

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO, TAXA DE INFESTAÇÃO E CONTROLE DE
Varroa destructor (ANDERSON & TRUEMAN, 2000) (ACARI: VARROIDAE) COM
ÁCIDO OXÁLICO EM APIÁRIOS NO SUL DO BRASIL

Kênia Kerber
Engenheira Agrônoma/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Área de concentração Sanidade vegetal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2018

CIP - Catalogação na Publicação

Kerber, Kênia

METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO, TAXA DE INFESTAÇÃO E
CONTROLE DE *Varroa destructor* (ANDERSON & TRUEMAN,
2000) (ACARI: VARROIDAE) COM ÁCIDO OXÁLICO EM APIÁRIOS
NO SUL DO BRASIL / Kênia Kerber. -- 2018.

61 f.

Orientadora: Ana Paula Ott.

Coorientador: RICARDO.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2018.

1. *Varroa destructor* . 2. *Apis mellifera*. 3. Taxa
de infestação. 4. Metodologia de extração. 5. Ácido
oxálico. I. Ott, Ana Paula, orient. II. , RICARDO,
coorient. III. Título.

KÊNIA KERBER NUNES
Engenheira Agrônoma - UFRGS

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 23.03.2018
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 14.08.2019
Por

ANA PAULA OTT
Orientadora - PPG Fitotecnia
UFRGS

CHRISTIAN BREDEMEIER
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia

RAFAEL GOMES DIONELLO
PPG Fitotecnia/UFRGS

ANDRÉS DELGADO CAÑEDO
UNIPAMPA - São Gabriel/RS

ROSANA HALINSKI DE OLIVEIRA
PUC/RS

CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao professor Aroni Sattler, por todo conhecimento, oportunidade, incentivo e amizade ao longo destes anos.

À minha orientadora Ana Paula Ott, por ter me recebido e auxiliado nestes anos.

À minha família que sempre me apoiou nos estudos, e sempre esteve comigo tanto nas horas boas quanto nas ruins.

Às laboratoristas Rute e Priscila (e a pequena Leia) pelas conversas, companheirismo e auxílio com as amostras.

A todos meus amigos pela amizade, paciência e por ouvirem meus desabafos.

Aos apicultores por abrirem suas casas (e colmeias), pelo auxílio nas coletas e por toda a parceria.

À Alexandra Elbakyan (SCI HUB) que sem ela certamente este trabalho não seria possível.

Obrigada a todos que contribuíram para esta etapa da minha vida ser concluída.

METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO, TAXA DE INFESTAÇÃO E CONTROLE DE *Varroa destructor* (ANDERSON & TRUEMAN, 2000) (ACARI: VARROIDAE) COM ÁCIDO OXÁLICO EM APIÁRIOS NO SUL DO BRASIL¹

Autora: Kênia Kerber

Orientadora: Ana Paula Ott

RESUMO

Reconhecida mundialmente pela qualidade de seu mel, a apicultura brasileira está entre as principais exportadoras do produto. Entretanto, alguns fatores são limitantes para a produção, como o ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000) (Acari: Varroidae) parasita de *Apis mellifera* L. Para o seu controle, o ácido oxálico, é utilizado como alternativa aos acaricidas sintéticos, entretanto são poucos estudos que avaliam sua efetividade na apicultura africanizada no Brasil. O objetivo deste trabalho foi monitorar a taxa de infestação de *V. destructor* em colmeias com e sem tratamento com ácido oxálico em apiários do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina durante os anos de 2016 e 2017 a fim de propor um número mínimo de lavagens para a total extração destes ácaros das abelhas. O trabalho foi conduzido em oito apiários, onde foram coletadas abelhas dos quadros centrais de cria, em 10% das colmeias, totalizando 39 colmeias por estação do ano. As abelhas foram armazenadas em álcool 70%, e posteriormente lavadas com água e detergente para a retirada dos ácaros. Em cada colmeia tratada, foram utilizadas duas fitas com 16 a 19g de ácido oxálico. Os dados foram analisados a partir das médias da Taxa de Infestação (%), medida através da fórmula: $TI = (\text{n}^\circ \text{ de ácaros} / \text{n}^\circ \text{ de abelhas adultas}) \times 100$. O número mínimo de lavagens para a retirada dos ácaros foi analisada através da média e desvio padrão do número de ácaros extraídos. Foram coletadas 70.704 abelhas das quais foram extraídos 3.178 ácaros, apresentando TI média de 4,49%. Em relação à TI média das colmeias com tratamento (4,34%) e sem (3,92%), o teste T ($t = 248,000$; $p = 0,137$), não evidenciou diferença significativa na redução da infestação nas colmeias tratadas. A ANOVA indicou diferença significativa entre as médias de TI do ácaro nas colmeias sem tratamento, com as maiores ocorrendo no outono de 2017 (8,5%) e de 2016 (6,14%) e no inverno de 2017 (5,13%) ($H = 48,895$; $p = <0,001$). Nas colmeias com tratamento as maiores TIs ocorreram na primavera de 2017 (10,9%) e no outono de 2016 (7,05%) ($H = 86,589$; $p = <0,001$). As TIs dos outonos de 2016 e 2017 e inverno de 2017 provavelmente foram maiores devido ao declínio da população de abelhas, ocasionado pela rainha entrar em diapausa nestas estações. A alta TI na primavera de 2017 se deve provavelmente a reinfestação do ácaro. Portanto, o uso do ácido não se mostrou eficiente na redução da taxa de infestação. Indica-se um número mínimo de três lavagens para a retirada total dos ácaros das abelhas, com exceção para colmeias sem tratamento no outono, quando são necessárias quatro lavagens.

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (61f.) Março, 2018.

**EXTRACTION METHODOLOGY, INFESTATION RATE AND CONTROL OF
Varroa destructor (ANDERSON & TRUEMAN, 2000) (ACARI: VARROIDAE)
WITH OXALIC ACID IN APIARIES IN SOUTH BRAZIL¹**

Author: Kênia Kerber
Adviser: Ana Paula Ott

ABSTRACT

Recognized worldwide for quality of its honey, Brazilian beekeeping is among main exporting countries of product. However, some factors are limiting for production, such as *Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000) (Acari: Varroidae) parasite of *Apis mellifera* L. For its control, oxalic acid is used as an alternative to synthetic acaricides, however, there are few studies about its effectiveness in Africanized beekeeping in Brazil. The objective of this study was to monitor infestation rate of *V. destructor* in hives with and without oxalic acid treatment in apiaries of Rio Grande do Sul and Santa Catarina during years 2016 and 2017 and to propose a minimum number of washes for the total extraction of these bee mites. The study was carried out in eight apiaries, where bees were collected from the central brood frame, in 10% of the hives, totaling 39 hives per season of the year. The bees were placed in 70% alcohol, and then washed with water and detergent to mites remove. In each treated hive, 2 cellulose strips with 16 to 19 g of oxalic acid were used. The data were analyzed from the mean Infestation Rate (%), measured by the formula: $IR = (\text{number of mites} / \text{number of adult bees}) \times 100$. The minimum number of washes for the removal of mites was analyzed through mean and standard deviation of the number of mites extracted. A total of 70,704 bees were collected from which 3,178 mites were collected, with an average IR of 4,49%. The T test ($t = 248,000$, $p = 0,137$) did not show a significant difference in the reduction of infestation in treated hives in relation to the mean IR of the hives with treatment (4.34%) and without (3,92%). The ANOVA indicated a significant difference between the averages of mite IR in untreated hives, with the highest occurring in fall 2017 (8,5%) and 2016 (6,14%) and in the winter of 2017 (5,13%) ($H = 48,895$; $p = 0,001$). In hives with treatment, the highest IRs occurred in the spring of 2017 (10,9%) and in the fall of 2016 (7,05%) ($H = 86,589$; $p = <0,001$). The IRs of the fall of 2016 and 2017 and winter of 2017 were probably higher due to the decline of the bee population, caused by the queen to enter diapause in these seasons. The high IR in spring 2017 is probably due to reinfestation of mite. The use of acid was not effective in reducing the level of infestation. A minimum of three washes is indicated for total removal bee mites, except for untreated hives in fall when four washes are required.

¹ Master Dissertation in Plant Science, Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (61p.) March, 2018.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Histórico da Apicultura	4
2.2 Apicultura migratória e estacionária	6
2.3 Colmeias racionais Schenk e Langstroth	7
2.4 <i>Varroa destructor</i>	8
2.5 Controle de <i>V. destructor</i>	11
2.5.1 Ácido oxálico.....	15
2.6 Protocolos de triagem de varroa.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Área de estudo.....	19
3.2 Amostragem e triagem	20
3.3 Extração de <i>V. destructor</i> das abelhas.....	25
3.4 Migração dos apiários	25
3.5 Análise dos dados.....	25
3.6 Dados abióticos	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERENCIAS.....	41
7. APENDICES	46
8. ANEXOS	52

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1 Dimensões padrão de uma colmeia Langstroth (adaptado de Wolff, 2007).....	8
2 Diferentes haplótipos e patogenicidades de <i>Varroa destructor</i> em <i>Apis mellifera</i> (adaptado de Rosenkranz <i>et al.</i> , 2010).....	11
3 Tipos, ingredientes ativos, mecanismos de ação, modos de aplicação e resultados de tratamentos utilizados contra <i>Varroa destructor</i> (adaptado de Rosenkranz <i>et al</i> 2010).....	13
4 Descrição dos apiários.....	20
5 ANOVA com Kuskral-Wallis ($H= 48,895$; $p=<0,05$) entre as estações do ano para as TIs de <i>V. destructor</i> em colmeias sem o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil	31
6 ANOVA com Kuskral-Wallis ($H= 86,589$; $p=<0,05$) entre as estações do ano para as TIs de <i>V. destructor</i> em colmeias com o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil.....	33

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1 Quadros centrais de cria (área destacada em amarelo) em colmeia de apiário em Eldorado do Sul, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).....	21
2 Abelhas em recipiente de coleta, em apiário de Eldorado do Sul, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).....	21
3 Coleta das abelhas adultas aderidas em quadro central de cria em colmeia em Eldorado do Sul, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).....	22
4 Garrafa para extração dos ácaros, laboratório de acarologia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).....	23
5 Ácaros em tecido branco após lavagens, laboratório de acarologia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).....	23
6 Organização dos grupos de contagem das abelhas. Porto Alegre, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).....	24
7 Taxa de infestação de <i>V. destructor</i> em colmeias com e sem o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2107 em apiários no sul do Brasil.....	27
8 Taxa de infestação de <i>V. destructor</i> em colmeias com e sem o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil com exceção de P17.....	29
9 Taxa de infestação de <i>V. destructor</i> em colmeias com e sem o uso de ácido oxálico ao longo das estações dos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil.....	35
10 Médias das taxas de infestação de <i>V. destructor</i> extraídos de <i>A. mellifera</i> em apiários com o uso de ácido oxálico por estação nos anos de 2016 e 2017.....	36
11 Médias das taxas de infestação de <i>V. destructor</i> extraídos de <i>A. mellifera</i> em apiários com o uso de ácido oxálico por estação nos anos de 2016 e 2017.....	37

1 INTRODUÇÃO

Sendo o Brasil um país de vasta e variada flora, características que fortalecem a exploração apícola, seu potencial de produção é enorme, existindo então uma grande possibilidade e potencial para se tornar líder na produção mundial de mel e de outros produtos apícolas.

A apicultura migratória explora justamente este potencial de biodiversidade da flora brasileira, onde as colmeias são deslocadas de acordo com a oferta de floração. Este manejo é utilizado para aumentar a produção e a produtividade do apicultor, transformando a atividade apícola em mais uma alternativa profissional do agronegócio. Também garante uma ampla diversidade de tipos de méis, (como os principais encontrados no Rio Grande do Sul) de eucalipto, flores do campo, laranjeira, flores silvestres, canola, quitoco e uva do Japão. Além de prestar um serviço de polinização dirigida remunerada, como é o caso do cultivo de macieiras, onde os agricultores pagam para os apicultores utilizarem as abelhas para aumentar a produção de maçã, com uma polinização mais efetiva e barata do que a manual.

Porém existem inúmeros fatores limitantes para o crescimento da apicultura, como os fatores abióticos a exemplo de chuvas, frio e ventos, além dos fatores bióticos que acabam muitas vezes por reduzir o número de abelhas nas colmeias e assim acabam por reduzir a produtividade da colmeia. Problemas como doenças, e invasão de outras espécies oportunistas são muito comuns em qualquer área da

produção animal, e na apicultura não é diferente. E um dos que mais causam problemas na atividade apícola mundial é o ectoparasita varroa.

A varroose é considerada uma das doenças que mais traz problemas para as abelhas melíferas ao redor do mundo, reduzindo a produtividade, aumentando o custo de produção e ocasionando sérios riscos de contaminação dos seus produtos. *Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000) (Acari: Varroidae) foi registrado inicialmente na abelha asiática (*Apis cerana* Fabricius, 1793), na qual não trazia muitos problemas sanitários devido à resistência desta espécie a este ácaro. Porém, quando este parasita teve contato com a abelha melífera (*Apis mellifera* L.) , ele se dispersou rapidamente se tornando uma das maiores ameaças apícolas existentes. A perda de abelhas nas colmeias da Europa e Estados Unidos da América pelos danos que a varroose (doença causada pela infestação de varroa) causa é enorme.

Sabe-se que as abelhas africanizadas possuem um hábito de higienização maior que as demais abelhas, e que esta característica está impedindo uma maior proliferação de varroa, porém com a entrada de acaricidas ilegais pela fronteira do Uruguai e Argentina, a resistência do ácaro à estes produtos pode se tornar um problema principalmente no sul do Brasil, sendo necessário um monitoramento desta espécie e das práticas de controle.

Existe então, uma demanda para aumentar o conhecimento sobre os problemas potenciais deste ácaro na apicultura nacional, gerando pesquisas que sejam voltadas para a sanidade e o aumento da produção apícola brasileira.

Em razão da importância que tem o controle de *V. destructor* na apicultura mundial, o objetivo deste estudo é conhecer a taxa de infestação e a sazonalidade de *V. destructor* em apiários do sul do Brasil, compará-los de acordo com os diferentes

manejos (com e sem uso de ácido oxálico) e propor uma metodologia de extração dos ácaros mais prática e acurada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico da apicultura

Há registros de que as abelhas melíferas já eram conhecidas e utilizadas para produção de mel e cera desde 1500 a.C. por egípcios e romanos (Barros, 1965). No museu egípcio de Berlim (Ägyptisches Museum und Papyrussammlung) se encontram documentos com afirmações que os egípcios foram os primeiros a criar abelhas. Imagens encontradas em pirâmides, tumbas egípcias, e inclusive uma dança chamada de “Passo da Abelha” perduram até hoje no Egito, mostrando a grande importância que este inseto possui na história e cultura deste país. Também foram encontradas em escavações, resquícios de potes de barro onde os povos egípcios criavam as abelhas, e também mantinham o mel, este ainda consumível mesmo após três mil anos. Além dos egípcios, os gregos também tiveram a sua marca na história apícola, também guardavam o mel em potes de barro, porém criavam as abelhas em estruturas de colmo (palha trançada), de onde veio a origem do nome colmeia (Wiese *et al.*, 1983).

A criação das abelhas, por egípcios, gregos e romanos, era primariamente utilizada para a produção do mel como um adoçante natural, assim como também utilizavam a cera e o própolis para outras funções, como embalsamar os mortos em suas cerimônias. Hoje sabemos que a função mais importante das abelhas é o serviço ecossistêmico de polinização (Wiese, 1995).

As abelhas melíferas foram introduzidas no Brasil em 1839, pelo Padre Antônio Pinto Carneiro, no estado do Rio de Janeiro com a autorização de importação do Rei Dom Pedro II pelo Decreto nº72, de 12 de julho de 1839 (Wiese, 1995, 2005).

Frederico Augusto Hanemann chegou, em 1853, com as primeiras colmeias de abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica* Spinola, 1806) no Rio Grande do Sul. Entre os anos de 1870 e 1880, estabelecido em Rio Pardo em sua Fazenda Abelina, trabalhou com mais de 300 colmeias (Wiese *et al.*, 1983, Wiese, 2005).

Emílio Schenk, em 1906, complementou a apicultura gaúcha com abelhas italianas aclimatadas, vindas dos Estados Unidos da América (Wiese, 1995). Foi também o professor Emílio Schenk que, atuando como extensionista, disseminou seus conhecimentos e técnicas em apicultura pelo Estado do Rio Grande do Sul, hoje ele é considerado como o Pai da apicultura do RS (Wiese, 2005).

Em 1956, o professor da Universidade de São Paulo, Warwick Estevam Kerr importou abelhas africanas (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836) para estudá-las, porém, de forma acidental, elas escaparam e cruzaram com as abelhas europeias que já existiam no Brasil. Deste cruzamento tivemos então um polihíbrido, a abelha africanizada como são mundialmente conhecidas. Os apicultores desconheciam os métodos de manejo desta abelha, pois com o cruzamento elas se tornaram mais defensivas que as europeias, causando o abandono da apicultura (SEBRAE, 2016). Somente na década de 70, após vários estudos e aprimoramento de técnicas de manejo, que a atividade apícola brasileira retornou (Camargo *et al.*, 1972).

Atualmente a apicultura brasileira é reconhecida mundialmente pela qualidade de seu mel, o que vem garantindo a sua exportação principalmente para países muito apreciadores do produto como os Estados Unidos da América, seu

principal importador. Em 2014 o Brasil se encontrava em oitavo lugar no ranking mundial de países exportadores, com um volume de 25,3 mil toneladas de mel exportado. Em termos de produção a região Sul é a maior produtora de mel do Brasil, com um total de 42,8% de toda produção nacional. Em 2014 o total de mel produzido no país foi de 38,47 mil toneladas, destas, 5,99 mil toneladas vieram do Estado do Rio Grande do Sul, líder desta produção apícola. O Estado de Santa Catarina teve 4,78 mil toneladas produzidas de acordo com o IBGE (2014).

2.2 Apicultura migratória e estacionária

Existem dois tipos de apicultura praticadas, a migratória e a estacionária (fixa), ambas possuem benefícios para o apicultor em relação ao seu objetivo. A apicultura fixa é aquela em que as colmeias permanecem no mesmo local o ano todo e geralmente é utilizada por apicultores que possuem outra fonte de renda que não a apicultura (Lima, 1979; Welch *et al.*, 2009).

A apicultura migratória foi adaptada às práticas utilizadas nos Estados Unidos da América, em que as colmeias migram atrás das floradas mais abundantes e, a cada safra, chegam a viajar cerca de 900 km em média. As colmeias podem permanecer no novo local por cerca de trinta a noventa dias de acordo com o tipo de florada, é colhido o mel e elas são levadas para outro local onde esteja ocorrendo uma nova floração. A apicultura migratória geralmente é realizada por apicultores que buscam uma maior produção, que chega a ter um rendimento médio de 100 a 200 kg de mel por ano por colmeia, enquanto que na fixa gira em torno de 30 a 50 kg (Barros, 1965; Lima, 1979).

Apesar da vantagem em números de produtividade, a apicultura migratória possui certas desvantagens como os custos do transporte das caixas, equipamentos

especiais, conhecimento do manejo, estradas devem ser adequadas para o acesso do transportador com as colmeias e troca de rainhas com maior frequência devido ao seu desgaste em relação à alta produtividade (Wiese, 2005).

2.3 Colmeias racionais Schenk e Langstroth

A colmeia é uma parte importante para uma boa produção apícola, pois deve proteger as abelhas das intempéries climáticas a fim de manter a temperatura interna regulada para evitar morte das abelhas. Existem três tipos de colmeias, a natural (ocupada naturalmente pelas abelhas como troncos de árvores), a tradicional (feita pelo homem sem padronização) e a racional (feita pelo homem e padronizada a partir de estudos, como a Langstroth). Colmeias racionais são construídas com medidas padrões para que depois a coleta de mel seja padronizada nas centrífugas. De acordo com Lorenzo L. Langstroth as colmeias devem apresentar padrões em relação ao ‘espaço abelha’ de seis a nove milímetros em que as abelhas circulam entre os favos. Em 1851 Langstroth desenvolveu uma colmeia racional que ganhou seu nome (Tabela 1), caracterizada por apresentar os quadros na longitudinal do alvado. É considerada uma colmeia fria, pois facilita a ventilação interna e atualmente é a colmeia mais utilizada no mundo, e a colmeia padrão no Brasil (Wiese, 2005).

A colmeia racional Schenk, que era o principal modelo utilizado no sul do Brasil, hoje está sendo substituída pelo modelo Langstroth. É considerada uma colmeia quente, pois seus quadros móveis são transversais ao alvado, possui o mesmo padrão de medidas externas das caixas Langstroth, dificultando a circulação do ar e tornando a colmeia mais aquecida, seu uso é ideal para regiões mais frias. (Wiese, 2005).

TABELA 1. Dimensões padrão de uma colmeia Langstroth (adaptado de Wolff, 2007).

Peças móveis da caixa	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)
Ninho	46,57	37,0	24,0
Quadros ninho	48,1 e 42,9	2,8	23,3
Tampa	51,0	44,0	---
Fundo	60,0	41,0	2,0
Melgueira	46,5	37,0	14,5
Quadros Melgueira	48,1 e 42,9	2,8	13,8

2.4 *Varroa destructor*

Originário da Ásia, e parasita da abelha asiática *Apis cerana* (Fabricius, 1793), varroa gerou grandes problemas para a apicultura mundial quando entrou em contato com a abelha melífera, altamente suscetível a este (De Jong *et al.*, 1982a). Durante muito tempo foi identificado erroneamente como *V. jacobsoni* (Anderson e Trueman, 2000).

A varroa é um ectoparasita que se alimenta da hemolinfa das abelhas, e geralmente se encontra fixado no pronoto do inseto, próximo das articulações das asas, local que também facilita a transferência de abelha para abelha (Dadant, 1975). Sua principal forma de dispersão é a forésia (transporte de uma espécie utilizando outra espécie), logo, estes ácaros se transferem principalmente de zangões para outras colmeias, devido ao livre acesso destes em outras colônias (Yapalucci, 2001).

Assim como as abelhas, os machos de varroa são produzidos a partir de ovos não fertilizados, logo, são haploides. As fêmeas nascem de ovos fertilizados, portanto são diploides (Steiner *et al.* 1982) e entram nos alvéolos de cria cerca de um a dois dias antes dele ser operculado para realizar o seu ciclo (Boot *et al.* 1992). Elas se alimentam da larva e cerca de dois a três dias depois que o alvéolo é operculado, ela

põe seu primeiro ovo, que geralmente origina o macho. Em seguida, ela põe de quatro a cinco ovos, que darão origem às fêmeas, as quais copularão com o único macho existente (Ifantidis, 1983; Rehm e Ritter, 1989; Martin, 1994; Steiner *et al.* 1994).

Quando a abelha sai do alvéolo operculado infestado, ela carrega consigo as fêmeas de varroa que em seguida se transferem para outra abelha, se disseminando dentro da colônia. Os machos do ácaro permanecem no alvéolo e morrem de inanição, pois suas quelíceras são adaptadas para transferir o esperma e não para sugar hemolinfa. Depois de um tempo as fêmeas entram em novos alvéolos e repetem o ciclo (Delfinado-Baker, 1984; Beetsma e Zonneveld, 1992).

As abelhas africanizadas quando sentem o ácaro em seu corpo ou no corpo de outras abelhas, os retiram, estes comportamentos são chamados de “autogrooming” e “grooming” respectivamente, e auxiliam na redução do índice de infestação, pois estes adultos acabam não completando o ciclo novamente (Moretto *et al.*, 1991, 1993).

Uma característica observada nas abelhas africanizadas usadas comercialmente no Brasil é seu comportamento higiênico (maior do que nas europeias), este comportamento consiste em perceber as crias que estão doentes, mortas ou infestadas e removê-las dos alvéolos, e assim o ácaro não conclui seu ciclo reprodutivo (Corrêa-Marques e De Jong, 1998; Boecking e Spivak, 1999; Aumeier *et al.*, 2000; Harbo e Harris, 2009). De acordo com Castagnino *et al.* (2016), este comportamento higiênico apresenta uma correlação significativa com a taxa de infestação de varroa, podendo ser utilizado para a redução deste ácaro nas colmeias. Por outro lado, Nascimento (2014), menciona que não houve correlação direta entre o comportamento higiênico e a taxa de infestação do ácaro (inclusive nas colônias

que tiveram o percentual mais alto deste comportamento), evidenciando que outros mecanismos de defesa estão envolvidos no controle de varroa.

Segundo Stort *et al.* (1981), a taxa de infestação de abelhas é calculada pela seguinte fórmula: Taxa de infestação de abelhas (%) = (Número de ácaros/número de abelhas adultas) x 100. De acordo com Bacha Jr. *et al.* (2009), esta taxa foi três vezes maior naqueles apiários onde ocorreu a sobreposição da área de forrageamento do que naqueles que não tinham sobreposição de suas áreas. Mostrando a importância da distribuição dos apiários para um melhor controle destes ácaros.

No Brasil, devido às suas proporções continentais, a dinâmica da flutuação populacional do ácaro *Varroa destructor* é muito diversificada, principalmente devido às variações climáticas e botânicas associadas também à variabilidade genética das nossas abelhas africanizadas (Pinto, 2012). A taxa média de infestação encontrada nos meses de julho e agosto (inverno) de 2011 no estado do Mato Grosso foi superior a 9% (Torres & Barreto, 2013). Já no estado do Rio Grande do Norte as taxas médias entre setembro e dezembro de 2014 ficaram entre 5,3% e 7,76% (Moreira *et al.*, 2017). Em Santa Catarina, região sul do Brasil, as taxas médias de varroa coletadas no início do inverno até o início da primavera de 2012 permaneceram próximas dos 5% (Schafaschek *et al.*, 2016). No estado do Paraná, também região sul, as taxas médias encontradas nos meses entre fevereiro e novembro de 2009, variaram entre 8,3% e 11,4% (Wielewski *et al.*, 2012).

A variação na taxa de infestação de varroa pode ocorrer pelos diferentes microclimas de cada região, diversidade genética das abelhas, e também pelos haplótipos existentes de *V. destructor*. Com diferenças em níveis de patogenicidade, destacam-se dois dos quatro tipos existentes, haplótipo J (origem japonesa) e haplótipo K (origem coreana), sendo este último o mais virulento e preocupante

(Tabela 2) (Rosenkranz *et al.*, 2010). O haplótipo mitocondrial encontrado no sul do Brasil foi primariamente o tipo J, porém, estudos mais recentes encontraram apenas o tipo K. Afirma-se então a hipótese de que ocorreu uma substituição genotípica deste parasita ao longo do tempo, mostrando a sua adaptabilidade ao meio em que se encontra (Octaviano-Salvadé *et al.* 2017; Garrido *et al.*, 2003).

TABELA 2. Diferentes haplótipos e patogenicidades de *Varroa destructor* em *Apis mellifera* (adaptado de Rosenkranz *et al.*, 2010)

Hospedeiro	Parasita	Haplótipo	Patogenicidade
<i>Apis mellifera</i>	<i>Varroa destructor</i>	J	+
		K	++
		C	-
		K'	-

2.5 Controle de *V. destructor*

Com os danos causados pelo ácaro, inúmeros estudos sobre métodos de controle foram realizados. Substâncias químicas, tanto sintéticas quanto orgânicas, óleos essenciais, e também o controle biológico/biotecnológico mostraram grande efetividade contra varroa, com fatores positivos e/ou negativos em cada um deles, como demonstrado na Tabela 3.

Os químicos sintéticos geralmente são de fácil aplicação e de baixo custo e não exigem conhecimento específico do apicultor sobre a biologia da praga em questão (Rosenkranz *et al.*, 2010). Por serem em sua maioria substâncias lipofílicas, geram resíduos nos produtos apícolas como a cera, e se acumulam após uma série de aplicações, podendo afetar as abelhas, desenvolver resistência nos ácaros e inviabilizar produtos quando passam dos limites máximos pré-estabelecidos para o consumo humano (Wallner, 1999).

Acaricidas mais ‘brandos’ como os ácidos orgânicos e os óleos essenciais, são compostos encontrados na natureza (geralmente voláteis e solúveis em água) e utilizados para combater diversas espécies. Possuem grande variação na metodologia de aplicação, podendo ser gotejados, borrifados, evaporados, etc. (Milani, 2001). A principal desvantagem destes produtos se deve a sua taxa de efetividade ser elevada apenas em colmeias com pouca ou nenhuma cria, pois estes componentes não atravessam os alvéolos operculados deixando de atingir ácaros reprodutivos, atingindo somente os foréticos (Higes *et al.*, 1999). Generalizando, os efeitos dos ácidos orgânicos e dos óleos essenciais são mais variáveis comparados aos produtos químicos sintéticos (Rosenkranz *et al.*, 2010).

O controle biológico visa utilizar o conhecimento da biologia do hospedeiro e do parasita para reduzir as taxas de infestação, como o método que utiliza quadros com crias de zangão. O ácaro demonstra uma atração por alvéolos de zangão (razões ainda inconclusivas), migrando em sua maioria para estes quadros. Quando as abelhas fecham os opérculos, ‘prendendo’ os ácaros, o quadro é retirado e congelado, ou submetido ao calor intenso e assim os ectoparasitas são eliminados, o quadro é limpo e pode ser reutilizado. Esta prática não possui consequências negativas para as abelhas e nem induz resistência nos ácaros (Beetsma *et al.*, 1999). Outro método utiliza açúcar de confeitiro, que age diminuindo a eficácia das ventosas presentes na apotele do varroa, fazendo com que este não consiga ficar aderido à abelha. Análises laboratoriais mostraram grande eficácia, porém amostragens a campo revelaram intensa mão de obra e pouca eficiência (Ellis *et al.*, 2009).

TABELA 3. Tipos, ingredientes ativos, mecanismos de ação, modos de aplicação e resultados de tratamentos utilizados contra *Varroa destructor* (adaptado de Rosenkranz *et al.*, 2010).

Tipo de tratamento	Ingrediente ativo/mecanismo de ação (m.a)	Modo de aplicação	Resultados obtidos	Referências
Químicos-Sintéticos	(organofosfato coumafós) /anticolinesterásicos (Tau-fluvalinato, Piretróides) (Flumetrina, Piretróides) / atuam no sistema nervoso (formamidina) / inibe a enzima monoaminoxidase (neurotransmissores) Cymiazole, formamidina)/ neurotransmissores (Bromopropilato)/ anticolinesterásicos E outros	Aplicados por gotejamento, fumigação, ou contato direto (tiras de plástico impregnadas com o produto), agem via contato ou de forma sistêmica	Substâncias lipofílicas (exceto Cymiazole) e persistentes, resíduos nos produtos apícolas (i.e. Cera), aumentam resistência nos ácaros.	Floris <i>et al.</i> (2001), Wallner (1999), Milani (1995)
Químicos – Ácidos orgânicos e Óleos essenciais	Ácido Fórmico / m.a. não é claro, interfere no metabolismo e respiração	Aplicado uma vez em tratamento de longo prazo, ou diversas vezes por curtos períodos, por difusores, efeito acaricida quando vaporizado.	Único acaricida eficaz contra ácaros foréticos e reprodutivos; hidrofílico, não acumula na cera; presente no mel de 10 a 270mg/kg, contaminação de produtos apícolas apenas se aplicado de forma inadequada, perigo mínimo de resistência; eficácia influenciada por temperatura ambiente, tamanho da colmeia, localização e força da colônia; altas concentrações prejudicam a cria; precauções para o usuário são recomendadas.	Bolli <i>et al.</i> (1993), Imdorf <i>et al.</i> (1996), Satta <i>et al.</i> (2005)
Químicos – Ácidos orgânicos e Óleos essenciais	Ácido Oxálico / m.a. não é claro, provável pela sensibilidade do ácaro pela forte acidez	Aplicado por gotejamento, pulverização, fumigação ou como cristal (e.g. sublima com calor) com ou sem açúcar;	Eficácia >90% quando ausência de crias nas colônias, <60% quando com cria; independente de temperatura; efeitos negativos nas crias e nas abelhas se aplicado múltiplas vezes em curtos intervalos.	Aliano & Ellis (2008), Bacandritsos <i>et al.</i> (2007), Gregorc & Planinc (2001, 2004), Gregorc & Poklukar (2003), Higes <i>et al.</i> (1999), Martin-Hernandez <i>et al.</i> (2007), Milani (2001), Toufalia (2015)

continuação TABELA 3. Tipos, ingredientes ativos, mecanismos de ação, modos de aplicação e resultados de tratamentos utilizados contra *Varroa destructor* (adaptado de Rosenkranz *et al.*,2010).

Tipo de tratamento	Ingrediente ativo /mecanismo de ação (m.a.)	Modo de aplicação	Resultados obtidos	Referências
Químicos – Ácidos orgânicos e Óleos essenciais	Ácido Láctico /m.a. não é claro	Pulverizando duas vezes no outono nas abelhas de todos os quadros	Alta eficácia para tratamento de enxames (mais 95% de ácaros mortos), em colônias sem cria cerca de 80% %, 20-40% com cria; intensiva de mão de obra para aplicação.	Kraus & Berg (1994)
Químicos – Ácidos orgânicos e Óleos essenciais	Cristais de timol, timol + óleos essenciais / possivelmente inibe alimentação, crescimento, orientação ou reprodução do ácaro através dos seus efeitos repelentes a longo prazo	Aplicado como fumigante, em pó, pulverizando emulsões ou em blocos absorventes embebidos colocados sobre os quadros de cria.	Propriedades acaricidas claras apenas para o timol evaporado (redução de até 90% da taxa de infestação do ácaro); resultados variados, possivelmente causados por efeitos dependentes de temperatura; pode exibir toxicidade às abelhas; lipofílico, ou seja, deixa resíduos na cera.	Imdorf <i>et al.</i> (1999)
Biológicos / biotecnológicos	Quadros com alvéolos de zangão / Usa o comportamento natural de "procura por hospedeiro" dos ácaros	O quadro é retirado da colmeia (com os ácaros presos nos alvéolos) e são mortos por calor, congelamento, ou aplicação de outros produtos químicos. O quadro é limpo e utilizado novamente quando necessário	Alta eficácia, cerca de 90%; nenhum efeito prejudicial sobre o desenvolvimento da colônia; nenhum contaminante e a "resistência" dos ácaros são improváveis.	Beetsma <i>et al.</i> (1999)
Biológicos / biotecnológicos	Açúcar confeiteiro / ácaros perdem aderência e caem das abelhas	Açúcar é pulverizado sobre as abelhas	Após a aplicação, 90% dos ácaros podem ser removidos das abelhas em laboratório; porém, no campo a eficácia é baixa, e exige mão de obra intensiva.	Ellis <i>et al.</i> (2009)

2.5.1 Ácido oxálico

Com o aumento da resistência aos acaricidas, o controle de varroa se tornou um grande problema, foi observada uma tolerância maior às substâncias: acrinatrina, amitraz, bromopropilato, clordimeforme, coumafós, flumetrina e fluvalinato (Milani, 1999). Esta resistência e o potencial de geração de resíduos tanto no ambiente quanto nos produtos apícolas incentivou o interesse por ingredientes ativos naturais de origem, como óleos essenciais e seus componentes e ácidos orgânicos como o ácido oxálico (Imdorf *et al.*, 1999)

Utilizado como alternativa aos acaricidas sintéticos, o ácido oxálico por ser considerada uma substância natural, é liberado para a apicultura orgânica brasileira de acordo com a Instrução Normativa Nº 64, de 18 de dezembro de 2008 (BRASIL, 2008) (ANEXO I).

Este ácido mostrou eficácia de 92%, em colônias com poucas crias operculadas, com concentração de 0,5% sem demonstrar toxicidade às abelhas. Porém seu uso de 1-2% de concentração em solução aquosa mostrou ser altamente tóxica para as abelhas. (Toomemaa *et al.*, 2010).

Castagnino e Orsi (2012) testaram o uso do ácido oxálico comparado com outros produtos naturais para o controle do ácaro, a taxa de infestação média de varroa neste estudo foi de 14,8% em coletas feitas entre junho e julho de 2005. No tratamento com o ácido oxálico foram utilizados 100g, diluídos em 1 litro de água, e depois misturado com 1 quilo de açúcar. Foi obtida uma solução de concentração de 4,7 % do ácido, que foi aplicada nas colônias em uma quantidade de 20 mL em um total de três aplicações no decorrer de 16 dias. O ácido oxálico reduziu a taxa de infestação do ácaro em abelhas adultas em 89%, mostrando uma alta eficácia.

Imdorf e Charrière (1996) relatam que o uso do ácido oxálico em colônias sem cria em novembro (outono europeu) visa reduzir a população remanescente. Se não houver nenhuma reinfestação no período da primavera, então não é necessário medidas de controle até agosto (verão europeu) do mesmo ano. Em seu estudo, os autores concluíram que o tratamento com ácido oxálico não influenciou na morte dos ácaros que já se encontravam nos alvéolos de crias operculadas, por isso a preferência pelo seu uso em épocas de pouca ou nenhuma cria, atingindo então os ácaros foréticos (que se encontram fora dos alvéolos).

Existem três meios de aplicação do ácido oxálico: por borrifamento, onde é preparada uma solução com 30 gramas do ácido com 1 litro de água, e é borrifada de 3 a 4 mL em cada lado dos quadros com abelhas aderidas. Este método é indicado para colmeias com apenas um ninho. O segundo meio de aplicação é por gotejamento, são dissolvidos 35 gramas de ácido oxálico em uma mistura de água e açúcar (1 litro: 1 kg), e são derramados 5 mL desta solução em cada espaço entre quadros onde esteja ocupado por abelhas. Utiliza-se de 30 a 50 mL por colmeia dependendo do tamanho de sua população. Este método não é aconselhado ser utilizado mais de uma vez no mesmo inverno, e sua vantagem é pouca mão de obra. Por fim, o terceiro meio de aplicação do ácido oxálico citado é por evaporação. Este método é mais caro devido à necessidade de um aparelho evaporador/nebulizador, e de uma bateria portátil para alimentá-lo. Neste método é evaporado de 1 a 2 g do ácido por colmeia (de acordo com o seu tamanho e quantidade de ninhos e sobreninhos utilizados), por cerca de 3 minutos, sendo que os próximos 10 minutos o alvado deve estar fechado. Durante a aplicação as colmeias devem permanecer fechadas, e este tratamento pode ser feito em temperaturas de até 2 °C (Imdorf & Charrière, 1996).

Estes mesmos autores relatam ainda que estes três meios de aplicação do ácido oxálico para o combate ao ácaro têm eficiência de 95% se feitas em colônias sem cria, e que as abelhas toleram bem qualquer um dos três métodos se apenas uma aplicação for feita durante o mesmo inverno. Por ser um ácido orgânico é necessária a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's) como luvas à prova de ácido, óculos de proteção, máscaras quando for utilizar o evaporador ou o borrifador e água potável para se lavar em eventuais acidentes Segundo o Instituto de Higiene laboral e Medicina Social da Universidade de Tübingen- Alemanha, se todos estes equipamentos forem utilizados como medida protetiva, o ácido oxálico não oferece nenhum risco ao aplicador. (Imdorf & Charrière, 1996).

Murilhas e Casaca (2005) também mencionam a importância da utilização dos EPI's e apresentam uma solução de concentração de 3,5% do ácido oxálico (84 gramas) dissolvida em uma mistura de 1 L de água morna e 1 kg de açúcar branco. Assim como os autores anteriores, estes também recomendam o uso de 5 mL do preparado entre os quadros que tiverem abelhas com tratamento no fim do outono ou início do inverno, quando não houver cria operculada. É relatado também que o tratamento deve ocorrer no outono/inverno para que os níveis de resíduos no mel colhido na primavera posterior sejam reduzidos ou nulos. Conforme a Directiva 2001/110/CE (EU, 2001:12 20) (UNIÃO EUROPEIA, 2002) (ANEXO II) é estipulado um limite de 50 miliequivalentes de ácidos livres por kg de mel para consumo humano pela União Europeia (Murilhas e Casaca, 2005).

2.6 Protocolos de triagem de varroa

De acordo com o método de Stort *et al.* (1981) para determinação do nível de infestação de varroa, são coletadas as abelhas que ficam nos quadros centrais de cria da colmeia, em um recipiente contendo 150 mL de álcool 96%, até a altura do álcool.

Estas amostras são transferidas para recipientes de plástico, que em seu interior possuem uma tela metálica que irá separar as abelhas dos ácaros. Este recipiente deve ser colocado em um agitador mecânico por 30 minutos para que todos os ácaros se desprendam das abelhas. Após, é contado o número de ácaros e abelhas e calculado a sua porcentagem.

O método de De Jong *et al.* (1982b) consiste em utilizar uma garrafa plástica com uma constrição no meio. Essa constrição é cortada fora, e as outras duas partes são unidas. Em seu meio coloca-se uma malha de aço de abertura de três milímetros, estes espaços devem ser maiores que 1,9 mm e menores do que 4,5 mm. As abelhas são retiradas do quadro de cria (com uma escova especial de cerdas naturais para não esmagá-las) para um recipiente, de bocal largo com 150 mL de uma determinada solução. Soluções testadas: etanol (15%, 25%, 50%, 70% e 96%), Isopropil (25%,50%), água (25 °C, 40 °C, 60 °C e 100 °C). E soluções testadas com os seguintes detergentes: 1% de Tween 80 (agente solubilizante), 1% de ADECID-C 40%, 1% de detergente líquido comum e 0,4% de SDS (dodecil sulfato de sódio – surfactante usado em produtos de limpeza). Depois são transferidas para a garrafa de álcool modificada. É completada a solução para cobrir todas as abelhas e agita-se manualmente de modo circular por um minuto. A solução é filtrada sobre um tecido branco, onde os ácaros são contados. A garrafa com as abelhas restantes é preenchida com a solução novamente e desta vez posta em um agitador mecânico por 30 min. Logo em seguida a solução é filtrada sobre o tecido branco e os ácaros são contados. Por fim, todas as abelhas são contadas e analisadas individualmente se ainda persistem ácaros fixados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

As coletas foram feitas em cinco municípios: Eldorado do Sul (29°59'49,7"S, 51°18'28,3"O), Taquara (29°39'03"S, 50°46'51"O), Cambará do Sul (29°02'52"S, 50°08'42"O) e Vacaria (28°30'43"S, 50°56'02" O), no estado do Rio Grande do Sul e Ponte Serrada (26°52'19"S, 52°00'57"O) no estado de Santa Catarina. dos quais as colmeias migraram de acordo com as floradas e estações do ano.

No município de Eldorado do Sul (altitude de 7 m, clima tipo Cfa, com médias de temperatura mínimas de 14,8 °C e máximas de 24,9 °C e precipitação anual de 1.389 mm) as colmeias se localizavam na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), situada as margens da BR 290.

No município de Taquara (altitude de 57 m, clima do tipo Cfa, com médias de temperatura mínimas de 15,6 °C e máximas de 25,2 °C e precipitação anual de 1.190 mm), o experimento foi realizado em propriedade particular.

Nos municípios de Cambará do Sul (altitude de 1031 m, clima tipo Cfb, com médias de temperatura mínimas de 12,8 °C e máximas de 21,4 °C e precipitação média anual de 143,9 mm) e Vacaria (971 m de altitude e clima Cfb, com médias de temperatura mínimas de 15 °C e máximas de 25 °C e precipitação anual de 1.789 mm) as coletas também foram realizadas em propriedades privadas.

Os apiários do município de Ponte Serrada em SC (altitude de 932 m, clima tipo mesotérmico úmido, com médias mínimas de temperatura anual de 14,4 °C e máximas de 24 °C precipitação média anual de 167,5 mm) que está situado a 410 quilômetros de Porto Alegre e a 430 km de Florianópolis, são de propriedade particular.

3.2 Amostragem e triagem

As amostragens foram feitas em um total de oito apiários e em cada um deles foi coletado 10% do total de colmeias (Tabela 4). Todos apiários eram compostos por abelhas *A. mellifera* (africanizada), residentes em colmeias racionais. Ao longo dos dois anos foram feitas oito coletas nos apiários, repetindo as coletas sempre nas mesmas colmeias.

TABELA 4. Descrição dos apiários.

Apiários	Nº Total de Colmeias	Nº Colmeias amostradas	Tipo de Colmeia	Apicultura praticada	Ácido oxálico
1	23	3	Schenk	Fixa	SEM
2	40	4	Langstroth	Migratória	SEM
3	64	7	Langstroth	Migratória	COM
4	40	4	Langstroth	Migratória	SEM
5	64	7	Langstroth	Migratória	COM
6	40	4	Langstroth	Migratória	SEM
7	50	5	Langstroth	Migratória	COM
8	50	5	Langstroth	Migratória	COM

De cada uma das colmeias foram retiradas abelhas adultas aderidas nos quadros centrais de cria (Figura 1).



FIGURA 1. Quadros centrais de cria (área destacada em amarelo) em colmeia de apiário em Eldorado do Sul, RS, 2016.(Kênia Kerber, 2016).

Foi realizada uma coleta por estação do ano em cada um dos apiários durante anos de 2016 e 2017. As abelhas adultas foram retiradas utilizando-se um pote de plástico pet contendo 150 mL de álcool 70% (Figura 2).



FIGURA 2. Abelhas em recipiente de coleta, em apiário de Eldorado do Sul, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).

Este recipiente era colocado junto quadro de cria e com movimentos ascendentes as abelhas caíam para o interior deste (Figura 3). Todos recipientes foram devidamente identificados com o número do apiário 1 a 8, seguido do número da colmeia correspondente, estação, ano e data da coleta.



FIGURA 3. Coleta das abelhas adultas aderidas em quadro central de cria em colmeia em Eldorado do Sul, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).

Uma vez acondicionadas, as abelhas permaneceram por um período mínimo de 24 h imersas no álcool para o desprendimento dos ácaros. Após este período, a solução alcoólica, contendo abelhas e ácaros, foi transferida para uma garrafa pet sem fundo, na qual foi fixada com epóxi uma tela de malha de alumínio de dois milímetros a uma distância de seis centímetros do bocal da garrafa (Figura 4), com a finalidade de reter as abelhas e permitir a passagem apenas dos ácaros.



FIGURA 4. Garrafa para extração dos ácaros, laboratório de acarologia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).

A tampa da garrafa era aberta sobre um tecido branco (20 cm x 20 cm), acondicionado sobre uma embalagem e preso por um atilho (Figura 5), permitindo a passagem da solução e a retenção dos ácaros para a sua contagem.



FIGURA 5. Ácaros em tecido branco após lavagens, laboratório de acarologia, UFRGS, Porto Alegre, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).

O bocal da garrafa era fechado e se completava a garrafa, até a altura das abelhas com água e 7 mL de detergente neutro para o desprendimento dos ácaros restantes. Esta solução foi agitada manualmente de forma circular por dois minutos, e

repetida a liberação da solução sobre o tecido e a contagem dos ácaros. O bocal foi fechado novamente e desta vez preenchido somente com água até a altura das abelhas para a eliminação da espuma gerada pelo detergente. A solução foi agitada por mais dois minutos de forma circular e filtrada sobre o tecido branco para a contagem dos ácaros remanescentes. Esta última etapa foi realizada mais vezes, até não serem mais encontrados ácaros no tecido.

Após a separação das abelhas e ácaros, os insetos foram separados em 5 colunas com grupos de 10 indivíduos para facilitar a contagem (Figura 6) e foi calculada a Taxa de infestação de acordo com Stort *et al.* (1981):

Taxa de infestação de abelhas (%) = (Número de ácaros/número de abelhas adultas) x 100.



FIGURA 6. Organização dos grupos de contagem das abelhas. Porto Alegre, RS, 2016. (Kênia Kerber, 2016).

3.3 Extração de *V. destructor* das abelhas

Para a estimativa do número mínimo de lavagens necessárias para a total extração dos ácaros das abelhas, foi realizada a contagem dos ácaros contidos no álcool após a coleta e acondicionamento das abelhas e a cada lavagem, com um total de sete lavagens.

3.4 Migração e manejo dos apiários

Cada apiário seguiu o manejo adotado pelo próprio apicultor. Os apiários 3, 5, 7 e 8 foram tratados por trinta dias com 2 tiras de papelão (por colmeia) com 16 - 19 gramas de ácido oxálico em cada tira, e posteriormente estas tiras foram trocadas para tratar mais trinta dias. Os meses de tratamento foram janeiro, fevereiro, junho e julho. Os demais apiários não foram tratados com ácido oxálico.

As migrações ocorreram conforme cronograma (APÊNDICE 1), onde os apicultores seguiam as floradas de seus interesses. Além dos municípios das coletas, as colmeias foram transportadas para outros três municípios: Taquari (RS) (29°48'00"S, 51°51'35"O), Colorado (RS) (28°31'26"S, 52°59'38" O), e Irani (SC) (27°01'30"S, 51°54'07"O).

3.5 Análises dos dados

Todas as análises foram realizadas com base na taxa de infestação de varroa, com exceção da avaliação da extração dos ácaros das abelhas na qual foi utilizado o número absoluto de ácaros. As diferenças entre as colmeias com e sem uso de ácido oxálico e entre os apiários fixos e migratórios (sem controle) foram testadas através do Test t ($p < 0,05$); as diferenças entre as médias anuais de TI entre os anos de 2016 e 2017 com e sem tratamento foram testadas através do Test t pareado ($p < 0,05$).

A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para testar as diferenças entre a taxa de infestação nas diferentes épocas do ano entre as colmeias com e sem controle com ácido oxálico ($p < 0,05$).

Para estas análises foi utilizado o programa Sigma Stat Versão 3.5 (DUNDAS, 2006). Quando os dados não passaram no teste de heterogeneidade para o Test t, foi utilizado o teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$) *a posteriori*, para a análise de variância (ANOVA), para os dados com distribuição não normal foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) *a posteriori*.

A sazonalidade da varroa foi analisada através da taxa de infestação ao longo das estações dos anos de 2016 e 2017.

A situação onde se estabilizou a extração total dos ácaros das abelhas foi estimada através da média e desvio padrão do número de varroas coletadas por lavagem.

Para a confecção de gráficos e tabelas foi utilizado o Microsoft Excel Windows 2007.

3.6 Dados abióticos

Os dados abióticos mensais referentes a temperaturas médias máximas e mínimas, precipitação total e umidade relativa média foram obtidos nas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), consulta ao banco de dados climáticos Climate-data.org (CLIMATE-DATA, 2017) e Epagri/Ciram (EPAGRI/CIRAM, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas 39 colmeias distribuídas em oito apiários do RS e SC durante os anos de 2016 e 2017, foram coletadas 70.704 abelhas adultas, sendo retirados destas 3.178 indivíduos de *V. destructor* (fêmeas adultas).

De acordo com o teste Mann-Whitney ($U= 232,000$, $P=0,137$), não houve diferença significativa entre a taxa de infestação de varroa entre os apiários com e sem uso de ácido oxálico (Figura 7).

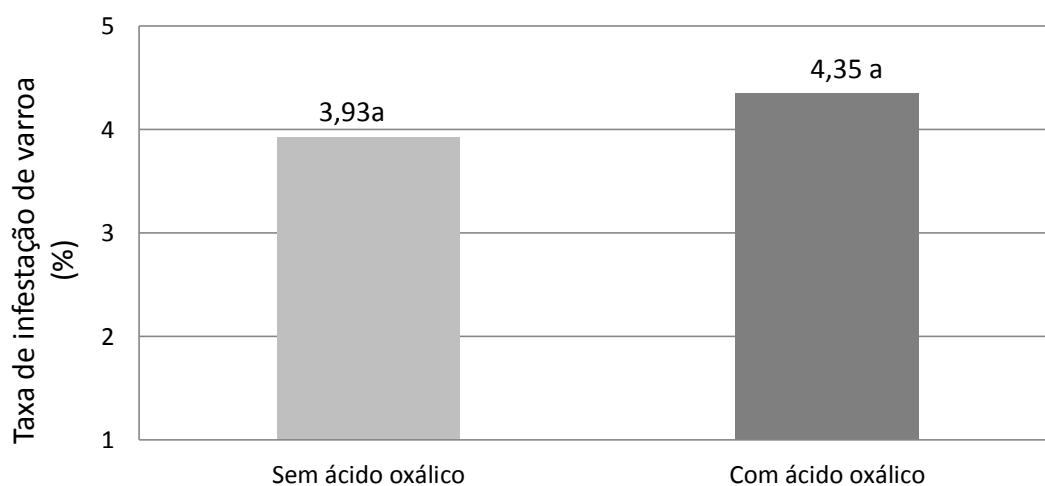


FIGURA 7. Taxa de infestação de *V. destructor* em colmeias com e sem o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil.

Estes dados diferem de alguns autores, como Toomemaa *et al.* (2010) e Castagnino & Orsi (2012), que relataram diferenças significativas nas comparações entre apiários com e sem o uso de ácido oxálico no controle de varroa.

Toomemaa *et al.* (2010), realizaram diversos testes em apiários, com o uso do ácido oxálico, em abelhas adultas de colmeias infestadas com varroa, presas em gaiolas e submergidas em ácido oxálico nas concentrações de 0,5; 1,0; 1,5 e 2%. Com soluções aquosas versus soluções com açúcar, nas concentrações de ácido oxálico de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; e 0,5% e ácido oxálico em concentrações de 0,5; 1 e 1,5% em solução aquosa borrifada nos quadros com abelhas. Confirmando os testes de submersão, todas as concentrações mostraram toxidez para os ácaros, porém as concentrações de 1% ou maior foram tóxicas também para as abelhas. A solução aquosa de 0,5% de ácido oxálico, em colmeias com crias recém-emergidas e mostrou alta eficácia contra o ácaro (99,01% \pm 0,24%) e sem toxicidade para as abelhas. O ácido oxálico se mostrou eficaz contra os ácaros, porém os autores destacam que é necessário cuidado para que não ocorra superdosagem, que poderá resultar em toxidez para as abelhas. Por ser um trabalho realizado na Europa, podem ocorrer diferenças justamente por serem abelhas europeias, diferente das africanizadas, como as utilizadas em nosso estudo, e que possuem comportamentos higiênicos diferenciados. Também são apresentados meios e concentrações diferentes no do uso do ácido oxálico, conforme apresentados no estudo de Castagnino & Orsi (2012), onde realizaram um estudo com abelhas africanizadas, em Santana do Livramento (RS) em junho e julho de 2005, com diferentes produtos naturais para o controle do ácaro, sendo um deles o ácido oxálico. Para o controle foi utilizado 100g de ácido oxálico em 1 L de água com 1 kg de açúcar (4,7% ácido oxálico), foram pulverizados 20 mL desta solução em cada colmeia (com cria operculada), três aplicações em 16 dias. Houve diferença significativa entre as TIs das abelhas adultas, com o uso do ácido oxálico sendo menor do que a TI sem o ácido. Essa diferença de resultados entre o trabalho de Casatagnino & Orsi (2012) e o presente, provavelmente se deve

em relação ao modo de aplicação do ácido oxálico e sua eficácia. No estudo de Marinelli *et al.* (2006), é relatado que as fitas de celulose banhadas em ácido oxálico (1,3 g por fita) apresentaram diferenças significativas no controle do ácaro, porém com eficácias inferiores (19,5%) quando comparadas com as demais aplicações: ácido evaporado 1 g (85,3%) ou ácido gotejado na concentração de 3,1% (81,1%). E esta diferença se deve justamente ao provável modo de ação deste ácido, sua acidez, que é alcançada quando este está em contato com a água. Em tiras de celulose, sua eficácia vai diminuindo conforme o papel vai perdendo a sua umidade.

Na figura 8, são apresentadas as TIs nos apiários com e sem ácido oxálico, sem a inclusão de primavera de 2017 (P17) e neste cenário, houve diferença significativa de acordo com o Teste T ($t = -2,584$; $P = 0,004$) com maior taxa de infestação nas colmeias sem tratamento com ácido oxálico. Provavelmente as altas TIs registradas na coleta da P17 nos apiários com o uso do ácido oxálico tenha contribuído para não haver diferença entre os apiários.

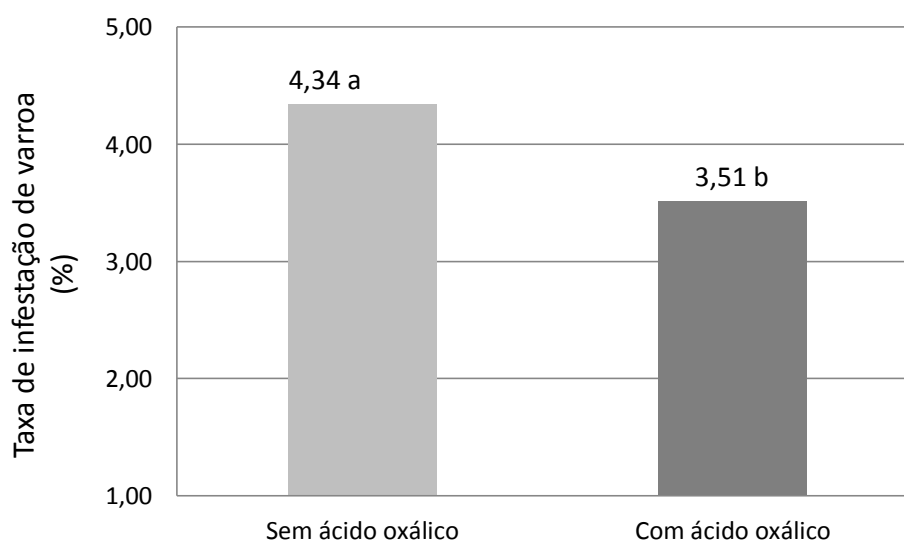


FIGURA 8. Taxa de infestação de *V. destructor* em colmeias com e sem o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil com exceção da P17.

A alta TI em P17 (com o uso do ácido) (10,9%) provavelmente ocorreu, pois na primavera as abelhas estão se recuperando do inverno, ainda há escassez de alimento na colônia que se alimentou das reservas e também há o retorno da oviposição da rainha. Influenciando assim, para uma maior TI, pois existem menos abelhas adultas, e um mesmo número de ácaros, fazendo com que a taxa se torne elevada. Entretanto, em P17 a TI foi muito superior em relação à primavera de 2016 (P16), isto provavelmente tenha ocorrido em razão do aumento da precipitação aumentando a escassez de alimento neste período, se relacionado com o ano anterior. Pinto (2012) relata que regiões tropicais/subtropicais apresentam períodos com maior acúmulo de chuva e que a alta precipitação pode estar relacionada à dinâmica da TI. O aumento da precipitação influencia o tipo de flora apícola local e quantidade de néctar a ser coletado, seja pela diferença de espécies e sua diferente produção de néctar, como na quantidade de chuvas e a 'lavagem' ocorrida nas flores reduzindo seu néctar. A alimentação da colônia então é reduzida devido a esta redução de coleta de néctar, com escassez de alimento a produção de crias diminui, pois a oviposição da rainha é reduzida justamente pela falta de alimento. Desta forma há aumento da TI, pois o número de abelhas é reduzido e o número de ácaros se mantém. Conforme os dados abióticos mostrados no APÊNDICE 2 podemos notar que nos meses próximos antes da coleta da P17, ocorreu um maior acumulado de precipitação (613,4 mm), em comparação a primavera anterior P16 (470,4 mm).

Outra hipótese de acordo com Imdorf & Charrière (1996), é que pode ocorrer uma reinfestação do ácaro na primavera justamente devido à retomada da colônia, pois durante o inverno há o enfraquecimento da colônia pela escassez de alimentos, podendo ter contribuído com as elevadas taxas de infestação encontradas em P17 no atual estudo.

Nos apiários sem o uso do ácido oxálico foram encontradas diferenças significativas das TIs entre as estações dos anos de 2016 e 2017 de acordo com a ANOVA (Tabela 5).

TABELA 5. ANOVA com Kruskal-Wallis ($H= 48,895$; $P=<0,001$) entre as estações do ano para as TIs de *V. destructor* em colmeias sem o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil.*

Estações do ano	q	P<0,05
O17 x P16	8,146	P<0,05
O17 x V16	6,213	P<0,05
O17 x P17	5,905	P<0,05
O17 x V17	5,144	P<0,05
O17 x I16	4,468	P<0,05
O17 x I17	3,596	P>0,05
O17 x O16	1,444	P>0,05
O16 x P16	6,703	P<0,05
O16 x V16	4,769	P<0,05
O16 x P17	4,461	P<0,05
O16 x V17	3,7	P>0,05
O16 x I16	3,025	P>0,05
O16 x I17	2,153	P>0,05
I17 x P16	4,55	P<0,05
I17 x V16	2,617	P>0,05
I17 x P17	2,308	P>0,05
I17 x V17	1,548	P>0,05
I17 x I16	0,872	P>0,05
I16 x P16	3,678	P>0,05
I16 x V16	1,744	P>0,05
I16 x P17	1,436	P>0,05
I16 x V17	0,675	P>0,05
V17 x P16	3,002	P>0,05
V17 x V16	1,069	P>0,05
V17 x P17	0,761	P>0,05
P17 x P16	2,242	P>0,05
P17 x V16	0,308	P>0,05
V16 x P16	1,934	P>0,05

*Letras maiúsculas indicam a estação do ano O = outono, I = inverno, P = primavera e V = verão e são seguidas pela dezena final do ano avaliado, 2016 = 16 e 2017 = 17.

As maiores TIs ocorreram no outono de 2017 (O17) o qual se diferenciou das demais estações, exceto do outono de 2016 (O16) e do inverno de 2017 (I17). Estes dados corroboram o estudo de Torres & Barreto (2013) os quais registraram as maiores TIs nos meses de outono e inverno em um estudo no estado do Mato Grosso. É relatado por eles, que TIs altas podem estar relacionadas às temperaturas mais amenas destes meses do ano, que influenciam o comportamento das abelhas fazendo com que estas permaneçam por um tempo maior no interior da colmeia. Este comportamento tem como consequência a redução das atividades de forrageamento, que influencia diretamente em maiores taxas de infestação, pois reduzindo a entrada de alimento, reduz a oviposição da rainha. As abelhas adultas vão morrendo e vão sendo substituídas por um número menor de abelhas, devido ao menor número de crias, assim a taxa se eleva pelo baixo número de abelhas adultas e o constante número de ácaros.

Na tabela de comparações múltiplas das TIs entre as estações dos anos de 2016 e 2017 nos apiários com o uso do ácido oxálico (Tabela 6), se destacaram P17 e O16 como as estações apresentaram maiores TIs se diferenciando das demais estações. Este resultado é corroborado pelo estudo de Anastácio *et al.* (2013) os quais realizaram amostragens em Santa Rosa do Sul (SC), nas quais abelhas adultas foram coletadas em quadros de crias nas diversas estações do ano. Registraram elevadas TIs na primavera, época em que as colônias apresentam alta taxa de mortalidade de abelhas adultas com lenta reposição de abelhas novas e atribuíram as altas TIs a este fenômeno chamado de declínio da primavera. Além deste fenômeno, como comentado anteriormente, no atual estudo pode ter ocorrido uma reinfestação do ácaro.

TABELA 6. ANOVA com Kruskal-Wallis ($H= 86,589$; $P=<0,001$) entre as estações do ano para as TIs de *V. destructor* em colmeias com o uso de ácido oxálico nos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil. *

Estações do ano	Q	P<0,05
P17 x V16	9,675	P<0,05
P17 x V17	8,269	P<0,05
P17 x I16	8,236	P<0,05
P17 x O17	7,76	P<0,05
P17 x P16	7,128	P<0,05
P17 x I17	6,77	P<0,05
P17 x O16	1,297	P>0,05
O16 x V16	8,379	P<0,05
O16 x V17	6,972	P<0,05
O16 x I16	6,939	P<0,05
O16 x O17	6,463	P<0,05
O16 x P16	5,831	P<0,05
O16 x I17	5,473	P<0,05
I17 x V16	2,906	P>0,05
I17 x V17	1,499	P>0,05
I17 x I16	1,466	P>0,05
I17 x O17	0,99	P>0,05
I17 x P16	0,358	P>0,05
P16 x V16	2,547	P>0,05
P16 x V17	1,141	P>0,05
P16 x I16	1,107	P>0,05
P16 x O17	0,632	P>0,05
O17 x V16	1,916	P>0,05
O17 x V17	0,509	P>0,05
O17 x I16	0,476	P>0,05
I16 x V16	1,44	P>0,05
I16 x V17	0,0331	P>0,05
V17 x V16	1,407	P>0,05

*Letras maiúsculas indicam a estação do ano O = outono, I = inverno, P = primavera e V = verão e são seguidas pela dezena final do ano avaliado, 2016 = 16 e 2017 = 17.

Na Figura 9 é apresentada a flutuação sazonal das TIs das colmeias dos apiários com e sem tratamento ao longo dos dois anos de estudo. Nota-se que a flutuação da TI das colmeias com tratamento apresentou as menores TIs em V16, I16, P16, V17, O17 e I17 não apresentando diferença significativa entre estas estações (Tabela 6) e maiores TIs em O16 e P17, provavelmente sendo influenciada pelas condições abióticas em conjunto com o uso de ácido oxálico, e por isso se diferenciou da curva de flutuação das colmeias dos apiários que não utilizaram o ácido. Já as TIs sem o uso do ácido foram mais altas no outono e no inverno dos dois anos, e mais baixas nos períodos mais quentes, primavera e verão em ambos anos. Este padrão encontrado na flutuação sem o uso do ácido, é corroborado por Pegoraro *et al.*(2000) em seu estudo no Paraná, sobre infestação natural de varroa em enxames capturados com iscas, onde abelhas adultas foram coletadas nos quadros de cria mensalmente ao longo de um ano registrando as maiores TIs no outono e inverno e as menores no verão e primavera.

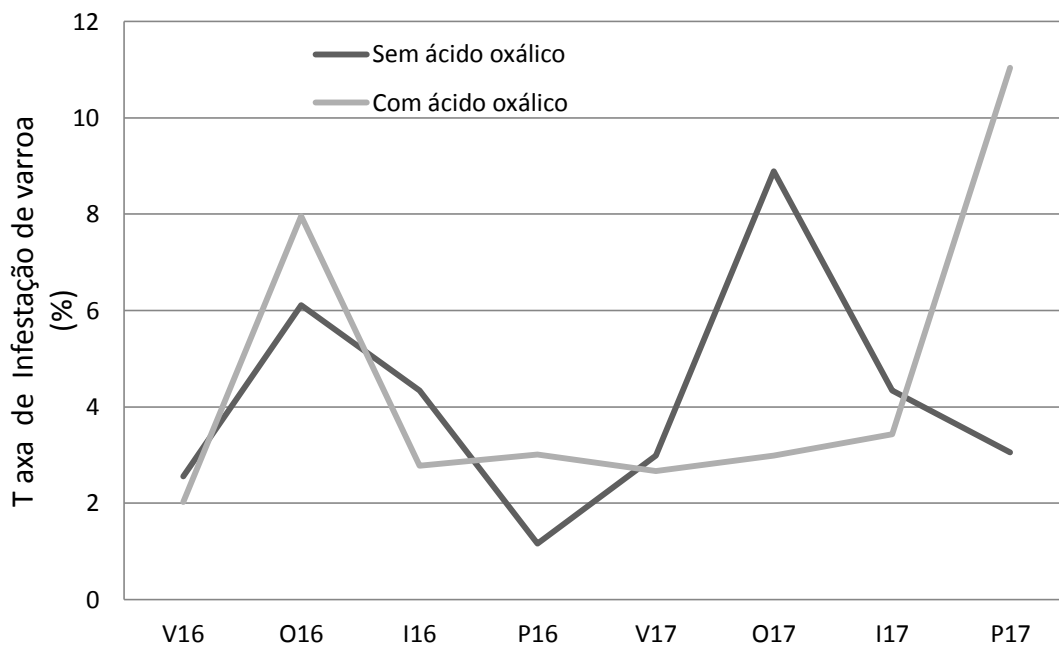


FIGURA 9. Taxa de infestação de *Varroa destructor* em colmeias com e sem o uso de ácido oxálico ao longo das estações dos anos de 2016 e 2017 em apiários no sul do Brasil.*

*Letras maiúsculas indicam a estação do ano O = outono, I = inverno, P = primavera e V = verão e são seguidas pela dezena final do ano avaliado, 2016 = 16 e 2017 = 17.

Em relação aos apiários sem o controle com o uso do ácido oxálico não foram encontradas diferenças significativas nas TIs, entre apiários fixos e migratórios de acordo com o teste T ($t= 1,698$, $P=0,113$). Estes dados nos mostram que o manejo de migração não afeta significativamente na TI de *Varroa destructor* em abelhas africanizadas no sul do Brasil.

Nas médias calculadas dos ácaros extraídos (primeiramente do álcool da coleta e posteriormente das sete lavagens) das colmeias dos apiários com tratamento, percebe-se que nestas com o uso de ácido oxálico zeram o número de ácaros encontrados em sua maioria na quinta lavagem, porém na terceira lavagem os resultados atingem níveis mínimos (próximos à zero) conforme a Figura 10.

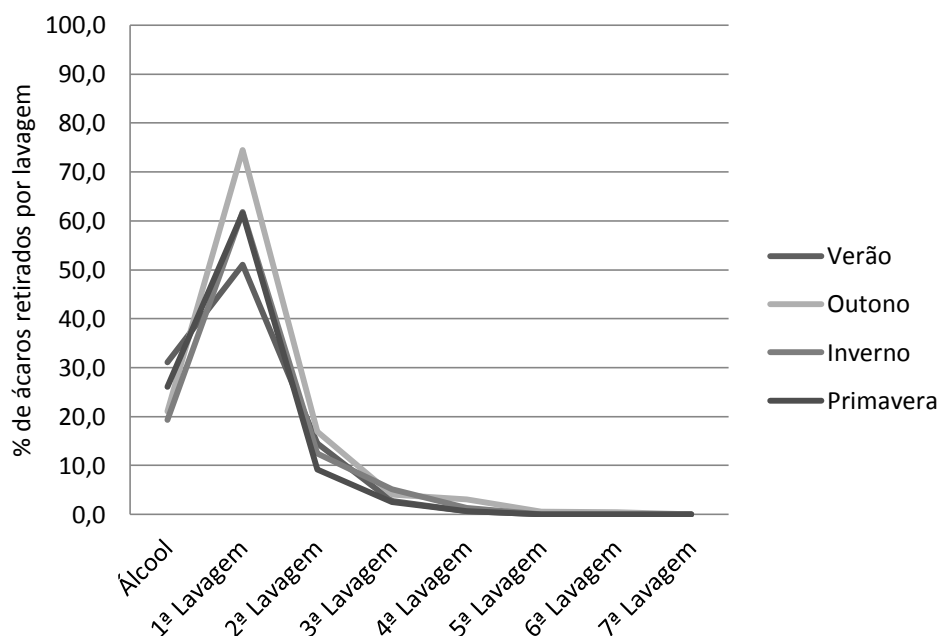


FIGURA 10. Médias das taxas de infestação de *V. destructor* extraídos de *A. mellifera* em apiários com o uso de ácido oxálico por estação nos anos de 2016 e 2017.

Nos dados encontrados das lavagens amostrais das colmeias dos apiários sem o uso de ácido oxálico (Figura 11) ocorre um aumento nas TIs de outono até a quinta lavagem, porém até a quarta lavagem a maioria das taxas já é próxima de zero ácaros encontrados. Nas demais estações as taxas já se aproximam de zero na terceira lavagem.

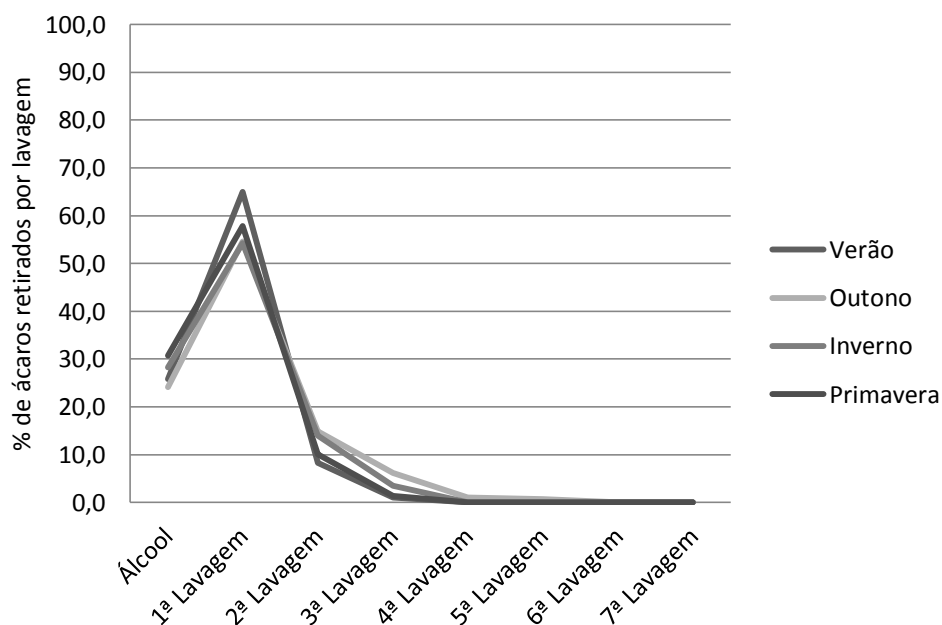


FIGURA 11. Médias das taxas de infestação de *V. destructor* extraídos de *A. mellifera* em apiários sem o uso de ácido oxálico por estação nos anos de 2016 e 2017.

Estes números mínimos de lavagens facilitam a contagem, pois outros métodos como o de Stort *et al.* (1981), sugerem agitação mecânica por 30 min., que acaba sendo de difícil acessibilidade para os apicultores impossibilitando-os de atingir uma eficácia similar.

De Jong *et al.* (1982b), utilizam vários agentes solubilizantes, porém o álcool 70% e o detergente de louças, são de maior facilidade de aquisição, e também possuem uma maior eficácia em retirar os ácaros das abelhas. Pensando em otimizar custos e tempo para realização de uma determinação de taxa de infestação de *V. destructor*, foram utilizados os conhecimentos relatados acima para tornar esta prática efetiva, acessível e padronizar as informações coletadas pelos apicultores futuramente.

De acordo com os resultados deste estudo, recomenda-se um mínimo de três lavagens para as amostragens de taxa de infestação de *Varroa destructor* em apiários

que utilizam ácido oxálico como tratamento deste ácaro e um mínimo de três lavagens em apiários que não utilizam ácido oxálico, com exceção das amostragens nos meses de outono quando o mínimo passa a ser de quatro lavagens.

5 CONCLUSÕES

As maiores taxas de infestação de *Varroa destructor* são registradas no outono de 2016 e 2017 nos apiários sem controle com ácido oxálico e outono de 2016 e primavera de 2017 nos apiários com controle.

O uso do ácido oxálico em tiras de celulose não se mostra eficiente na redução do nível de infestação de varroa.

Não podem ser afirmadas as diferenças na taxa de infestação entre apiá fixos e migratórios no sul do Brasil.

Indica-se um número mínimo de três lavagens para a retirada total dos ácaros das abelhas, com exceção para colmeias sem o uso do ácido oxálico, quando são necessárias quatro lavagens na amostragem de outono.

Considerando que a atividade da apicultura migratória e o controle de varroa na apicultura africanizada é uma prática recente e em pequena escala na região avaliada, indica-se a necessidade de novas pesquisas.

Devem ser realizados mais estudos de comparação com a apicultura fixa e a migratória, que sejam de preferência em apiários destinados exclusivamente para pesquisa, em que se tenha um maior controle sobre os manejos realizados.

Se não considerarmos os custos de execução de um projeto desta magnitude (transporte para diversos municípios, em diversas colmeias), poderia ser feito um

delineamento experimental maior, onde a frequência das coletas deveria ser no mínimo mensal, para facilitar a identificação de padrões na flutuação sazonal de *V. destructor*.

6 REFERÊNCIAS

- ANASTÁCIO, M. D. *et al.* Nível de infestação de *Varroa destructor* em *Apis mellifera* africanizadas nas diferentes estações do ano. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 2., 2013, Araranguá. **Anais...** Araranguá: UFSC, 2013. p. 61-68.
- ANDERSON, D. L.; TRUEMAN, J. W. H. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. **Experimental and Applied Acarology**, Dordrecht, v. 24, n. 3, p. 165-189, 2000.
- AUMEIER, P.; ROSENKRANZ, P.; GONÇALVES, L. S. A comparison of the hygienic response of Africanized and European (*Apis mellifera carnica*) honey bees to *Varroa* infested brood in tropical Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, n. 4, v. 23, p. 787-791, 2000.
- BACHA JÚNIOR, G. L. *et al.* Taxa de infestação por ácaro *Varroa destructor* em apiários sob georreferenciamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina, Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1471-1473, 2009.
- BARROS, M. B. **Apicultura**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1965. 251 p.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1, p. 21.
- BEETSMA, J.; ZONNEVELD, K. Observations on the initiation and stimulation of oviposition of the *Varroa* mite. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 303-312, 1992.
- BEETSMA, J. *et al.* Invasion behaviour of *Varroa jacobsoni* Oud.: from bees into brood cells. **Apidologie**, Versailles, v. 30, n. 2-3, p. 125-140, 1999.
- BOOT, W. J.; CALLIS J. N. M.; BEETSMA J. Differential periods of *Varroa* mite invasion into worker and drone cells of honey bees. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 295-301, 1992.
- BOECKING, O.; SPIVAK, M. Behavioral defenses of honey bees against *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Versailles, v. 30, n. 2-3, p. 141-158, 1999.

CASTAGNINO, G. L. B.; ORSI, R. O. Produtos naturais para o controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 6, p. 738-744, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/14388>. Acesso em: 16 dez. 2017.

CASTAGNINO, G. L. B.; PINTO, L. F. B.; CARNEIRO, M. R. L. Correlação da infestação de *Varroa destructor* sobre o comportamento higiênico de abelhas *Apis mellifera*. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 65, n. 252, p. 549-554, 2016.

CAMARGO, J. M. F. *et al.* (org.). **Manual de apicultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1972. 252 p.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Oedheim. 2017. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 13 jan. 2017

CORRÊA-MARQUES, M. H.; DE JONG, D. Uncapping of worker bee brood, a component of the hygienic behavior of africanized honey bees against the mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. **Apidologie**, Versailles, v. 29, n. 3, p. 283–289, 1998.

DADANT, C. C.; HIJOS. **La colmeia y la abeja melífera**. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur, 1975. p. 936.

DELFINADO-BAKER, M. The nymphal stages and male of *Varroa jacobsoni* Oudemans, a parasite of honey bees. **International Journal of Acarology**, Oak Park, v. 2, n. 10, p. 75- 80, 1984.

DE JONG, D.; DE JONG, P. H.; GONÇALVES, L. S. Weight loss and other damage to developing worker honey bees from infestation with *Varroa jacobsoni*. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 21, n. 3, p. 165- 167, 1982a.

DE JONG, D.; ROMA, D. D.; GONÇALVES, L. S. A comparative analysis of shaking solutions for the detection of *Varroa jacobsoni* on adult honeybees. **Apidologie**, Versailles, v. 13, n. 3, p. 297-306, 1982b.

DUNDAS SOFTWARE LTDA. **SigmaStat for windows**. Version 3.5. 2006. Disponível em: <http://www.sigmaplot.co.uk/>. Acesso em: 4 out. 2016.

ELLIS, A. M. *et al.* The efficacy of dusting honey bee colonies with powdered sugar to reduce *Varroa* mite populations. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 48, n. 1, p. 72-76, 2009.

EPAGRI /CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina / Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **Dados de estações meteorológicas - Ponte Serrada - SC**. Florianópolis: [s.n.], 2018.

GARRIDO, C. *et al.* Temporal changes in *Varroa destructor* fertility and haplotype in Brazil. **Apidologie**, Versailles, v. 34, n. 6, p. 535–541, 2003.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária estadual**: 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. v. 42. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf. Acesso em: 11 ago. 2016.

IFANTIDIS, M. D. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* in worker and drone honeybee brood cells. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 22, n. 3, p. 200-206, 1983.

IMDORF, A.; CHARRIÈRE, J. D. Alternative Varroa control. Swiss Bee Research Centre. **American Bee Journal**, Hamilton, v. 136, n. 3, p.189-193, Mar. 1996.

IMDORF, A. *et al.* Use of essential oils for the control of *Varroa jacobsoni* Oud. in honey bee colonies. **Apidologie**, Versailles, v. 30, n. 2/3, p. 209–228, 1999.

HARBO, J. R.; HARRIS, J. W. Responses to varroa by honey bees with different levels of varroa sensitive hygiene. **Journal of Apicultural Research**, London, v. 48, n. 3, p. 156-161, 2009.

HIGES, M. *et al.* Negative long-term effects on bee colonies treated with oxalic acid against *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Versailles, v. 30, n. 4, p. 289–292, 1999.

LIMA, N. M. **Abelhas e mel**: criação-extração curso de apicultura. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1979. 149 p.

MARINELLI, E. *et al.* Varroa control using cellulose strips soaked in oxalic acid water solution. **Apiacta**, Bucharest, v. 41, p. 54-59, 2006.

MARTIN, S. J. Ontogenesis of the mite *Varroa jacobsoni* Oud. In worker brood of the honeybee *Apis mellifera* L. under natural conditions. **Experimental and Applied Acarology**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 87-100, 1994.

MILANI, N. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. **Apidologie**, Versailles, v. 30, n. 2/3, p. 229–234, 1999.

MILANI, N. Activity of oxalic and citric acids on the mite *Varroa destructor* in laboratory assays. **Apidologie**, Versailles, v. 32, n. 2, p. 127–138, 2001

MOREIRA, S. B. L. C. *et al.* Infestação do ácaro *Varroa destructor* em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no semiárido potiguar, nordeste do Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 1, p. 143-149, 2017.

MORETTO, G. *et al.* The effects of climate and bee race on *Varroa jacobsoni* Oud. infestations in Brazil. **Apidologie**, Versailles, v. 22, n. 3, p. 197-203, 1991.

MORETTO, G.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. Heritability of africanized and european honey bee defensive behaviour against the mite *Varroa jacobsoni*. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 16, n. 1, p. 71-77, 1993.

MURILHAS, A.; CASACA, J. **Ácido Oxálico**: guia de utilização do ácido oxálico na luta contra a varroa. Évora: Universidade de Évora, 2005. 8 p. (Agro 354/01).

NASCIMENTO, R. J. T. **Infestação de *Varroa destructor* e sua relação com comportamento higiênico em colônias de abelhas africanizadas no Campo das Vertentes-MG**. 2014. 49 f. Monografia (Bacharel em Zootecnia) – Universidade Federal de São João Del-Rei, Minas Gerais, 2014.

OCTAVIANO-SALVADÉ, C. E. *et al.* A scientific note on genetic profile of the mite *Varroa destructor* infesting apiaries in Rio Grande do Sul State, Brasil. **Apidologie**, Versailles, v. 48, n. 2, p. 621–622, 2017.

PEGORARO, A. *et al.* Infestação natura de *Varroa jacobsoni* em *Apis mellifera scutellata* (Hymenoptera: Apidae). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 5, p. 89-93, 2000.

PINTO, F. A. ***Varroa destructor* Anderson & Truemann, 2000**: perfil genético, taxas de infestação e reprodução em abelhas *Apis mellifera* L. (africanizadas) no Brasil. 2012. 54 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

REHM, S. M.; RITTER, W. Sequence of the sexes in the offspring of *Varroa jacobsoni* and the resulting consequences for the calculation of the developmental period. **Apidologie**, Versailles, v. 20, n. 4, p. 339-343, 1989.

ROSENKRANZ, P. *et al.* Biology and control of *Varroa destructor*. **Journal of Invertebrate Pathology**, New York, v. 103, p. 96-119, 2010.

SCHAFASCHEK, T. P. *et al.* Performance of Africanized honeybee colonies settled by queens selected for different traits. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 91-100, 2016.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENA EMPRESA. **Conheça o histórico da apicultura no Brasil**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-o-historico-da-apicultura-no-brasil,c078fa2da4c72410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 11 ago. 2016.

STEINER, J. S. *et al.* Cytogenetics of the acarid *Varroa jacobsoni*. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 4, p. 841-844, 1982.

STEINER, J. *et al.* The first gonocycle of the parasitic mite (*Varroa jacobsoni*) in relation to preimaginal development of its host, the honey bee (*Apis mellifera carnica*). **Invertebrate Reproduction and Development**, Rehovot, v. 25, n. 3, p. 175-183, 1994.

STORT, A. C. *et al.* Study on sineacar effectiveness in controlling *Varroa jacobsoni*. **Apidologie**, Versailles, v. 12, n. 3, p. 289-297, 1981.

TOOMEMAA, K.; MARTIN, A. J.; WILLIAMS, I. H. The effect of different concentrations of oxalic acid in aqueous and sucrose solution on *Varroa* mites and honey bees. **Apidologie**, Versailles, v. 41, n. 6, p. 643-653, 2010.

TORRES, R. N. S.; BARRETO M. R. Incidência de *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) em criação de abelhas com ferrão na região de Sinop, Mato Grosso, Brasil. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 6, n. 1, p. 30-33, 2013. Disponível em: <http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/254.doi:10.12741/ebrasilis.v6i1.254>. Acesso em: 14 dez. 2017.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2001/110/CE do conselho, de 20 de dezembro de 2001. **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, 12 jan. 2002. Seção 10, p. 47.

WALLNER, K. *Varroa* cides and their residues in bee products. **Apidologie**, Versailles, v. 30, p. 235–248, 1999.

WELCH, A. *et al.* Presence and prevalence of viruses in local and migratory honeybees (*Apis mellifera*) in Massachusetts. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v.75, n.24, p. 7862-7865, 2009.

WIELEWSKI, P. *et al.* Relationship between hygienic behavior and *Varroa destructor* mites in colonies producing honey or royal jelly. **Sociobiology**, Chico, California, v. 59, n. 1, p. 251-274, 2012.

WIESE, H. *et al.* **Nova apicultura**. 4. ed. Porto Alegre: Livraria e Editora Agropecuária, 1983. 485 p.

WIESE, H. **Novo manual de apicultura**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1995. 292 p.

WIESE, H. **Apicultura: novos tempos**. 2. ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 378 p.

WOLFF, L. F. **Apicultura sustentável na propriedade familiar de base ecológica**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2007. 15 p. (Circular Técnica, 64).

YAPALUCCI, G. A. P. **Efeito do tamanho da célula do favo de cria sobre a variabilidade morfológica das abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e sobre a infestação e reprodução do ácaro *Varroa jacobsoni***. 2001. 154 f. Dissertação (Mestrado em ciência) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.

7 APÊNDICES







APÊNDICE 1. Cronograma de migração das colmeias, coletas, controle, municípios e suas respectivas floradas dos anos de 2016 e 2017.

		2016												
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	Coletas			V16			O16			I16			P16	
Apiário 1	Floradas	■		■				■						
	Local	EdS												
Apiários 2, 4 e 6	Floradas	■		■				■		■	■	■	■	■
	Local	CdS		EdS				Col		Vac	CdS	Taq	CdS	
Apiários 3,5,7 e 8	Floradas	■		■				■						
	Local	PS		EdS				PS						
	Tratamento	■	■				■	■						

continuação APÊNDICE 1. Cronograma de migração das colmeias, coletas, controle, municípios e suas respectivas floradas dos anos de 2016 e 2017.

		2017											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coletas				V17			O17			I17			P17
Apiário 1	Floradas	Eucalipto		Nativo				Eucalipto					
	Local	EdS											
Apiários 2, 4 e 6	Floradas	Eucalipto		Nativo				Canola	Laranja	Eucalipto		Uva Japão	Eucalipto
	Local	CdS		EdS				Col	Taqi		CdS		Taq
Apiários 3,5,7 e 8	Floradas	Eucalipto		Nativo			Canola		Eucalipto			Uva Japão	Eucalipto
	Local	OS		EdS			Col		OS			Ira	PS
Tratamento		Laranja					Laranja	Laranja					

Legenda Floradas:

	Eucalipto
	Nativo
	Canola
	Laranja
	Maçã
	Uva Japão

Legenda Abreviações:

EdS = Eldorado do Sul	PS= Ponte Serrada (SC)
CdS = Cambará do Sul	Taqi = Taquari
Col = Colorado	Ira= Irani (SC)
Vac = Vacaria	
Taq=Taquara	

APÊNDICE 2. Dados climáticos de Ponte Serrada (SC) EPAGRI/CIRAM 2016/2017.

Data	Precipitação mensal total (mm)	Média Mensal (°C)
JAN 2016	129,0	21,5
FEV 2016	190,6	21,5
MAR 2016	208,6	18,6
ABR 2016	162,8	18,9
MAI 2016	181,4	12,7
JUN 2016	67,0	9,0
JUL 2016	131,2	12,0
AGO 2016	203,4	13,2
SET 2016	98,6	13,4
OUT 2016	197,0	16,6
NOV 2016	88,6	18,1
DEZ 2016	184,8	19,8
JAN 2017	126,4	21,2
FEV 2017	183,2	21,2
MAR 2017	195,2	19,4
ABR 2017	79,4	16,4
MAI 2017	400,4	15,6
JUN 2017	111,2	12,9
JUL 2017	18,2	11,7
AGO 2017	128,2	14,1
SET 2017	29,4	18,4
OUT 2017	268,6	16,7
NOV 2017	175,0	17,4
DEZ 2017	169,8	20,6

APÊNDICE 3. Dados climáticos da região de Cambará do Sul e Vacaria (RS). INMET 2016/2017.

Data	Precipitação Total (mm)	Temperatura Máxima Média (°C)	Temperatura Mínima Média (°C)
31/03/2016	166	23,5	13,9
30/04/2016	174.9	24,0	14,8
31/05/2016	85	16,4	7,3
30/06/2016	14.5	14,4	3,5
31/07/2016	197.3	17,5	5,8
31/08/2016	118.3	18,8	7,5
30/09/2016	72.1	19,8	7,1
31/10/2016	344.8	20,9	10,5
30/11/2016	84.2	23,8	11,1
31/12/2016	199.7	25,2	14,7
31/01/2017	168.1	26,2	15,8
28/02/2017	83.4	27,0	17,0
31/03/2017	103.8	23,8	14,1
30/04/2017	151.7	20,9	11,0
31/05/2017	210.6	18,8	10,5
30/06/2017	165.8	18,4	7,9
31/07/2017	10.6	19,1	7,0
31/08/2017	51.2	20,4	8,5
30/09/2017	130.3	24,2	12,7
31/10/2017	238.8	21,7	11,1
30/11/2017	188.6	22,7	10,5

APÊNDICE 4. Dados climáticos da região de Eldorado do Sul (RS). INMET 2016/2017.

Data	Precipitação Total (mm)	Temperatura Máxima Média (°C)	Temperatura Mínima Média (°C)
31/03/2016	302.4	27,8	19,5
30/04/2016	215.9	27,1	19,3
31/05/2016	72.5	19,6	12,3
30/06/2016	6.8	16,4	8,3
31/07/2016	150.7	20,1	10,4
31/08/2016	98.8	22,0	12,1
30/09/2016	90.6	22,1	12,4
31/10/2016	191.6	24,9	15,5
30/11/2016	103.9	27,5	15,9
31/12/2016	128.1	30,9	20,0
31/01/2017	197.1	31,3	21,3
28/02/2017	50.5	32,3	22,4
31/03/2017	165.6	29,1	19,3
30/04/2017	114.9	25,9	16,7
31/05/2017	184.5	23,1	15,4
30/06/2017	196.9	22,0	12,3
31/07/2017	18.7	23,8	11,8
31/08/2017	105.9	24,0	13,1
30/09/2017	164.7	26,4	16,5
31/10/2017	290.4	25,3	16,2
30/11/2017	137.9	26,9	16,3

APÊNDICE 5. Dados climáticos da região de Colorado (RS). INMET 2016/2017.

Data	Precipitação Total (mm)	Temperatura Máxima Média (°C)	Temperatura Mínima Média (°C)
31/03/2016	238.1	27,0	17,0
30/04/2016	165.3		
31/05/2016	62.4	19,3	10,6
30/06/2016	5.3	17,4	6,6
31/07/2016	145.2	19,4	9,7
31/08/2016	120.8	21,6	11,5
30/09/2016	54.7	22,3	10,1
31/10/2016	340.1	25,0	14,3
30/11/2016	157.2	28,1	15,3
31/12/2016	93.5	29,7	18,8
31/01/2017	185.6	29,3	19,4
28/02/2017	122.6	30,2	19,8
31/03/2017	120.9	28,8	18,0
30/04/2017	223.2	24,2	14,6
31/05/2017	226.7		
30/06/2017	150.4	20,1	11,1
31/07/2017	0.5	22,6	10,7
31/08/2017	29.4	23,3	11,8
30/09/2017	90.7	26,2	15,9
31/10/2017	246.3	25,5	14,7
30/11/2017	189.9	28,7	15,2

8 ANEXOS

ANEXO I. Instrução Normativa nº 64 de 18 de dezembro de 2008.

“ANEXO V RELAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERMITIDAS PARA DESINFESTAÇÃO, HIGIENIZAÇÃO E CONTROLE DE PRAGAS DAS COLMÉIAS EM SISTEMAS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO

Produto: Cal (óxido de cálcio) e cal virgem Hipoclorito de sódio Álcool Soda cáustica Peróxido de hidrogênio Potassa cáustica (óxido ou hidróxido de potássio) Ácidos peracético, acético, oxálico, fórmico e lático Timol, eucaliptol e mentol Enxofre Agentes de controle biológico Detergentes biodegradáveis Sabões sódicos e potássicos Extratos vegetais As substâncias de que trata este Anexo deverão ser utilizadas de acordo com o que estiver estabelecido no plano de manejo orgânico.”

ANEXO II. Diretiva 2001/11/CE do Conselho de 20 de Dezembro de 2001 relativa ao mel na união europeia.

“ANEXO II

CRITÉRIOS DE COMPOSIÇÃO DOS MÉIS

O mel é constituído essencialmente por diversos açúcares, predominando a glucose e a frutose, assim como por outras substâncias tais como ácidos orgânicos, enzimas e partículas sólidas provenientes da sua colheita. A cor do mel pode variar de uma tonalidade quase incolor a castanho-escuro. No que respeita à consistência, pode apresentar-se fluido, espesso ou cristalizado (em parte ou na totalidade). O sabor e o aroma variam consoante a origem vegetal. Quando comercializado como tal ou quando utilizado em qualquer produto destinado ao consumo humano, não pode ter sido adicionado ao mel nenhum ingrediente alimentar, nem sequer nenhum aditivo alimentar. O mel deve estar isento, na medida do possível, de matérias orgânicas ou inorgânicas estranhas à sua composição. Com excepção da categoria referida no ponto 3 do anexo I, não deve apresentar sabores ou cheiros anormais, nem ter começado a fermentar, nem apresentar uma acidez que tenha sido alterada artificialmente, nem ter sido aquecido de modo a que as suas enzimas naturais tenham sido destruídas ou consideravelmente inactivadas. Sem prejuízo do disposto no ponto 2, alínea b), subalínea viii), do anexo I, não pode ser retirado ao mel nenhum pólen nem nenhum dos seus componentes, excepto quando tal seja inevitável aquando da eliminação de matérias orgânicas ou inorgânicas estranhas à sua composição. Quando comercializado como tal ou quando utilizado em qualquer continuação ANEXO II. Diretiva 2001/11/CE do Conselho de 20 de Dezembro de 2001 relativa ao mel na união europeia.

produto destinado ao consumo humano, o mel deve obedecer aos seguintes critérios de composição:

1. Teor de açúcares

1.1. Teor total de frutose e glucose

— Mel de néctar no mínimo 60 g/100 g

— Mel de melada e misturas de mel de melada com mel de néctar no mínimo 45 g/100 g

1.2. Teor de sacarose

— Em geral no máximo 5 g/100 g

— *Robinia pseudoacacia* (acácia bastarda), *Medicago sativa* (luzerna ou alfafa), *Banksia menziesii*, *Hedysarum* (hedisaro), *Eucalyptus camadulensis*, *Eucryphia lucida*, *Eucryphia nilliganii*, *Citrus* spp. no máximo 10 g/100 g

— *Lavandula* spp., *Borago officinalis* (borragem) no máximo 15 g/100 g

2. Teor de água

— Em geral no máximo 20 %

— Mel de urze (*Calluna*) e mel para uso industrial em geral no máximo 23 %

— Mel de urze (*Calluna*) para uso industrial no máximo 25 %

3. Teor de matérias insolúveis na água

— Em geral no máximo 0,1 g/100 g

— Mel prensado no máximo 0,5 g/100 g

4. Condutividade eléctrica

— Mel não enumerado a seguir e misturas desses méis no máximo 0,8 mS/cm

— Mel de melada, mel de flores de castanheiro e misturas desses méis, excepto com os a seguir enumerados no mínimo 0,8 mS/cm

— Excepções: *Arbutus unedo* (medronheiro), *Erica* (erica), *Eucalyptus* (eucalipto), *Tilia* spp. (tília), *Calluna vulgaris* (torga ordinária), *Leptospermum* (leptospermo), *Melaleuca* spp. (melaleuca)

5. Teor de ácidos livres

— Em geral no máximo 50 miliequivalentes por kg

— Mel para uso industrial no máximo 80 miliequivalentes por kg

L 10/52 PT Jornal Oficial das Comunidades Europeias 12.1.2002

6. Índice diastásico e teor de hidroximetilfurfural (HMF), determinados após tratamento e mistura

a) Índice diastásico (escala de Schade)

— Em geral, com excepção do mel para uso industrial no mínimo 8

— Méis com baixo teor natural de enzimas (por exemplo, méis de flores de citrinos) e teor de HMF não superior a 15 mg/kg no mínimo 3

b) HMF

— Em geral, com excepção do mel para uso industrial no máximo 40 mg/kg [sem prejuízo

do disposto na alínea a), segundo travessão]

— Mel de origem declarada de regiões de clima tropical e misturas desses méis

no máximo 80 mg/kg”