectroscopy and multivariate analysis to the quantification of adulterants in Mexican honeys. **Food Research International**, v.42, p.313–3318, 2009.

GAMBARO, A.; ARES, G.; GIMENEZ, A. N. A.; PAHOR, S.; Preference mapping of colour of Uruguayan honeys. **Journal of Sensory Studies**, v.22, p.507-519, 2007.

GLATT, H; SCHNEIDER, H; LIU, Y.; V79-hCYP2E1-hSULT1A1, a cell line for the sensitive detection of genotoxic effects induced by carbohydrate pyrolysis products and other food-borne chemicals. **Mutation Research**. v.580, p. 41-52, 2005.

GOMES, S.; DIAS, L. G.; MOREIRA, L.L.; RODRIGUES, P.; ESTEVINHO, L. Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of comercial honeys from Portugal. **Food and Chemical Toxicology**, v.48, p.544–548, 2010.

GONZALEZ, N. J., ADHIKARI, K., SANCHO-MADRIZ, M. F. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. **LWT — Food Science and Technology**, v.44, p.158–163, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Perfil da Pecuária Municipal**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/default_xls_perfil.shtm>. Acesso em: 16 de julho de 2016.

INTERNATIONAL HONEY COMMISSION. IHC, **Harmonised Methods of the International Honey Commission**, 2009, 63p. Disponível em: <<http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>>. Acesso em: out. 2014.

KABBANI D, SEPULCRE F AND WEDEKIND J. Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: Influence on rheology and crystal content. **Journal Food Engineering** v.107, p.173-178, 2011.

KADRI, S. M.et al. Characterization of Coffea arabica monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. **Food Chemistry**, v. 203, p. 252-257, 2016.

KARABAGIAS, I. K. et al. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. **Food Chemistry**, v. 146, p. 548-557, 2014.

KARASU,S.; TOKER, O.S.; YILMAZ, M.T.; KARAMAN,S.; DERTLI, E.; Thermal loop test to determine structural changes and thermal stability of creamed honey: Rheological characterization, **Journal of Food Engineering**, v.150, p.90–98, 2015.

KIVIMA, E.; SEIMANB, A.; PALLA, R.; SARAPUUA, E.; MARTVERKA, K.; LAOS, K.; Characterization of Estonian honeys by botanical origin. **Proceedings of the Estonian Academy of Sciences**. v.63, p.183-192, 2014.

KRETAZCHMAR, M.; CHRISTEN, R. E. Avaliação de parâmetros de qualidade físico químicos de méis produzidos na região de Blumenau. In: **SIMPÓSIO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS – SIMPOCAL**,Recife, 3., Anais, 2005.

LAZARIDOU, A.; BILIADERIS, C.G.; BACANDRITSOS, N.; SABATINI, A.G.; Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys, **Journal of Food Engineering**, v. 64, p. 9–21, 2004.

LINDEN, R.; Técnicas de Agrupamento, **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, v.4, p. 18-36, 2009.

MANIKIS, I.; THRASIVOULOU, A.; The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters.**Apiacta** v.36, p.106–112, 2001.

MANZANARES, A. B., GARCÍA, H., GALDÓN, B. R., RODRÍGUEZ, E. R., & ROMERO, C. D. Physicochemical characteristics of minor monofloral honeys from Tenerife, Spain.**Food Science and Technology**, v.55, p.572–578, 2014.

MONIRUZZAMAN, M.; KHALIL, M.I.; SULAIMAN, S.A.; GAN, S.H.; Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*, **BMC Complementary and Alternative Medicine**, p.13-43, 2013.

MULLER, H. G. Introduccion a la reologia de los alimentos. **Editora Acribia**, Zaragoza: 1997

NAYIK , A. B.; B. N. DAR B; VIKAS, N. A.; Physico-chemical, rheological and sugar profile of different unifloral honeys from Kashmir valley of India, **Arabian Journal of Chemistry**. 2016.

NUNES, C.A.; PINHEIRO, A.C.M. **SensoMaker**, Version 1.9. Universidade Federal de Lavras (UFLA). 2013.

NUNES, C.A. PINHEIRO, A.C.M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance testes by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n.2, p.167-174, 2011.

OLIVEIRA, D.M.; KWIATKOWSKI, A.; ROSA, C.I.L.R.; CLEMENTE, E.; PONTARA, L.P.M.; HAMINIUK, C.W.I.; Physicochemical and Rheological Evaluation of Cassava Flower Honey Produced by Africanized *Apis mellifera*, **Food Science and Technology Research**, v.21 , p.23-29, 2015.

OUCHEMOUKH, S.; SCHWEITZER, P.; BEY, MB.; DJOUDAD-KADJI, H.; LOUAILECHE, H.; HPLC sugar profiles of Algerian honeys. **Food Chemistry**. v.121, p.561-568, 2010.

PINTO, C. C. de O. A.; KIMA, L. R. P.de.; Análises Físico-químicas de méis consumidos no Vale do Aço/MG. **Farmácia & Ciência**, v.1, p.27-40, 2010.

QUEIROZ, A. J. M., FIGUEIRÊDO, R. M. F., DA SILVA, C. L., MATA, M. E. R.M.C., Comportamento reológico de méis de florada de silvestre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.190-194, 2007.

RIBEIRO,R.O.R.; MÁRSICO, E.T.; CARNEIRO,C.S.; MONTEIRO, M.L.G.; JÚNIOR,C.A.C.; MANO, S.; JESUS,E.F.O.; Classification of Brazilian honeys by physical and chemical analytical methods and low field nuclear magnetic resonance (NMR), **LWT – Food Science and Technology**, v.55, p. 90-95, 2014.

SAXENA, S.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys.**Food Chemistry**, v. 118, n. 2, p. 391-397, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS, SEAPAS, Subsecretaria do Agronegócio, **Agrodados, relatório da pecuária 2015**. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/2014-09-23-01-07-23/relatorios/pecuaria>. Acesso em: 30 de janeiro de 2016.

SEHER GOK, S.; SEVERCAN, M.; GOORMAGHTIGH, E.; KANDEMIR, I.; SEVERCAN, F. Differentiation of Anatolian honey samples from different botanical origins by ATR-FTIR spectroscopy using multivariate analysis. **Food Chemistry** v.170, p. 234–240, 2015.

SIKORA, M., KOWALSKI, S., TOMASIK, P., SADY, M., Rheological and sensory properties of dessert sauces thickened by starch–xanthan gum combinations. **Journal Food Engineering**, v.79, p.1144–1151, 2007.

SIVAKESAVA, S.; IRUDAYARAJ, J.; Prediction of inverted cane sugar adulteration of honey by Fourier transform infrared spectroscopy.**Journal of Food Science**, v.66, p.972–978. 2001.

SODRÉ, G. S.; CARVALHO, C. A. L.; FONSECA, A. A. O.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; Perfil sensorial e aceitabilidade de méis de abelhas sem ferrão submetidos a processos de conservação, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, V.28, p. 72-77, 2008.

STEFFE, J.F. Rheological methods in food process engineering. 2.ed. **Michigan: Freeman Press**, p.418,1996.

TERRAB. A.; RECAMALES, A. F.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J.; Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents, **Food Chemistry**, v. 88, p. 537–542, 2004.

TEWARI, J.,& IRUDAYARAJ, J. Quantification of saccharides in multiple floral honeys using transform infrared micro attenuated total reflectancespectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.3237–3243, 2004.

TORNUK, F., KARAMAN, S., OZTURK, I., TOKER, O. S., TASTEMUR, B., SAGDIC, O., ET AL. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. **Industrial Crops and Products**, v.46, p.124–131. 2013.

TRIOLA, M.F.; Introdução a estatística. Rio de Janeiro; **Livros Técnicos Científicos**, 1999.

TUBEROSO, C. I. G.; JERKOVIC, I.; SARAIS, G.; CONGIU, F.; MARIJANOVIC, Z.; KUS, P. M.; Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L**C*_{ab}**h*(*ab*) chromaticity coordinates. **Food Chemistry**, v.145, p.284-291, 2014.

VARELA, P.; ARES, G.; GIMENEZ, A.; GAMBARO, A. Influence of brand information on consumers' expectations and liking of powdered drinks in central location tests. **Food Quality and Preference**, v.21, p.873–880, 2010.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, ,L.C.; Carasterísticas do mel. Vitória: UFES, **Boletim Técnico – PIE**, p.1-8, 2007.

VIDAL, R.; FREGOSI, E.V. de. **Mel: características, análises físico-químicas, adulterações e transformações**. Barretos: Instituto Tecnológico Científico “Roberto Rios”, p.95, 1984.

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de. Manual de análises físico-químicas do mel. São Paulo. **APACAME**, p.16. 1999,

VIUDA-MARTOS, M. et al. Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico. **International Journal of Food Science & Technology**, v.45, n. 6, p.1111-1118, 2010.

ZENEBON, O.; PASCUCT, N.S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 137, 2008.

WEDMORE EB. The accurate determination of the water content in honeys. Part I. Introduction and results. **Bee World**, v.36, p.197-206, 1955.

YÜCEL, Y.; SULTANOGLU, P.; Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics, **Food Bioscience**, v.1, p.16-25, 2013.

ZAITOUN S, GHZAWI AA, AL-MALAH KIM AND ABU-JDAYIL B.. Rheological properties of selected light colored Jordanian honey. **Internatitonal Journal of Food Properties** v.4, p.139-148, 2001.

CAPÍTULO 3

“Caracterização sensorial de méis comercializados em Minas Gerais”

RESUMO

O mel é um produto natural açucarado elaborado pelas abelhas melíferas a partir do néctar das plantas que recolhem, adicionam enzimas e deixam evaporar a água na colmeia. Por ter uma composição complexa e depender de fatores como clima, solo, florada e outros fatores, nenhum mel é considerado igual ao outro. É um dos alimentos mais puros da natureza, de sabor característico, com considerável valor nutritivo e alto preço de mercado o que incentiva a sua adulteração. O objetivo do trabalho foi avaliar as características sensoriais de méis das floradas Silvestre, Eucalipto (*Eucalyptus sp*), Marmeleiro (*Cydonia oblonga*), Bracatinga (*Mimosa scabrella*), Assa-Peixe (*Vernonia sp*), Laranjeira (*Citrus sp*), Cipó-Uva (*Cissus rhombifolia*) e Velame (*Macrosiphonia velame*) coletados nas mesorregiões Central, Sul, Zona da Mata, Rio Doce, Triângulo Mineiro e Vale do Jequitinhonha e Mucuri do estado de Minas Gerais, utilizando teste de aceitação por escala Hedônica avaliando atributos como aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global. Os dados foram avaliados pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância e Mapa de Preferência Interno, com 50 provadores não treinados. Foi aplicada ainda a metodologia CATA (check-all-that-apply) para descrição das amostras. Os resultados das análises indicaram que o mel da florada Silvestre obteve pela maioria dos provadores médias altas em relação às características analisadas na Escala Hedônica. No Mapa de Preferência Interno, méis da florada Silvestre e Eucalipto foram os que tiveram maior preferência por parte dos provadores no atributo impressão global. Na representação gráfica do teste CATA, o mel Silvestre recebeu como principais atributos de aroma “característico de mel”, sabor “característico de mel” e “natural” e com textura “fluida”. Os méis de Eucalipto, Assa-Peixe e Marmeleiro foram considerados os mais “viscosos”.

1 INTRODUÇÃO

Minas Gerais é o 4º maior produtor de mel do Brasil e sua produção está dividida em todo território mineiro e as mesorregiões Central e Vale do Jequitinhonha e Mucuri são as mais produtivas (SEAPAS-MG, 2015). Além disso, geram mais de 13 mil empregos indiretos e conta com 625 municípios com alguma atividade apícola (IBGE, 2014). O estado é rico em biodiversidade e apresenta características como o relevo, o clima e recursos hídricos favoráveis ao aumento da produção de mel (FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2008). Valorizar e aumentar a produção de mel, explorar a indicação geográfica, estimular a rastreabilidade do produto e difundir Normas Técnicas, são algumas ações que devem ser tomadas para que Minas Gerais apareça como o maior produtor de mel do Brasil (FEMAP, 2011).

O mel que é um produto elaborado por abelhas melíferas a partir do néctar de flores, pode ser originado pela combinação de diversas fontes ou somente de uma fonte floral e com isso é caracterizado segundo sua origem pela legislação vigente (BRASIL, 2000) em monofloral, multifloral e melato, o que faz com que sua composição seja alterada (KADRI et al., 2016). A composição, cor, aroma e sabor dependem tanto das plantas visitadas pelas abelhas quanto do clima, região, estação, variedade da abelha, modo de colheita e condições ambientais e do próprio apicultor (TORNUK et al., 2013). Considerando o número de possíveis fontes florais, é compreensível que nenhum mel é completamente igual a outro (VIUDA-MARTOS et al., 2010).

Uma técnica que gera uma resposta satisfatória tanto para os produtores quanto para os consumidores é a avaliação sensorial. Ela ajuda no desenvolvimento e melhoria de produtos gerando lucratividade e busca a satisfação do consumidor (VARELA et al., 2010). O maior inconveniente é que, geralmente necessita de um grande número de provadores treinados por meio de análise descritiva quantitativa (ADQ), tempo para realização das análises e a manutenção dos provadores treinados que geram altos custos (CADENA et al., 2012; GONZALEZ et al., 2011). A técnica Check-all-that-apply (CATA) tem sido usada por ter resultados semelhantes a análise descritiva quantitativa, ter questões de múltipla escolha, com uma

abordagem mais simples e confiável para caracterização de vários produtos alimentícios (ARES et al., 2015).

Este trabalho teve o objetivo determinar as características sensoriais de oito floradas diferentes de méis comercializados em seis mesorregiões de Minas Gerais, contribuindo para a caracterização e a padronização dos méis mineiros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, Minas Gerais. As amostras de Laranjeira, Bracatinga, Silvestre, Eucalipto, Assa-Peixe e Cipó-Uva da mesorregião Sul, Velame da mesorregião Vale do Jequitinhonha e Mucuri e Marmeleiro da mesorregião Central, foram utilizadas nesse painel sensorial.

2.1 Determinação de análises sensoriais

O Projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais sendo o estudo realizado conforme os preceitos da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996) sob o número de protocolo CAAE 62069216.9.0000.5588. Os provadores foram previamente instruídos a respeito dos riscos da pesquisa. Deste modo, foram incluídos os indivíduos abordados sadios que quiseram participar voluntariamente e que assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Apêndice A) antes da participação nas análises.

2.1.1.1 Aceitação por escala hedônica e metodologia CATA

Objetivando avaliar a influencia das floradas no perfil de aceitação dos provadores, o teste de aceitação por escala hedônica variando de 1 a 9 pontos, sendo 1 - desgostei extremamente até 9 - gostei extremamente, foi aplicado para que o provador expresse sua opinião entre o gostar ou o desgostar das amostras méis.

A metodologia CATA (*Check all that apply*), descrita por Ares et al., (2010) consiste em uma lista de palavras ou frases pré-estabelecidas para o mel onde os provadores selecionaram as palavras ou frase que melhor se identificam com a amostra. Essa metodologia foi aplicada em dois momentos. Primeiramente foi montado um painel envolvendo 20 provadores selecionados aleatoriamente. Foram selecionados atributos de modo subjetivo, considerando as opiniões do painel e atributos com termos próprios já definidos em ZENEON et al.,(2008). No dia da sessão, as amostras de mel foram colocadas em copos plásticos e servidas para cada provador. Para abrir a discussão, o líder do painel solicitou a cada um que apontasse as características que melhor descrevessem os produtos a serem avaliados e suas definições. No final, uma lista definitiva consistia em 16 termos, distribuídos para os 5 atributos, conforme apresentado no Anexo A.

No segundo momento, para a realização do teste de aceitação, utilizaram-se 50 julgadores não treinados, consumidores habituais de mel, com idade entre 18 e 46 anos, dos quais 34 eram do sexo feminino e 16 do sexo masculino. O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do DCTA/IF Sudeste MG-RP. Oito amostras de mel foram devidamente codificadas com números de três dígitos. As amostras foram servidas aos julgadores, em copos de plástico, acompanhadas de um copo com água, em cabines individuais com luz branca, em que cada julgador provou todas as amostras, em ordem de apresentação aleatória. Cada amostra de mel foi avaliada, por meio de escala hedônica, quanto aos atributos aparência, aroma, sabor, coloração e textura (ZENEON et al., 2008). Os julgadores foram convidados a assinalar com a letra “x” os termos da CATA (*check all that apply*) que melhor indicassem o seu julgamento em relação à aceitação dos diversos atributos específicos (ARES et al., 2010).

2.1.1.2 Mapa de preferência

O método de análise do mapa de preferência foi utilizado objetivando comparar preferências e relacioná-las com as características de qualidade do produto, auxiliando na segmentação do mercado em grupos definidos de consumidores. Desse modo, o produto pode ser introduzido no segmento correto do mercado ou ser otimizado a partir das principais características de qualidade e da indicação da direção da preferência do consumidor (MINIM, 2013). Neste tipo de representação gráfica, as amostras são representadas por pontos, seguidos de seu código e os provadores estão representados por vetores.

2.2 Análises estatísticas

Para a aceitação sensorial, as fichas foram coletadas e as respostas foram convertidas em escores (1 a 9). Calcularam-se as médias aritméticas dos escores obtidos para cada produto e estas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) por Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) e ao teste de Tukey para a comparação das médias, ao nível de 5% de significância, utilizando o programa Sensomaker, versão 1.9 da MatLab® (NUNES; PINHEIRO, 2013).

Os resultados do teste CATA foram avaliados pela análise de componentes principais (PCA).

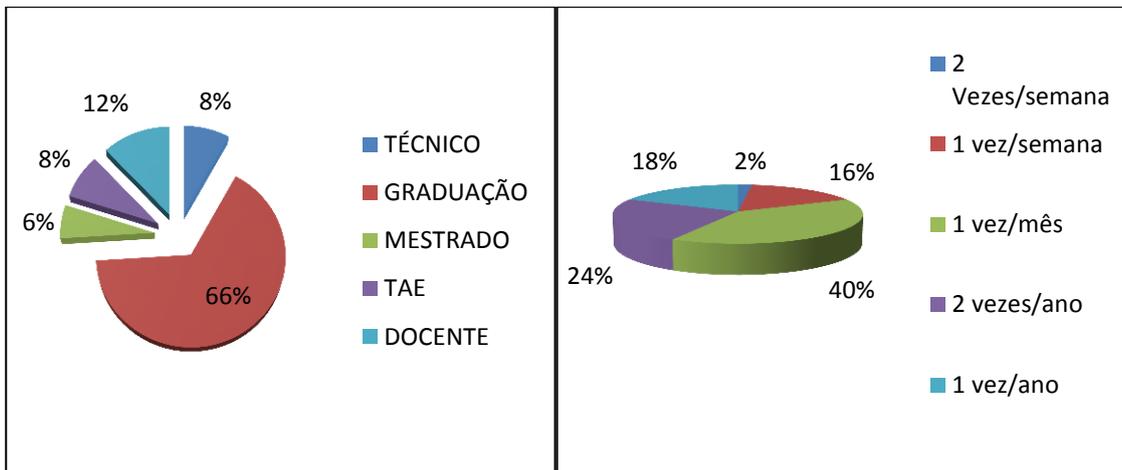
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil do consumidor de mel

Na Tabela 1, estão relacionados o sexo e faixa etária dos 50 provadores que realizaram o painel sensorial. A Figura 1A mostra a ocupação e a Figura 25B, a frequência de consumo dos provadores que fizeram a avaliação sensorial. A maioria dos provadores se encontrava na faixa etária entre 18 e 25 anos (60%), eram do sexo feminino (68%) e estudantes de graduação (66%). A frequência de consumo de mel mais relatada foi de, pelo menos, 1 vez por mês, somando 40% dos provadores.

Tabela 1 – Resumo de características demográficas dos indivíduos que participaram da avaliação sensorial.

Variável demográfica	Classes	%
Sexo	Feminino	68
	Masculino	32
Faixa etária	De 18 a 25 anos	60
	De 26 a 35 anos	16
	De 36 a 45 anos	16
	Maior que 45 anos	8



A)

B)

Figura 1 – (A) Gráfico de ocupação dos indivíduos recrutados para avaliação das amostras de mel. (B) Gráfico de frequência de consumo de mel dos indivíduos recrutados para avaliação.

Por se tratar de um produto natural e por ter alto custo no mercado, provavelmente os consumidores deste painel tenham dificuldade de comprar o produto e isso fez com que a frequência de consumo fosse baixa.

3.2 Análise sensorial por aceitação – Escala Hedônica

Para aceitação sensorial das amostras de méis baseados em suas floradas, os resultados foram tabulados e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Escores médios dos atributos de aceitação dos méis.

Atributo sensorial						
Florada	Aparência	Aroma	Coloração	Sabor	Textura	Impressão global
Silvestre	7,46 ^{ab}	7,38 ^b	7,20 ^{ab}	7,40 ^c	6,92 ^{ab}	7,38 ^b
Laranjeira	7,42 ^{ab}	6,52 ^{ab}	7,00 ^{ab}	6,14 ^{ab}	7,24 ^b	6,82 ^{ab}
Velame	7,08 ^{ab}	6,80 ^{ab}	6,60 ^a	7,18 ^c	7,02 ^{ab}	6,88 ^{ab}
Cipó-Uva	6,70 ^a	6,68 ^{ab}	6,52 ^a	6,58 ^{bc}	6,86 ^{ab}	6,72 ^{ab}
Bracatinga	6,94 ^{ab}	6,32 ^a	6,54 ^a	5,28 ^a	6,90 ^{ab}	6,18 ^a
Eucalipto	7,60 ^b	6,78 ^{ab}	7,52 ^b	6,68 ^{bc}	7,48 ^{ab}	7,08 ^b
Assa-Peixe	7,22 ^{ab}	7,08 ^{ab}	6,88 ^{ab}	6,04 ^{ab}	7,34 ^b	6,54 ^{ab}
Marmeleiro	7,06 ^{ab}	7,18 ^{ab}	7,14 ^{ab}	6,68 ^{bc}	6,20 ^a	6,58 ^{ab}
DMS	0,79	0,86	0,75	1,00	0,82	0,87

D.M.S.: Diferença mínima significativa ao nível de erro de 5% (Teste de Tukey). Diferentes letras nas colunas indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras no Teste de Tukey.

Verifica-se que, para todos os atributos, as amostras de méis apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as floradas.

Para o atributo aparência, que foi a característica com maior média dada pelos provadores, as floradas Cipó-uva e Eucalipto se diferenciaram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), mas não se diferenciaram em relação às demais. Essa diferença, provavelmente foi porque ambas as floradas, possuem colorações distintas, sendo mais escura a do mel de Eucalipto. A coloração mais escura, provavelmente agradou os provadores desse painel sensorial. Grande parte dos méis comercializados em Minas Gerais é das floradas Eucalipto e Silvestre, e que geralmente, apresentam uma coloração mais escura e baixa fluidez. A florada Cipó-Uva foi a que apresentou o menor valor médio (6,70), podendo ser atribuído de acordo com a escala hedônica de 9 pontos entre “gostei ligeiramente a gostei moderadamente”. No geral, para o atributo aparência o escore médio foi em 7,20, equivalendo na escala hedônica entre “gostei moderadamente” a “gostei muito”.

Para o atributo aroma, as floradas Bracatinga e Silvestre se diferenciaram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), mas não se diferenciaram em relação aos demais. A florada Bracatinga foi a que obteve o menor valor médio (6,32) e Silvestre o maior valor médio (7,38), equivalendo entre “gostei moderadamente” a “gostei muito” na escala hedônica para esse atributo. Provavelmente o aroma intenso e persistente do mel Silvestre que recorda claramente cheiro de mato molhado, agradou parte do painel sensorial. Essa possível diferença pode ser explicada pelo fato de que a

origem do mel é influenciada pelo tipo de flora, local, época de colheita, manejo e tipo de abelha (SODRÉ et al., 2006). No geral, para o atributo aroma o escore médio foi em 6,84 equivalendo na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”.

Para o atributo coloração, as floradas de Velame, Cipó-Uva e Bracatinga são estatisticamente ($p < 0,05$) diferentes da florada Assa-Peixe, mas não se diferenciaram em relação às demais. O maior valor médio atribuído foi 7,52 para a florada Eucalipto, que possui uma cor mais escura, sendo o mais aceito nesse atributo, equivalendo entre “gostei moderadamente” a “gostei muito” na escala hedônica. Um menor valor médio de 6,52 foi atribuído à florada Cipó-Uva que possui cor clara. A cor do mel é um fator que determina seu valor comercial e influencia a aceitabilidade do consumidor. Essa variação de cor é dependente da origem floral, conteúdo mineral, teor de cinzas e condições desfavoráveis no armazenamento (GAMBARO et al., 2007; DA SILVA et al., 2016). Geralmente, o consumidor tem a preferência por méis mais escuros e com baixa fluidez por isso, é um parâmetro muito importante para a atividade comercial do mel (EL SOHAIMY et al., 2015). Tuberoso et al. (2014), observaram que méis mais claros tendem a ter um maior preço, mas também, méis escuros são bastante apreciados em determinadas regiões. Nesse painel, pode-se observar que houve uma preferência dos provadores para o mel mais escuro. No geral, para o atributo coloração, o escore médio foi em 6,93 equivalendo, na escala hedônica, entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”.

Para o atributo sabor, o mel da florada Bracatinga, se diferenciou estatisticamente ($P < 0,05$) das floradas Silvestre, Velame, Cipó-Uva, Marmeleiro e Eucalipto, mas não se diferenciou em relação às floradas Laranjeira e Assa-Peixe. Com o menor valor médio (5,28), essa florada teve a menor aceitação para esse atributo, equivalendo na escala hedônica entre “indiferente” a “gostei ligeiramente”. O maior valor médio foi atribuído à florada Silvestre (7,40), equivalendo a “gostei moderadamente” a “gostei muito”. Essa maior aceitação, possivelmente seja pela preferência dos provadores pelo sabor suave, aroma intenso e ainda pela baixa fluidez características dessa florada. O sabor e aroma estão relacionados entre si e são influenciados pela flora que o produziu. No geral, para o atributo aroma o escore médio foi em 6,49 equivalendo na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”.

Para o atributo textura, a florada Marmeleiro, se diferenciou estatisticamente ($p < 0,05$) das floradas Assa-Peixe e Laranjeira, mas não se diferenciou em relação às demais. Com o menor valor médio atribuído (6,20), essa florada teve a menor aceitação para esse atributo, equivalendo na escala hedônica entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”. O maior valor médio foi atribuído à florada Eucalipto (7,48), equivalendo a “gostei moderadamente” a “gostei muito”. Por apresentar uma coloração mais escura e uma baixa fluidez, essa florada foi a preferida nesse painel sensorial para esse atributo. Geralmente, méis de cores mais escuras como o mel de Eucalipto, apresentam maior teor de minerais, cinzas e consequentemente maior textura, relacionando textura com viscosidade. No geral, para o atributo aroma o escore médio foi em 7,0 equivalendo na escala hedônica “gostei moderadamente”.

Para o atributo impressão global, a florada Bracatinga, se diferenciou estatisticamente ($P < 0,05$) das floradas Eucalipto e Silvestre, mas não se diferenciou em relação às demais. Essa florada apresentou o menor valor médio (6,18), equivalendo entre “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente” na escala hedônica. Já a florada Silvestre, apresentou o maior valor médio (7,38) equivalendo a “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Nesse atributo ficou claro que os provadores têm uma preferência pela florada Silvestre. Corroborando essa informação, os atributos sabor e aroma também alcançaram maiores valores médios. Além disso, essa florada possui uma baixa fluidez e cor escura, que foi o preferido nesse painel. No geral, para o atributo impressão global, o escore médio foi 6,77 equivalendo na escala hedônica a “gostei moderadamente”.

3.3 Análise do Mapa de Preferência Interno

Na Figura 2 está representado o mapa de preferência referente ao atributo aparência. O componente principal 1 (PC1) explicou 26,28% da variabilidade e o componente principal 2 (PC2) explicou 18,44% entre as floradas. Juntos, somam-se 44,72%. Houve uma dispersão da amostra H (Marmeleiro) e formação de mais dois grupos distintos. O grupo 1 foi formado pelas amostras B, C, D e G (Laranjeira, Velame, Cipó-Uva e Assa-Peixe), que se agruparam no quadrante positivo do PC1 e

o grupo 2 formado pelas amostras A, E e F (Silvestre, Bracatinga e Eucalipto) que se localizaram no quadrante negativo do PC1. Pode-se considerar que a dispersão da amostra H (Marmeleiro) foi a que teve o menor índice de preferência e as demais amostras, tiveram a preferência dividida em relação ao atributo aparência.

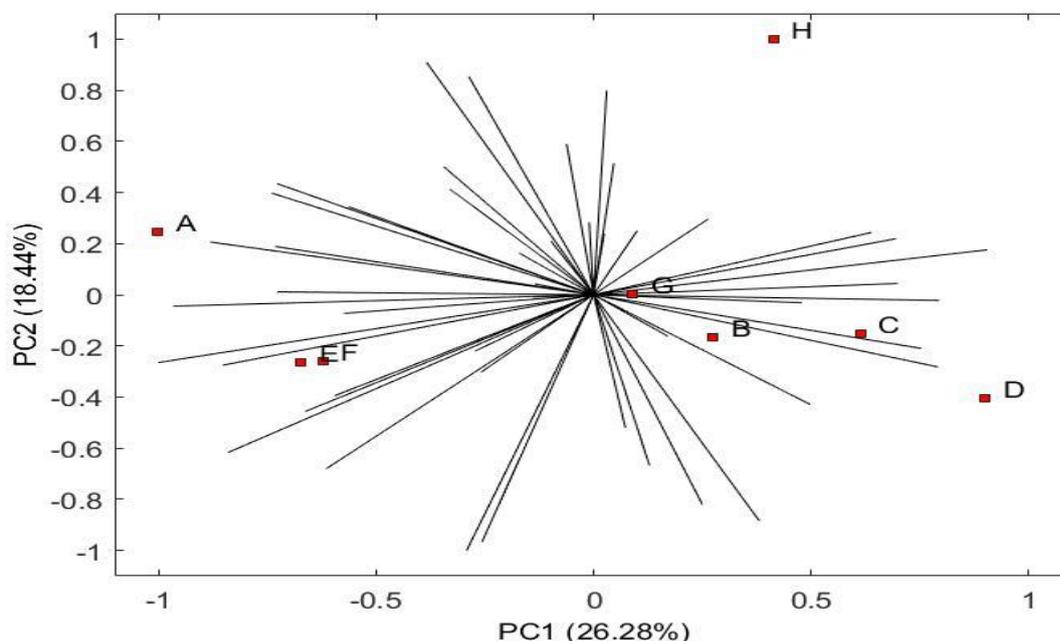


Figura 2 – Mapa de preferência referente ao atributo aparência das amostras de méis
 Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto; G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro.

Na Figura 3 está representado o mapa de preferência referente ao atributo aroma. O componente principal 1 (PC1) explicou 25,88% da variabilidade entre as floradas e o componente principal 2 (PC2) explicou 19,13%. Juntos, somam-se 45,01% da variabilidade explicada. Houve uma dispersão da amostra E (Bracatinga) e formação de mais 3 grupos distintos. O grupo 1 foi formado pelas amostras A e H (Silvestre e Marmeleiro), que se agruparam no quadrante negativo do PC1, o grupo 2 formado pelas amostras F e G (Eucalipto e Assa-Peixe) que se localizaram também no quadrante negativo do PC1 e o grupo 3 formado pelas amostras B,C e D (Laranjeira, Velame e Cipó-Uva) localizadas no quadrante positivo de PC1. A dispersão das amostras na representação gráfica indica a formação de quatro grupos distintos, houve uma maior concentração dos vetores em relação às

amostras A e H (Silvestre e Marmeleiro) sendo esses os mais preferidos em relação ao aroma e preferência dividida entre as outras amostras.

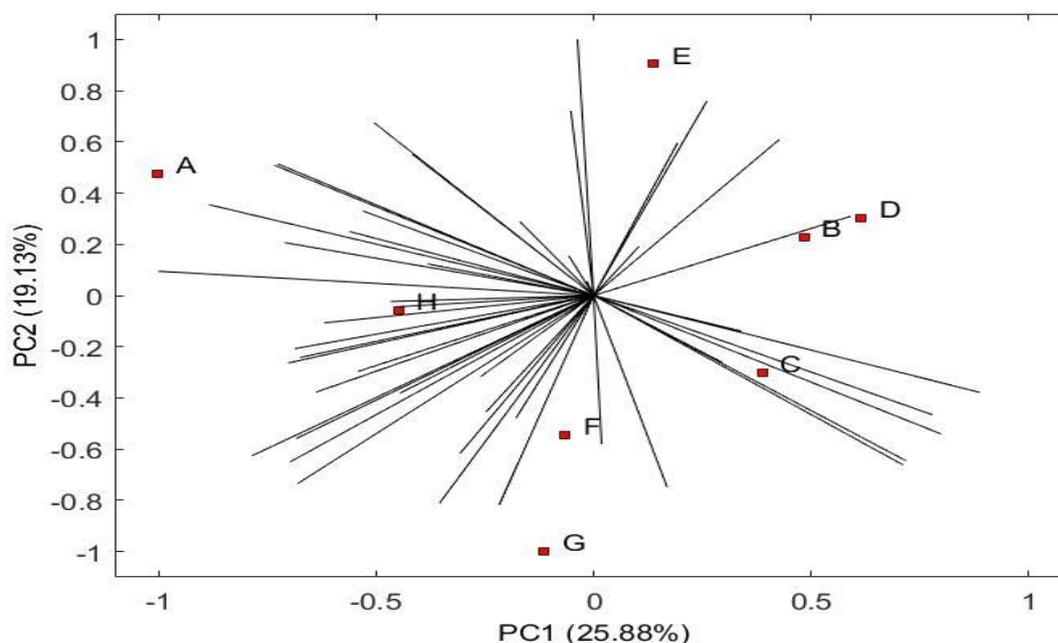


Figura 3 – Mapa de preferência referente ao atributo aroma das amostras de méis. Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto; G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro.

Na Figura 4 está representado o mapa de preferência referente ao atributo coloração. O componente principal 1 (PC1) explicou 29,87% da variabilidade e o componente principal 2 (PC2) explicou 17,84% entre as floradas. Juntos, somam-se 47,71%. Houve uma dispersão da amostra H (Marmeleiro) e formação de mais 2 grupos. O grupo 1 formado pelas amostras A, E e F (Silvestre, Bracatinga e Eucalipto) que se situaram no quadrante negativo de PC1 e o grupo 2 formado pelas amostras B, C, D e G (Laranjeira, Velame, Cipó-Uva e Assa-Peixe) no quadrante positivo de PC1. A dispersão dos vetores pode indicar que houve uma preferência bem dividida no atributo coloração em as amostras sendo a amostra A (Silvestre) a que teve o maior número de vetores apontados em sua direção indicando a preferência por essa florada.

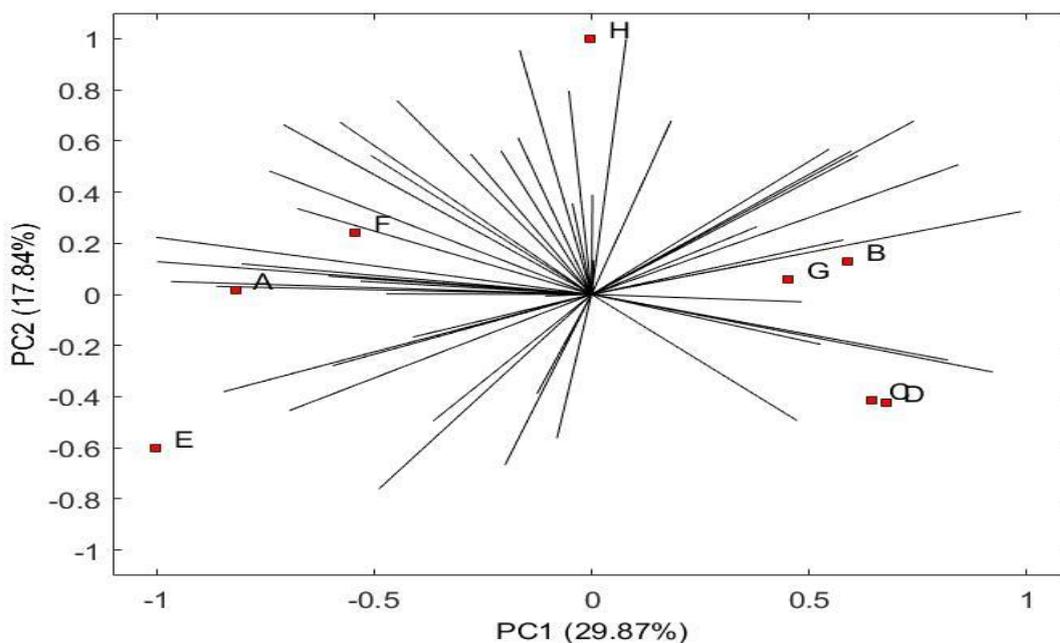


Figura 4 – Mapa de preferência referente ao atributo coloração das amostras de méis.

Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto; G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro.

Na Figura 5 está representado o mapa de preferência referente ao atributo sabor. O componente principal 1 (PC1) explicou 25,25% da variabilidade entre as floradas e o componente principal 2 (PC2) explicou 22,69%. Juntos, somam-se 47,94%. Nota-se que a concentração dos vetores está oposta as amostras B, E, G e H (Laranjeira, Bracatinga, Assa-Peixe e Marmeleiro), indicando que essas amostras foram as que alcançaram os menores índices de preferência para o atributo sabor, em relação às amostras A, C, D e F sendo que as amostras A e C foram as que tiveram a maioria dos vetores direcionados a elas, sendo as mais preferidas para esse atributo.

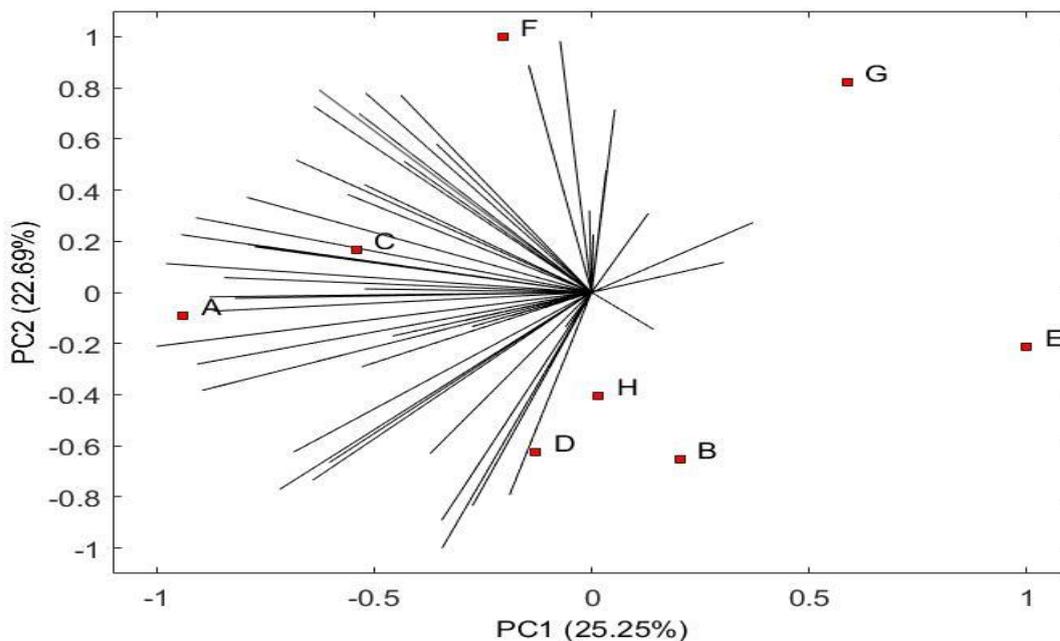


Figura 5 – Mapa de preferência referente ao atributo sabor das amostras de méis.
 Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto;
 G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro.

Na Figura 6 está representado o mapa de preferência referente ao atributo textura. O componente principal 1 (PC1) explicou 29,67% da variabilidade entre as floradas e o componente principal 2 (PC2) explicou 18,95%. Juntos, somam-se 48,62%. Nota-se que há uma dispersão da amostra H (Marmeleiro) e formação de mais 3 grupos distintos. O grupo 1 formado pelas amostras A e E (Silvestre e Bracatinga) situadas no quadrante negativo de PC1, o grupo 2 formado pelas amostras C, F e G (Velame, Eucalipto e Assa-Peixe) também situadas no quadrante negativo de PC1 e o grupo 3 formado pelas amostras B e D (Laranjeira e Cipó-Uva) situadas no quadrante negativo de PC2. Houve uma maior concentração dos vetores em relação ao grupo 2 (amostras C, F e G) indicando que essas amostras foram as mais preferidas para o atributo textura.

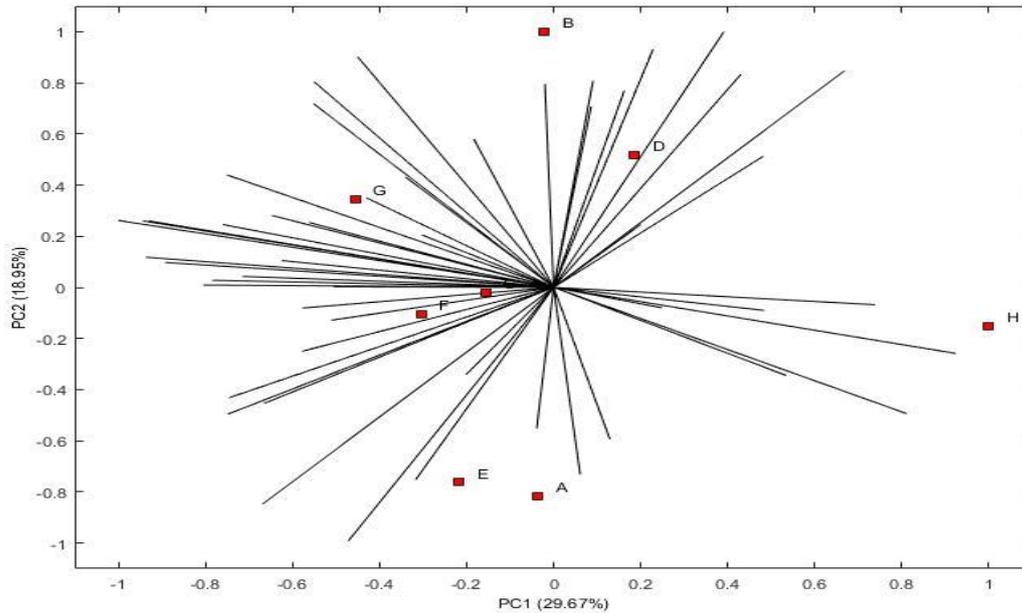


Figura 6 – Mapa de preferência referente à textura das amostras de méis.
 Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto; G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro

Na Figura 7 está representada o mapa de preferência referente a impressão global. O componente principal 1 (PC1) explicou 23,87% da variabilidade entre as floradas e o componente principal 2 (PC2) explicou 20,69%. Juntos, somam-se 44,56%. Novamente houve dispersão de algumas amostras A, F e G (Silvestre, Eucalipto e Assa-Peixe) e formação de mais 2 grupos. O grupo 1 representado pelas amostras C e E (Velame e Bracatinga) situadas no quadrante negativo de PC2 e o grupo 2 formado pelas amostras B, D e H (Laranjeira, Cipó-Uva e Marmeleiro) situadas no quadrante positivo de PC1. As amostras A e F, foram as que tiveram grande parte dos vetores direcionadas a elas, sugerindo que elas tiveram maior preferência em relação a impressão global. Em relação às outras amostras, com o não houve uma concentração de vetores, considera-se que a preferência entre elas ficou dividida.

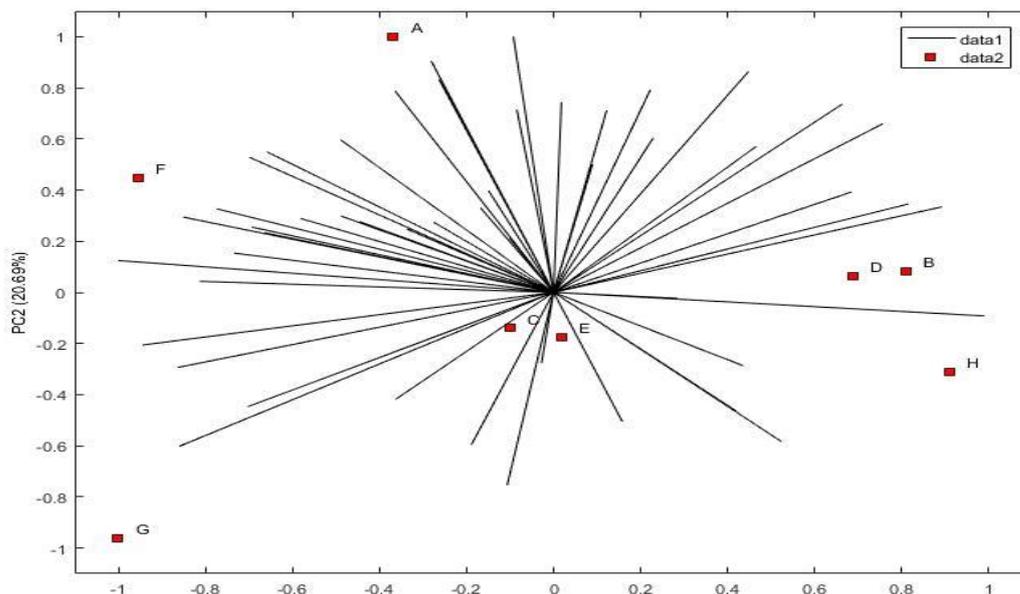


Figura 7 – Mapa de preferência referente a impressão global das amostras de mel. Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto; G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro.

3.4 CATA (Check all that apply)

A Figura 8 é uma projeção dos resultados obtidos na análise de componentes principais (ACP) para as amostras de mel, baseada nos dados de aceitação e dos atributos avaliados na metodologia CATA. Neste mapa foi utilizado o modelo vetorial, com um coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,9901. O primeiro componente principal explicou 48,16% das variações da aceitação entre as floradas, enquanto o segundo explicou 22,64%. Os dois componentes principais explicaram 70,80% dos dados de aceitação e foram suficientes para discriminar as amostras quanto a aceitação. A dispersão de algumas amostras mostra a formação de três grupos distintos. O primeiro grupo foi constituído pelas amostras B, E e F (Laranjeira, Bracatinga e Eucalipto). O segundo grupo constituído pela amostra A e H (Silvestre e Marmeleiro) e um terceiro grupo, constituído pelas amostras C, D e G (Velame, Cipó-Uva e Assa-Peixe). Neste tipo de representação gráfica, as amostras se localizam próximas dos atributos que os consumidores identificaram nas mesmas. Logo, a amostra A (Silvestre) recebeu como principais atributos de aroma

“característico de mel” (ACA), sabores “característico de mel” (SCA) e “natural” (NAT), textura “fluida” (FLU). A amostra B (Laranjeira), obteve como principais características o aroma “aromático” (ARO), o sabor “floral” (FLO) e a textura “elástica” (ELA). A amostra C (Velame) recebeu como atributo de aroma “agradável” (AGR). A amostra D (Cipó-Uva) recebeu como principais atributos de aparência “translúcida” (TRA) e “brilhosa” (BRI), sabor “doce” (DOC), coloração “âmbar” (AMB) e “marrom claro” (MCL). As amostras F, G e H foram consideradas mais “viscosas” (VIS).

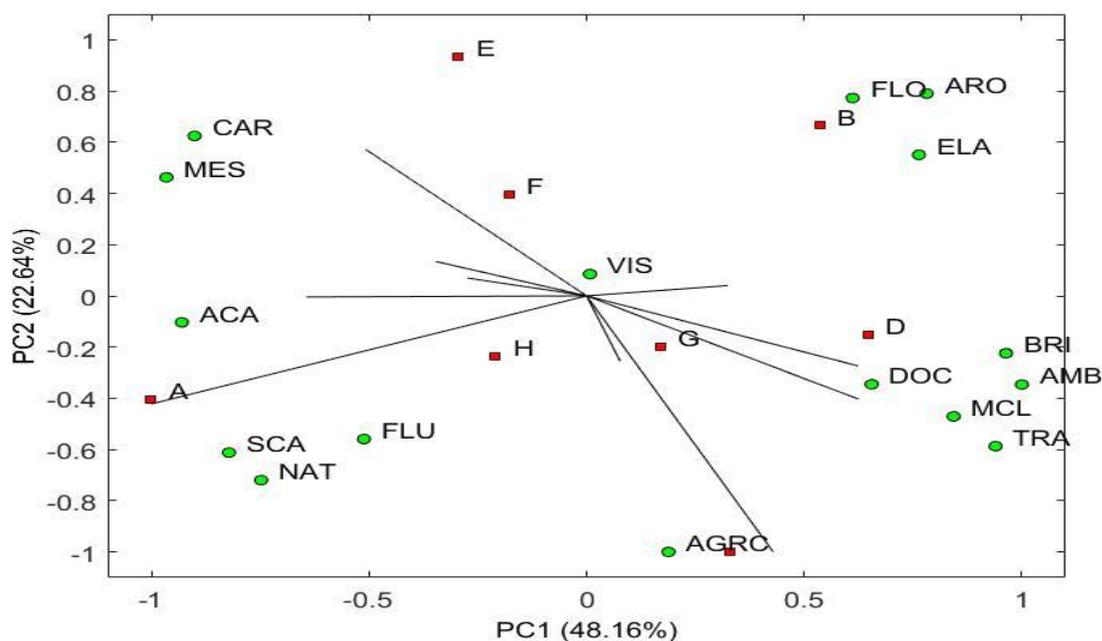


Figura 8 – Mapa de preferência externa da aceitação das amostras de mel
 Legenda: A) Silvestre; B) Laranjeira; C) Velame; D) Cipó-Uva; E) Bracatinga; F) Eucalipto; G) Assa-Peixe; H) Marmeleiro; BRI) Brilhosa; CAR) Caramelada; TRA) Translúcida; AGRO) Agradável; ARO) Aromático; ACA) Aroma característico; DOC) Doce; FLO) Floral; NAT) Natural; SCA) Sabor característico; AMB) âmbar; MES) Marrom escuro; MCL) Marrom claro; ELA) Elástica; FLU) Fluida; VIS) Viscosa;

4 CONCLUSÃO

A análise sensorial demonstrou que o mel é um produto pouco apreciado pelo painel sensorial deste estudo. Apenas 18% dos provadores consomem mel pelo

menos uma vez por semana. O mel está disponível comercialmente, mas ainda é um produto caro, o que provavelmente tem influência no baixo consumo. A grande variedade de floradas ainda é desconhecida pelo painel que apontou a preferência dividida entre as floradas pelos atributos aqui testados. A florada Silvestre foi a que obteve as maiores notas no teste de aceitação por escala hedônica. Em todos os Mapas de Preferência Interno apresentados é possível observar que a preferência quanto a cada atributo ficou bem dividida entre as amostras. Houve preferência no atributo sabor para as amostras A e C (Silvestre e Velame), no atributo textura para as amostras C, F e G (Velame, Eucalipto e Assa-Peixe), no atributo aroma as amostras preferidas foram A e H (Silvestre e Marmeleiro), no atributo aparência a preferência foi dividida entre as amostras sendo a amostra H (Marmeleiro) a que teve o menor número de vetores direcionados a ela, no atributo coloração a amostra preferida foi a amostra A (Silvestre) e no atributo impressão global as amostras A e F (Silvestre e Eucalipto) foram as que tiveram a maior preferência pelos provadores. Essas duas floradas, são as mais produzidas, comercializadas e consumidas em Minas Gerais. Esse resultado confirma a informação de que o painel preferiu méis de cores mais escuras e com maiores texturas. Isso corrobora com as informações de que méis mais escuros possuem uma correlação alta e positiva para os parâmetros cinza, condutividade e pH e que estão diretamente relacionados com uma maior viscosidade. No teste CATA, a discriminação das amostras quanto a aceitação em relação aos atributos, demonstrou que a florada Silvestre foi selecionada pelas características ACA “aroma característico”, SCA “sabor característico”, NAT “natural” e FLU “fluida”.

5 CONCLUSÃO GERAL / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é o primeiro trabalho em que foi feita a caracterização de méis, com oito floradas diferentes coletados em seis mesorregiões de Minas Gerais.

Conclui-se que dentre as quarenta e oito (48) amostras avaliadas, apenas a amostra da florada Assa-Peixe da mesorregião Central, não se encontra de acordo com a legislação para o parâmetro físico-químico sacarose. Essa amostra apresentou valor superior ao permitido que é de no máximo 6g/100g. Provavelmente

esse valor superior pode ter sido causado pela coleta prematura do mel antes de ter ocorrido a completa inversão dos açúcares pela adição das enzimas glicose-oxidase. Excetuando essa amostra, todas estavam dentro dos padrões de qualidade e identidade do mel exigido pela legislação vigente.

A análise reológica foi uma ferramenta muito útil na caracterização dos méis, podendo ser indicado como metodologia de caracterização de diferentes floradas já que alguns méis possuem viscosidades bem distintas. Os valores de viscosidade aparente adquiridos pela tensão de cisalhamento e taxa de deformação, se ajustaram satisfatoriamente ao modelo de Ostwald-de-Waele. A viscosidade aparente de todos os méis a 30°C diminuiu com aumento da taxa de cisalhamento caracterizando os méis como fluídos Não-Newtonianos e com comportamento pseudoplástico. A legislação vigente (BRASIL, 2000) não exige esse tipo de análise em seus padrões de identidade e qualidade.

A análise por CLAE dos carboidratos revelou que todas as floradas de mel possuíam açúcares redutores em maiores quantidades do que os açúcares não redutores. A frutose foi o carboidrato encontrado em maior quantidade seguido pela glicose e pequenas quantidades de sacarose. Essa análise também indicou que nenhuma das amostras possuía adulteração por xarope de glicose e se mostrou uma boa ferramenta para quantificação e identificação de adulterações em mel.

A análise por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier utilizando o módulo de ATR mostrou ser uma boa metodologia para avaliação de carboidratos em mel. Ela também pode ser usada para quantificação dos carboidratos presentes e ser aplicada no controle de qualidade para análises de rotina do mel. Além disso, é uma técnica rápida, não destrutiva e utiliza pouca amostra.

A análise sensorial demonstrou que o mel é um produto pouco apreciado pelo painel sensorial deste estudo. Apenas 18% dos provadores consomem mel pelo menos uma vez por semana. O mel está disponível comercialmente, mas ainda é um produto caro, o que provavelmente tem influência no baixo consumo. A grande variedade de floradas ainda é desconhecida pelo painel que apontou a preferência dividida entre as floradas pelos atributos aqui testados. A florada Silvestre foi a que obteve as maiores notas no teste de aceitação por escala hedônica e no teste de Mapa de Preferência houve uma preferência para as floradas Silvestre e Velame foram as preferidas pelo sabor. Eucalipto, Assa-Peixe e Velame foram preferidos

pela sua textura. Silvestre, Marmeleiro e Velame pelo aroma. Assa-Peixe pela sua aparência. Silvestre pela sua coloração. Eucalipto e Silvestre tiveram a maior preferência no atributo impressão global, sendo essas duas floradas, as mais consumidas em Minas Gerais. Esse resultado confirma a informação de que o painel preferiu méis de cores mais escuras e com maiores texturas. Isso corrobora com as informações de que méis mais escuros possuem uma correlação alta e positiva para os parâmetros cinza, condutividade e pH e que estão diretamente relacionados com uma maior viscosidade. No teste CATA, a discriminação das amostras quanto a aceitação em relação aos atributos, demonstrou que a florada Silvestre foi selecionada pelas características ACA “aroma característico”, SCA “sabor característico”, NAT “natural” e FLU “fluida”.

Foram observadas diferenças significativas entre as amostras de mel em relação aos parâmetros físico-químicos. A utilização das análises de componentes principais permite concluir que alguns parâmetros físico-químicos avaliados, foram suficientes para alcançar a discriminação das oito floradas em relação às seis mesorregiões de Minas Gerais porque alguns méis são muito parecidos, os limites inferior e superior no qual a legislação vigente, BRASIL (2000), permite para cada análise, deixa os envasadores a vontade para rotularem o mel com a florada que a se condiz melhor. Estes resultados sugerem que a aplicação dos parâmetros físico-químicos é uma ferramenta útil para caracterizar os diferentes tipos de mel desde que se tenham valores específicos estabelecidos para cada florada.

Sugerimos para continuidade desse trabalho, a execução de análises melissopalinológicas que buscam identificar e quantificar os grãos de pólen presentes no mel, permitindo conhecer se a espécie botânica identificada no rótulo do produto é a mesma que está sendo comercializada, a utilização de técnicas baseadas em grandezas físicas como reatância, condutância, capacitância através de EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) para tentar discriminar méis em relação a sua florada e execução análises de minerais para verificar qual mineral tem maior influência na coloração dos méis.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARES, G.; DELIZA, R.; BARREIRO, C.; GIMÉNEZ, A.; GAMBARRO. Application of a check-all-that-apply questions to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 67-86, 2010.

ARES, G; S.R. JAEGER. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome, **Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition**, p. 227–245, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº196, de 10 de outubro de 1996. Aprova Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1996.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. **Diário Oficial da União**, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.

CADENA, R. S., CRUZ, A. G., FARIA, J. A. F., BOLINI, H. M.A. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.4842–4850, 2012.

DA SILVA, P. M.. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. **Food Chemistry**, v. 196, p. 309-323, 2016.

EL SOHAIMY, S. A.; MASRY, S. H. D.; SHEHATA, M. G. Physicochemical characteristics of honey from different origins. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n. 2, p. 279-287, 2015.

FEDERAÇÃO MINEIRA DE APICULTURA, FEMAP. **Estatuto da Federação Mineira de Apicultura**. 30 de junho de 2011. Disponível em: <http://femapmg.com.br/site/categorias/noticias>. Acesso em: 16 de abril de 2015.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, IEF. **Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais**, ed.2, 2008. 1 CD.ROM.

GAMBARO, A.; ARES, G.; GIMENEZ, A. N. A.; PAHOR, S.; Preference mapping of colour of Uruguayan honeys. **Journal of Sensory Studies**, v.22, p. 507-519, 2007.

GONZALEZ, N. J., ADHIKARI, K., SANCHO-MADRIZ, M. F. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. **LWT — Food Science and Technology**, v.44, p.158–163, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Perfil da Pecuária Municipal**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/default_xls_perfil.shtm
. Acesso em: 16 de julho de 2016.

KADRI, S. M. et al. Characterization of Coffea arabica monofloral honey from Espírito Santo, Brazil. **Food Chemistry**, v. 203, p. 252-257, 2016.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudo com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV. 2013. 225 p.

NUNES, C.A. PINHEIRO, A.C.M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance testes by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n.2, p.167-174, Jan 2011.

NUNES, C.A.; PINHEIRO, A.C.M. **SensoMaker**, Version 1.9. Universidade Federal de Lavras (UFLA). 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS, SEAPAS, Subsecretaria do Agronegócio, **Agrodados, relatório da pecuária 2015**. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/2014-09-23-01-07-23/relatorios/pecuaria>. Acesso em: 30 de janeiro de 2016.

SODRÉ, G. S.; CARVALHO, C. A. L.; FONSECA, A. A. O.; ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; Perfil sensorial e aceitabilidade de méis de abelhas sem ferrão submetidos a processos de conservação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, V.28, p. 72-77, 2008.

TORNUK, F., KARAMAN, S., OZTURK, I., TOKER, O. S., TASTEMUR, B., SAGDIC, O., ET AL., Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. **Industrial Crops and Products**, v.46, p.124–131, 2013.

TUBEROSO, C. I. G.; JERKOVIC, I.; SARAIS, G.; CONGIU, F.; MARIJANOVIC, Z.; KUS, P. M.; Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L**Cab***h*(*ab*) chromaticity coordinates. **Food Chemistry**, v.145, p. 284-291, 2014.

VARELA, P.; ARES, G.; GIMENEZ, A.; GAMBARO, A. Influence of brand information on consumers' expectations and liking of powdered drinks in central location tests. **Food Quality and Preference**, v.21, p.873–880, 2010.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; ZALDIVAR-CRUZ, J.; KURI, V.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; CARBONELL-BARRACHINA, A. A.; PEREZ-ALVAREZ, J. A.; Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 6, p. 1111-1118, 2010.

ZENEBON, O.; PASCUCT, N.S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. Ed., p. 137. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

7 APÊNDICE

7.1 APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa "Caracterização de méis por floradas e regiões de Minas Gerais". Sendo assim, este estudo propõe avaliar as características físico-químicas e sensoriais de diferentes floradas e regiões deste produto. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é que as mudanças de hábito de consumo por parte da população e a procura por alimentos naturais e que trazem benefícios para a saúde, fez com que os produtos apícolas tivessem um aumento considerável de produção. Caracterizar os méis comercializados em Minas Gerais com base em suas propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais pode ser uma alternativa para confirmação de possíveis adulterações que o mel possa sofrer durante seu processamento e armazenamento. Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): serão utilizadas amostras de oito diferentes méis produzidos no Estado de Minas Gerais adquiridas em comércios locais. Para a análise sensorial as amostras serão apresentadas na temperatura ambiente. A avaliação sensorial será realizada por 50 julgadores não treinados, utilizando-se escala hedônica não estruturada de nove pontos, variando de "gostei extremamente" a "desgostei extremamente". Será aplicada ainda a metodologia CATA (check all that apply), que consiste numa lista de palavras ou frases na qual os respondentes serão convidados a selecionar todas as palavras que considerem apropriadas para descrever o produto. As amostras serão codificadas com três dígitos e servidas de forma aleatória, sob luz branca. Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador. O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Como se trata de mel caso você tenha diabetes não deverá participar da pesquisa. Entretanto, a porção ingerida será de, aproximadamente, 10 g por amostra, o que provavelmente não acarretará em danos severos à saúde do consumidor/julgador. Você terá direito de indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Portanto, serão excluídos deste estudo aqueles indivíduos que tiverem problema de saúde relacionado ao consumo do produto, bem como aqueles que não queiram participar por algum motivo e serão incluídos os indivíduos sadios e que queiram participar voluntariamente da pesquisa. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_____ de _____ de 20_____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:
<http://www.sistemas.ifsudestemg.edu.br/pesquisa/ acesso/home.php?centro=../comiteetica/comiteetica.php>
CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – IF SUDESTE MG
AV. LUZ INTERIOR, 360-BAIRRO ESTRELA SUL - JUIZ DE FORA (MG) - CEP: 36030-776
FONE: (32) 3257-4113 / E-MAIL: etica_pesquisa@ifsudestemg.edu.br
PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: MAURÍCIO HENRIQUES LOUZADA SILVA
ENDEREÇO: AV DR JOSÉ SEBASTIÃO DA PAIXÃO, S/N – BAIRRO LINDO VALE - RIO POMBA (MG) – CEP: 36180-000
FONE: (32) 3571-5767 / E-MAIL: MAURICIO.LOUZADA@IFSUDESTEMG.EDU.BR

8 ANEXO

8.1 ANEXO A - Ficha de avaliação sensorial com escala hedônica e termos cata aplicada na caracterização dos méis coletados em seis mesorregiões de Minas Gerais.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

SEXO: FEMININO MASCULINO

FAIXA ETÁRIA: 14 a 17 anos 18 a 25 anos 26 a 35 anos
 36 a 45 anos mais que 45 anos

OCUPAÇÃO:

TÉCNICO GRADUAÇÃO MESTRADO TAE DOCENTE
 OUTRO: _____

GOSTA DE MEL? SIM NÃO

FREQUÊNCIA DE CONSUMO DE MEL:

PELO MENOS 2 VEZES POR SEMANA
 PELO MENOS 1 VEZ POR SEMANA
 PELO MENOS 1 VEZ POR MÊS
 CERCA DE 2 VEZES POR ANO
 CERCA DE 1 VEZ POR ANO

POR FAVOR, AVALIE E INDIQUE, UTILIZANDO A ESCALA ABAIXO, O QUANTO VOCÊ GOSTOU OU DESGOSTOU DA APARÊNCIA, DO AROMA, DO SABOR, DA TEXTURA, DA COLORAÇÃO E DA IMPRESSÃO GLOBAL DAS AMOSTRAS. DEPOIS ASSINALE OS TERMOS QUE DESCREVAM AS CARACTERÍSTICAS APROPRIADAS PARA A AMOSTRA AVALIADA.

9 – gostei extremamente
 8 – gostei muito
 7 – gostei moderadamente
 6 – gostei ligeiramente
 5 – indiferente
 4 – desgostei ligeiramente
 3 – desgostei moderadamente
 2 – desgostei muito
 1 – desgostei extremamente

AMOSTRA: _____

APARÊNCIA:	AROMA:	SABOR:	COLORAÇÃO:	TEXTURA:	IMPRESSÃO GLOBAL:
<input type="checkbox"/> Brilhosa	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> Âmbar	<input type="checkbox"/> Elástica	_____
<input type="checkbox"/> Caramelada	<input type="checkbox"/> Aromático	<input type="checkbox"/> Floral	<input type="checkbox"/> Marrom claro	<input type="checkbox"/> Fluida	
<input type="checkbox"/> Translúcida	<input type="checkbox"/> Característico de mel	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Marrom escuro	<input type="checkbox"/> Viscosa	
		<input type="checkbox"/> Característico de mel			