

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

**ROSA FUKUMI MICHITA REZENDE
TÁBITA VEIGA DIAS RODRIGUES**

**CARACTERIZAÇÃO DO MEL E HIDROMEL PRODUZIDO VISANDO A
PRODUÇÃO DE VINAGRE DE MEL**

**Bagé
2015**

**ROSA FUKUMI MICHITA REZENDE
TÁBITA VEIGA DIAS RODRIGUES**

**CARACTERIZAÇÃO DO MEL E HIDROMEL PRODUZIDO VISANDO A
PRODUÇÃO DE VINAGRE DE MEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Miriane Lucas de Azevedo

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Fernanda Germano Alves Gautério.

**Bagé
2015**

1 **ROSA FUKUMI MICHITA REZENDE**
2 **TÁBITA VEIGA DIAS RODRIGUES**

3
4
5
6
7
8
9 **CARACTERIZAÇÃO DO MEL E HIDROMEL PRODUZIDO VISANDO A**
10 **PRODUÇÃO DE VINAGRE DE MEL**

11
12
13
14
15 **Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da**
16 **Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de**
17 **Bacharel em Engenharia de Alimentos.**

18
19
20
21
22
23 **Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 20 de julho de 2015.**

24
25 **Banca examinadora:**

26
27
28
29

Prof^ª. Dr^ª. Miriane Lucas Azevedo
30 **Orientador**

31 **UNIPAMPA – Campus Bagé**

32
33
34

Prof^ª. Dr^ª. Fernanda Germano Alves Gautério
35 **Co-orientador**

36 **UNIPAMPA – Campus Bagé**

37
38
39

Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Manera
40 **UNIPAMPA – Campus Bagé**

41
42
43

Prof^ª. Dr^ª. Caroline Costa Moraes
44 **UNIPAMPA – Campus Bagé**

45
46
47

Prof. Dr. Paulo Fernando Duarte Filho
48 **UNIPAMPA – Campus Bagé**

49
50
51

AGRADECIMENTOS

52

53

54 *De Rosa Fukumi Michita Rezende:*

55

56 Agradeço primeiramente a minha mãe Masae, por ter me ensinado que todo
57 aprendizado é sempre válido e nunca é demais, e que devemos sempre estar abertos ao
58 conhecimento, sem nunca esquecer a humildade e a gratidão.

59 A meu esposo Rodrigo, companheiro de vida, pela paciência e compreensão, por todas
60 as vezes que não pude estar presente na vida diária da família e principalmente dos momentos
61 no campo do qual tanto apreciamos.

62 Aos meus filhos Igor e Vitor, obrigado pela paciência e por serem meu grande
63 incentivo de viver e de querer deixar um exemplo de persistência para que nunca desistam de
64 sonhar e realizar, sempre com dedicação e responsabilidade.

65 A minha parceira de TCC Tábita Veiga, pela paciência, compreensão e amizade, e
66 também por sonhar e realizar com alegria todos os passos para que nosso objetivo fosse
67 alcançado neste projeto que terá continuidade no futuro com certeza.

68

69 *De Tábita Veiga Dias Rodrigues:*

70

71 Agradeço, primeiramente a Deus.

72 A minha mãe, Angela Maria, por ter sempre uma palavra de carinho e conforto nos
73 momentos mais difíceis e por sempre acreditar no meu potencial.

74 Aos meus avós, Aracy e Nativo, por estarem sempre me incentivando e torcendo pela
75 minha vitória.

76 Aos meus irmãos, Taiana e Calebe, pela paciência comigo nos momentos estressantes
77 do curso e também por estarem sempre ao meu lado independente das circunstâncias.

78 As minhas colegas, Júlia Gonçalves e Bruna Antunes, por fazerem parte da minha
79 graduação e principalmente pelos momentos compartilhados “naquelas disciplinas” que vocês
80 bem sabem.....

81 E não posso esquecer aquela pessoa que me aguentou nas longas horas de estudo e
82 dedicação para a realização deste trabalho, minha querida amiga Rosa.

83

84

85

86

87 *Da dupla:*

88

89 A professora Roberta Santos, por partilhar de forma tão espontânea, seus
90 conhecimentos, muito obrigada!

91 A nossas queridas orientadoras, Miriane Azevedo, Fernanda Gautério, pelo apoio e
92 direcionamento do trabalho, obrigada!

93 Professores Ana Paula Manera, Andressa Jacques, Caroline Moraes, Estevã Martins,
94 Paulo Duarte, Valéria Crexi, Catarina Moura, Elisangela Oliveira por todo conhecimento e
95 incentivo transmitido ao longo de toda graduação.

96 Aos técnicos de laboratório de engenharia de alimentos, Candice, Cassio, Ana,
97 Mariana e João.

98 Ao Luciano e a Marília do laboratório de microbiologia.

99 Ao técnico Bruno Jacobs, professoras Suziane Jacobs e Renata Zocche, que
100 gentilmente disponibilizaram o laboratório de enologia.

101 Ao nosso querido amigo Erick Soares, por ter nos incentivado e auxiliado na primeira
102 etapa deste projeto.

103 A todas as pessoas que de forma direta ou indireta, pais, avós, amigos, colegas, que
104 nos ajudaram a chegar ao final desta empreitada cansativa, porém gratificante.

105

106

107

A todos nossos sinceros agradecimentos!

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180

“A vida de uma pessoa pode ser avaliada pela totalidade de suas realizações. Se lutarmos dando passos vigorosos e firmes ao longo do caminho escolhido, sempre atingiremos a vitória final”.

Daisaku Ikeda

RESUMO

181
182
183 O mel, substância açucarada natural produzida pelas abelhas, da espécie *Apis mellífera*, é o
184 único produto com poder adoçante que pode ser destinado para consumo direto e/ou
185 armazenado como tal e servindo de matéria-prima para vários produtos alimentícios. O mel
186 tem importância relevante dentro de todos os produtos primários produzidos e que colaboram
187 para o crescimento do agronegócio no município de Bagé. Praticamente todo o mel produzido
188 na cidade de Bagé e municípios vizinhos, é comercializado *in natura* o que impossibilita a
189 agregação de valor a este produto tão nobre. Parte deste mel é originada de regiões providas
190 de matas nativas, além de vegetação comum característica da região do pampa gaúcho, o que
191 confere ao mel a coloração mais escura. Este mel não oferece valorização comercial, a
192 exemplo do mel claro. Em vista disso, como possibilidade de criar alternativas para beneficiar
193 a cadeia produtiva do mel, este trabalho teve como objetivo caracterizar o mel escuro,
194 produzir e caracterizar o fermentado alcoólico do mel e em sequência efetuar a fermentação
195 acética do hidromel para obtenção do vinagre de mel. As análises de caracterização do mel
196 englobaram as exigidas pela legislação sendo elas, umidade, açúcares redutores, sacarose
197 aparente, sólidos insolúveis, minerais, acidez, índice de diástase e hidroximetilfurfural. Todos
198 os valores encontrados estavam em conformidade com a legislação brasileira. Foram
199 realizadas ainda análises complementares de coloração do mel, concentração de sólidos
200 solúveis, classificação de origem e potencial antioxidante. De acordo com estas análises a
201 amostra de mel foi classificada como mel de melato ou mistura (melato e floral), coloração
202 âmbar escura, concentração de sólidos solúveis de 78,7°Brix e potencial antioxidante de
203 12,19%. A fermentação alcoólica foi realizada em temperatura controlada de 25°C, com e sem
204 agitação do mosto, onde foi avaliado o comportamento de duas leveduras enológicas
205 Zymaflore X5 e X10. Para a fermentação alcoólica a levedura que apresentou melhor
206 desempenho em termos de grau alcoólico e rendimento foi a levedura enológica, destinada a
207 vinificação de vinhos tintos (X10) que obteve 12,56°GL e rendimento de 98% já a utilizada
208 para vinhos brancos (X5) foi de 11,54°GL e 84,57% . Sendo assim, o hidromel resultante da
209 fermentação com a levedura X10 foi utilizado como matéria-prima para fermentação acética.
210 A produção de vinagre de mel foi realizada por dois métodos, o rápido e o lento. Pelo método
211 rápido obteve-se um vinagre em 13 dias com teor de acidez de 6,43g.L⁻¹. Para o método lento,
212 o vinagre de mel com acidez de 4,57 g.L⁻¹ foi obtido em 21 dias .

213

214 Palavras-Chave: *Apis mellífera*, fermentação alcoólica, fermentação acética

215

ABSTRACT

216

217

218 The honey, a natural sugar substance, produced by the bees from the specie *Apis mellifera*, it
219 is the single product including a sweetener power, which can be destined for direct
220 consumption and/or stocked as such and utilized as raw material for several nutritious
221 products. The honey has pertinent importance among all the primary products produced and
222 which collaborate with the growth of agro-business in the city of Bagé. Less than the totality
223 of the honey produced at the city of Bagé, plus neighboring municipalities, it is
224 commercialized *in natura* which restrains aggregation from the valor towards this fine
225 product. Part of this honey is originally from regions presenting native forest, as well as
226 common ordinary vegetation featured from the pampa gaucho region, providing the honey a
227 darker coloration. This honey does not offer commercial value, such as the lighter honey. For
228 that reason, as a possibility to create new alternatives to benefit the honey productive chain,
229 this paper aims to characterize the honey, produce and characterize the honey alcoholic
230 fermented and consequently develop the acetic fermentation of the mead on the way to obtain
231 the honey vinegar. The honey characterization analysis included those required by the
232 legislation, as moisture, reducing sugars, apparent sucrose, insoluble solids, minerals, acidity,
233 diastase index and hidroximetilfurfural. Every value founded was in accordance to the
234 Brazilian legislation. As well, it was performed additional analysis of the honey coloration,
235 soluble solids concentration, source and antioxidant potential classification. According to the
236 analyzes, the honey sample was classified as honeydew honey or combination (honeydew
237 and floral), dark amber color, soluble solids concentration of 78.7 ° Brix and antioxidant
238 potential of 12.19%. The alcoholic fermentation was held in controlled temperature of 25°C,
239 with and without agitation of the must, where was assess the behavior of two enological
240 yeasts. For the alcoholic fermentation, the yeast which obtained a better performance in terms
241 of alcoholic concentration and income was the enological yeast, designated for the
242 winemaking of red wines which obtained 12.56 ° GL and 98%, yield relative to that used for
243 white wines that was 11.54°GL and 84.57 %. Therefore, the mead resulted from this
244 fermentation was utilized as raw material for acetic fermentation. The honey vinegar
245 production was performed by two methods, the slow and the fast. By the fast method, it was
246 obtained vinegar in thirteen days with acidity content of 6.43g.L⁻¹. By the slow method, the
247 honey vinegar with acidity content of 4.57 g.L⁻¹ was obtained in twenty-one days.

248

249 Key words: *Apis mellifera*, alcoholic fermentation, acetic fermentation.

250 **LISTA DE FIGURAS**

251	Figura1-Esquema de produção de hidromel.....	34
252	Figura 2- Recipiente usado no processo de Orléans para a produção de vinagre	38
253	Figura 3- Gerador utilizado no processo rápido para a produção de vinagre.....	39
254	Figura 4 - Corte transversal de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com	
255	fermentação acética submersa	40
256	Figura 5 – Amostra de mel	45
257	Figura 6 - Fluxograma de produção de hidromel	53
258	Figura 7 - Retores para produção de hidromel	54
259	Figura 8 - [1] Destilador Gibertini [2]Balança hidrostática	57
260	Figura 9 – Crescimento da bactéria acética “mãe do vinagre” [1] Estágio de formação de fina	
261	película submersa[2] Estágio de formação de película flutuante.	59
262	Figura 10 - Fluxograma de produção do vinagre de mel para método rápido e lento.....	60
263	Figura 11 - Produção de vinagre pelo método lento.....	61
264	Figura 12 - Produção de vinagre pelo método rápido	61
265	Figura 13 – Comportamento da fermentação para levedura X5 e X10 com e sem agitação....	66
266	Figura 14 - Comportamento da acidez volátil na fermentação pelo método rápido e lento....	69
267		

LISTA DE TABELAS

268		
269		
270	Tabela 1- Composição básica do mel.....	17
271	Tabela 2 - Parâmetros de qualidade do mel.....	27
272	Tabela 3 - Concentrações de nutrientes minerais no mosto para adequada fermentação	
273	alcoólica.....	30
274	Tabela 4- Padrões de qualidade do hidromel.....	35
275	Tabela 5 - Parâmetros do fermentado acético de vegetal ou de mel de abelha	43
276	Tabela 6 - Classificação do mel conforme a coloração	50
277	Tabela 7 – Resultados das análises do mel.....	63
278	Tabela 8 – Resultados de teor alcoólico, rendimento, eficiência e produtividade para a	
279	fermentação alcoólica com e sem agitação.....	67
280	Tabela 9 - Resultados das análises do hidromel com levedura X5 e X10 sem agitação	68
281		

SUMÁRIO

282		
283	1	INTRODUÇÃO 14
284	2	CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA 16
285	2.1	Mel..... 16
286	2.1.1	<i>Composição e propriedades físico-químicas</i> 16
287	2.1.1.1	Umidade 17
288	2.1.1.2	Ácidos orgânicos 18
289	2.1.1.3	Minerais..... 19
290	2.1.1.4	Proteínas e aminoácidos 19
291	2.1.1.5	Enzimas 19
292	2.1.1.6	Carboidratos 20
293	2.1.1.7	Hidroximetilfurfural 21
294	2.1.1.8	Cor..... 21
295	2.1.1.9	Pólen..... 22
296	2.1.1.10	Viscosidade 22
297	2.1.2	<i>Microbiota do mel</i> 23
298	2.1.3	<i>Propriedades bioativas do mel</i> 24
299	2.1.3.1	Atividade antioxidante 24
300	2.1.3.2	Atividade antimicrobiana 25
301	2.1.4	<i>Padrões de identidade e qualidade do mel</i> 26
302	2.2	Fermentação 28
303	2.2.1	<i>Fermentação alcoólica</i> 28
304	2.2.2	<i>Fermentação acética</i> 31
305	2.3	Hidromel..... 32
306	2.3.1	<i>Padrões de identidade e qualidade do hidromel</i> 35
307	2.4	Vinagre 36
308	2.4.1	<i>Processos de fabricação</i> 37
309	2.4.2	<i>Benefícios do uso do vinagre</i> 41
310	2.4.3	<i>Tratamento final do vinagre</i> 42

311	2.4.4 Padrões de identidade e qualidade do vinagre de mel	43
312	3 METODOLOGIA	45
313	3.1 Caracterização físico-química do mel	45
314	3.1.1 Umidade	45
315	3.1.2 Açúcares Redutores	46
316	3.1.3 Sacarose Aparente	46
317	3.1.4 Minerais	47
318	3.1.5 Acidez	47
319	3.1.6 Hidroximetilfurfural	48
320	3.1.7 Sólidos insolúveis	49
321	3.1.8 Cor	49
322	3.1.9 pH	50
323	3.1.10 Índice de diástase	50
324	3.1.11 Classificação em mel floral ou de melato	51
325	3.1.12 Determinação de atividade antioxidante	51
326	3.2 Hidromel	52
327	3.2.1 Produção de Hidromel	52
328	3.2.2 Caracterização físico-química do hidromel	55
329	3.2.2.1 Acidez	55
330	3.2.2.1.1 Acidez total	55
331	3.2.2.1.2 Acidez volátil	55
332	3.2.2.2 Minerais	56
333	3.2.2.3 Cloretos totais	56
334	3.2.2.4 Graduação alcoólica e Extrato seco total	56
335	3.2.2.5 Açúcares totais	57
336	3.2.2.6 Determinação de atividade antioxidante	57
337	3.2.3 Rendimento da fermentação alcoólica	58
338	3.2.4 Eficiência da fermentação ($\eta\%$)	58
339	3.2.5 Produtividade volumétrica em etanol	58
340	3.3 Vinagre de mel	59
341	3.3.1 Obtenção da cultura acética	59
342	3.3.2 Produção de vinagre	60
343	3.3.3 Antioxidantes e acidez volátil do vinagre de mel	62
344	3.3.3.1 Determinação de atividade antioxidante	62

345	3.3.3.2 Acidez volátil em ácido acético.....	62
346	4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
347	4.1 Mel.....	63
348	4.2 Hidromel.....	65
349	4.2.1 <i>Rendimento e produtividade da fermentação alcoólica</i>	67
350	4.2.2 <i>Caracterização do Hidromel</i>	68
351	4.3 Vinagre de mel.....	69
352	5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
353	TRABALHOS FUTUROS	72
354	REFERÊNCIAS	73
355		

356 1 INTRODUÇÃO

357

358 A apicultura é uma atividade capaz de impulsionar positivamente a condição
359 socioeconômica de toda a sua cadeia produtiva. Contribui, também, no processo de
360 manutenção e preservação dos ecossistemas envolvidos na área de abrangência onde se
361 encontram os apiários. A cadeia produtiva da apicultura propicia a geração de empregos
362 diretos e indiretos e consequentes fluxos de renda, principalmente para o pequeno produtor,
363 contribuindo para melhoria da qualidade de vida e consequente redução do êxodo rural
364 (EMBRAPA, 2003).

365 Desde a antiguidade o mel já era conhecido, e foi empregado na dieta por muitos
366 anos como o único alimento doce (COSTA, 2007). Sendo este uma substância viscosa,
367 aromática e açucarada obtida da transformação do néctar coletado das flores e/ou exsudatos
368 sacarínicos que as abelhas melíferas produzem (EMBRAPA, 2003).

369 A ação do mel sobre a longevidade humana, segundo Crane (1987), se deve não só à
370 sua alta ação energética, mas especialmente às enzimas, vitaminas e a presença de elementos
371 químicos, importantes para o bom funcionamento do organismo humano. Possui também
372 elementos minerais essenciais, especialmente os oligo-minerais ou micro-elementos (ex.
373 selênio, manganês, zinco, cromo, alumínio), além de proteger o fígado, promovendo a
374 regeneração de suas células, fortalece o sistema nervoso, ajuda a desintoxicar, facilita a
375 digestão, tem propriedades de laxante suave e é eficaz no tratamento das doenças respiratórias
376 atuando como expectorante.

377 Segundo a Associação Brasileira de Exportadores de Mel (ABEMEL), o Brasil
378 ocupa a 11ª posição no que se refere à produção de mel, conforme dados do ano de 2013. No
379 Rio Grande do Sul, de acordo com os dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão
380 Rural (EMATER) fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de
381 2012, a produção do estado chegou a 6.774 toneladas de mel. Já a produção anual do
382 município de Bagé é de aproximadamente 400 toneladas (BAGÉ..., 2013). Entretanto, pode-se
383 dizer que ainda há um grande potencial apícola (flora e clima) não explorado e grande
384 possibilidade de se maximizar a produção, incrementando o agronegócio apícola (ABEMEL,
385 2014). Dentre as possibilidades têm-se os novos produtos derivados do mel como, por
386 exemplo, o vinagre de mel.

387 O vinagre de boa qualidade, incluindo o vinagre de mel, é um dos condimentos mais
388 antigos que tem a capacidade de conferir excelentes características sensoriais, nutritivas e
389 antissépticas aos alimentos e contribuindo também para a digestão. Possui, ainda, várias

390 aplicações domésticas como medicamento, conservante, produto de higiene e limpeza,
391 fungicida, inseticida, entre outros (AQUARONE, et al., 2001). O vinagre de mel é o produto
392 obtido da fermentação acética do hidromel em aerobiose e apresenta aroma de mel (CRANE,
393 1987).

394 O hidromel é uma bebida alcoólica tradicional contendo 8-18% (v/v) de etanol,
395 preparada a partir da fermentação de mel. A taxa de fermentação depende da variedade de
396 mel, da levedura, dos nutrientes presentes e/ou adicionados no mosto e do controle de pH do
397 meio de fermentação (NAVRÁTIL; STURDÍK; GEMEINER, 2001).

398 O município de Bagé tem apresentado uma produção crescente de mel, da mesma
399 forma que o Estado do Rio Grande do Sul. Em vista disto, é relevante encontrar alternativas
400 para que a apicultura se torne uma atividade ainda mais viável, com valorização do mel
401 regional e visando o aproveitamento deste como matéria prima básica para a fabricação de
402 produtos alternativos, tais como hidromel e vinagre de mel. Consequentemente, com o
403 fomento desta cadeia haverá geração de renda para os apicultores, em função do valor que
404 será agregado ao mel (ABEMEL, 2013).

405 Desta forma, este trabalho teve como objetivo principal a produção de hidromel e
406 vinagre de mel, ademais, caracterizou-se o mel e o hidromel produzido, além de avaliar o
407 rendimento da fermentação alcoólica. .

408 2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

409 2.1 Mel

410

411 Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA, 2006) o mel
412 é utilizado como alimento pelo homem desde a pré-história. O mel é um produto que tem
413 variações em suas características de acordo com a localização geográfica onde se encontram
414 as colmeias, tendo relação direta com a qualidade, quantidade e variedade das plantas que
415 florescem e produzem néctar em uma determinada região. Em muitos casos há uma flora que
416 predomina nitidamente em alguns méis, conferindo-lhe características próprias. O sabor, o
417 aroma e a cor do mel variam de acordo com o néctar das flores que a abelha retirou para
418 produzi-lo (IORICH, 1981).

419 De acordo com o Decreto-Lei 11/2000, entende-se por mel a substância açucarada
420 natural produzida pelas abelhas da espécie *Apis mellifera* a partir do néctar de plantas ou das
421 secreções oriundas de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas
422 que ficam sobre partes vivas destas, que as abelhas recolhem, transformam por combinação
423 com substâncias específicas próprias, depositam, desidratam, armazenam e deixam maturar
424 nos favos da colméia (BRASIL, 2000).

425

426 2.1.1 Composição e propriedades físico-químicas

427

428 O mel é uma substância complexa, que apresenta em sua composição principalmente
429 açúcares, dos quais os monossacarídeos (frutose e glicose) somados tem cerca de 70% da
430 composição total e são facilmente assimiláveis. Os dissacarídeos tais como a sacarose, somam
431 ao redor de 10%, e a água, de 17% a 20% (DARRIGOL, 1979; IOIRICH, 1981; CRANE,
432 1987). Outras substâncias estão presentes em pequenas quantidades, tais como, sais minerais,
433 proteínas, vitaminas, ácidos orgânicos, flavonoides, ácidos fenólicos, enzimas e outros fito-
434 químicos (CRANE, 1987; WHITE, 1980).

435 Durante a sua elaboração, o mel sofre interferências de variáveis que não são
436 controlados pelo homem, tais como clima, floração e presença de insetos sugadores entre
437 outros. A composição e as propriedades do mel dependem das fontes vegetais das quais ele é
438 derivado, bem como das condições regionais e climáticas (CONTE et al., 1998; CRANE,
439 1987; IORICH, 1981).

440 A proporção de glicose e frutose presente no mel depende da fonte de néctar, que
441 poderá influenciar no seu *flavour*, já que a frutose é mais doce do que a glicose. O grau de

442 cristalização é maior para a glicose, devido a sua menor solubilidade em água do que a frutose
 443 (WHITE, 1962). O mel pode ser fluido, viscoso, parcialmente ou completamente cristalizado,
 444 variando conforme a sua origem, temperatura e o conteúdo de água presente (DARRIGOL,
 445 1979).

446 Segundo Campos (1987), a composição média do mel pode ser resumida em três
 447 componentes principais: açúcares, água e diversos. Embora pareça ser uma substância
 448 simples, o mel tem em sua composição elementos complexos. A composição básica do mel
 449 se encontra na Tabela 1.

450

451

Tabela 1- Composição básica do mel

Componentes	Valores Médios
Água (%)	17,20±1,46
Frutose (%)	38,19±2,07
Glicose (%)	31,28±3,03
Sacarose (%)	1,31±0,95
Maltose (%)	7,31±2,09
Outros carboidratos (%)	3,10±1,97
Cinzas (%)	0,16±0,15
Nitrogênio (%)	0,04±0,02
Diastase (escala Gothe)	20,80±9,76

452 Fonte: Adaptada de Campos (1987)

453

454 As propriedades do mel são avaliadas através de parâmetros estabelecidos pelo
 455 Ministério de Abastecimento da Pecuária e Agricultura (MAPA) no Decreto-Lei nº 11/2000,
 456 as quais fazem parte o teor de: umidade, açúcares redutores, sacarose, minerais, cinzas,
 457 matérias insolúveis na água, acidez, hidroximetilfurfural (HMF) e o índice diastásico
 458 (BRASIL, 2000).

459

460 **2.1.1.1 Umidade**

461

462 Segundo Park e Antonio (2006) a umidade de um alimento está relacionada com sua
 463 estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar as características do produto durante a
 464 estocagem, embalagem, processamento, sendo também o principal fator para os processos
 465 microbiológicos, como o desenvolvimento de fungos filamentosos, leveduras, bactérias e para
 466 o desenvolvimento de insetos. A água é a porção de umidade natural do néctar que

467 permaneceu após o amadurecimento do mel. O conteúdo de água depende dos fatores
468 envolvidos na maturação dentro da colmeia, incluindo as condições do tempo e época de
469 colheita. Após a extração do mel, seu teor de umidade pode mudar, dependendo das condições
470 de armazenamento (WHITE, 1980).

471 O mel é uma solução altamente concentrada de açúcar, e é considerado higroscópico
472 por absorver água muito rapidamente sobre certas condições, ficando sujeito à fermentação. O
473 conteúdo de água do mel, juntamente com o número de células fermentativas presentes,
474 determinam se e quando o mel fermentará a uma dada temperatura. As leveduras tolerantes ao
475 açúcar estão naturalmente presentes no mel. O néctar e o melato (mel proveniente de
476 excreções em forma de líquidos açucarados de parasitas sugadores da seiva das plantas, tais
477 como as cochonilhas) contêm leveduras, e outras mais podem vir do corpo da abelha, do solo
478 ao redor da colmeia, do ar do apiário e dos equipamentos utilizados na colheita e no
479 processamento. Um alto conteúdo total de açúcar com um baixo conteúdo de água seria a
480 melhor condição para a não fermentação do mel. O conteúdo de água mais adequado é em
481 torno de 19%; se for menor ou igual a 17%, a fermentação não ocorrerá, mesmo se muitas
482 células fermentativas estiverem presentes no mel (CRANE, 1987).

483

484 **2.1.1.2 Ácidos orgânicos**

485

486 Valores de acidez abaixo do limite máximo estabelecido de 50 miliequivalentes de
487 ácidos por 1000 gramas de mel indicam a ausência de fermentações indesejáveis (FINOLA;
488 LASAGNO; MARIOLI, 2007). O nível de acidez contribui para o sabor, e também em parte
489 responsável pela estabilidade do mel contra micro-organismos. Vários ácidos foram
490 encontrados no mel entre eles o ácido glucônico que é o de maior relevância. Estes ácidos são
491 formados através da ação da enzima glicose-oxidase sobre a dextrose (WHITE, 1980).

492 Entretanto, serve também de parâmetro importante para avaliar qualidade do mel
493 valores elevados de acidez (BRASIL, 2000). Podem indicar, além de uma possível
494 deterioração do mel, fermentação dos açúcares causados principalmente, por leveduras
495 xerotolerantes, osmotolerantes ou ainda osmofílicos (leveduras que toleram altas
496 concentrações de açúcar), que em condições favoráveis de umidade e atividade de água
497 induzem o processo de fermentação no produto, aumentando a sua acidez, e
498 consequentemente, reduzindo o pH (FINOLA; LASAGNO; MARIOLI, 2007).

499 Segundo White (1962), o pH do mel pode variar entre 3,4 a 6,1. Já de acordo com
500 Crane (1987), o pH médio é de 3,9. A cor do mel depende da sua origem floral,

501 processamento, armazenamento, fatores climáticos durante o fluxo do néctar, e a temperatura
502 a qual o mel amadurece na colmeia e varia entre quase incolor a castanho-escuro
503 (WHITE,1962).

504

505 **2.1.1.3 Minerais**

506

507 Segundo Crane (1987), os minerais se encontram em pequenas quantidades (0,002 a
508 1%) e se originam das plantas. Os teores de minerais afetam a coloração do mel. Os méis de
509 cor clara têm em geral menor teor de cinzas que os méis de cor escura. O mineral que se
510 encontra em maior proporção é o potássio além dele encontram-se o cálcio, cobre, ferro,
511 manganês e fósforo. O conteúdo em minerais do mel pode fornecer informações com relação
512 à poluição ambiental ou a origem geográfica do mel (ANKLAM, 1998).

513

514 **2.1.1.4 Proteínas e aminoácidos**

515

516 O conteúdo de proteínas do mel é de aproximadamente 0,04% podendo chegar a
517 0,1% e provavelmente são provenientes das abelhas ao invés do néctar (WHITE, 1980). Uma
518 pequena fração destas proteínas são enzimas, nas quais se incluem a invertase, diástase,
519 glicose-oxidase, catalase e amilase (CRANE, 1987).

520 Os aminoácidos são resultantes da quebra das proteínas, que também existem em
521 pequenas quantidades no mel. A prolina é a mais importante delas seguida da lisina, do ácido
522 glutâmico e do ácido aspártico. A importância fundamental dos aminoácidos é devido às
523 informações sobre características próprias do mel que distinguem os tipos de méis, além de
524 possibilitarem a identificação de substâncias sintéticas disfarçadas no mel, como a sacarose ou
525 outros (CRANE, 1987). O grau de frescor do mel pode ser identificado através dos
526 parâmetros de índice diastásico que indicam a presença de enzimas próprias produzidas pelas
527 abelhas, e pelo teor de hidroximetilfurfural (HMF) resultante da degradação dos açúcares
528 presentes no mel (KÜÇÜK et al., 2007).

529

530 **2.1.1.5 Enzimas**

531

532 As enzimas estão entre os componentes mais importantes porque desempenham uma
533 parte vital na produção de mel a partir de suas matérias-primas vegetais (néctar). A
534 transformação de néctar ou melato em mel pode ser realizada somente pela ação de certas
535 enzimas, e estas estão presentes nas secreções glandulares das abelhas. A invertase produzida

536 pelas glândulas hipofaríngeas das abelhas transforma a sacarose em glicose e frutose,
537 podendo a mesma ser inativada pelo calor, em temperaturas acima de 60°C (CRANE, 1987).

538 Está também presente a enzima diastase ou amilase, que tem a função de quebrar o
539 amido e também está associada à digestão do pólen. Sendo a diastase mais sensível ao calor
540 do que a invertase, quando se apresenta em níveis baixos poderá indicar superaquecimento do
541 mel. Além da invertase e da diastase, está presente a glicose-oxidase que também desempenha
542 papel na elaboração do mel na colmeia, oxidando a glicose no mel verde, que tem um alto
543 conteúdo de água, produzindo ácido glucônico e peróxido de hidrogênio capaz de proteger o
544 mel da contaminação bacteriana. A quantidade de enzimas varia entre amostras de mel,
545 porque as abelhas adicionam ao mel diferentes quantidades de saliva de acordo com as
546 condições climáticas (ANKLAM, 1998; CRANE, 1987; WHITE, 1980).

547

548 **2.1.1.6 Carboidratos**

549

550 Além de conferir a doçura, os açúcares estão diretamente relacionados com a
551 higroscopicidade e a capacidade de conservação do produto, coloração, sabor do mel, e
552 cristalização, que pode ser estimada pela relação frutose/glicose e glicose/água. Mel com uma
553 baixa relação glicose/água, ou teores elevados de frutose não cristalizam com facilidade
554 (MOREIRA; DE MARIA, 2001). Elevados teores de açúcares no mel indica possível
555 adulteração, como a adição de açúcares comerciais (ARAÚJO; SILVA; SOUSA, 2006). O
556 mel é uma substância composta de hidratos de carbono, com 95-99% de matéria seca. Os
557 açúcares são classificados de acordo com seu tamanho ou a complexidade das moléculas de
558 que são feitas. Dextrose (glicose) e levulose (frutose), são os principais açúcares presentes no
559 mel, são açúcares simples ou monossacarídeos, e são os constituintes para formação dos
560 açúcares complexos do mel. Aproximadamente 85% dos sólidos no mel são dextrose e
561 levulose (WHITE, 1962).

562 Além da dextrose e levulose, estão presentes outros tipos de açúcares. Estes açúcares
563 são mais complexos do que os monossacarídeos. Entre os dissacarídeos estão presentes a
564 sacarose e a maltose e também os trissacarídeos. A maioria destes açúcares estão presentes em
565 pequenas quantidades no mel, não estando presentes no néctar, mas sendo formados como
566 resultado da ação de enzimas adicionadas pelas abelhas durante o amadurecimento do mel
567 (WHITE, 1980). Um conteúdo elevado de sacarose aparente no mel pode significar
568 processamento de mel não maturado, já que a sacarose ainda não foi totalmente dissociada em

569 glicose e frutose, pela ação da enzima invertase secretada pelas abelhas, bem como, pode
570 indicar, ainda, uma adulteração do mel (AZEREDO; AZEREDO; DAMASCENO, 1999).

571

572

573 **2.1.1.7 Hidroximetilfurfural**

574

575 O hidroximetilfurfural (HMF) é um composto formado por degradação de produtos
576 açucarados e está diretamente relacionado com alterações da cor, desenvolvimentos de
577 sabores e odores estranhos, sendo um parâmetro de avaliação da qualidade (VALBUENA,
578 1992). A conservação ao abrigo da luz diminui a formação de HMF. O mel possui
579 naturalmente HMF, mas um nível elevado é indicativo de armazenamento prolongado,
580 sobreaquecimento ou adulteração (VARGAS, 2006).

581 O HMF pode ser formado pela desidratação da hexose em meio ácido ou pelas
582 reações de Maillard. O aquecimento, a temperatura a duração do armazenamento podem
583 aumentar o nível de HMF. Um mel de excelente qualidade deverá ter um índice diastásico
584 elevado e um teor de HMF baixo (KÜÇÜK et al., 2007). O índice diastásico está intimamente
585 relacionado com o tratamento térmico do mel, não sendo parâmetro adequado para determinar
586 a sua origem (ANKLAM, 1998). Pela legislação brasileira o índice de HFM é de no máximo
587 60 mg.Kg⁻¹, e o índice de diastase de no mínimo 8 na escala Gothe ou 3 se HMF inferior a 15
588 na escala Gothe (BRASIL, 2000).

589

590 **2.1.1.8 Cor**

591

592 A cor do mel, além do *flavour* e aroma, é uma das características que permite
593 identificar a sua origem floral, podendo variar de quase incolor a pardo-escura, também está
594 relacionada com o seu conteúdo em minerais, compostos fenólicos, origem floral, fatores
595 climáticos, temperatura do mel durante o amadurecimento na colmeia, bem como a sua
596 composição (acidez, conteúdo de nitrogênio e frutose). A maior quantidade de minerais
597 proporciona uma coloração mais escura no mel. O mel escuro em geral apresenta maior grau
598 de acidez, nitrogênio, cinzas, e açucares complexo (BRASIL, 2000; CRANE, 1987; WHITE,
599 1980).

600 Durante o armazenamento pode ocorrer o escurecimento do mel devido a reações de
601 Maillard, caramelização da frutose, sendo o grau de escurecimento dependente da temperatura
602 e/ou tempo de armazenamento (BERTONCELJ et al., 2007). Os méis brasileiros possuem
603 grande variação de cor o que pode influenciar na preferência do consumidor que, na maioria

604 das vezes, escolhe o mel associando a sua cor a um sabor mais suave (mel claro) ou mais forte
605 (mel escuro) (CRANE, 1987; CARDOSO, 2011).

606

607 **2.1.1.9 Pólen**

608

609 A análise polínica do mel tem como objetivo identificar a sua origem botânica e, em
610 alguns casos, a sua origem geográfica, pois este nunca tem origem apenas em uma única fonte
611 floral (CRANE, 1987). Esta análise baseia-se no conhecimento prévio das características
612 morfológicas dos grãos de pólen de espécies de plantas ou de grupos de plantas, que é feita
613 por comparação do pólen presente nos produtos apícolas (mel, própolis, cera) com aqueles
614 referentes à florada da região, previamente catalogados (BARTH, 1989).

615 A designação de mel “monofloral” é utilizada para descrever mel produzido
616 principalmente a partir de uma espécie de planta. Geralmente, o mel para ser considerado
617 monofloral de um pólen tem que possuir pelo menos 45% desse pólen. Esta percentagem não
618 é válida se a fonte floral conduz a néctar com um conteúdo em grãos de pólen maior ou menor
619 que a média, ou seja, dependerá da estrutura e dimensão do grão individual do pólen. Por
620 exemplo, o mel de castanha necessita possuir pelo menos 90% de pólen de castanha para ser
621 monofloral, já o mel de lavanda para ser considerado monofloral, só necessita apresentar 15%
622 de grãos de pólen da espécie *Lavandula sp* (ANKLAM, 1998). O Regulamento Técnico de
623 Identidade e Qualidade do Mel estabelece como requisito a presença de grãos de pólen no
624 mel, garantindo assim sua pureza (BRASIL, 2000).

625

626 **2.1.1.10 Viscosidade**

627

628 De acordo com a legislação brasileira, o mel tem sua viscosidade como característica
629 física em que se apresenta e/ou processamento ao qual foi submetido. Pode ser classificado
630 em cristalizado ou granulado quando o mel sofre um processo natural de solidificação, como
631 resultado da cristalização dos açúcares; e cremoso quando o mel tem estrutura cristalina fina e
632 podendo ser submetido a um processo físico de descristalização através de um tratamento
633 térmico, que lhe confere essa estrutura (BRASIL, 2000).

634 A viscosidade do mel está relacionada ao seu conteúdo de água, ou seja, quanto
635 menor o conteúdo de água mais alta será a viscosidade do mel (CRANE, 1987). Essa
636 característica está também relacionada com a cristalização, sendo que muitas pessoas
637 imaginam que mel cristalizado é mel adulterado, no entanto, é um processo natural que não

638 interfere na composição e em sua qualidade. A cristalização consiste na separação da glicose
639 da frutose pelo fato da glicose ser menos solúvel do que a frutose (SENAI, 2009).

640

641 **2.1.2 *Microbiota do mel***

642

643 Apesar do mel apresentar alto grau de resistência à proliferação de micro-organismos
644 devido às suas características físico-químicas, está sujeito à ação de fatores externos, tais
645 como ambientais, condições de manipulação e estocagem, que podem influenciar de forma
646 negativa em sua qualidade final. Os micro-organismos podem ser introduzidos no mel pela
647 própria abelha ou pela falta de higiene na extração e beneficiamento. Incluem o pólen, néctar
648 floral, poeira, terra e o próprio corpo e trato digestório da abelha, além de fungos e algumas
649 bactérias (LIEVEN et al., 2009; SNOWDON; CLIVER, 1996).

650 O crescimento bacteriano está diretamente relacionado ao teor de água presente no
651 mel, se o teor de água é baixo ocorre inibição do crescimento de micro-organismos. As
652 propriedades intrínsecas do mel afetam o crescimento e a sobrevivência destes, por ação
653 bacteriostática ou bactericida e, particularmente, o pH baixo e o elevado teor de açúcares do
654 mel previne o crescimento de muitos micro-organismos (IURLINA; FRITZ, 2005).

655 De acordo com Snowdon e Cliver (1996) estes micro-organismos podem ser
656 divididos em três categorias:

- 657 1. Micro-organismos que são encontrados normalmente no mel (certas estirpes de
658 leveduras e bactérias formadoras de esporos);
- 659 2. Micro-organismos indicadores da qualidade sanitária ou comercial (coliformes ou
660 leveduras);
- 661 3. Micro-organismos que em determinadas condições (por exemplo, germinação e
662 crescimento em um produto não tratado termicamente), podem causar doenças.

663

664 As fontes de micro-organismos no mel podem ser classificadas em primárias e
665 secundárias. Fontes primárias de contaminação microbiana no mel (antes da colheita) são
666 muito difíceis de controlar, como por exemplo: o pólen, o aparelho digestivo das abelhas
667 melíferas, pó, ar, solo e néctar. As fontes secundárias (depois da colheita), relacionados a
668 manipuladores, contaminação cruzada, equipamentos e instalações. Estas fontes secundárias
669 podem ser controladas por meio de Boas Práticas de Fabricação (SNOWDON; CLIVER,
670 1996).

671 Na colmeia, os micro-organismos encontrados são bactérias (*Bacillus*, *Micrococcus*),
672 leveduras (*Saccharomyces spp.*) e bolores (*Aspergillus*) na forma esporulada, e provêm das
673 abelhas, das matérias-primas (néctar) ou de fontes externas (SNOWDON; CLIVER, 1996).
674 No caso do *Clostridium botulinum*, cerca de 5% dos méis poderão conter esses esporos desse
675 micro-organismo, sendo que em geral o número de esporos é muito pequeno. O maior
676 problema relacionado a seu consumo, é por parte dos bebes menores de 1 ano, pois provoca o
677 botulismo infantil. Em vista disto, as autoridades aconselham a não ingestão de mel por
678 crianças menores de 1 ano (FINOLA; LASAGNO; MARIOLI, 2007). As legislações
679 brasileiras e internacionais vigentes não exigem realização de análises microbiológicas em
680 mel (BRASIL, 2000; CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2001).

681

682 **2.1.3 Propriedades bioativas do mel**

683

684 O mel, de acordo com a sua origem floral, idade e tratamento térmico pode
685 apresentar atividade antimicrobiana. Possui uma grande variedade de compostos fenólicos e
686 antioxidantes que estão diretamente relacionados com a sua origem floral, esta por sua vez
687 desempenha papel fundamental nas suas propriedades biológicas (AL-MAMARY; AL-
688 MEERI; AL-HABORI, 2002; KÜÇÜK et al., 2007; WHITE, 1980).

689

690 **2.1.3.1 Atividade antioxidante**

691

692 Um antioxidante é qualquer substância que estando presente em baixas concentrações
693 em relação ao substrato oxidável, atrasa ou previne de forma significativa, a oxidação desse
694 mesmo substrato (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-HABORI, 2002). O mel é uma fonte
695 natural de antioxidantes, os quais são efetivos na redução do risco de algumas patologias, tais
696 como, doença coronária, cancro, cataratas, variados processos inflamatórios, entre outros.
697 Além disso, é considerado um alimento rico tanto em antioxidantes enzimáticos (glucose
698 oxidase e catalase) como não enzimáticos (ácido ascórbico, flavonoides, ácidos fenólicos,
699 derivados de carotenóides, ácidos orgânicos, produtos das reações de Maillard, aminoácidos e
700 proteínas) (BALTRUŠAITYT; VENSKUTONIS; ČEKŠTERYT, 2007; MEDA et al., 2005).

701

702 Destacam-se inúmeros estudos na literatura sobre a avaliação da atividade antioxidante
703 do mel (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-HABORI, 2002; BERTONCELJ et al., 2007;
704 MEDA et al., 2005; TAORMINA; NIEMIRA; BEUCHAT, 2001; KÜÇÜK et al., 2007;
ESTEVINHO et al., 2008;), a qual está estreitamente ligada ao conteúdo de compostos

705 fenólicos e conseqüentemente a sua origem botânica (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-
706 HABORI, 2002; BERTONCELJ et al., 2007).

707 De fato, verifica-se uma forte relação entre a atividade antioxidante e a coloração do
708 mel. Muitos pesquisadores verificaram que os méis de coloração escura apresentam um teor
709 em compostos fenólicos superior e conseqüentemente, uma maior atividade antioxidante (Al
710 et al., 2009; BERTONCELJ et al., 2007; ; ESTEVINHO et al., 2008; TAORMINA;
711 NIEMIRA; BEUCHAT, 2001;:). Parte desta coloração escura reflete o conteúdo em
712 pigmentos como os carotenóides e flavonóides, muitos dos quais possuem propriedades
713 antioxidantes (TAORMINA; NIEMIRA; BEUCHAT, 2001).

714

715 **2.1.3.2 Atividade antimicrobiana**

716

717 O mel tem sido utilizado como medicamento durante milhares de anos para o
718 tratamento de doenças respiratórias, infecções gastrointestinais, queimaduras, feridas
719 infectadas e úlceras, por quase todos os povos (DARRIGOL, 1979; IOIRICH, 1981). As suas
720 características físico-químicas conferem-lhe propriedades únicas como efetivo agente
721 antimicrobiano. Na antiguidade, o mel era usado na medicina como um curativo para feridas e
722 inflamações, pois ele não é um meio adequado para as bactérias, por ser bastante ácido e ser
723 composto por um alto teor de açúcar inibindo o crescimento bacteriano. Esta morte de
724 bactérias pelo alto teor de açúcar é chamada de efeito osmótico. Algumas bactérias, no
725 entanto, podem sobreviver na forma de esporos em estado de dormência (CRANE, 1987;
726 WHITE, 1980).

727 A acidez do mel, a concentração de osmolaridade, peróxido de hidrogênio,
728 compostos voláteis, ácidos orgânicos, compostos fenólicos e a lisozima estão entre as
729 substâncias que contribuem para a sua atividade antimicrobiana (THEUNISSEN; GROBLER;
730 GEDALIA, 2001; MUNDO; PADILLA-ZAKOUR; WOROBO, 2004; BASUALDO et al.,
731 2007). O principal agente antibacteriano no mel é o peróxido de hidrogênio, o qual é
732 produzido no mel pela ação enzimática da glicose-oxidase produzida nas glândulas
733 hipofaríngeas das abelhas (CRANE, 1987).

734 O nível de peróxido de hidrogênio no mel é determinado pela atividade da glicose-
735 oxidase e catalase. Quanto maior o nível de glicose-oxidase, maior o nível de peróxido e
736 quanto menor a atividade de catalase, maior o nível de peróxido de hidrogênio. A catalase
737 originada do pólen age sobre o peróxido de hidrogênio, transformando-o em água e oxigênio
738 (CRANE, 1987). A enzima glicose-oxidase encontra-se inativa no mel quando este apresenta

739 elevada densidade, mas torna-se ativa no mel diluído, produzindo peróxido de hidrogênio e
740 ácido glucônico a partir da glicose (AL-MAMARY; AL-MEERI; AL-HABORI, 2002).

741 Taormina, Niemira e Beuchat (2001), verificaram que algumas bactérias alimentares
742 patogênicas foram inibidas pelo peróxido de hidrogênio. Tratando o mel com catalase, para a
743 remoção do peróxido de hidrogênio, verificaram também, que os antioxidantes do mel
744 testado, permaneceram com sua atividade antimicrobiana e confirmaram que as bactérias são
745 mais suscetíveis ao peróxido que os bolores e as leveduras. O crescimento bacteriano é
746 inibido no mel, devido a sua elevada concentração de açúcares (atividade da água reduzida), a
747 produção de peróxido de hidrogênio e a presença de compostos protéicos (SNOWDON;
748 CLIVER, 1996).

749 O tipo de mel produzido pelas abelhas depende da flora existente em cada época. As
750 flores a partir das quais as abelhas recolhem o néctar para produzir o mel, podem contribuir
751 para as diferenças na atividade antimicrobiana do mel (BASUALDO et al., 2007). Estevinho
752 et al. (2008) demonstraram que os compostos fenólicos no mel são parcialmente responsáveis
753 pela atividade antibacteriana e antioxidante, que reforça a importância do mel como um
754 alimento saudável. Demonstraram também que os compostos fenólicos obtidos a partir da
755 amostra de mel escuro tem forte atividade antioxidante em relação à amostra de mel claro.

756

757 ***2.1.4 Padrões de identidade e qualidade do mel***

758

759 O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução
760 Normativa 11 - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel (BRASIL, 2000)
761 estabelece como requisitos de qualidade físico-química as análises de açúcares redutores,
762 umidade, sacarose aparente, sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas), acidez livre,
763 atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF) e conteúdo de pólen. Para cada requisito
764 estabelece padrões de qualidade que os produtos devem atender, de acordo com a Tabela 2.

765

766

Tabela 2 - Parâmetros de qualidade do mel.

Parâmetro	Mel floral	Mel de melato
Umidade (%)		Máximo 20
Açúcares redutores (%)	Mínimo 65	Mínimo 60
Sacarose aparente (%)	Máximo 6	Máximo 15
Sólidos insolúveis (%)	Máximo 0,1	
Minerais (%)	Máximo 0,6	Máximo 1,2
Acidez (mEq.Kg ⁻¹)		Máximo 50
Índice de diástase	Mínimo 8 na escala Gothe ou 3 se HMF inferior a 15	
Hidroximetilfurfural (mg.Kg ⁻¹)		Máximo 60

767 Fonte: Adaptado de Brasil (2000)

768

769 Segundo a legislação brasileira a composição do mel deve ser de uma solução
770 concentrada de açúcares com predominância de glicose e frutose. Contendo ainda uma
771 mistura complexa de outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos,
772 minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen, podendo conter cera de abelhas
773 procedente do processo de extração. O produto definido não poderá ser adicionado de
774 açúcares e/ou outras substâncias que alterem a sua composição original, e ainda deve conter
775 necessariamente grãos de pólen (BRASIL, 2000).

776 Com relação à qualidade microbiológica a legislação brasileira não exige realização
777 de análise microbiológica em mel. Estabelece apenas que sejam seguidas as boas práticas de
778 higiene na manipulação do produto (BRASIL, 2000).

779 A utilização das Boas Práticas Apícolas (BPAs) no manejo das colmeias no campo
780 pode favorecer a estabilidade dos valores de acidez, umidade e atividade de água (Aa),
781 interferindo na qualidade do mel. A implantação das BPAs contribui para reduzir os riscos de
782 contaminação do mel durante o manejo, desde o preparo das colmeias para a produção até a
783 coleta dos favos no campo e seu processamento no entreposto de mel (SENAI, 2009). Silva et
784 al. (2008) concluíram em sua pesquisa que as Boas Práticas Apícolas devem ser aplicadas
785 tanto nos apiários quanto nos entrepostos, para que haja a garantia da qualidade do mel
786 produzido e processado.

787

788

789 2.2 Fermentação

790

791 A fermentação do ponto de vista da bioquímica refere-se às trocas ou decomposições
792 químicas produzidas nos substratos orgânicos devido à atividade de micro-organismos
793 presentes. Devendo-se a isso, as fermentações são divididas segundo o tipo de organismos e
794 dos substratos, as mais importantes para a tecnologia de alimentos são a alcoólica, acética e a
795 láctica. Como base para o processo da fermentação está a utilização de substratos açucarados,
796 cujo princípio é a transformação destes em etanol e dióxido de carbono (GAVA; SILVA;
797 FRIAS, 2009).

798 A palavra fermentação no primórdio (*fermentare* = ferver) significava basicamente o
799 processo de fermentação sendo utilizada primeiramente na produção de vinhos. A liberação
800 de gás carbônico gera uma movimentação intensa dando a impressão de líquido fervendo.
801 Gay-Lussac estudou sobre a fermentação e trocou o significado da palavra, entendendo-se por
802 fermentação, a fragmentação do açúcar em álcool e gás carbônico. Mais tarde, Pasteur
803 associou a fermentação à ação de micro-organismos e depois às enzimas (GAVA; SILVA;
804 FRIAS, 2009).

805 Alimentos fermentados estão entre os mais antigos produtos utilizados
806 tradicionalmente pelo homem em sua dieta, em muitos países. Atualmente, permanecem
807 sendo um dos principais setores da indústria de processamento de alimentos, a exemplo da
808 panificação, bebidas alcoólicas, iogurtes, queijos, produtos a base de soja, entre muitos outros.
809 A ação controlada de micro-organismos selecionados durante o processo fermentativo é
810 utilizada para produzir alterações na textura, produzir aromas e sabores desejáveis aos
811 alimentos aumentando sua qualidade e o valor de sua matéria prima, bem como sua
812 preservação por meio da produção de álcool e ácidos (FELLOWS, 2006).

813

814 2.2.1 Fermentação alcoólica

815

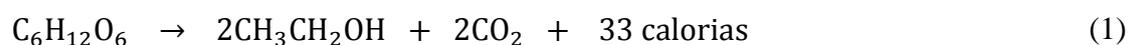
816 O homem vem se utilizando da fermentação alcoólica desde a mais remota
817 antiguidade; há mais de 4000 anos os egípcios fabricavam o pão e produziam bebidas
818 alcoólicas a partir de cereais e de frutas. Entretanto, apenas recentemente é que se pode
819 relacionar a fermentação com a levedura, fungo amplamente distribuído na natureza e com a
820 capacidade de sobrevivência tanto em condições aeróbias como anaeróbias (LIMA et al.,
821 2001).

822 O processo fermentativo em mostos com elevado conteúdo de açúcares é bastante
823 lento e necessita que o pH, a temperatura, a estirpe de levedura e os fatores de crescimento

824 sejam os mais adequados. Os ácidos acéticos e succínico, formados durante a fermentação,
825 reduzem o pH do mosto (SROKA; TUSZYŃSKI, 2007).

826 A temperatura de fermentação é um fator importante na produção de vinhos, pois
827 afeta o desempenho da fermentação e as características do produto final. A temperatura do
828 processamento vai depender do tipo de vinho a ser produzido. Outro fator importante é o
829 controle de nutrientes necessários para a fermentação (CASELLAS, 2005). No processo de
830 fermentação alcoólica, os principais produtos, álcool etílico e gás carbônico, são produzidos
831 em proporções equimolares, conforme a Equação 1 de Gay-Lussac.

832



833 A fermentação alcoólica é um processo anaeróbio e exotérmico. A levedura
834 *Saccharomyces cerevisiae* é, em geral, a principal levedura utilizada neste processo. No
835 processo de anaerobiose a molécula de glicose passa por 12 etapas intermediárias, antes de ser
836 convertida em etanol e gás carbônico. Juntamente com o etanol e o gás carbônico formam-se
837 acetaldeídos, glicerol, 2,3 butilenoglicol, ácido láctico, ácido succínico, ácido cítrico, como
838 produtos resultantes da fermentação alcoólica, que conferem sabor e aroma ao fermentado
839 (AQUARONE et al. 2001).

840 Durante a fermentação alcoólica, os açúcares são transformados em (%): 2,5 a 3,0
841 em glicerol; 0,2 a 0,4 em ácido láctico; 0,02 a 0,10 em ácido succínico; 0,2 a 0,7 em ácido
842 acético; de 0,05 a 0,10 em butilenoglicol; e cerca de 1 a 2 utilizados no crescimento e na
843 respiração da levedura. As leveduras exigem uma fonte de carbono (glicose ou outro açúcar)
844 que fornece a energia química e o esqueleto carbônico de suas estruturas celulares, formadas
845 principalmente de carbono, oxigênio e hidrogênio (AQUARONE et al., 2001). Alguns fatores
846 afetam o rendimento da fermentação, ou seja, a transformação de açúcar em etanol, dentre
847 eles os físicos (temperatura, pressão osmótica), químicos (pH, oxigenação, nutrientes minerais
848 e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (espécie, linhagem, concentração da levedura e
849 contaminação bacteriana) (WHITAKER; STANBURY; HALL, 1995).

850 Alguns nutrientes minerais são necessários para uma boa eficiência da fermentação
851 alcoólica. Estes podem estar presentes naturalmente no mosto, não necessitando de adição,
852 porém podem se encontrar em proporções inadequadas gerando deficiência de alguns e
853 excesso de outros. Na Tabela 3, encontram-se os parâmetros de concentrações adequadas de
854 nutrientes minerais para a eficiente fermentação alcoólica no geral (LIMA et al., 2001).

855

856 Tabela 3 - Concentrações de nutrientes minerais no mosto para adequada
857 fermentação alcoólica

Nutrientes minerais	Concentração (mg.L ⁻¹)
NH ₄ ⁺	50-150
P	62-560
K ⁺	700-800
Ca ⁺⁺	120
Mg ⁺⁺	70-200
SO ₄ ⁻	7-280
Na ⁺	200
Co ⁺⁺	3,5
Zn ⁺⁺	0,5-10
Cu ⁺⁺	7
Mn ⁺⁺	10-33
Fe ⁺⁺	0,2

858 Fonte: Adaptado de Lima (2001)

859

860 Durante o processo de fermentação alcoólica o crescimento das leveduras é afetado
861 por diversas condições adversas tais como, stress oxidativo, osmótico, ao etanol e privação de
862 azoto, as quais as células fermentativas deverão detectar e responder para que a fermentação
863 não seja afetada de forma negativa. Desta forma, a análise da resistência ao stress pode ser
864 empregada como critério para a seleção de leveduras enológicas, já que existe uma relação
865 entre o desempenho fermentativo das leveduras e a resistência às condições de estresse
866 (ZUZUARREGUI; DEL OLMO, 2004).

867 A temperatura de fermentação é de vital importância sendo influenciadora no
868 rendimento em álcool, velocidade da fermentação, quantidade e variedade de compostos
869 secundários. A temperatura mais baixa obtém um elevado rendimento alcoólico além de
870 minimizar as perdas por evaporação, sendo também uma fermentação mais completa. A
871 temperatura ótima de fermentação para a maioria das leveduras para fabricação de vinho é de
872 25°C a 30°C, embora existam leveduras que atuam a baixa temperatura, ao redor de 10°C. O
873 aumento da velocidade de fermentação se dá quando se aumenta a temperatura, favorecendo a
874 contaminação bacteriana e expondo a levedura à toxidez do etanol (AQUARONE et al.,
875 2001).

876

877

878 **2.2.2 Fermentação acética**

879

880 A fermentação acética é o processo que consiste na transformação do álcool em
881 ácido acético realizado por bactérias acetificadoras. As bactérias acéticas constituem um
882 grupo de micro-organismos de amplo interesse econômico, um dos aspectos está relacionado
883 à sua função de produção de ácido acético e com relação às alterações que provoca em
884 alimentos e bebidas (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

885 A fermentação acética é um processo oxidativo, que consiste na oxidação do álcool
886 etílico para ácido acético realizado por *Acetobacter sp* ou *Gluconobacter*. São várias espécies
887 acéticas que podem oxidar o álcool a ácido acético, embora muitas delas possam também
888 oxidar o ácido acético a gás carbônico e água, o que é indesejável na produção de vinagre
889 (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009).

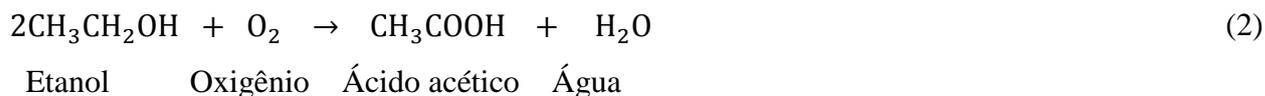
890 As fermentações alcoólicas e acéticas devem ocorrer de forma separada. Se a
891 fermentação acética iniciar sem que a fermentação alcoólica tenha sido finalizada, ocorrerá a
892 inibição das leveduras, permanecendo resíduos de açúcares não convertidos, gerando baixa
893 acidez (AQUARONE et al., 2001).

894 Para a fermentação acética não é comum o uso de culturas puras. Emprega-se uma
895 microflora mista de *Acetobacter* contendo diferentes espécies ou variedades dessa bactéria,
896 que é considerada a mais eficiente. Assim, após o término da fermentação alcoólica, inocula-
897 se o vinho com essa mistura de bactérias úteis e ativas adicionando “vinagre forte”, que é o
898 vinagre não diluído e não pasteurizado de uma fermentação anterior, contendo altas
899 concentrações de bactérias acéticas (AQUARONE et al., 2001).

900 Temperaturas inferiores a 15°C e superiores a 35°C tornam a fermentação acética
901 muito lenta, pois reduzem a atividade bacteriana. Quanto ao álcool, a maior parte das espécies
902 suporta até 11,0% (v/v). Em relação ao ácido acético, as bactérias acéticas geralmente
903 suportam até 10,0% (v/v), e produzem 6,5% de ácido acético; sua temperatura ótima de
904 crescimento é 34°C entre extremos de 5°C e 42°C. *A. orleanense* tem um ótimo entre 20°C e
905 25°C, e os extremos são 15°C e 30°C (AQUARONE et al., 2001).

906 Devido à necessidade de oxigênio, as bactérias comumente se multiplicam na parte
907 superior do líquido que está sendo fermentado (HOFFMANN, 2006). A equação 2 demonstra
908 a oxidação realizada pelo micro-organismo. De acordo com Malajovich (2009) 40 g de etanol
909 podem ser transformados em 60 g de ácido acético, ou seja, uma 1 g de etanol produz 1,304 g
910 de ácido acético.

911



912 As bactérias do gênero *Acetobacter* são bastonetes elipsoidais, retos ou ligeiramente
 913 curvos. Quando jovens são Gram-negativas e as células velhas são Gram variáveis e
 914 obrigatoriamente aeróbicas. Formam película ou crosta na superfície da cultura, vulgarmente
 915 chamada de “mãe do vinagre”, de onde partem os repiques. Essas películas variam de acordo
 916 com a espécie, podendo ser delgadas, espessas, contínuas ou em ilhas (AQUARONE et al.,
 917 2001).

918 Bactérias acéticas estão presentes em todo o ambiente, sendo assim, o vinagre
 919 tradicional pode ser produzido a partir de sumos de frutos, tais como uva, maçã, ameixa, coco
 920 e tomate, e também de produtos amiláceos como arroz e batata, entre outros. As bactérias
 921 podem se propagar em meios que contêm açúcar, ou em que os produtos fermentados contêm
 922 álcool. Diferentes espécies de bactérias acéticas foram isoladas a partir de vários tipos de
 923 vinagres, incluindo vinho branco, vinho tinto, álcool, sidra, vinagre balsâmico tradicional,
 924 arroz e vinagres industriais (BUDAK et al., 2014). As espécies de interesse industrial são:
 925 *Acetobacteracetii*, *A. xylinoides*, *A. orleanense*, *A. acetigenum*, *A. schuetzenbachii*, *A. curvume*
 926 *A. rances* (AQUARONE et al., 2001).

927 A fermentação industrial de maior importância conduzida pelas bactérias acéticas
 928 superoxidativas, é a produção de vinagre. No processo de produção de vinagre não existe um
 929 rígido controle biológico entre as espécies de bactérias, pois devido à grande quantidade de
 930 ácido e álcool do substrato evita-se o crescimento de outros micro-organismos que não sejam
 931 do gênero *Acetobacter* (CANHOS, 1975).

932

933 **2.3 Hidromel**

934

935 O hidromel segundo a legislação brasileira é uma bebida com graduação alcoólica de
 936 4 a 14% (v/v), 20°C, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais
 937 nutrientes e água potável (BRASIL, 2009). Não sendo permitida a adição de açúcares na
 938 elaboração. O mel tem sido usado desde a antiguidade para a fabricação de bebidas caseiras
 939 tradicionais, e pode ser fermentado para produzir diferentes tipos de hidroméis. O hidromel é
 940 uma bebida alcoólica tradicional, fermentada a partir de mel, água e levedura, podendo ser

941 adicionado de ervas, especiarias, frutas ou sucos durante ou após a fermentação, o que resulta
942 em uma ampla variedade de produtos (CRANE, 1987).

943 Os mostos de hidromel são caracterizados pelo pH baixo e por uma combinação de
944 ácidos que têm origem no mel, os quais podem influenciar na taxa de fermentação. A
945 eficiência do processo fermentativo do hidromel depende, sobretudo, da variedade do mel, da
946 estirpe de levedura, da composição do meio de cultura e do controle do pH (NAVRÁTIL;
947 ŠTURDÍK; GEMEINER, 2001).

948 As leveduras empregadas na produção de hidromel são usualmente, as estirpes
949 utilizadas na produção de vinho, cerveja e champanhe. Atualmente, existem diversas estirpes
950 diferentes de leveduras enológicas, que em sua maioria são de *Saccharomyces cerevisiae*,
951 podendo ter variações nos seus numerosos compostos sintetizados (PEREIRA et al., 2009).

952 Segundo estudos de Pereira (2008), baseados na fermentação para produção de
953 hidromel utilizando estirpes presentes no próprio mel e fazendo um comparativo com estirpes
954 utilizadas na fabricação de vinho e cervejas, concluiu que todas as estirpes utilizadas
955 apresentaram comportamento semelhante às condições de estresse, sugerindo que todas são
956 adequadas para a produção de hidromel. Também observou que uma determinada estirpe
957 isolada do mel conferiu aroma desagradável, tornando-a imprópria para a produção deste
958 fermentado.

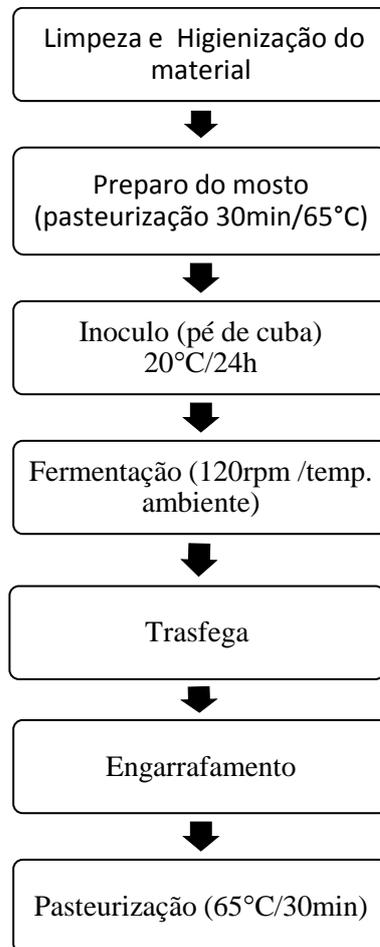
959 Gomes (2010) ao avaliar o efeito da temperatura e da concentração de nutrientes
960 sobre a produção de hidromel, usando duas leveduras comerciais, verificou que estes
961 parâmetros não influenciam de forma significativa na produção de etanol.

962 Para a fabricação de hidromel segue-se o esquema apresentado na Figura1.

963

964

Figura1-Esquema de produção de hidromel



965

966

967

Fonte: Adaptado de Embrapa (2006)

968

969

970

971

972

973

974

Após os procedimentos de limpeza e higienização de todo material a ser utilizado, procede-se o preparo do mosto, a partir de uma solução de água acrescida de mel, que será pasteurizado. Uma alíquota deste mosto será retirada para a inoculação da levedura no intuito de proporcionar a adaptação desta no meio. Após esse período ocorrerá a adição do inoculo ao mosto onde ocorrerá o processo de fermentação propriamente dito, para a obtenção do hidromel. Concluída a fermentação alcoólica será feita a trasfega seguido do processo de engarraamento e posterior pasteurização (EMBRAPA, 2006).

975 **2.3.1 Padrões de identidade e qualidade do hidromel**

976

977 O padrão nacional de qualidade do hidromel se encontra na Tabela 4.

978

979 Tabela 4- Padrões de qualidade do hidromel

Parâmetro	Limite mínimo	Limite máximo
Acidez fixa (meq.L ⁻¹)	30	-
Acidez total (meq.L ⁻¹)	50	130
Acidez volátil (meq.L ⁻¹)	-	20
Anidrido sulfuroso total (g.L ⁻¹)	-	0,35
Cinzas (g.L ⁻¹)	1,5	-
Cloretos totais (g.L ⁻¹)	-	0,5
Extrato seco reduzido (g.L ⁻¹)	7	-
Graduação alcoólica (% v/v a 20°C)	4	14

980 Fonte: Adaptado de Brasil (2012)

981

982 De acordo com a legislação pode-se caracterizar o hidromel em seco ou suave
 983 segundo o teor de açúcar presente no final do processo. Para o hidromel ser dito seco ele deve
 984 possuir um limite máximo de 3 g.L⁻¹ de açúcar, e para ser suave limite mínimo de 3 g.L⁻¹
 985 (BRASIL, 2012).

986 O elevado teor em açúcares faz com que o processo fermentativo seja bastante
 987 moroso, sendo variáveis importantes que afetam a produção e qualidade do produto final, a
 988 variedade do mel, a estirpe da levedura, os nutrientes disponíveis e o pH do meio
 989 (NAVRÁTIL; ŠTURDÍK; GEMEINER, 2001).

990 Os atrasos do processo fermentativo são um dos principais problemas na produção de
 991 hidromel, devido aos baixos níveis de substâncias azotadas e minerais presentes no mel,
 992 indispensáveis para a multiplicação das leveduras e ao pH ácido do caldo fermentativo que
 993 afeta a evolução do processo. Assim, é imprescindível um controle rigoroso das condições de
 994 fermentação (PEREIRA, 2008).

995 2.4 Vinagre

996

997 Segundo Parrondo et al. (2003), a Organização das Nações Unidas para a
998 Alimentação e Agricultura (FAO) estabelece que o vinagre é um líquido permitido para
999 consumo humano e deve ser produzido a partir de matérias primas de origem agrícola
1000 contendo amido e/ou açúcares, obtido através de duas fermentações consecutivas, sendo a
1001 primeira fermentação alcoólica por ação de leveduras que transformam os açúcares em etanol
1002 e seguida pela fermentação acética, onde as bactérias aeróbias do gênero *Acetobacter*,
1003 convertem o etanol em ácido acético, o produto principal do vinagre.

1004 A produção de vinagre é um dos mais antigos métodos de processamento de
1005 alimentos. A espontânea conversão de álcool (vinho) em ácido acético já foi empregada pelos
1006 povos do Egito, Babilônia, Índia, Grécia e Roma, para produção de vinagre destinado ao
1007 consumo como bebida, alimento, uso doméstico e uso medicinal. O vinagre era
1008 particularmente utilizado para a preservação de alimentos e como uma bebida refrescante e de
1009 longa duração, sendo este muito importante em atividades relacionadas à caça, campanhas de
1010 guerra e para as viagens de barco. Aplicações médicas do vinagre para picada de cobra, febre,
1011 problemas intestinais, de pele e doenças infecciosas, expressam a importância do vinagre
1012 naquela época. No entanto, o conhecimento sobre o processo de produção de vinagre foi
1013 puramente empírico. (EMDE, 2014).

1014 Vinagres de vinho tradicionais são bastante apreciados na gastronomia, além de seu
1015 papel econômico vir aumentando rapidamente nas regiões de importância enológica a
1016 exemplo do sul da Espanha. O vinagre de vinho é um condimento importante na dieta
1017 Mediterrânea, embora pareça ser o simples resultado de uma alteração no vinho, estes
1018 vinagres têm se tornado produtos singulares, preciosos e, por melhor dizer, de alto valor
1019 agregado (GARCIA-PARRILLA; HEREDIA; TRONCOSO, 1997). É utilizado de inúmeras
1020 formas, como conservante, evitando o crescimento de fungos, especialmente em pães e
1021 vegetais; sendo bastante útil como agente amaciante de carnes temperadas e legumes em
1022 conservas. Além disso, é muito usado como agente de limpeza, devido sua ação bactericida
1023 (GRANADA et al., 2000).

1024 A produção do vinagre pode ocorrer como um processo de fermentação espontânea,
1025 pois os dois micro-organismos necessários para sua produção estão associados a vegetais,
1026 fazendo parte de sua microbiota natural. Inicialmente, concentrações elevadas de açúcares
1027 favorecem a produção de etanol pela levedura. Durante a fermentação alcoólica, condições
1028 anaeróbias são criadas, o pH diminui e a concentração de etanol se eleva. No final da

1029 fermentação alcoólica, quando os açúcares são consumidos, condições aeróbias são
1030 restabelecidas, permitindo a ação de bactérias acéticas que converterão etanol em ácido
1031 acético, diminuindo ainda mais o pH dando origem ao vinagre (ADAMS, 1998).

1032 Os vinagres mais comercializados, no Brasil, são os de vinho tinto, vinho branco,
1033 maçã e álcool. Os vinagres de outros frutos como abacaxi, laranja, jabuticaba, caqui, etc.,
1034 assim como o do mel, apesar de excelentes quando bem elaborados, são restritas a produções
1035 em pequenas escalas e são quase que desconhecidos no mercado consumidor. Vinagres de
1036 cereais como arroz, cevada e trigo, tão comuns em outras culturas, não despertam o interesse
1037 industrial, devido às dificuldades que essas matérias-primas oferecem principalmente em
1038 relação à hidrólise do amido e à posterior clarificação do produto (AQUARONE et al., 2001).
1039 Um dos vinagres de destaque em relação ao processo de elaboração é o vinagre balsâmico,
1040 produzido a partir de mosto de uva Trebbiano, devido as suas características aromáticas
1041 adquiridas no decorrer do processo de produção do mesmo (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

1042 A diversidade de vinagres que o mercado oferece e as características e benefícios
1043 desses produtos, ainda são desconhecidos por grande parte dos consumidores brasileiros. Do
1044 total aproximado de 170 milhões de litros de vinagre consumidos anualmente no Brasil, 80%
1045 destes são de vinagre de álcool, seguido do vinagre de vinho, vinagre balsâmico e vinagre de
1046 frutas, especialmente o de maçã. O brasileiro em média consome 0,8 litros de vinagre por ano,
1047 enquanto na Europa e Estados Unidos a média é de 1,8 litros (ANAV, 2014).

1048 Dentre os processos industriais utilizados na produção de vinagre, o mais comumente
1049 utilizado é o de cultura submersa através de forte aeração, com acetificador do tipo Frings que
1050 foi patenteado por Heinrich Frings em 1932. O método Orleans, mais lento, é usado em
1051 estabelecimentos de pequeno porte e quando o objetivo é obter um produto de melhor
1052 qualidade (AQUARONE et al., 2001).

1053

1054 **2.4.1 Processos de fabricação**

1055

1056 A acetificação pode se dar desde uma forma tão simples e artesanal apenas deixando
1057 um vinho em contato com o ar em um ambiente com temperatura amena e arejada para que
1058 este azede, avinagre, após alguns meses, ou tão complexo quanto transformar o etanol contido
1059 numa mistura hidroalcoólica em ácido acético em apenas algumas horas de incubação.
1060 Basicamente existem três processos de fabricação de vinagre, Orléans, alemão e submerso
1061 (AQUARONE et al., 2001).

1062

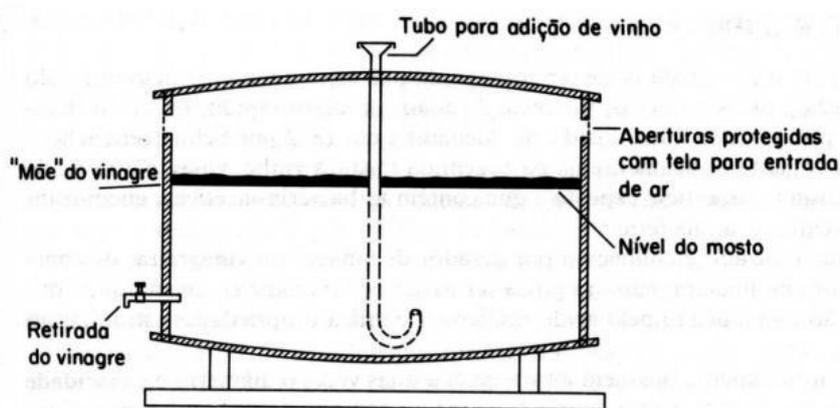
1063 **2.4.1.1** Processo lento ou Orléans

1064

1065 É o processo mais antigo para a produção de vinagre, fornece vinagre de excelente
 1066 qualidade empregando apenas vinho como matéria-prima. Neste processo (Figura 2), utiliza-
 1067 se uma dorna podendo ser de carvalho ou outra madeira, que não confira características
 1068 estranhas ao produto, provido de aberturas laterais para entrada de ar, tubo em forma de “J”
 1069 para adição de vinho e torneira de madeira para retiradas de vinagre (AQUARONE et al.,
 1070 2001).

1071

1072 Figura 2- Recipiente usado no processo de Orléans para a produção de vinagre



1073

1074

Fonte: AQUARONE et al. (2001)

1075

1076 As dimensões das dornas irão depender da quantidade de vinagre que se deseje
 1077 elaborar. As aberturas para passagem do ar deverão ser protegidas por uma tela fina para
 1078 evitar a entrada de insetos. Para que a fermentação acética ocorra mais rapidamente, as dornas
 1079 devem ser colocadas em lugares onde a temperatura seja mais elevada, principalmente no
 1080 inverno. Os rendimentos da transformação do álcool em ácido acético são baixos para estes
 1081 tipos de fermentadores. Entre os principais aspectos negativos do processo, está na
 1082 possibilidade de bactérias produtoras de celulose e consumidoras de ácido acético se
 1083 proliferarem e também no aparecimento de *Anguillulas* (CUNHA, 2010).

1084

1085 Um fator de extrema importância, é que se deve evitar o contato do vinho e do
 1086 vinagre com materiais ou equipamentos constituídos de ferro, cobre, alumínio, ou outros
 1087 metais por esses serem materiais menos nobres. Estes em contato com os vapores do ácido
 1088 acético sofrem intensa corrosão, causando problemas de turvação ou toxicidade
 (AQUARONE et al., 2001).

1089

1090 **2.4.1.2 Processo rápido ou alemão**

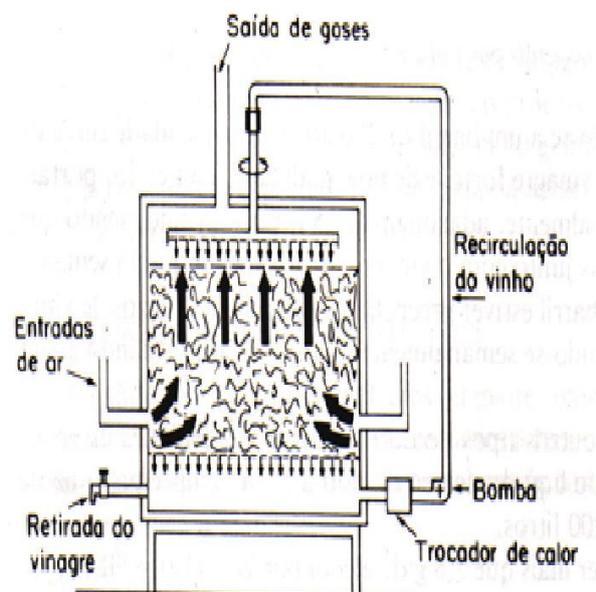
1091

1092 O processo de elaboração de vinagre rápido foi desenvolvido a partir do início do
 1093 século XVII, utilizando-se diferentes materiais porosos como sabugo de milho, engaço de uva
 1094 e, especialmente maravalha de madeira, aumentando assim a superfície de contato das
 1095 bactérias acéticas com o vinho. Neste processo (Figura 3) a mistura vinho/vinagre entra em
 1096 contato com o material que possui grande superfície exposta e que contém as bactérias
 1097 acéticas, encontrando, em contracorrente, ar atmosférico, esse processo pode ser repetido
 1098 quantas vezes sejam necessárias, até a transformação total do etanol em ácido acético
 1099 (AQUARONE et al., 2001).

1100 Deve-se ter o cuidado com o crescimento incontrolado de bactérias produtoras de
 1101 polímeros, infestação por insetos, pois baixam a produtividade inviabilizando a adoção deste
 1102 processo fermentativo. O equipamento usado e conhecido por gerador de vinagre ou
 1103 vinagreira poderá ser construído usualmente com madeira, aço, alvenaria ou outro material
 1104 que não seja atacado pelo ácido acético ou confira propriedades indesejáveis ao vinagre
 1105 (AQUARONE et al., 2001).

1106

1107 Figura 3- Gerador utilizado no processo rápido para a produção de vinagre



1108

1109

Fonte: Adaptado AQUARONE et al. (2001)

1110

1111

1112 2.4.1.3 Processo submerso

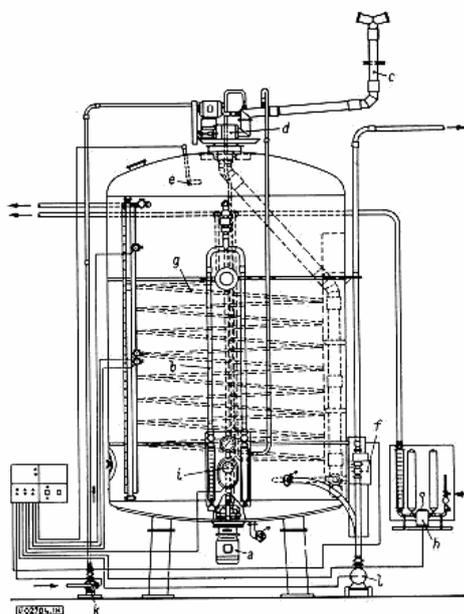
1113

1114 Um dos objetivos em escala industrial é a utilização de métodos que forneçam uma
 1115 alta rapidez na produção industrial e uma boa eficiência, sendo assim, a fermentação acética
 1116 submersa surge como uma ótima ferramenta. O método baseia-se na presença da bactéria
 1117 acética submersa no vinho para acetificar, saturado constantemente por finas partículas de ar.
 1118 Diferentemente dos processos anteriores, as bactérias acéticas se encontram imersas no vinho
 1119 sem nenhum suporte de material poroso, mas em íntimo contato com o oxigênio do ar
 1120 proveniente de intenso arejamento, que provem de aeradores que fornecem ar em todos os
 1121 pontos da calda em fermentação.

1122 O equipamento utilizado (Figura 4) é formado por um recipiente de grande
 1123 capacidade, geralmente feito de aço inoxidável, com uma turbina de ar no fundo e tubos por
 1124 onde circula a água para refrigeração, serpentina para controle de temperatura, quebra
 1125 espuma, alcoômetro, carga e descarga automática (AQUARONE et al., 2001, RIZZON;
 1126 MENEGUZZO, 2006).

1127

1128 Figura 4 - Corte transversal de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com
 1129 fermentação acética submersa



1130

1131 a) turbina de ar; b) compensador de ar; c) dispositivo para coletar líquido de condensação;
 1132 d/e) dispositivo para controlar a formação de espuma; f) dispositivo para medir o álcool; g)
 1133 serpentina para refrigeração; h) dispositivo para refrigeração; i) termômetro; j) bomba para
 1134 entrada do vinho; k) bomba para retirada do vinagre.

1135

Fonte: RIZZON; MENEGUZZO (2006)

1136 **2.4.2 Benefícios do uso do vinagre**

1137

1138 Alimentos funcionais são alimentos ou ingredientes que produzem efeitos
1139 metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, além de suas funções
1140 nutricionais básicas. Este efeito ocorre em sua maioria quando estes são consumidos como
1141 parte de uma dieta usual, sendo seguro sem necessidade de supervisão médica. Os alimentos
1142 funcionais se caracterizam por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo
1143 inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico
1144 na redução do risco de doenças crônicas degenerativas (CARDOSO; OLIVEIRA, 2008).

1145 O vinagre autêntico produzido a partir do vinho e de algumas frutas mantém
1146 características inerentes à matéria-prima, tais como a presença de sais minerais, compostos
1147 fenólicos e vários ácidos monocarboxílicos, além do ácido acético, tais como os ácidos
1148 tartárico, succínico, málico e láctico, todos eles responsáveis pela acidez. Os vinagres
1149 originários de frutas apresentam uma gama ainda maior de ácidos, ao passo que os vinagres
1150 produzidos a partir do álcool etílico só contêm ácido acético. É possível constatar que os
1151 vinagres de composição mais rica são os de maior capacidade antioxidante e de sequestrar
1152 radicais livres. Se o vinagre tem uma fonte nobre, como uva ou outras frutas, e é obtido por
1153 um processo de fermentação, certamente se constituirá em alimento importante para a saúde
1154 (NETTO, 2006).

1155 Segundo Kondo et al. (2009) a ingestão de vinagre reduziu o peso corporal, visceral,
1156 massa de gordura subcutânea e os níveis de triglicérides, sem causar efeitos adversos. A
1157 ingestão de 15 mL diários por um período de 3 meses foi suficiente para obtenção destes
1158 efeitos. O vinagre poderá supostamente ser considerado benéfico para a prevenção da
1159 síndrome metabólica através da redução da obesidade.

1160 Zilioli (2011), concluiu que a composição química característica de cada matéria
1161 prima teve grande influência no conteúdo fenólico e na atividade antioxidante, tanto nos
1162 fermentados alcoólicos quanto nos produtos de fermentação acética. Os vinagres de etanol de
1163 arroz, cachaça e etanol de milho apresentaram teores detectáveis de compostos fenólicos
1164 totais, apesar da ausência desses compostos em suas matérias-primas. Estes compostos
1165 funcionais foram produzidos pelas bactérias na etapa de fermentação acética. O grande
1166 aumento na capacidade de sequestro de algumas espécies de radical livres nestes vinagres
1167 indica correlação entre os fenólicos e a atividade antioxidante dos produtos. O mosto, o
1168 fermentado alcoólico e o vinagre de uva apresentaram os valores mais altos de sequestro
1169 relativo do radical livre em comparação com as outras amostras, apesar de não possuírem os

1170 maiores teores de compostos fenólicos. Quando padronizado para o consumo, concentração
1171 de 4% (p/v) em acidez total, o vinagre de toranja superou os demais produtos no que se refere
1172 ao conteúdo fenólico total e à capacidade antioxidante relativa ao radical livre.

1173 O vinagre tem baixo valor calórico, contem substâncias antioxidantes além de ser um
1174 coadjuvante contra a hipertensão. É um produto conhecido há muito tempo, pois se trata de
1175 um condimento muito aproveitado devido às suas propriedades benéficas ao organismo e à
1176 sua importância na alimentação. O vinagre de mel possui características antioxidantes, que
1177 combatem os radicais livres, retardam o envelhecimento e previnem contra o aparecimento de
1178 tumores cancerígenos (VINAGRE..., 2014).

1179 Devido a essas propriedades o Instituto do Vinagre dos Estados Unidos desenvolveu
1180 uma campanha para mostrar à população americana que o vinagre é um multiproduto, com
1181 largas aplicações na alimentação, saúde e higienização de ambientes. No Brasil, a Associação
1182 Nacional das Indústrias de Vinagre (ANAV) também lançou uma campanha nacional que
1183 divulgou os benefícios do vinagre para a saúde. Com ênfase sobre a eficácia do uso do
1184 vinagre no combate às larvas do mosquito *Aedes aegypti*, causador da dengue (ANAV, 2014).

1185

1186

1187 **2.4.3 Tratamento final do vinagre**

1188

1189 O tratamento final que o vinagre será submetido depende intrinsecamente do
1190 processo de obtenção que foi utilizado. O processo lento utilizando vinhos de uvas, fornece
1191 vinagres praticamente límpidos, em função do tempo que permanece em repouso durante o
1192 período de acetificação, principalmente se as adições de vinho e retiradas de vinagre da dorna
1193 forem cuidadosas. Nesse caso, apenas uma filtração em tecido de algodão ou feltro é
1194 suficiente para obter-se um produto límpido. A seguir, ajusta-se concentração com água
1195 potável, pasteuriza-se a 65°C por 5 min e envasa-se a quente. Quando o vinagre é processado
1196 por geradores que utilizam material de enchimento também se tem um vinagre praticamente
1197 límpido, já que o material-suporte atua como agente-filtrante e de sedimentação. A filtração
1198 final é feita em filtro-prensa, seguindo-se a pasteurização e o engarrafamento (AQUARONE
1199 et al., 2001).

1200 O vinagre bruto obtido do processo submerso é bastante turvo, contendo partículas
1201 em suspensão, as bactérias acéticas e as substâncias sólidas originadas da matéria-prima. Esse
1202 vinagre necessita de um agente clarificante, como a bentonita, que é utilizado industrialmente
1203 para torná-lo límpido. O agente clarificador é misturado com o vinagre bruto e deixado em

1204 repouso para sedimentação. Após algum tempo, o sobrenadante é filtrado em filtro-prensa,
 1205 usando polpa de celulose como leito filtrante e, se a clarificação não for satisfatória, repete-se
 1206 a operação. A seguir, procede-se à diluição, à pasteurização e ao envase (AQUARONE et al.,
 1207 2001).

1208

1209 **2.4.4 Padrões de identidade e qualidade do vinagre de mel**

1210

1211 A legislação brasileira prevê que se denomine vinagre apenas o produto resultante da
 1212 fermentação acética do vinho, e os demais devem ser denominados apenas como fermentados
 1213 acéticos, poderá ser denominado “vinagre de...” seguidos pelo nome da matéria-prima que lhe
 1214 deu origem (BRASIL, 2012). A Tabela 5 mostra os parâmetros de identidade e qualidade do
 1215 vinagre de mel.

1216

1217 Tabela 5 - Parâmetros do fermentado acético de vegetal ou de mel de abelha

Parâmetro	Valor	
	Mínimo	Máximo
Acidez volátil em ácido acético (g.100mL ⁻¹)	4,00	-
Álcool (% v/v) a 20°C		1,0
Cinzas (g.L ⁻¹)	1,00	5,00
Extrato seco reduzido (g.L ⁻¹)	7,00	-
Sulfatos (expressos em g.L ⁻¹ de sulfato de potássio)	-	1,00

1218

Fonte: Adaptado de Brasil (2012)

1219

1220 A legislação específica ainda prevê as seguintes características sensoriais para os
 1221 vinagres, aspecto: líquido, límpido e sem depósito; cor: de acordo com a matéria-prima que
 1222 lhe deu origem; cheiro: característico; sabor: ácido (BRASIL, 2012).

1223

1224 No Brasil, não é permitida a fabricação e venda de vinagre artificial, isto é, vinagre
 1225 produzido a partir da diluição do ácido acético obtido a partir da síntese do etileno ou da
 destilação seca da madeira (BRASIL, 2012).

1226

1227 São considerados nutrientes os produtos utilizados na fermentação acética com o
 1228 objetivo exclusivo de alimentar bactérias acéticas, sendo permitidos sais nutrientes, açúcares,
 aminoácidos e vitaminas, na quantidade necessária à complementação do substrato da

1229 fermentação acética, durante o processo de fermentação poderá ser injetado oxigênio ou ar
1230 industrialmente puro no fermentado e alguns ingredientes opcionais como sais que forneçam
1231 SO₂ (dióxido de enxofre) para conservar o produto, a água atenderá obrigatoriamente às
1232 normas e os padrões de potabilidade, aprovados em legislação específica, em relação às
1233 características sensoriais e físico-químicas deverão estar em consonância com a composição
1234 do produto, o fermentado acético ou vinagre condimentado ou aromatizado poderá apresentar
1235 turbidez proveniente dos ingredientes adicionados ao fermentado acético ou vinagre
1236 (SUMAN, 2012).

1237 Existem basicamente três grupos de “defeitos” que podem aparecer no vinagre sendo
1238 estes de origem microbiológicos, microbiológicos e químicos. Dentre os microbiológicos
1239 algumas espécies contaminantes como *Gluconobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, além das
1240 butíricas e das putrefativas são causadoras de odores e sabores desagradáveis por meio das
1241 fermentações secundárias. Poderá também ocorrer formação de uma película esbranquiçada
1242 na superfície do vinagre conhecida como “flor do vinho” resultante do crescimento de uma
1243 levedura (*Mycoderma vini*) afetando o aspecto visual do produto. Nos microbiológicos
1244 destacam-se a infestação pela *Anguillula aceti*, embora esta não seja patogênica, provoca um
1245 aspecto desagradável e repugnante ao produto e quando morrem em grandes quantidades,
1246 causam odor de putrefação. As alterações de ordem química são provocadas principalmente
1247 por metais, entre eles o ferro, que pode provocar escurecimento e /ou turvação, o zinco, o
1248 cádmio e o mercúrio formam acetatos tóxicos (AQUARONE et al., 2001).

1249 Ilha et al. (2000) produziram vinagre de mel e realizaram análise sensorial
1250 comparando-o com o vinagre de álcool e vinagre de vinho branco. Os atributos de vinagre de
1251 mel apresentaram índice de aceitabilidade acima de 70%, 95,37% para a aparência, 94,81%
1252 para a cor, 79,07% para o odor e 75,56% para sabor, o que indica que este vinagre produzido
1253 teve uma boa aceitação pelo consumidor.

1254

1255 3 METODOLOGIA

1256

1257 As análises foram realizadas nas dependências dos laboratórios da Engenharia de
1258 Alimentos da Universidade Federal do Pampa, campus Bagé e também no laboratório de
1259 Enologia, campus Dom Pedrito, em 2015.

1260 A amostra de mel multifloral (Figura 5) foi obtida diretamente de um apicultor da
1261 região de Bagé.

1262 Caracterizou-se a amostra de mel, produziu-se e caracterizou-se hidromel. O
1263 hidromel obtido foi utilizado como matéria-prima para produção do vinagre, sendo este
1264 realizado por dois métodos, lento e rápido.

1265

1266 Figura 5 – Amostra de mel



Fonte: Autores, (2015)

1267

1268

1269

1270 3.1 Caracterização físico-química do mel

1271

1272 As análises físico-químicas compreenderam umidade, açúcares redutores, sacarose
1273 aparente, sólidos insolúveis, minerais, acidez, índice de diástase, pH e hidroximetilfurfural. E
1274 foram realizadas de acordo com as técnicas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Ainda
1275 foram realizadas análises de coloração e classificação de origem, de acordo com Bianchi
1276 (1981) e Kirkwood (1960), respectivamente. E análises de antioxidantes pelo método
1277 adaptado de Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995). Todas as análises foram realizadas em
1278 triplicata.

1279

1280 3.1.1 Umidade

1281

1282 A determinação da umidade da amostra foi realizada pelo método refratométrico. Foi
1283 utilizado um refratômetro de bancada (ABBE® WYA -2S), onde foi possível verificar o índice

1284 de refração (IR) do mel, sendo esta medida convertida em porcentagem de umidade
1285 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ 2008).

1286

1287 **3.1.2 Açúcares Redutores**

1288

1289 Para a determinação do teor de açúcares redutores, dissolveu-se 2 g de mel em 50
1290 mL de água destilada, transferiu-se para um balão volumétrico de 200 mL e avolumou-se com
1291 água destilada (solução de mel). Retiraram-se 50 mL desta solução de mel para um balão
1292 volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada (solução diluída de
1293 mel). Para a titulação preliminar, num *erlenmeyer* de 250 mL, adicionaram-se 5 mL de
1294 solução de *Fehling A*, 5 mL de solução de *Fehling B* e 7 mL de água destilada. A solução
1295 contida no *erlenmeyer* foi aquecida até a ebulição durante 2 minutos, em seguida adicionou-
1296 se 4 gotas de azul de metileno a 0,2%. Esta solução foi titulada com a solução diluída de mel
1297 contida na bureta até haver descoloração do indicador (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1298 A determinação do teor em açúcares redutores foi efetuada de acordo com equação (
1299 3):

$$1300 \quad \frac{2 \times 1000}{P \times V} = \text{Açúcares redutores, em açúcar invertido, g/100g} \quad (3)$$

1301 P = Massa da amostra em (g);

1302 V = n° de mL da solução diluída da amostra gasto na titulação.

1303

1304 **3.1.3 Sacarose Aparente**

1305

1306 Para a determinação de sacarose aparente, dissolveram-se 2g de mel em 200 mL de
1307 água destilada (solução de mel). Desta solução, retiraram-se 50 mL para um balão de 100 mL
1308 e adicionaram-se 25 mL de água destilada. Aqueceu-se até 65°C em um banho-maria
1309 (MARCONI® MA 159). Posteriormente retirou-se do banho e adicionou-se 10 mL de HCl 5M.
1310 Após resfriado à temperatura ambiente, neutralizou-se com NaOH 5M utilizando papel
1311 indicador. Após completou-se o volume até 100 mL com a solução diluída de mel. Em
1312 seguida procedeu-se a titulação da mesma forma que a determinação dos açúcares redutores
1313 descrito no item 3.1.2. Para determinação do teor em sacarose aparente utilizou-se a equação
1314 (4) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1315

$$1316 \quad \left[\frac{(2 \times 1000)}{P \times V_1} - C \right] \times 0,95 = \text{sacarose aparente (g/100g)} \quad (4)$$

1317

1318 P = Massa da amostra em (g);

1319 V_1 = n° de mL da solução diluída da amostra gasto na titulação;

1320 C = n° de gramas de açúcar invertido por cento, obtido antes da inversão, açúcares
1321 redutores (g/100g).

1322

1323 **3.1.4 Minerais**

1324

1325 Para a determinação de minerais pesou-se cerca de 7 g da amostra de mel em uma
1326 cápsula de porcelana, previamente aquecida em mufla (QUIMIS® 0318 M24) a 550°C,
1327 resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Adicionaram-se 4 gotas de óleo
1328 vegetal de milho, para evitar a excessiva formação de espuma e perda de amostra através do
1329 borbulhamento. Procedeu-se a carbonização das amostras em chama, até que não houvesse
1330 mais evaporação. Após incinerou-se em mufla a 550°C, até eliminação completa do carvão.
1331 Quando as cinzas apresentaram coloração esbranquiçada, foram retiradas da mufla e
1332 colocadas em dessecador para que atingissem temperatura ambiente, e em seguidas pesadas.
1333 Para determinação de minerais utilizou-se a equação (5) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1334

$$1335 \quad \frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas \% m/m} \quad (5)$$

1336

1337 N = cinzas, (g);

1338 P = n° de gramas de amostra, (g).

1339

1340 **3.1.5 Acidez**

1341

1342 Para a medida do pH foi utilizado um pHmetro digital (METTLER TOLEDO® FE20)
1343 previamente calibrado, com os padrões. Foram pesados 10 g de mel em balança analítica
1344 (SHIMADZU® AU Y 220) e dissolveu-se com 75 mL de água destilada. Após inseriu-se o
1345 eletrodo na solução e verificou-se o valor do pH. Titulou-se a solução com o eletrodo inserido
1346 na solução (mel + água), inicialmente com hidróxido de sódio 0,05N até alcançar o pH 8,5.
1347 Rapidamente acrescentou-se 10 mL de hidróxido de sódio 0,05N à solução (mel + água).
1348 Seguindo a titulação com ácido clorídrico 0,05N até alcançar o pH 8,3. Para efeitos de
1349 cálculos e correções fez-se necessário preparar o branco, que consiste em aferir o pH da água
1350 destilada e titular com hidróxido de sódio até o pH 8,5. O cálculo da acidez foi realizado

1351 utilizando-se as equações (6) e (7). Acidez total é a soma da acidez livre mais a lactônica
1352 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1353

1354 Acidez Livre:

$$1355 \quad \left[\frac{(V-V_b) \times 50 \times f}{P} \right] = \text{acidez livre (milequivalentes por Kg)} \quad (6)$$

1356

1357 V = volume da solução de NaOH 0,05N gasto na titulação (mL);

1358 V_b = volume de solução de NaOH 0,05N gasto na titulação para o branco (mL);;

1359 f = Fator da solução de NaOH 0,05N;

1360 P = Massa da amostra (g).

1361

1362 Acidez Lactônica:

$$1363 \quad \frac{(10-V_a) \times 50 \times f_r}{P} = \text{acidez lactônica em milequivalentes por Kg} \quad (7)$$

1364

1365 V_a = volume de solução de HCl 0,05N gasto na titulação (mL);

1366 f_r = Fator da solução de HCl 0,05N;

1367 P = Massa da amostra (g).

1368

1369

1370 **3.1.6 Hidroximetilfurfural**

1371

1372 Para determinação de hidroximetilfurfural, pesou-se 5g de mel em balança analítica
1373 (SHIMADZU[®] AUY 220), após diluiu-se com 25mL de água destilada. Foi adicionado 0,5
1374 mL de solução de *Carrez I* e 0,5 mL de solução *Carrez II*, em um balão de 50 mL e
1375 completou-se o volume com água. A solução homogeneizada foi filtrada com descarte dos
1376 primeiros 10 mL do filtrado. Em tubos de ensaio foram colocados 5,0 mL do filtrado. No
1377 primeiro tubo adicionou-se 5,0 mL da solução de bissulfito de sódio 0,2% (referência). Nos
1378 demais foram adicionados 5,0 mL de água (teste). Deixou-se em banho de ultrassom
1379 (QUIMIS[®] Q335D) por 3 minutos e em seguida foram medidas em espectrofotômetro
1380 (BIOSPECTRO[®] SP 220), previamente calibrado nos comprimentos de onda de 284 nm e 336
1381 nm em cubeta de quartzo de 1,0 cm. O cálculo do índice de hidroximetilfurfural foi realizado
1382 utilizando-se a equação (8) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1383

$$1384 \quad \frac{(A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5}{P} = HMF \frac{mg}{Kg} \quad (8)$$

1385

1386 A_{284} = leitura de absorbância a 284nm1387 A_{336} = Leitura de absorbância a 336nm;

1388 P = Massa da amostra ;

1389 5 = Massa nominal da amostra (g);

1390 149,7 = (126/16830)×(1000/10)×(1000/5);

1391 126 = Peso molecular do HMF;

1392 16830 = Absortividade molar do HMF a 284nm;

1393 1000 = Conversão de gramas para mg;

1394 10 = Diluição de 5g de mel para 50mL;

1395 1000 = Conversão de g para Kg.

1396

1397 **3.1.7 Sólidos insolúveis**

1398

1399 Pesou-se cerca de 20 g da amostra de mel em balança analítica (SHIMADZU® AUY
 1400 220), e dissolveu-se em aproximadamente 50 mL de água destilada a 80°C. Em seguida,
 1401 filtrou-se sob vácuo através de um cadinho de vidro previamente tarado a 135°C em estufa
 1402 (NOVA ÉTICA® 400-4ND) e lavou-se com água destilada a 80°C até que o recolhido não
 1403 desprendesse névoa ao ser adicionado ao mesmo, algumas gotas da solução de floroglucina e
 1404 de ácido sulfúrico. Após secou-se os cadinhos a 135°C por 1 h em estufa, até que o peso
 1405 constante fosse atingido. A porcentagem de sólidos insolúveis foi calculada conforme a
 1406 equação (9) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1407

$$1408 \quad \frac{100 \times N}{P} = \text{sólidos insolúveis em água} \left(\frac{g}{100g} \right) \quad (9)$$

1409

1410 N = Massa seca de sólidos insolúveis (g);

1411 P = Massa da amostra (g).

1412

1413 **3.1.8 Cor**

1414

1415 Para determinação da cor do mel, foi realizada a medida da absorbância a 635nm de
 1416 uma solução de 50% (m/v) de mel e água. Após a diluição, deixou-se a solução repousar de
 1417 10 a 15 minutos antes da leitura. Calibrou-se o espectrofotômetro (BIOSPECTRO® SP 220)

1418 com água destilada. A cor é expressa mmPfund e calculada através da equação (10)
1419 (BIANCHI, 1981).

1420

$$1421 \quad \text{Cor} = (371,39 \times \text{Abs}_{635}) - 38,70 \quad (10)$$

1422

1423 A classificação da cor é dada pela escala Pfund de acordo com a Tabela 6.

1424

1425 Tabela 6 - Classificação do mel conforme a coloração

Mel	mm Pfund	Abs (635nm)
Branco –água	0 - 8	0,104 - 0,125
Extra-branco	8 - 16,5	0,125 - 0,148
Branco	16,5 - 34	0,148 - 0,195
Âmbar extra-claro	34 - 50	0,195 - 0,238
Âmbar claro	50 - 85	0,238 - 0,333
Âmbar	85 - 114	0,333 - 0,411
Âmbar escuro	114 ou mais	0,411 ou mais

1426 Fonte: Bianchi (1981)

1427

1428 3.1.9 pH

1429

1430 Pesou-se em balança analítica (SHIMADZU® AUY 220) 10 g de mel e após diluiu-se
1431 em 75 mL de água destilada. Esta solução foi colocada num banho-maria (MARCONI® MA 159)
1432 a 20°C até atingir o equilíbrio. Posteriormente, o pH foi determinado por leitura direta com o
1433 pHmetro (METTLER TOLEDO® FE20) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1434

1435

1436 3.1.10 Índice de diástase

1437

1438 Pesou-se em balança analítica (SHIMADZU® AUY 220) 10 g de mel e após diluiu-se
1439 com 5 mL de solução tampão acetato e 20 mL de água destilada. Em um balão volumétrico
1440 de 50 mL, colocou-se 3 mL de solução de cloreto de sódio 0,5 M e a solução de mel, e per fez-
1441 se o volume com água destilada. Transferiu-se 10 mL desta solução para um becker e
1442 manteve-se banho-maria (MARCONI® MA 159) a 40°C, adicionou-se com 5 mL da solução
1443 de amido, previamente padronizada. Em intervalos de tempo de 5 min, transferiu-se 1 mL

1444 desta solução para tubos de ensaio e após foi adicionado 10 mL de solução de iodo 0,00035 M
1445 e 30 mL de água destilada.

1446 Misturou-se e procedeu-se a leitura da absorbância a 660 nm, em espectrofotômetro
1447 (BIOESPECTRO[®] SP 220), até atingir uma leitura a 0,235 . Construiu-se um gráfico da
1448 absorbância em função do tempo, de modo a determinar o momento em que a absorbância
1449 atingiu o valor de 0,235. O índice diastásico (ID) foi determinado de acordo com a equação
1450 (11) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$1451 \quad ID = 300/t. \quad (11)$$

1452 $t =$ tempo onde a absorbância é de 0,235.

1453

1454 **3.1.11 Classificação em mel floral ou de melato**

1455

1456 Foi utilizada a equação de Kirkwood, que relaciona os valores de pH, cinzas e
1457 açúcares redutores na matéria seca para classificar o mel quanto a sua origem floral ou de
1458 melato. Kirkwood determinou o valor limite de 73,1, abaixo do qual o mel é classificado
1459 como mel de melato, ou como mistura de mel floral e mel de melato (KIRKWOOD, 1960).
1460 Esta é uma classificação importante, já que há especificações diferentes para mel floral e para
1461 mel de melato na legislação brasileira. Equação de Kirkwood (12):

1462

$$1463 \quad X = -8,3x_1 - 12,3x_2 + 1,43x_3 \quad (12)$$

1464 Sendo:

1465 $x_1 =$ pH;

1466 $x_2 =$ % de cinzas em matéria seca;

1467 $x_3 =$ % de açúcares redutores em matéria seca;

1468 $X < 73,1 =$ Mel de melato.

1469

1470 **3.1.12 Determinação de atividade antioxidante**

1471

1472 As atividades antioxidantes segundo método adaptado de Brand-Willians, Cuvelier e
1473 Berset (1995) que se baseia na redução do radical estável 2,2-difenil-1-picrylhidrazil (DPPH),
1474 com algumas modificações. As amostras foram preparadas através da diluição em metanol
1475 para extração dos compostos com atividade antioxidante. Após a permanência de 24 h a uma
1476 temperatura de 3 a 4°C a amostra foi colocada em centrifuga (EXCELSA[®] 3280) a 2000 rpm
1477 por 15 minutos e analisado posteriormente o sobrenadante.

1478 Foi preparada uma solução mãe de DPPH pesando-se 12 mg do radical livre DPPH e
 1479 dissolvendo em 50 mL de metanol, após esta foi estocada sob refrigeração. No momento da
 1480 análise, retirou-se 10 mL da solução mãe e acrescentou-se 45 mL de metanol, para o preparo
 1481 da solução de uso. A absorvância desta solução foi ajustada em $1,1 \pm 0,02$ em comprimento
 1482 de onda de 517nm. Para quantificação da atividade antioxidante, 100 μ L do extrato da
 1483 amostra foram adicionados a 3,9 mL da solução de uso de DPPH. A absorvância da amostra
 1484 foi lida em espectrofotômetro (BIOESPECTRO[®] SP 220), a um comprimento de onda de 517
 1485 nm, após 30 min em repouso. O resultado foi expresso em percentual de inibição (%),
 1486 segundo a equação (13) (WILLIANS; CUVELIER; BERSSET, 1995).

1487

$$1488 \quad \frac{Abs_{Branco} - Abs_{amostra}}{Abs_{branco}} \times 100 = \text{Atividade antioxidante} \quad (13)$$

1489

1490 **3.2 Hidromel**

1491

1492 **3.2.1 Produção de Hidromel**

1493

1494 Segundo Gomes (2010), a utilização de mel escuro na fermentação forneceu
 1495 melhores resultados do que o mel claro. Esta diferença possivelmente estaria relacionada com
 1496 a porcentagem de pólen mais reduzida no mel claro em relação ao mel escuro, uma vez que a
 1497 maioria dos compostos nitrogenados está presente no pólen. Estes fatores podem ser
 1498 limitantes no processo de fermentação. Ademais, o mel escuro apresenta uma concentração
 1499 mais elevada de minerais que poderá influenciar positivamente na fermentação.

1500 Os méis brasileiros possuem grande variação de cor, o que pode influenciar na
 1501 preferência do consumidor que na maioria das vezes, escolhe o mel associando a sua cor a um
 1502 sabor mais suave (mel claro) ou mais forte (mel escuro). Geralmente os méis claros alcançam
 1503 preços superiores aos obtidos pelos méis escuros (CRANE, 1987; CARDOSO, 2011).

1504 Selecionou-se uma amostra de mel escuro que foi utilizada em todos os ensaios de
 1505 fermentação e leveduras enológicas comerciais Zymaflore X5 (empregada na produção de
 1506 vinho branco ou rose) e X10 (para produção de vinho tinto) da estirpe *Saccharomyces*
 1507 *cerevisiae*, e mais um ativador de levedura (SUPERSTART) que tem em sua composição em
 1508 torno de 7% de nitrogênio total, 45% de proteína, 35% glicídios e 6% minerais auxiliando a
 1509 fermentação. Todos da marca Laffort, sendo essas de fácil aquisição por parte dos apicultores.

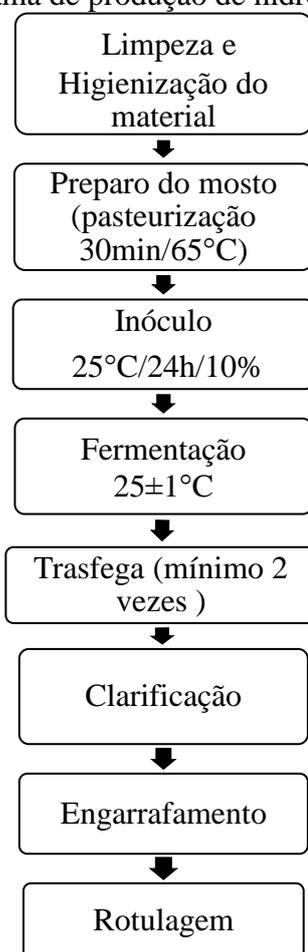
1510 . Com base nos resultados de Pereira (2009), que estudou o comportamento de várias
 1511 leveduras produzindo hidromel em condições de fermentação á temperatura de 25°C e sob

1512 agitação, optou por realizar o processo fermentativo em condições com e sem agitação e
1513 utilizando-se duas leveduras enológicas a temperatura de 25°C.

1514 As leveduras foram hidratadas segundo as instruções do fabricante (20-30 g/hL), em
1515 água a temperatura média de 30°C juntamente com o SUPERSTART (30 g/hL) por um
1516 período de 15 min. O mosto foi preparado através da diluição de mel em água destilada até
1517 obtenção de um valor aproximado de 25°Brix. Levando em conta o fator de conversão de
1518 açúcar em álcool pela estequiometria, a concentração de açúcares no mosto foi calculada para
1519 chegar a uma bebida em torno de 12°GL. As etapas de produção do hidromel estão
1520 apresentadas na Figura 6.

1521

1522 Figura 6 - Fluxograma de produção de hidromel



1523

1524

Fonte: Autores, 2015

1525

1526 Inicialmente realizou-se a limpeza e higienização dos materiais, entre eles,
1527 *erlenmeyers*, e mangueiras utilizadas no processo, sendo estes lavados com água e
1528 detergente. O material passível de esterilização foi autoclavado (121°C por 15min) e o
1529 restante higienizado com álcool a 70%. Após procedeu-se o preparo do mosto com a pesagem

1530 do mel e sua diluição em quantidade suficiente de água para que obtivesse um valor em torno
1531 de 25°Brix, verificando-se o °Brix em refratômetro digital (ABBE® WYA -2S). Em seguida o
1532 mosto foi pasteurizado em banho-maria (MARCONI® MA 159) por 30 minutos a 65°C.

1533 Após a pasteurização e resfriamento do mosto retirou-se 10% do volume total para a
1534 preparação do inóculo, adicionando ao mesmo a levedura previamente hidratada. Este inóculo
1535 foi colocado em câmara incubadora a 25°C por 24 h. Após transferiu-se o volume do inóculo
1536 para o restante do mosto. A fermentação ocorreu em um fermentador fechado conforme
1537 Figura 7. A verificação de pH e °Brix foi acompanhada diariamente, até que a variação de
1538 °Brix fosse pequena.

1539

1540 Figura 7 - Reatores para produção de hidromel



1541

1542

Fonte: Autores,(2015)

1543

1544 Após a retirada do hidromel da câmara incubadora, realizou-se a primeira trasfega para
1545 outro recipiente sanitizado, separando assim o hidromel da parte sedimentada. Esta etapa foi
1546 repetida de acordo com a necessidade, ou seja, quando fosse observado mais acúmulo de
1547 sedimento no fundo do recipiente, em média foi realizada 2 vezes. Este processo foi
1548 conduzido de forma a evitar a oxigenação do hidromel. Para clarificação do hidromel foi
1549 adicionado clarificante biofine (Kerry), utilizado para clarificação de mosto de cerveja. Após
1550 foi realizado o envase do hidromel em garrafas de vidro transparente e armazenado a
1551 temperatura ambiente.

1552 **3.2.2 Caracterização físico-química do hidromel**

1553

1554 As análises físico-químicas compreenderam acidez total, volátil, extrato seco total e
1555 graduação alcoólica, realizados com a utilização de equipamentos de destilação (GIBERTINI
1556 SUPER D.E.E). Estes equipamentos estão regulamentados pela *Office International de la*
1557 *Vigne et du Vin* (OIV), de fabricação italiana e que fazem parte do laboratório de Enologia da
1558 Unipampa campus Dom Pedrito. As análises realizadas nesses equipamentos otimizam as
1559 análises físico-químicas específicas proporcionando resultados com exatidão e rapidez.

1560 O destilador *Distillatore Elettronico Enoquímico* (GIBERTINI SUPER D.E.E)
1561 funciona da mesma forma que um destilador tradicional, porém possui um sistema
1562 revolucionário e patenteado de aquecimento onde dois eletrodos fazem parte do interior da
1563 ampola de destilação, que geram um circuito de corrente fazendo com que amostra alcance a
1564 temperatura de ebulição em poucos minutos. Possui duas colunas de destilação, uma para
1565 destilação da água a ser utilizada no próprio equipamento e outra para a coluna da amostra
1566 que segue por arraste de vapor, onde é destilado etanol para medida do álcool e ácido acético
1567 para medida da acidez volátil.

1568 As análises de cinzas, cloretos totais e açúcares totais, foram realizadas de acordo
1569 com as técnicas oficiais descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). E análise de antioxidantes
1570 pelo método adaptado de Brand-Willians, Cuvelier e Berset (1995).

1571 As análises referentes à caracterização foram realizadas em triplicata e os resultados
1572 foram tratados estatisticamente através de Análise de Variância e Teste de *Tukey* ao nível de
1573 significância de 5% em programa estatístico.

1574

1575 **3.2.2.1 Acidez**

1576

1577 **3.2.2.1.1 Acidez total**

1578

1579 Para a determinação da acidez total pipetou-se 10 mL de hidromel em *erlenmeyer* de
1580 250 mL, contendo 100 mL de água destilada e adicionou-se 5 gotas de indicador fenolftaleína
1581 e realizou-se a titulação com hidróxido de sódio 0,1 N (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1582

1583 **3.2.2.1.2 Acidez volátil**

1584

1585 O princípio do método de separação dos ácidos voláteis se dá através do vapor da
1586 água. Esta análise foi realizada no Destilador Super D.E.E. Gibertini. Para determinação da

1587 acidez volátil colocou-se 20 mL da amostra de hidromel no balão de destilação, acoplou-se o
 1588 *erlenmeyer* no aparelho para recolher o destilado. Fechou-se o sistema de destilação e fez-se a
 1589 programação para o início da destilação, recolheu-se 250 ml de destilado, sendo este titulado
 1590 com indicador fenolftaleína e hidróxido de sódio 0,1 N.

1591

1592 **3.2.2.2 Minerais**

1593

1594 Para determinação de minerais foi utilizada a metodologia descrita no item 3.1.4, a
 1595 única diferença foi a realização da evaporação da amostra em banho-maria (MARCONI® MA
 1596 159) antes da sua incineração (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1597

1598 **3.2.2.3 Cloretos totais**

1599

1600 Foi utilizada a metodologia descrita no item 3.1.4, para obtenção das cinzas. Após
 1601 adicionou-se 30 mL de água quente agitando com bastão de vidro. Transferiu-se a solução
 1602 com auxílio de um funil para um balão volumétrico de 100 mL. Lavou-se o cadinho de
 1603 porcelana, o bastão de vidro e o funil com mais duas porções de 30 mL de água quente.
 1604 Transferiu-se a solução e as águas de lavagem para o balão volumétrico. Após esfriar,
 1605 completou-se o volume do balão e agitou-se o mesmo. Pipetou-se 10 mL para um frasco
 1606 *erlenmeyer* de 125 mL, adicionando-se 2 gotas da solução de cromato de potássio a 10%,
 1607 como indicador. Seguiu-se a titulação com solução de nitrato de prata 0,1 M até o
 1608 aparecimento de uma coloração vermelho-tijolo. Para obtenção dos valores de cloretos foi
 1609 utilizada a equação (14) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

1610

$$1611 \frac{V \times f \times 0,584}{P} = \text{cloretos, em cloretos de sodio} \left(\% \frac{\text{m}}{\text{m}} \right) \quad (14)$$

1612 V = volume da solução de nitrato de prata 0,1 M gasto na titulação (mL);

1613 f = fator da solução de nitrato de prata 0,1 M;

1614 P = massa da amostra na alíquota utilizada para a titulação (g).

1615

1616 **3.2.2.4 Gradação alcoólica e Extrato seco total**

1617

1618 A determinação do teor alcoólico foi fundamentada na separação do álcool por
 1619 destilação. Fez-se uso do Destilador Super D.E.E Gibertini mais a balança hidrostática (Super
 1620 Alcomat Gibertini). Mediu-se 100 mL da amostra no balão volumétrico e transferiu-se para o
 1621 destilador, lavou-se o balão 2 vezes com aproximadamente 10 mL de água destilada de cada

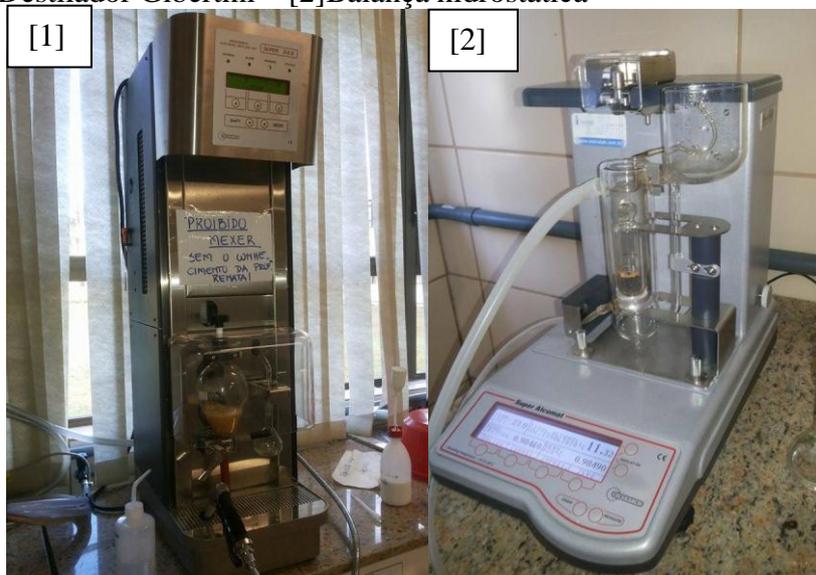
1622 vez. Colocou-se o balão no aparelho para recolher o destilado. Adicionou-se
1623 aproximadamente 10 mL do óxido de cálcio 12% e 8 gotas de antiespumante no balão de
1624 destilação. Fechou-se o sistema de destilação do aparelho e fez-se a programação para o início
1625 da destilação.

1626 Após o término da destilação, recolheu-se o balão volumétrico receptor e avolumou-
1627 se com água destilada até 100 mL. A balança hidrostática foi programada para obtenção do
1628 teor alcoólico e do extrato seco total, seguindo as etapas exigidas pelo equipamento (Figura
1629 8).

1630

1631

1632 Figura 8 - [1] Destilador Gibertini [2]Balança hidrostática



1633

1634

Fonte: Autores, 2015

1635

1636 **3.2.2.5 Açúcares totais**

1637

1638 Foi utilizada a metodologia descrita no item 3.1.2 e 3.1.3.

1639

1640 **3.2.2.6 Determinação de atividade antioxidante**

1641

1642 Foi utilizada a metodologia descrita no item 3.1.12.

1643

1644 **3.2.3 Rendimento da fermentação alcoólica**

1645

1646 O rendimento da produção de álcool ($Y_{P/S}$) foi calculado em gramas de etanol
 1647 produzido por gramas de açúcares redutores totais consumidos, através da equação (15)
 1648 (AQUARONE, 2001).

$$1649 \quad Y_{P/S} = \frac{E}{S_0 - S} \quad (15)$$

1650

1651 Onde:

1652 $Y_{P/S}$ = rendimento da produção de álcool ;1653 E = Concentração final de etanol (g.L^{-1});1654 S_0 = Concentração inicial de açúcares redutores totais (g.L^{-1});1655 S = Concentração final de açúcares redutores totais (g.L^{-1}).

1656 **3.2.4 Eficiência da fermentação ($\eta\%$)**

1657

1658 A eficiência da fermentação foi calculada com base no rendimento teórico
 1659 proveniente da equação de Gay-Lussac e de acordo com a equação (16) (AQUARONE,
 1660 2001).

1661

$$1662 \quad \eta(\%) = \left[\frac{Y_{P/S} \text{ obtido}}{Y_{P/S} \text{ teórico}} \right] \times 100 \quad (16)$$

1663 Onde:

1664 $Y_{P/S}$ teórico = 0,511

1665

1666 **3.2.5 Produtividade volumétrica em etanol**

1667

1668 O cálculo de produtividade (Q_p) foi realizado de acordo com a equação (17)
 1669 (AQUARONE, 2001).

1670

$$1671 \quad \frac{(P_f - P_i)}{t} = Q_p \quad (\text{g.h}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}); \quad (17)$$

1672

1673 Onde:

1674 P_f = Concentração final de etanol (g.L^{-1});1675 P_i = Concentração inicial de etanol (g.L^{-1});

1676 t = Tempo de fermentação (h).

1677 3.3 Vinagre de mel

1678

1679 A produção de vinagre de mel deu-se utilizando o hidromel resultante da fermentação
1680 alcoólica. Os micro-organismos utilizados para a acetificação do hidromel foram obtidos a
1681 partir de vinagre de maçã orgânico não pasteurizado (Produzido por Espaço do sossego-
1682 Farroupilha-RS), adquirido em um estabelecimento comercial na cidade de Bagé. Foram
1683 utilizados dois métodos para fabricação do vinagre de mel, o método lento e o rápido.

1684

1685

1686 3.3.1 Obtenção da cultura acética

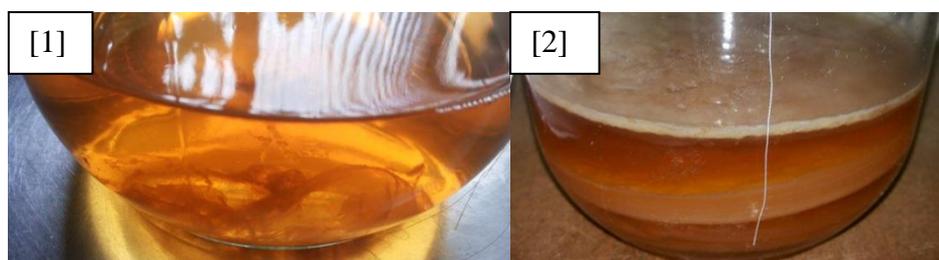
1687

1688 Inicialmente a partir de uma mistura de hidromel e vinagre de maçã orgânico não
1689 pasteurizado na proporção de 1:1, deixou-se a mistura em repouso em recipiente de vidro
1690 coberto com um tecido que permitiu a aeração e ao mesmo tempo impediu a entrada de
1691 contaminantes biológicos, principalmente moscas. Em aproximadamente 4 dias pode-se
1692 observar a formação de uma fina película submersa, passando cerca de 20 dias esta mesma
1693 película já se encontrava flutuante na mistura, como pode ser visualizado na Figura 9. Após a
1694 formação da película flutuante em média a cada 10 dias adicionou-se 100 ml de hidromel,
1695 para fornecer substrato e proporcionar o crescimento da “mãe do vinagre”.

1696

1697 **Figura 9 – Crescimento da bactéria acética “mãe do vinagre”** [1] Estágio de formação de
1698 fina película submersa[2] Estágio de formação de película flutuante.

1699



1700

1701

Fonte: Autores, 2015

1702

1703

1704 **3.3.2 Produção de vinagre**

1705

1706 O fluxograma para produção de vinagre para o método lento e rápido, segundo
1707 Malajovich (2009), pode ser visualizado na Figura 10.

1708

1709 Figura 10 - Fluxograma de produção do vinagre de mel para método rápido e lento.

1710

1711

1712

1713

1714

1715

1716

1717

1718

1719

1720

1721

1722

1723

1724

1725

1726

1727

1728

1729

1730

1731

1732

1733

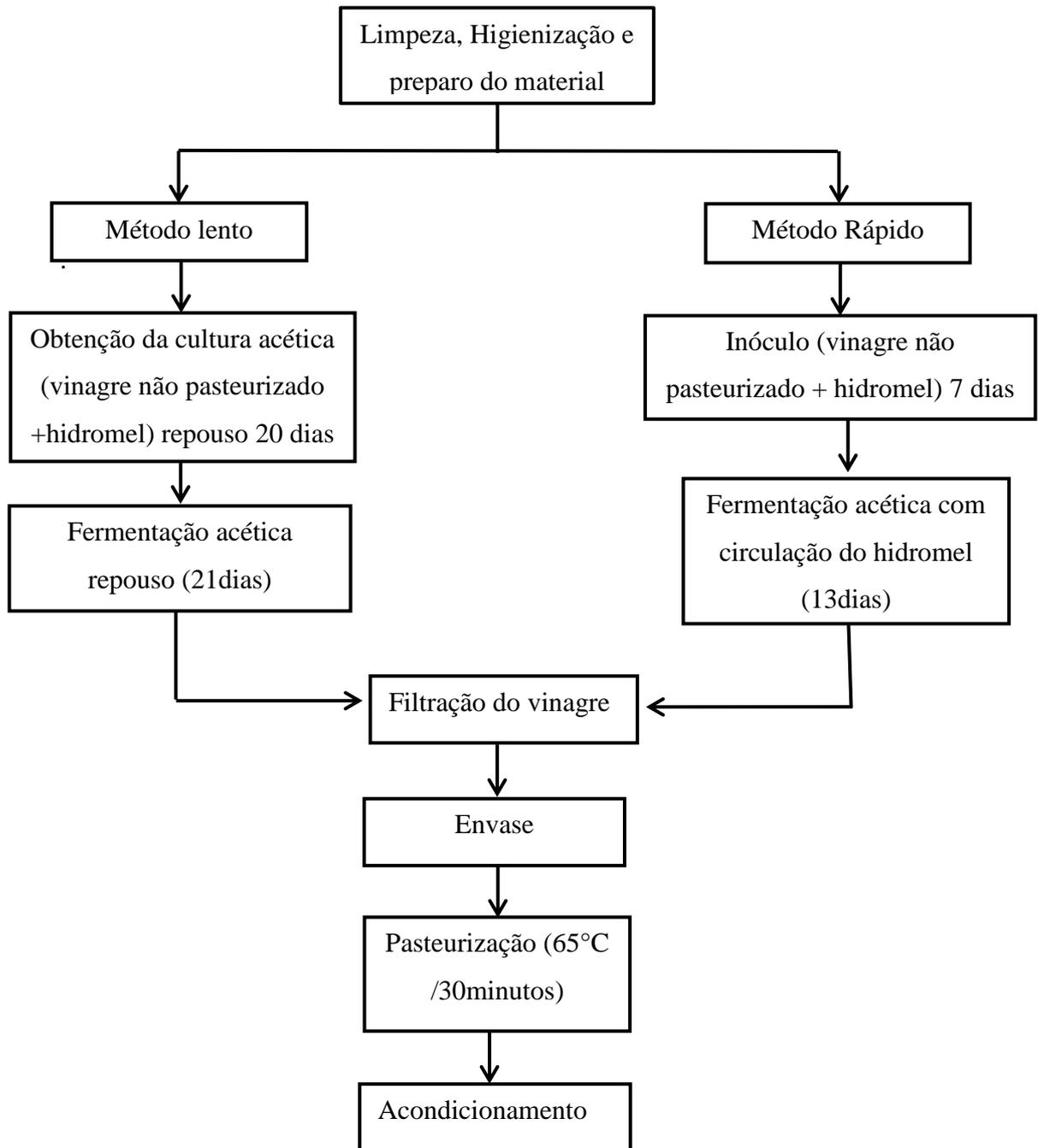
1734

1735

1736

1737

1738



1736 Fonte: Autores, (2015)

1739 O ensaio através do método lento (Figura 11) foi realizado em *becker* utilizando-se
1740 aproximadamente 12 g de cultura acética mais 200 mL de hidromel, em temperatura variável
1741 entre 10 a 25°C, com acompanhamento semanal da acidez volátil até que se atingisse o
1742 mínimo preconizado na legislação que é de 4%.

1743

1744 Figura 11 - Produção de vinagre pelo método lento



1745

1746

Fonte: Autores, (2015)

1747

1748 Para o método rápido um reator foi confeccionado, segundo manual Malajovich
1749 (2009), a partir de duas garrafas de plástico (2 L), preenchida com rolhas de cortiça na parte
1750 superior como suporte para as bactérias acéticas e com sistema de recirculação do mosto
1751 através de um compressor de ar, conforme Figura 12.

1752

1753 Figura 12 - Produção de vinagre pelo método rápido



1754

1755

Fonte: Autores, (2015)

1756

1757 O vinagre não pasteurizado contendo as bactérias acéticas, juntamente com o
1758 hidromel na proporção de 3:1 foi inoculado no reator onde recirculou até a ativação dos
1759 micro-organismos, através do acompanhamento da acidez com titulações diárias, observando-
1760 se também a formação de uma película brilhante em torno das rolhas. Após a agregação das
1761 bactérias, foi retirado todo o líquido circulante do reator e em seguida foi alimentado com
1762 hidromel. Acompanhou-se o processo de fermentação acética através do teor de acidez volátil
1763 diariamente, até que se atingisse o mínimo preconizado na legislação que é de 4%.

1764

1765 ***3.3.3 Antioxidantes e acidez volátil do vinagre de mel***

1766

1767 A análise de acidez volátil em ácido acético foi realizada segundo metodologia
1768 Malajovich (2009), realizadas em triplicata.

1769 As análises referentes a atividade antioxidante pelo método adaptado de Brand-
1770 Willians, Cuvelier e Berset (1995).

1771

1772

1773 **3.3.3.1 Determinação de atividade antioxidante**

1774

1775 Foi utilizada a metodologia descrita no item 3.1.12.

1776

1777 **3.3.3.2 Acidez volátil em ácido acético**

1778

1779 Pipetou-se 1 mL para um frasco *erlenmeyer* de 25 mL, adicionando-se 1 gota da
1780 solução de fenolftaleína a 10%, como indicador. Seguiu-se a titulação com solução de
1781 hidróxido de sódio 0,66 M até o aparecimento de uma coloração rósea. Para obtenção dos
1782 valores de acidez foi utilizada a equação (18) (MALAJOVICH, 2009).

1783

1784 Concentração $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Volume}_{\text{NaOH}}$ (18)

1785

1786

1787 **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

1788

1789 **4.1 Mel**

1790

1791 Os resultados das análises da amostra de mel estão apresentados na Tabela 7.

1792

1793

Tabela 7 – Resultados das análises do mel.

Parâmetro	Mel experimental	Mel floral* (Legislação)	Mel de melato* (Legislação)
Umidade (%)	19,8 ±0,03		Máximo 20
Açúcares redutores (%)	70,44 ±1,30	Mínimo 65	Mínimo 60
Sacarose aparente (%)	5,53 ±0,77	Máximo 6	Máximo 15
Sólidos insolúveis (%)	0,02 ±0,01		Máximo 0,1
Minerais (%)	0,27±0,012	Máximo 0,6	Máximo 1,2
Acidez (meq.Kg ⁻¹)	45,51±1,40		Máximo 50
Índice de diástase (escala Gothe)	14,18	Mínimo 8 na escala Gothe ou 3 se HMF inferior a 15	
Hidroximetilfurfural (mg.Kg ⁻¹)	4,79±1,11		Máximo 60
Cor (mmPfund)	Âmbar escuro	-	-
°Brix	78,7	-	-
pH	4,03±0,021	-	-
Antioxidantes (% inibição)	12,19±0,7	-	-
Classificação de origem	Melato	-	-

1794 Média±Desvio

1795 *Legislação Brasil (2000).

1796 Fonte: Autores, (2015)

1797

1798 Com relação aos parâmetros de composição do mel os valores encontrados estão em
1799 conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2000).1800 O conteúdo de umidade do mel é dependente de vários fatores, entre eles a época de
1801 coleta e grau de maturação do mel dentro da colmeia (WHITE, 1980). A amostra de mel

1802 utilizada neste trabalho apresentou 19,8% de umidade, apesar de estar dentro do parâmetro
1803 legal, encontra-se muito próximo do limite máximo permitido de 20%. Uma das razões que
1804 justificariam o valor encontrado está relacionada com o período de coleta do mel, que foi
1805 realizada numa época com umidade relativa do ar elevada em torno de 90%, afetando assim o
1806 teor de umidade do mel.

1807 O teor de açúcares redutores (glicose e frutose) foi de 70,44%, sendo este superior ao
1808 valor mínimo estabelecido na legislação. Este valor está semelhante ao conteúdo de açúcares
1809 redutores encontrado por Vargas (2006), que analisou 80 amostras de mel do estado do Paraná
1810 onde 34% encontravam-se na faixa de 70 a 75%.

1811 A proporção de frutose/glicose fornece informações a respeito do estado de
1812 cristalização do mel, ou seja, quanto maior o conteúdo de frutose em relação à glicose, o mel
1813 se apresentará fluido (AL et al.,2009; DE RODRÍGUEZ et al., 2004; FINOLA et al., 2007;).
1814 A amostra de mel analisada apresentava-se fluida, indicando possivelmente que o conteúdo de
1815 frutose era maior que o da glicose.

1816 De acordo com Vargas (2006) o teor de sacarose aparente obteve uma variação
1817 elevada dentre as amostras analisadas, que teve valores de 0 a 15%. Richter et al. (2011)
1818 encontraram teores de 0,11 a 1,94%. O resultado obtido no presente trabalho foi de 5,53%,
1819 estando dentro da faixa de variação encontrada por Vargas (2009)..

1820 O valor de sólidos insolúveis encontrado neste trabalho foi de 0,02%. Schlabitz et al.
1821 (2010), analisaram amostras de mel produzido no Vale do Taquari/RS e obtiveram valores de
1822 sólidos insolúveis variando de 0,07 a 0,14%. Vargas (2006) encontrou valores entre 0 a 0,1%
1823 para o mel centrifugado. Cardoso (2011) encontrou valores de 0,04 para mel silvestre. Em
1824 geral os sólidos insolúveis estão relacionados com o teor de sujidades do mel (VILHENA;
1825 ALMEIDA-MURADIAN, 1999).

1826 Richter et al.(2011), avaliaram 19 amostras de méis produzidos na cidade de
1827 Pelotas/RS e obtiveram teores de cinzas de 0,13 a 0,99% e a acidez total variou de 13,45 a
1828 42,93 meq.kg⁻¹. Welke et al. (2008), que também avaliaram amostras da região sul do país,
1829 encontraram o mesmo intervalo de valores de Richter et al. (2011). Segundo Anklam (1998),
1830 o conteúdo de minerais pode fornecer informações sobre a poluição ambiental ou a origem
1831 geográfica do mel. O teor de minerais encontrado foi de 0,27%, sendo este mel originado de
1832 uma região distante da zona urbana, o que justifica o baixo valor. Já o valor de acidez
1833 encontrado foi de 45,51 meq.kg⁻¹, estando dentro dos parâmetros permitidos pela legislação
1834 brasileira que permite um valor máximo de 50 meq.kg⁻¹.

1835 O índice diastásico e o teor de hidroximetilfurfural são dois parâmetros amplamente
1836 utilizados como indicadores da qualidade do mel. Um mel de excelente qualidade deverá ter
1837 um índice diastásico elevado e um teor de hidroximetilfurfural baixo (DE RODRÍGUEZ et
1838 al., 2004; KÜÇÜK et al., 2007). Pode-se dizer que a amostra de mel utilizada neste trabalho
1839 apresentou ótima qualidade, em vista dos valores de 14,18 escala Gothe para índice diástase e
1840 de 4,79 mg.Kg⁻¹ de hidroximetilfurfural.

1841 No processo de elaboração do mel, as abelhas coletam a matéria-prima açucarada
1842 disponível que normalmente é o néctar das flores ou excreção açucarada da cochonilha
1843 (melato). Caso haja melato disponível, provavelmente as abelhas irão coletá-lo,
1844 simultaneamente ou não à coleta de néctar. Assim o mais comum é encontrar uma mistura de
1845 mel de melato com mel floral (CAMPOS et al., 2003). Através da equação de Kirkwood a
1846 amostra de mel foi caracterizada como mel de melato ou uma mistura de mel floral com mel
1847 de melato. A amostra de mel apresentou coloração âmbar escura determinada em escala
1848 Pfund.

1849 Vargas (2006) ao analisar mel de diferentes origem florais obteve valores de pH
1850 variando de 3,6 a 5,35. Andrighetto et al. (2009) avaliou a qualidade físico-química do mel
1851 comercializado em Santo Augusto/RS e obteve valor médio de 4,2. O valor de pH encontrado
1852 para a amostra de mel foi de 4,9. A legislação brasileira não estabelece limite para o valor de
1853 pH no mel, porém um valor muito baixo pode evidenciar adulteração por xarope de sacarose
1854 ou amido invertido por hidrólise ácida. Entretanto um valor muito alto sugere adição de calda
1855 de sacarose sem adição de ácido (VARGAS, 2006).

1856 Em pesquisas realizadas por Al-mamary, Al-meeri, Al-habori (2002) analisaram a
1857 atividade antioxidante para diferentes tipos de méis e encontraram valores entre 3,13 a
1858 35,65%. Zilioli (2011) em seu trabalho avaliou o poder antioxidante do mel que foi de 8,
1859 36%, sendo este próximo ao do mel analisado neste trabalho que alcançou 12,19 % de
1860 potencial de inibição.

1861

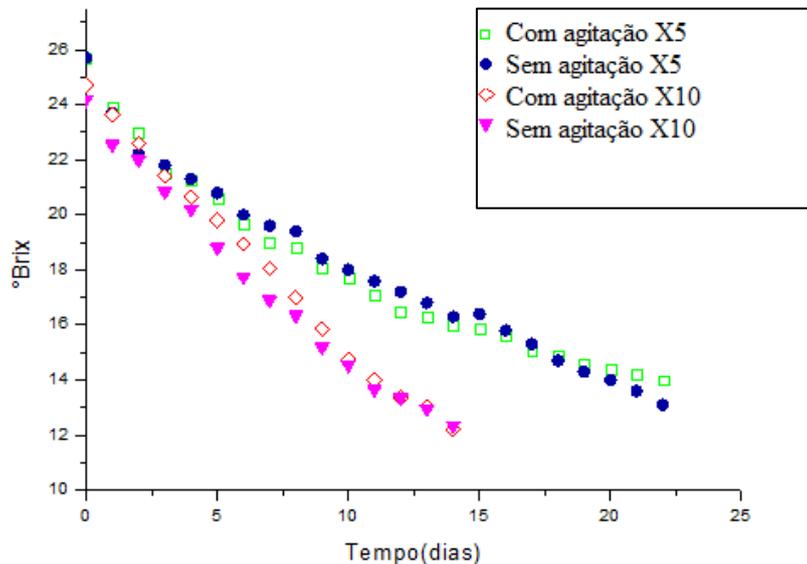
1862 **4.2 Hidromel**

1863

1864 A produção de hidromel em escala laboratorial se deu em duas condições com e sem
1865 agitação e com a utilização de duas leveduras (X5 e X10) em temperatura controlada de 25°C
1866 com acompanhamento de pH e °Brix diariamente. O comportamento das fermentações pode
1867 ser visualizado na Figura 13 para as leveduras X5 e X10, com e sem agitação.

1868

1869 Figura 13 – Comportamento da fermentação para levedura X5 e X10 com e sem agitação.



1870

1871 Fonte: Autores,(2015)

1872

1873 Com base no gráfico da Figura 13 pode-se perceber que não houve influência da
 1874 agitação sobre o processo fermentativo para ambas as leveduras utilizadas, tanto em termos de
 1875 decréscimo de °Brix, bem como em relação ao tempo total de fermentação, os
 1876 comportamentos foram muito similares. As leveduras tiveram uma diferença entre si no
 1877 tempo total de fermentação para a obtenção de um teor de sólidos insolúveis final entre 12 a
 1878 13 °Brix. A levedura X10 levou aproximadamente 15 dias e a levedura X5 levou 22 dias, essa
 1879 diferença pode ter sido em função da própria característica das estirpes de levedura.

1880 O pH é uma das características importantes das bebidas fermentadas, pois além de
 1881 interferir na cor, exerce um efeito acentuado sobre o sabor. Bebidas fermentadas com elevado
 1882 pH são mais suscetíveis às alterações oxidativas e biológicas (AERNY, 1985). Pereira (2014)
 1883 obteve valores de pH no hidromel de urze nas fermentações conduzidas por duas estirpes de
 1884 *Sacaromyces cerevisiae* comerciais para vinhos, ligeiramente superiores aos determinados
 1885 nos hidroméis de eucalipto que foi de 3,45 e 3,05, respectivamente. Os valores de pH na faixa
 1886 média de 3,6 conferem maior resistência a possíveis contaminações microbiológicas
 1887 (FERNANDES; LOCATELLI; SCARTAZZINI, 2009). O valor de pH neste trabalho foi
 1888 acompanhado diariamente e não houve mudança ao longo do tempo de fermentação e
 1889 permaneceu em torno de 3,5, isso pode ter acontecido em função da adição de nutrientes e da
 1890 característica do próprio mel.

1891 **4.2.1 Rendimento e produtividade da fermentação alcoólica**

1892

1893 Foi comparado o rendimento da fermentação alcoólica para os ensaios com agitação
1894 e sem agitação para ambas as leveduras utilizadas conforme Tabela 8.

1895

1896 Tabela 8 – Resultados de teor alcoólico, rendimento, eficiência e produtividade para a
1897 fermentação alcoólica com e sem agitação.

<i>Ensaio</i>	<i>Levedura</i>	<i>Agitação</i>	<i>Teor alcoólico (°GL)</i>	<i>Rendimento (%)</i>	<i>Eficiência (%)</i>	<i>Produtividade (g/L*h)</i>
1	X5	Com	11,54 ^b	43 ^b	84,57 ^c	0,170 ^b
2	X5	Sem	11,36 ^b	43 ^b	84,14 ^c	0,170 ^b
3	X10	Com	11,07 ^b	48 ^a	93,23 ^b	0,260 ^a
4	X10	Sem	12,56 ^a	50 ^a	98,66 ^a	0,290 ^a

1898 ^{a, b,} letras distintas sobrescritas na mesma coluna diferem estatisticamente pelo Teste de *Tukey*
1899 ($p < 0,05$)

1900 Fonte: Autores,(2015)

1901

1902 Pode-se observar na Tabela 8 que o resultado para a fermentação alcoólica em
1903 termos de rendimento, eficiência, produtividade e teor alcoólico foram maiores para a
1904 levedura X10 sem agitação, diferindo estatisticamente nestes parâmetros em relação à
1905 levedura X5. Para os ensaios 1 e 2, não houve diferença estatística entre os parâmetros
1906 analisados no nível confiança de 95%. Nos ensaios 3 e 4 houve diferença significativa para
1907 dois parâmetros, teor alcoólico e eficiência. Sendo assim o ensaio que teve melhores
1908 resultados em todos os parâmetros foi o ensaio 4 na condição sem agitação e com a levedura
1909 X10.

1910 Ilha et al. (2008) determinaram o rendimento da fermentação alcoólica para hidromel
1911 produzido a partir de mel silvestre obtendo valor de rendimento de 41% apresentando uma
1912 eficiência de 81,27%. Ferraz (2015) analisando perfil cinético de várias leveduras para
1913 produção de hidromel obteve o melhor rendimento que foi de 43% entre as leveduras testadas.
1914 Já Gomes (2010) encontrou rendimento de 49,05% como seu melhor resultado, entre os
1915 ensaios realizados. No presente trabalho o valor médio de rendimento foi de 46% e eficiência
1916 de 90,15%, sendo estes coerentes com os resultados encontrados por outros autores.

1917

1918 **4.2.2 Caracterização do Hidromel**

1919

1920 Os resultados das análises obtidas para as amostras de hidromel estão apresentados
 1921 na Tabela 9. A caracterização foi feita apenas para as amostras de hidromel que obtiveram os
 1922 melhores resultados de teor alcoólico, rendimento, eficiência e produtividade. Sendo estes os
 1923 ensaios para levedura X5 e X10 sem agitação.

1924

1925 Tabela 9 - Resultados das análises do hidromel com levedura X5 e X10 sem agitação

Parâmetro	Levedura X5	Levedura X10	Limite *mínimo	Limite *máximo
Acidez fixa (meq.L ⁻¹)	39,07 ^b ±0,18	42,71 ^a ±0,05	30	-
Acidez total (meq.L ⁻¹)	47,57 ^b ±0,18	51,95 ^a ±0,05	50	130
Acidez volátil (meq.L ⁻¹)	8,5 ^b	9,24 ^a	-	20
Cinzas (g.L ⁻¹)	0,96 ^b ±0,02	1,0 ^a ±0,003	1,5	-
Cloretos totais (g.L ⁻¹)	0,002 ^b ±0,0007	0,002 ^a ±0,0003	-	0,5
Extrato seco reduzido (g.L ⁻¹)	12,48 ^b ±0,12	19,88 ^a ±0,11	7	-
Graduação alcoólica (% v/v a 20°C)	11,36 ^b	12,56 ^a	4	14
Açúcares totais (g.L ⁻¹)	18,23 ^a ±0,02	15,28 ^b ±0,04	-	-
Antioxidantes (% inibição)	3,31 ^b ± 0,27	8,22 ^a ±0,31	-	-

1926 ^{a, b.} letras distintas sobrescritas na mesma linha diferem estatisticamente pelo Teste de *Tukey* (p<0,05), *Brasil

1927 (200)

1928 Fonte: Autores,(2015)

1929

1930 De acordo com os valores de referência preconizados pela legislação (BRASIL,
 1931 2012), o valor de acidez total para o hidromel que utilizou a levedura X5 não está em
 1932 conformidade. Os valores de cinzas para as duas leveduras também não se encontram dentro
 1933 da legislação.

1934 A acidez total do mosto leva em conta todos os tipos de ácidos, tais como
 1935 aminoácidos e ácidos inorgânicos como ácido fosfórico, ácidos orgânicos como ácidos
 1936 succínico e lático, que são produzidos por bactérias e leveduras (RIBÉREAU-GAYON,
 1937 2006). A acidez total é um parâmetro muito importante nas bebidas fermentadas, pois está
 1938 relacionada com a caracterização do produto, identificação de fraudes e controle de alterações
 1939 indesejáveis por micro-organismos (ÁVILA, 2002). Ferraz (2015) avaliou os parâmetros para
 1940 hidroméis fermentados a partir de mel silvestre em escala piloto, onde encontrou valores de

1941 acidez total variando de 32,87 a 40,40 meq.L⁻¹. Considerou que tanto a composição do mel
1942 utilizado bem como a ação de leveduras e de bactérias sobre o mosto influenciará na acidez
1943 total do produto final.

1944 Os valores obtidos para a acidez volátil variaram entre 8,5 a 9,24 meq.L⁻¹. A acidez
1945 volátil acima do valor permitido pela legislação brasileira poderá conferir ao produto final um
1946 sabor ou aroma indesejável, o que torna a bebida sensorialmente desagradável. A formação de
1947 ácido acético pode ocorrer em qualquer etapa da fermentação alcoólica
1948 (SROKA,TUSZYNSKI, 2007; PEREIRA et al., 2009).

1949 Fernandes, Locatelli, Scartazzini (2009) ao avaliar diferentes estirpes da levedura
1950 *Saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de
1951 extração encontraram valores de cloretos totais de 0,14 a 1,4 g.L⁻¹, cinzas de 1,38 a 1,67 g.L⁻¹,
1952 extrato seco reduzido de 29,22 a 32,56 g.L⁻¹. Para graduação alcoólica encontraram valores
1953 entre 11,10 a 12,20°GL. Neste trabalho encontraram-se traços de cloretos totais, cinzas de
1954 0,96 a 1,0 g.L⁻¹ e para extrato seco reduzido de 60,36 e 55,52 g.L⁻¹. Segundo a legislação
1955 brasileira o valor encontrado de açúcares totais de 15,28 e 18,23 g.L⁻¹ leva a classificação dos
1956 hidroméis obtidos, como suave.

1957 A atividade antioxidante encontrada por Gupta e Sharma (2009) para hidromel de
1958 mel de soja e de trigo sarraceno, foi de 7,12 e 3,79%, respectivamente. Já neste trabalho foram
1959 encontrados valores semelhantes, mas que tiveram diferença entre si em função da levedura
1960 utilizada. Para o mosto fermentado com a levedura X10 obteve-se o valor de 8,22% de
1961 inibição e para a X5 3,31% de inibição.

1962

1963

1964 **4.3 Vinagre de mel**

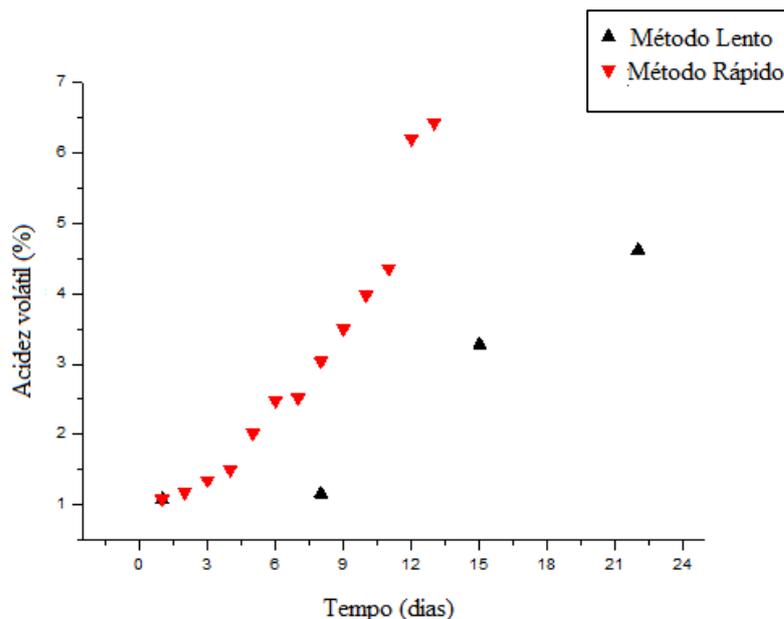
1965

1966 A escolha do hidromel a ser utilizado na fermentação acética teve como base os
1967 resultados prévios da caracterização e do rendimento do hidromel, destacando os valores
1968 referentes ao teor alcoólico, tempo de fermentação e percentual de inibição. Mediante estes
1969 resultados a escolha foi do hidromel produzido com levedura X10 sem agitação.

1970 A produção de vinagre de mel em escala laboratorial foi realizada com
1971 acompanhamento de acidez volátil, diariamente para o método rápido e semanalmente para o
1972 método lento. O comportamento das fermentações acéticas pode ser visualizado na Figura 14
1973 para ambos os métodos.

1974 Figura 14 - Comportamento da acidez volátil na fermentação pelo método rápido e lento.

1975



Fonte: Autores,(2015)

1976

1977

1978

1979

1980 O processo de fermentação acética teve início a partir de um mosto com 1,08% de
 1981 acidez volátil. Para o método rápido a acetificação levou 13 dias atingindo 6,80% de acidez
 1982 volátil. No método lento este processo levou 23 dias para um teor de acidez volátil de 4,62%.
 1983 O término deste processo fermentativo foi determinado pelo momento em que não se
 1984 observou aumento no teor de acidez.

1984

1985 Os valores de acidez volátil obtidos neste trabalho foram superiores ao mínimo
 1986 estabelecido pela legislação. Porém não foi possível avaliar os demais parâmetros do vinagre
 1987 de mel, devido ao término da fermentação acética não ter ocorrido em tempo hábil.

1987

1988 A temperatura ideal para a fermentação acética se encontra dentro da faixa de 15 a
 1989 35°C (AQUARONE et al. 2001). Segundo Rizzon e Meneguzo (2002) a estimativa para
 1990 quantidade de ácido acético de um vinagre a partir do vinho está na relação de 1% v/v de
 1991 álcool para formação de 1% de ácido acético. Logo, pode-se dizer que as fermentações
 1992 realizadas nos dois métodos poderiam ter atingido um grau de acidez maior do que o obtido.
 1993 Um dos possíveis fatores do grau de teor de acidez volátil ter sido menor que o esperado seria
 1994 a variação de temperatura do ambiente onde ocorreram as fermentações.

1994

1995 O resultado para o potencial antioxidante do vinagre de mel foi de $8,02 \pm 0,16$ que foi
 1996 semelhante ao do hidromel, sugerindo que não houve alteração do poder antioxidante durante
 1997 a fermentação acética. Zilioli (2011) analisou 11 tipos de vinagre de várias matérias-primas e
 encontrou para o vinagre de mel 14,71% de potencial antioxidante.

1998 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1999

2000 Este trabalho possibilitou a caracterização de uma amostra de mel produzido na região
2001 da campanha do RS, e os valores encontrados para todas as análises estavam em
2002 conformidade com a legislação. Também permitiu a produção de uma bebida a base de mel,
2003 pouco difundida no Brasil, como alternativa para utilização do mel escuro que possui menor
2004 valor comercial.

2005 Comprovou-se que as leveduras comerciais enológicas empregadas na produção de
2006 bebidas alcoólicas tradicionais são uma alternativa viável para a produção de hidromel.
2007 Dentre as fermentações avaliadas, o melhor desempenho em rendimento e eficiência foi
2008 obtido pela levedura utilizada para vinificação de vinho tinto Zymaflore[®] X10.

2009 Das duas condições de fermentação experimentais, com e sem agitação, a condição
2010 sem agitação para as duas leveduras utilizadas foi que obteve melhores resultados, sendo um
2011 fator importante pela economia em energia deste processo.

2012 Neste trabalho também foi possível chegar a um produto resultante da fermentação
2013 acética, o vinagre de mel. O vinagre obtido através dos dois métodos experimentais, lento e
2014 rápido, foi avaliado pelo teor de acidez volátil ao qual apresentou valor acima do mínimo
2015 estabelecido na legislação, porém necessita de novos estudos e análises para que este possa
2016 ser confirmado como uma alternativa econômica promissora.

2017 Avaliou-se adicionalmente o poder antioxidante do mel e dos produtos produzidos
2018 nos dois processos fermentativos, alcoólica e acética. Observou-se que o poder antioxidante
2019 do mel foi superior ao de seus derivados. Na fermentação alcoólica ocorreu perda parcial do
2020 poder antioxidante do mel. Porém na fermentação acética, o vinagre manteve-se com o
2021 mesmo potencial do hidromel. Estes resultados demonstram que dependendo do tipo de
2022 processo fermentativo e do tipo de micro-organismo envolvidos o poder antioxidante poderá
2023 ser alterado.

2024 TRABALHOS FUTUROS

2025

- 2026 • Analisar os diferentes méis produzidos na região de Bagé correlacionando a
- 2027 localização geográfica dos apiários com as características físico-químicas das amostras;
- 2028 • Determinar as condições ótimas de armazenamento do mel em função do índice
- 2029 diastásico e do hidroximetilfurfural;
- 2030 • Analisar as características microbiológicas do mel da região;
- 2031 • Utilizar diferentes tipos de méis para produção de hidromel e avaliar as suas
- 2032 características físico-químicas e sensoriais;
- 2033 • Produzir e avaliar hidroméis com diferentes concentrações de mel;
- 2034 • Produzir hidromel e vinagre de mel em escala piloto;
- 2035 • Estudar a incorporação de frutas regionais e especiarias (cravo, canela, anis, entre
- 2036 outros) no processo de fermentação alcoólica, avaliando a fruta e o hidromel obtido
- 2037 em termos de capacidade antioxidante, fenóis totais, antocianinas e carotenóides;
- 2038 • Produzir vinagre de mel pelo método submerso e em escala piloto;
- 2039 • Analisar as características físico-químicas e sensoriais do vinagre de mel;
- 2040 • Avaliar a vida de prateleira do hidromel e vinagre de mel.

REFERÊNCIAS

- 2041
- 2042
- 2043 ABEMEL, Associação Brasileira dos Exportadores de Mel. **Indicadores de desenvolvimento**
2044 **brasileiro**. Disponível em: <<http://brazilletsbee.com.br/o-pais.aspx>> Acesso em: 10 nov.
2045 2014.
- 2046
- 2047
- 2048 ADAMS, M. R. Vinegar. In: WOOD, B. J. B. **Microbiology of fermented foods**. London:
2049 Elsevier Applied Science, v. 1, p. 1-44, 1998.
- 2050
- 2051
- 2052 AERNY, J. Définition de la qualité de la vendange. **Suisse de Viticulture, Arboriculture,**
2053 **Horticulture**, v.17, p. 219-223, 1985.
- 2054
- 2055
- 2056 AL, M.L.; DEZMIREAN, D.; MOISE, A.; BOBIS, O.; LASLO, L.; BOGDANOV, S.
2057 Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania.
2058 **Food Chemistry**, v.112, p.863-867, 2009.
- 2059
- 2060
- 2061 AL-MAMARY, M.; AL-MEERI, A.; AL-HABORI, M. Antioxidant activities and total
2062 phenolics of different types of honey. **Nutrition Research**, v. 22, p.1041-1047, 2002.
- 2063
- 2064
- 2065 ANAV, Associação Nacional das Indústrias de Vinagres. **Benefícios do vinagre**. Disponível
2066 em : <http://www.anav.com.br/clipping_interna.php?id=26>Acesso em: 28 dez. 2014 .
- 2067
- 2068
- 2069 ANDRIGHETTO, A. J.; ANDRIGHETTO, R.M.; SARZI M. I. V.; MARQUES, M. S.
2070 **Avaliação da qualidade físico-química do mel comercializado em Santo Augusto**. Mostra
2071 nacional de iniciação científica e tecnológica, 2009.
- 2072
- 2073
- 2074 ANKLAM, E. A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical
2075 origin of honey. **Food Chemistry**, v. 63, p.549–562, 1998.
- 2076
- 2077
- 2078 AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W. **Biotechnologia na**
2079 **produção de alimentos**. São Paulo: Editora Blücher, v. 4, 2001.
- 2080
- 2081
- 2082 ARAÚJO, D. R.; SILVA, R. H. D. ; SOUSA J. S. Avaliação da qualidade físico-química do
2083 mel comercializado na cidade de Crato, CE. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6,
2084 p.51-55, 2006.
- 2085
- 2086
- 2087 ÁVILA, L. D. Metodologias Analíticas Físico-Químicas - Laboratório de Enologia. **Apostila**
2088 **de Graduação do Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia**, 2002.
- 2089
- 2090

- 2091 AZEREDO, M.A.A.; AZEREDO, L. C.; DAMASCENO, J. G. Características físico-químicas
2092 dos méis do município de São Fidélis-RJ. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, p.3-7,
2093 1999.
- 2094
- 2095
- 2096 BAGÉ, a rainha do mel. **Jornal Minuano**. 15 de dezembro de 2013. Disponível em:
2097 <<http://jornalminuano.com.br/VisualizarNoticia/5292/bage-a-rainha-do-mel-.aspx>> Acesso
2098 em 18 jan. 2015.
- 2099
- 2100
- 2101 BALTRUŠAITYT, V.; VENSKUTONIS, P.R.; ČEKŠTERYT, V. Radical scavenging
2102 activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. **Food Chemistry**,
2103 v.101, p. 502-514, 2007.
- 2104
- 2105
- 2106 BARTH, O. M. **O pólen no mel brasileiro**. Rio de Janeiro: Luxor, 1989.
- 2107
- 2108
- 2109 BASUALDO, C.; SGROY, V.; FINOLA, M. S. ; MARIOLI, J. M. Comparison of the
2110 antibacterial activity of honey from different provenance against bacteria usually isolated
2111 from skin wounds. **Veterinary Microbiology**, v.124, p.375–381, 2007.
- 2112
- 2113
- 2114 BERTONCELJ, J.; DOBERŠEK, U.; JAMNIK, M.; GOLOB, T. Evaluation of the phenolic
2115 content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. **Food Chemistry**, v.105, p.822-
2116 828, 2007.
- 2117
- 2118 BIANCHI, E. M. **La miel, características y composición - Análisis y Adulteraciones**
2119 Santiago del Estero: UNSE - CEDIA, 1981.
- 2120
- 2121
- 2122 BRAND-WILLIAMS, W.; COUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to
2123 evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, p. 25-30, 1995.
- 2124
- 2125
- 2126 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução – CNNPA-nº 12,**
2127 **de 1978**. Disponível em:
2128 <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOL](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES)
2129 [UCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/e57b7380474588a39266d63fbc4c6735/RESOLUCAO_12_1978.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em 24 dez. 2014
- 2130
- 2131
- 2132 _____.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 11, de**
2133 **20 de outubro de 2000**. Disponível
2134 em:<[http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLe](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)
2135 [gislacaoFederal](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)>. Acesso em 24 dez. 2014.
- 2136
- 2137
- 2138 _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.871, de 4 de**
2139 **junho de 2009**.Disponível
2140 em:<[http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLe](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)
2141 [gislacaoFederal](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)>. Acesso em 24 dez. 2014.

- 2142 _____ . Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 34, de**
2143 **29 de novembro de 2012.** Disponível
2144 em:<[http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLe](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)
2145 [gislacaoFederal](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)>. Acesso em 24 dez. 2014.
2146
2147
- 2148 BUDAK, N.H.; AYKIN, E.;SEYDIM, A.C.; GREENE, A.K.; GUZEL-SEYDIM,Z.B.
2149 Functional properties of vinegar. **Journal of Food Science**, v. 79, n.5, 2014.
2150
2151
- 2152 CANHOS, V. P. **Estudo das características de espécies de Acetobacter.** Dissertação de
2153 Mestrado em Ciência de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1975.
2154
2155
- 2156 CAMPOS, G. R. C. DELLA-MODESTA, T. J. P. SILVA, K. E. BAPTISTA, M. F.
2157 GOMIDES, R. L. GODOY. Classificação do mel em floral ou mel de melato. **Ciência e**
2158 **tecnologia de alimentos**, campinas, v.23, n.1,p.1-5,2003.
2159
2160
- 2161 CAMPOS, R.G.M. **Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real, e própolis.**
2162 Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra, v.11, p.17-47, 1987.
2163
2164
- 2165 CARDOSO, A. L.; OLIVEIRA, G. G. **Alimentos Funcionais.** Empresa Júnior de Consultoria
2166 em Nutrição, Florianópolis, jun. 2008. Disponível
2167 em:<http://www.nutrijr.ufsc.br/jornal/jornal_eletronico_06-08.pdf>. Acesso em: 29 dez.2014.
2168
2169
- 2170 CARDOSO, K.F.G. **Qualidade do mel de *Apis mellifera* L. produzido na região do pólo**
2171 **cuesta, estado de São Paulo.** Dissertação de doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e
2172 Zootecnia, campus de Botucatu. São Paulo, 2011.
2173
2174
- 2175 CASELLAS, G. B. **Effect of low temperature fermentation and nitrogen content on wine**
2176 **yeast metabolism.** Tese de Doutorado. Universitat Rovira i Virgili, 2005.
2177
2178
- 2179 CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Revised Codex Standard for Honey.** Codex
2180 Stan 12 – 1981, 2. rev., 2001. 7p. Disponível em:
2181 <http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?long=em>. Acesso em: 20 dez.
2182 2014.
2183
2184
- 2185 CONTE, L. S; MIORINI, M.; GIOMO, A.; BERTACCO, G. ZIRONI, R. Evaluation of some
2186 fixed components for unifloral honey characterization. **Journal of Agricultural and Food**
2187 **Chemistry**, v. 46, p. 1844-1849, 1998.
2188
2189
- 2190 COSTA, P.S.C. **Processamento de mel puro e composto.** Visçosa- MG, Centro de
2191 produções técnicas (CPT), 2007.
2192

- 2193 CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1987.
2194
2195
- 2196 CUNHA, M. A. A. Tecnologia das Fermentações. **Apostila Curso de Graduação em**
2197 **Química**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.
2198
2199
- 2200 DARRIGOL, J. **O mel e a saúde**. Portugal: Presença, 1979.
2201
2202
- 2203 DE RODRIGUEZ, G. O.; FERRER, B. S.; FERRER, A.; RODRIGUEZ, B. Characterization
2204 of honey produced in Venezuela. **Food Chemistry**, v.84 ,p 499-502, 2002
2205
2206
- 2207 EMBRAPA, Meio norte. **Sistemas de Produção, Produção de Mel**. Versão Eletrônica julho
2208 de 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML>>.
2209 Acesso em: 24 out. 2014.
2210
2211
- 2212 EMBRAPA, Comunicado Técnico: **Tecnologia para obtenção artesanal de hidromel do**
2213 **tipo doce**. Belém, 2006.
2214
2215
- 2216 EMDE, F. **Vinegar** . Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry, 2014.
2217
2218
- 2219 ESTEVINHO, L.; PEREIRA, A. P.; MOREIRA, L.; DIAS, L. G.; PEREIRA, E. Antioxidant
2220 and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. **Food**
2221 **and Chemical Toxicology**, v.46, p. 3774-3779, 2008.
2222
2223
- 2224 FELLOWS, P, J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 2ª ed.
2225 Porto Alegre: Artmed, 2006.
2226
2227
- 2228 FERNANDES, D; LOCATELLI, G.O; SCARTAZZINI, L.S. Avaliação de diferentes estirpes
2229 da levedura *Saccaromyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do
2230 processo de extração. **Evidência , Joaçaba** v.9, p.29-42, 2009.
2231
2232
- 2233 FERRAZ, F.O. **Estudo dos parâmetros fermentativos, características físico-químicas e**
2234 **sensoriais de hidromel**. Tese de doutorado .Escola de engenharia de Lorena de São Paulo,
2235 2015.
2236
- 2237 FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical
2238 characterization of honeys from central Argentina. **Food Chemistry**, v.100, p.1649-1653.
2239 2007.
2240
2241
- 2242 GARCIA-PARRILLA, M. C.; HEREDIA, F. J.; TRONCOSO, A. M. Phenolic composition of
2243 wine vinegars produced by traditional static methods. **Nahrung**, v. 41, p. 232-235, 1997.

- 2244
2245
2246 GAVA, A. J.; SILVA, C. A.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e**
2247 **Aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009.
2248 GOMES, T.M. C. **Produção de Hidromel: efeito das condições de fermentação**.
2249 Dissertação de mestrado. Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança, 2010.
2250
2251
2252 GRANADA, G. G.; MENDONÇA, C. R. B.; ROSA, V. P.; ZAMBLIAZI, R. C. **Vinagres de**
2253 **folhas de videira: aspectos sensoriais**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de
2254 Alimentos, v.18, p. 51-56, 2000.
2255
2256
2257 GUPTA, J. K; SHARMA, R. Production technology and quality characteristics of mead and
2258 fruit-honey wines: A review. Natural product. **Radiance**, v. 8, p. 345-355, 2009.
2259
2260
2261 HOFFMANN, A. **Introdução . Sistema de produção de vinagre. In: Sistema de produção**
2262 **de Vinagre**. Embrapa Uva e Vinho, 2006. Disponível em
2263 :<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/Vinagre/>> . Acesso em: 6 nov. 2014
2264
2265
2266 IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**
2267 **2012**, v. 40. Brasil.
2268
2269
2270 ILHA, E. C.; SANT'ANNA, E.S.; TÔRRES, R. C.O. ; PORTO, A. C.S.; MEINERT, E.
2271 Maria. Utilization of bee (*Apis mellifera*) honey for vinegar production. **Boletim do Centro de**
2272 **Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 18, p. 39-50, 2000.
2273
2274
2275 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2276 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 330-332.
2277
2278
2279 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2280 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 332-335.
2281
2282
2283 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2284 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 332 - 333.
2285
2286
2287 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2288 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 337-338.
2289
2290
2291 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2292 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p. 338-339.
2293
2294

- 2295 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2296 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p.339 - 341.
2297
2298
- 2299 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2300 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p.335 - 337.
2301
2302
- 2303 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2304 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p.105 - 106.
2305
2306
- 2307 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2308 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p.448 – 449
2309
2310
- 2311 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos
2312 químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. p.112-113.
2313
2314
- 2315 IOIRICH, N. **As abelhas, farmacêuticas com asas**. Editora Mir Moscovo, Rússia, 1981.
2316
2317
- 2318 IURLINA, M. O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentinean honeys
2319 from different sources. **International Journal of Food Microbiology**, v.105, p. 297– 304,
2320 2005.
2321
2322
- 2323 KIRKWOOD, K. C.; MITCHELL, T. J.; SMITH, D.; Examination of the occurrence of
2324 honeydew in honey. **Analyst**, v. 85, p. 412-416, 1960.
2325
2326
- 2327 KONDO, T.; KISHI, M.; FUSHIMI, T.; UGAJIN, S.; KAGA, T. Vinegar in take reduces body
2328 weight, body fat mass, and serum triglicérid e levels in obese Japanese subjects. **BioScience**
2329 **Biotechnology Biochemistry**, v.73, p.1837-1843, 2009.
2330
2331
- 2332 KÜÇÜK, M.; KOLAILI, S.; KARAOĞLU, S.; ULUSOY, E.; BALTACI, C.; CANDAN, F.
2333 Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from
2334 Anatolia. **Food Chemistry**, v.100, p.526-534. 2007.
2335
2336
- 2337 LIEVEN, M.; CORREIA, K. R.; FLORA, T. L.; FORTUNA, J. L. Avaliação da qualidade
2338 microbiológica do mel comercializado no extremo sul da Bahia. **Revista Baiana de Saúde**
2339 **Pública**.33, p.544-552, 2009.
2340
2341
- 2342 LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W. **Biotecnologia**
2343 **Industrial- Processos Fermentativos e Enzimáticos**. São Paulo: Editora Blücher, v. 3, 2001.
2344
2345

- 2346 MALAJOCH, M.A. Manual de atividades práticas de Biotecnologia. **Edições biblioteca do**
2347 **instituto de tecnologia ORT**, Rio de Janeiro, 2009.
2348
- 2349 MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOULMA, O.G.
2350 Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey,
2351 as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, p.571-577, 2005.
2352
2353
- 2354 MOREIRA, R. F. A.; DE MARIA, C. A. B. Glicídios no mel. **Química Nova**, v. 24, p.516-
2355 525, 2001.
2356
2357
- 2358 MUNDO, M. A.; PADILLA-ZAKOUR, O.I.;WOROBO, R. W. Growth inhibition of
2359 foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. **International**
2360 **Journal of Food Microbiology**, v. 97, p. 1-8,2004.
2361
2362
- 2363 NAVRÁTIL, M.; ŠTURDÍK, E.; GEMEINER P. Batch and continuous mead production with
2364 pectate immobilised, ethanol-tolerant yeast. **Biotechnology Letters**, v.23, p. 977–982, 2001.
2365
2366
- 2367 NETTO, C. G. **Vinagre brasileiro ainda está distante do padrão de qualidade**
2368 **internacional**. Jornal da Unicamp, Campinas, Ago. 2006. Disponível em: <
2369 http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju332pg09.pdf>. Acesso em: 5
2370 dez. 2014.
2371
2372
- 2373 OIV, **Office International de la Vigne et du Vin**. Disponível em:
2374 <http://www.oiv.int/oiv/info/esmethodesanalyses?lang=es>. Acesso em 4 jun.2015.
2375
2376
- 2377 PARK, K. J.; ANTONIO, G. C. **Análises de materiais biológicos**. Campinas: Universidade
2378 Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2006.
2379
2380
- 2381 PARRONDO, J.; HERRERO, M.; GARCIA, L. A.; DÍAZ, M. Production of vinegar from
2382 Whey. **Journal of the Institute of Brewing**, v.109, p. 358, 2003.
2383
2384
- 2385 PEREIRA, A. F. **Otimização da produção de vinagre de mel** Dissertação de mestrado.
2386 Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança, 2014.
2387
2388
- 2389 PEREIRA, A. P. R. **Caracterização de mel com vista à produção de hidromel**. Dissertação
2390 de mestrado. Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança , 2008.
2391
2392
- 2393 PEREIRA, A. P.; DIAS, T.; ANDRADE, J.; RAMALHOSA, E.; ESTEVINHO, L. M. Mead
2394 production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. **Food**
2395 **and Chemical Toxicology**, v.47, p.2057-2063, 2009.
2396

- 2397
2398
2399 RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D., DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook**
2400 **of Enology. The Microbiology of Wine and Vinifications**. Chichester, England: Jonh Wiley
2401 and Sons, Ltd., 2006.
2402
2403
2404 RICHTER W.; JANSEN C. VENZKE, T. S. L. MENDONÇA C. R. B.; BORGES C. D.
2405 Avaliação da qualidade físico-química do mel produzido na cidade de Pelotas/RS. **Alimento e**
2406 **. Nutrição**, v. 22, p. 547-553, 2011.
2407
2408
2409 RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J. Introdução Sistema de produção de vinagre. In: **Sistema**
2410 **de produção de vinagre**. Embrapa Uva e Vinho, 2006. Disponível
2411 em:<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/Vinagre/>>. Acesso em: 6 nov. 2014.
2412
2413
2414 SCHLABITZ C.; SILVA, S. A. F.; SOUZA, C. F. V. Avaliação de parâmetros físico-
2415 químicos e microbiológicos em mel. **Revista Brasileira de Tecnologia e Agroindustria**, v.4,
2416 p. 80-90, 2010.
2417
2418
2419 SENAI, Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial. **Manual de Segurança e Qualidade**
2420 **para a Apicultura**. Brasília: SEBRAE/NA, 2009.
2421
2422
2423 SILVA, M. B. L.; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, D.; GOMES, J. C.; GONÇALVES, M. M.;
2424 OLIVEIRA, G. Luís. Qualidade microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores
2425 e de méis de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal no Estado de Minas
2426 Gerais. **Alimentos e Nutrição**, v.19, p. 417-420, 2008.
2427
2428
2429 SNOWDON, J. A.; CLIVER, D. O. Microorganisms in honey. **International Journal of**
2430 **Food Microbiology**, v. 31, p.1-26. 1996.
2431
2432
2433 SROKA, P.; TUSZYŃSKI, T. Changes in organic acid contents during mead wort
2434 fermentation. **Food Chemistry**, v.104, p. 1250-1257, 2007.
2435
2436
2437 SUMAN, P. A. **Processo de obtenção de vinagre de gengibre**. Dissertação de mestre em
2438 Agronomia. Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de
2439 Mesquita Filho”-UNESP, Botucatu, 2012.
2440
2441
2442 TAORMINA, P. J.; NIEMIRA, B. A.; BEUCHAT, L.R. Inhibitory activity of honey against
2443 foodborne pathogens as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of
2444 antioxidant power. **International Journal of Food Microbiology**, v.69, p. 217-225, 2001.
2445
2446

- 2447 THEUNISSEN, F.; GROBLER, S.; GEDALIA, I. The antifungal action of three South
2448 African honeys on *Candida albicans*. **Apidologie**, v.32, p. 371-379, 2001.
2449
- 2450 VALBUENA, A. O. **Contribución a la denominación de origen de miel de la Alcarria**.
2451 Tese de Doutorado, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de
2452 Madrid , 1992.
2453
2454
- 2455 VARGAS, T. **Avaliação da qualidade do mel produzido na região dos Campos Gerais do**
2456 **Paraná**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade
2457 Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.
2458
2459
- 2460 VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Manual de análises físico-químicos do mel,
2461 São Paulo – SP, **APACAME**, v.14, p. 16, 1999.
2462
2463
- 2464 VINAGRE de mel. **Apiários Padre Assis**. Santiago, 2014 Disponível em:
2465 <<http://apiariopadreassis.com.br/produtos/vinagre-de-mel-2>>. Acesso em: 10 jan. 2015.
2466
2467
2468
- 2469 WELKE, J. E.; REGINATTO, S. D. F.; VICENZ; R.; SOARES, J. M. Caracterização físico-
2470 química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.
2471 **Ciência Rural**, v. 38, p. 1737-1741, 2008.
2472
2473
- 2474 WHITAKER, A.; STANBURY, P.F.; HALL, S.J. **Principles of fermentation technology**.
2475 Elsevier Science, Oxford 1995.
2476
2477
- 2478 WHITE, J. W., Jr. **Honey composition and properties**. Beekeeping in the United States.
2479 Agriculture Handbook, 1980.
2480
2481
- 2482 _____. **Composition of American Honeys**. Washington: Technical Bulletin; 1962.
2483
2484
- 2485 ZILIOLI, E. **Composição química e propriedades funcionais no processamento de**
2486 **vinagres**. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos Unicamp. Campinas,
2487 2011.
2488
2489
- 2490 ZUZUARREGUI, A.; DEL OLMO, M. Expression of stress response genes in wine strains
2491 with different fermentative behaviour. **FEMS Yeast Research**, v. 4, p. 699–710, 2004.