



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
DIRETORIA DE ENSINO - CAMPUS TERESINA CENTRAL
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO
ALIMENTÍCIA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

SCHIRLAYNE DE SOUSA LIMA DA SILVA

REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE AS PROPRIEDADES DO PÓLEN
APÍCOLA E O SEU POTENCIAL NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

TERESINA-PI

2020

SCHIRLAYNE DE SOUSA LIMA DA SILVA

**REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE AS PROPRIEDADES DO PÓLEN
APÍCOLA E O SEU POTENCIAL NA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, *Campus* Teresina central, como requisito para obtenção do grau de Tecnóloga em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Lidiana de Siqueira Nunes Ramos.

Co-orientadora: Dra. Maria Teresa do Rêgo Lopes.

**TERESINA-PI
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Schirlayne de Sousa Lima da

S586r Revisão integrativa sobre as propriedades do pólen apícola e seu potencial na alimentação humana / Schirlayne de Sousa Lima da Silva. - 2020.
52 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2020.

Orientadora : Profa. Dra. Lidiania de Siqueira Nunes Ramos.

Coorientadora : Dra. Maria Teresa do Rêgo Lopes.

1. Apicultura. 2. Alimento saudável. 3. Funcional. 4. Produto apícola.

I. Título.

CDD - 664

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

SCHIRLAYNE DE SOUSA LIMA DA SILVA

**REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE AS PROPRIEDADES DO PÓLEN
APÍCOLA E O SEU POTENCIAL NA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. DSc. Lidiana de Siqueira Nunes Ramos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

1ª Examinadora: Profa. DSc. Maria MarluCIA Gomes Pereira Nóbrega.
Universidade Federal do Piauí - UFPI

2ª Examinadora: MSc. Edilene Ferreira da Silva
Doutoranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

“O alimento é sagrado. O seu corpo, o
templo”.

(Fábio Ibrahim El Khoury)

Dedico,

A Deus por me conceber saúde, força de vontade e fé para NUNCA desistir dessa árdua caminhada.

A minha mãe Schirlene de Sousa Lima, por sempre acreditar em mim e em meus sonhos.

As minhas afilhadas Maria Flor e Nicole Lima Veloso por todo o amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus por tudo o que venho conquistando, sem a sua presença em minha vida nada disso seria possível, pois sei que o Senhor sempre intercede e sabe o que é melhor para mim.

A toda minha família, pois sem eles em minha vida nada do que busco alcançar faria sentido... A minha vitória também é de vocês!

Ao meu companheiro Marcus Ferreira de Oliveira por todo amor e respeito, pelo apoio e incentivo que sempre me dá comemorando junto comigo minhas conquistas. Agradeço a sua família que sempre me acolheu bem desde o início, e que também sei que torcem por mim.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí e a todos os colaboradores e funcionários que trabalham na instituição por todo respeito e cuidado com os alunos.

A todos os meus professores do curso de graduação de Tecnologia em Alimentos e aos técnicos do Laboratório, pelo bom profissionalismo, paciência e conhecimentos repassados em sala de aula e práticas. Vocês foram e sempre serão peças chaves para a transformação de seres humanos pela educação, gratidão eterna.

Em especial as professoras Edilene Ferreira da Silva, Layane Ribeiro de Araújo Leal, Lidiana de Siqueira Nunes Ramos, Vera Lúcia Vieira do Nascimento e ao professor Robson Alves da Silva, por sempre me estenderem a mão nos momentos em que mais precisei de apoio e conselhos, a todos vocês o meu muitíssimo obrigada por tudo!

A todos os meus amigos e colegas Ifipianos (inclusive aos que ficaram, pelo caminho) do curso de Alimentos, pelos momentos de muitas risadas, desesperos compartilhados e apoio de uns aos outros, saibam que todos vocês (É MUUITA GENTE!) ficarão eternamente em minhas memórias acadêmicas, valeu mesmo gente!

À Embrapa Meio-Norte, em especial ao setor de Apicultura, pelo melhor estágio que já fiz! Aos pesquisadores doutores: Ana Lúcia Horta Barreto, Bruno Almeida de Souza, Fábia de Mello Pereira, Patrícia Maria Drumond e em especial à minha orientadora do “core” Maria Teresa do Rêgo Lopes pela oportunidade, aprendizados e conselhos dados a mim não somente profissionais, mas também para a vida. Aos técnicos Clodeildes Nunes e Francisco Teles e aos meus colegas estagiários pela companhia e momentos de descontração durante as atividades exercidas. Todos vocês estarão SEMPRE em meu coração, gratidão eterna.

RESUMO

A apicultura é uma atividade agropecuária sustentável e o Brasil possui alto potencial para a produção apícola, devido à diversidade de sua flora nativa e condições climáticas (clima tropical) favoráveis, dando origem a produtos de qualidade e de grande valor nutricional. Objetivou-se com presente trabalho demonstrar através de revisão de literatura e dados de pesquisas, os benefícios e as propriedades do pólen apícola e seu potencial nutritivo e funcional para a alimentação humana. O pólen apícola, é um alimento de elevado teor nutricional, sendo composto por vitaminas, minerais, lipídios, carboidratos, proteínas, aminoácidos essenciais e compostos fenólicos, cujas características irão variar de acordo com a origem botânica, condições climáticas e geográficas. A produção e o processamento do pólen apícola devem atender à todas as exigências higiênico-sanitárias e de parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação brasileira para garantir qualidade nutricional e microbiológica satisfatórias ao produto e possibilitar a sua comercialização. Suas propriedades funcionais e bioativas (antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória), podem ser atribuídas aos compostos fenólicos e flavonoides, podendo atuar como agente de combate à radicais livres, que causam doenças degenerativas (Alzheimer e Parkinson) e o câncer, tem ação ainda, como inibidor do crescimento de microrganismos (bactérias, fungos e leveduras) indesejáveis e bloqueador da ação de enzimas inflamatórias no organismo. Na alimentação, foi verificado em estudos que o pólen apícola pode ser utilizado na suplementação alimentar de seres humanos e de animais e que também pode agregar valor nutricional à produtos, o que é de interesse para a área de alimentos. As propriedades do pólen apícola verificadas para a realização deste trabalho comprovam que ele é um alimento natural, com elevados índices nutricionais e bioativos e que a sua utilização na alimentação humana, é importante para a obtenção de funcionalidades benéficas ao organismo.

Palavras-chaves: Apicultura. Alimento saudável. Funcional. Produto apícola.

ABSTRACT

Beekeeping is a sustainable agricultural activity and Brazil has high potential for bee production, due to the diversity of its native flora and favorable climatic conditions (tropical climate), giving rise to quality products of great nutritional value. The objective of this study was to demonstrate through a literature review and research data, the benefits and properties of bee pollen and its nutritional and functional potential for human food. Bee pollen is a food with high nutritional content, being composed of vitamins, minerals, lipids, carbohydrates, proteins, essential amino acids and phenolic compounds, whose characteristics will vary according to botanical origin, climatic and geographical conditions. The production and processing of bee pollen must meet all hygienic-sanitary requirements and physicochemical parameters established by Brazilian legislation to ensure satisfactory nutritional and microbiological quality to the product and enable its commercialization. Its functional and bioactive properties (antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory), can be attributed to phenolic compounds and flavonoids, and can act as an agent to combat free radicals, which cause degenerative diseases (Alzheimer's and Parkinson's) and cancer, has also action, as an inhibitor of the growth of microorganisms (bacteria, fungi and yeasts) undesirable and blocker of the action of inflammatory enzymes in the body. In feeding, it was verified in studies that bee pollen can be used in the food supplementation of humans and animals and that it can also add nutritional value to the products, which is of interest to the food area. The properties of bee pollen verified to carry out this work prove that it is a natural food, with high nutritional and bioactive indices and that its use in human food, is important for obtaining beneficial functionalities to the body.

Keywords: Beekeeping. Healthy food. Functional. Apiculture product.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tipo e número de materiais selecionados para a realização dos estudos de revisão.....	32
--	----

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Compostos encontrados em amostras de pólen apícola do Brasil e da França....	23
Tabela 2. Dados da elaboração de mousse de seriguela enriquecido com pólen apícola....	29
Tabela 3. Resultados obtidos na elaboração de uma barra de cereal antioxidante.....	29
Tabela 4. Número de artigos publicados em Google scholar, SciELO e Researchgate encontrados em base de dados por palavra-chave entre os anos de 2000 e 2020.....	34
Tabela 5. Composição físico-química apresentada por autores em diferentes amostras de pólen apícola.....	35
Tabela 6. Potencial antimicrobiano do extrato etanólico de pólen (EEP) obtidos pelos autores em seus estudos.....	42
Tabela 7. Resultados obtidos por autores sobre a eficiência anti-inflamatória do pólen apícola.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS

MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
PA	Pólen Apícola
MS	Ministério da Saúde
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
MO'S	Microrganismos
EEP	Extrato Etanólico de Pólen

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Considerações Gerais Sobre o Pólen Apícola.....	16
2.2 Produção de Pólen Apícola.....	17
2.2.1 Coleta.....	18
2.2.2 Beneficiamento.....	19
2.3 Legislação brasileira do pólen apícola.....	20
2.4 Composição físico-química do pólen apícola.....	21
2.5 Propriedades bioativas do pólen apícola.....	22
2.5.1 Fenólicos.....	24
2.5.2 Antioxidantes.....	25
2.5.3 Antimicrobianos.....	26
2.6 Uso do Pólen Apícola na Alimentação e seus Benefícios.....	27
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 Definição do tipo de estudo.....	32
3.2 Fonte de dados e seleção de estudos.....	32
3.3 Coleta de dados e descrição da amostra bibliográfica do estudo.....	33
3.4 Análises dos dados.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Elegibilidade dos trabalhos incluídos na revisão.....	34
4.2 Composição físico-química do pólen.....	35
4.3 Ação antioxidante do pólen.....	40
4.4 Papel antimicrobiano do pólen.....	42
4.5 Ação anti-inflamatória do pólen.....	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A apicultura é uma das atividades agropecuárias de grande importância para o Brasil, que antes era direcionada somente à produção de mel, mas atualmente vem buscando explorar cada vez mais outros produtos das abelhas. Entre os produtos oriundos da apicultura, temos o mel, o pólen, a geleia real, a cera, a própolis e a apitoxina como os mais produzidos e comercializados (BOMFIM *et al.*, 2017). Com o aumento da popularização para a obtenção de uma dieta mais natural, a apicultura vem desenvolvendo a produção de pólen e isso se deve graças às propriedades nutritivas e medicinais que o mesmo possui (GENOVA *et al.*, 2020; VILLANUEVA *et al.*, 2002).

A apicultura é uma atividade sustentável e o Brasil é um país que apresenta ótimas condições que propiciam a produção apícola, como clima favorável (tropical) e enorme diversidade de sua flora nativa (ALEIXO, 2014; SILVA, 2014), que fornece aos seus produtos grandes teores nutricionais e biológicos, importantes para a agregação de valor das matérias-primas e dentre elas está o pólen apícola. As propriedades dos grãos apícolas como: composição nutricional, coloração (do branco à tons mais escuros), cor, odor e sabor, variam de acordo com a região e a sua origem botânica (ARRUDA, 2013; MELO, 2015). Assim como todos os alimentos, assegurar a qualidade higiênico-sanitária do pólen é importante para a obtenção de um produto seguro para o consumo.

A região Nordeste é reconhecida como uma das áreas de maior potencial para a realização das práticas de apicultura no Brasil (ALEIXO *et al.*, 2014). No Estado do Piauí atualmente, a produção de pólen apícola está concentrada no meio rural da região norte, principalmente nos municípios de Esperantina e Batalha podendo atingir até 100 g por dia, o produto geralmente é extraído do babaçu e por ser proveniente dessa palmeira nativa, é um produto orgânico. O período de maior safra é nos primeiros seis meses do ano, no restante dele, a produção cai devido ao clima seco (SEBRAE, 2014; SEBRAE, 2016).

De acordo com a Instrução Normativa nº 3 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o pólen apícola (PA) é definido como o resultado da aglutinação do pólen das flores, efetuada pelas abelhas operárias, mediante néctar e suas substâncias salivares recolhido no ingresso da colmeia (BRASIL, 2001).

O pólen apícola oferece uma ampla gama de nutrientes como proteínas, glúcídios, vitaminas e sais minerais sendo a principal fonte de aminoácidos na dieta das abelhas, constituído também de ácidos fenólicos e flavonoides, é um alimento equilibrado e de elevado teor nutricional importante na alimentação e para a saúde dos seres humanos (ANJOS;

CAMPOS; ESTEVINHO, 2017). Além de desempenhar a função de suplemento alimentício, o pólen vem sendo utilizado também em várias áreas de setores industriais como: farmacológicos, cosméticos e de alimentos (ALMEIDA *et al.*, 2012; FERREIRA, 2012; JACOB, 2014; RAMALHO, 2018).

Estudos realizados recentemente vêm abordando a ação biológica que o pólen apícola possui devido a presença de compostos fenólicos tais como os flavonoides, os ácidos fenólicos e ácidos terpenos fenólicos (ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007; SATTTLER, 2018).

Dentre o alto valor biológico que o grão apícola possui, estão: atividade antibacteriana, antifúngica, anti-inflamatória, imunomodulatória e anticarcinogênica e suas propriedades antioxidantes (inibindo a ação lesiva dos radicais livres), vem fazendo com que o pólen conquiste uma atenção em âmbito científico (CARPES *et al.*, 2008; NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Diante do acima exposto, as características físico-químicas e os componentes bioativos presentes no pólen apícola, fazem dele um alimento benéfico tanto para o consumo humano, aumentando as funcionalidades do organismo, quanto para a sua aplicação na área alimentícia, podendo agregar valor a outros produtos e também contribuindo para a elaboração de alimentos mais saudáveis para os consumidores. Logo, este estudo teve como objetivo demonstrar através de revisão integrativa, o potencial nutritivo e funcional do pólen apícola para a alimentação humana.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações Gerais Sobre o Pólen Apícola

O pólen é o gametófito masculino das flores (CAMPOS *et al.*, 2008; NEGRI, *et al.*, 2018). Coletado a partir de diversificadas fontes vegetais, ele é aglomerado pelas abelhas através da mistura de néctar e secreções glandulares hipofaríngeas como enzimas α e β glicosidase (CARPES *et al.*, 2007; SERRA-BONVEHÍ *et al.*, 2001) em formato de pelotas e posteriormente denominado como “pólen apícola” (BRASIL, 2001).

Na colmeia, o pólen apícola (PA) é utilizado como alimento de alto valor nutritivo, tanto para a alimentação das crias quanto das abelhas adultas, é fonte de reposição proteica, vitaminas, carboidratos, minerais e lipídios (EMBRAPA, 2006), que garante a vitalidade e a boa produtividade do enxame, é um produto puro e natural, coletado no apiário e envasado pelos seres humanos, sendo considerado um poderoso suplemento alimentar (BOGDANOV, 2017).

A aparência do pólen é descrita como a de um pó muito fino, colorido, com odor e sabor de acordo com a sua espécie vegetal, sua análise microscópica realizada através da utilização de lâminas para a detecção de sua presença (melissopalínológica), servem para ajudar na identificação do mel de abelha (MILFONT; FREITAS; ALVES, 2011), uma vez que, grãos de pólen possuem características morfológicas, variáveis como: formatos cilíndricos, redondos, triangulares, de sino ou espinhosos (BAHADUR *et al.*, 2018; ZOU *et al.*, 2020).

A coloração do pólen também pode variar do branco a tons de amarelos, vermelhos, chegando aos mais escuros, dependendo da origem botânica e da composição química dos pigmentos encontrados na exina (ALMEIDA-MURADIAN *et al.*, 2005; ARRUDA, 2013) da espécie floral visitada pela abelha durante a coleta.

De acordo com Amâncio (2014) e Carpes (2008), o PA pode ser classificado como: monofloral, quando mantém as características bioquímicas e organolépticas de uma planta pertencente a somente uma origem botânica, e multifloral, quando apresenta propriedades bioquímicas de flores com diversificadas origens botânicas.

As características físico-químicas, biológicas e microbiológicas no pólen apícola, irão variar conforme as condições climáticas e a flora predominante na região onde o mesmo é produzido, bem como também às práticas utilizadas desde o momento da coleta até o seu beneficiamento (BARTH *et al.*, 2010; CAMPOS *et al.*, 2008; MELO, 2015; SILVEIRA, 2012).

2.2 Produção de Pólen Apícola

O Brasil possui uma flora nativa bastante diversificada, o que possibilita à apicultura ter um ambiente com enorme potencial de exploração e diversificação de produtos de alta qualidade, podendo proporcionar aos produtores mais alternativas para a obtenção de ganhos, mesmo assim, a produtividade de pólen apícola ainda é baixa e pouco explorada pelos apicultores brasileiros (ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007; CAMARGO *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A Bahia, o Paraná e Santa Catarina, são os Estados brasileiros que obtêm maior destaque na produção de pólen apícola (SATTTLER, 2013). Dados de produtividade do ano de 2016 publicados pelo Sebrae (2017) de uma cooperativa localizada no município de Canavieiras/BA, aponta que a região produziu entre 4 e 5 toneladas de pólen apícola, gerando uma receita que variou de R\$ 280 a R\$ 300 mil.

O semiárido nordestino, possui um bioma de extensa área geográfica denominado de “caatinga”, o local é caracterizado pela sua variedade florística e enorme abundância de fontes polínicas (MEDEIROS, 2017), tendo um potencial bastante favorável para a produção de produtos apícola como o pólen. São exemplos de plantas encontradas no semiárido nordestino com grande potencial para o fornecimento de pólen: o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) (EMBRAPA, 2006).

A produção de pólen apícola por colmeia irá variar conforme condições do ambiente, essas podem ser: disponibilidade de água e vegetação no local, condições climáticas, saúde e estado nutricional das colônias, qualidade da rainha e conhecimento de técnicas de manejo adequadas por parte do apicultor (MELO, 2015).

Segundo Oliveira *et al.* (2018), fatores climáticos como a temperatura, a umidade e os índices pluviométricos modificam-se de acordo com a região, estes fazem com que a produção do pólen apícola sofra variações ao longo do ano, contribuindo ou interferindo no desenvolvimento da colmeia, ou seja, uma boa produção de grão apícola, irá depender dos padrões climáticos (SILVEIRA, 2012) que permitirão ou não, a disponibilização de flores e as condições necessárias para o forrageamento das abelhas (MELO *et al.*, 2018; ODOUX *et al.*, 2012).

O Piauí, tem se destacado na produção de mel, principalmente o orgânico (SILVA, 2014; VILELA, 2000), de acordo com a Federação de Apicultores do Estado do Piauí, uma produção de mais de 5 mil toneladas de mel foram vendidas no ano de 2018, principalmente

para o exterior, gerando lucro equivalente a R\$ 50 milhões de reais. O Estado piauiense vem ocupando a 4ª posição na produção de mel brasileiro (VIDAL, 2017). Apresentando uma formação vegetal e diversidade florística bastante rica, possui boas condições naturais como: luminosidade, precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, o que favorece as atividades apícolas (ALEIXO *et al.*, 2014) e esse potencial é importante para o incentivo dos apicultores presentes na região, para a ampliação e/ou obtenção de técnicas de manejo para a produção não somente do mel, mas também dos outros produtos originados da colmeia como o pólen, contribuindo assim para o aumento da geração de renda.

Produzido em uma parte do período do ano onde as floradas predominam e requerendo técnicas de manejo e de processamento com custos mais elevados, quando comparado ao mel (que varia o seu preço em média de R\$ 6,00 a R\$ 8,00 por quilo), o quilo do pólen apícola pode chegar a custar em torno de R\$ 65,00 (CHAGAS, 2020), ou seja, o apicultor que produz o grão apícola, pode obter muito mais lucro.

2.2.1 Coleta

A coleta do pólen apícola é realizada no geral com o auxílio de coletores de madeira que possuem uma grade de retenção acrílica com 2 a 3 mm de espessura e perfurações medindo entre 4,3 a 4,5 mm, esses orifícios, são o suficiente para que as abelhas campeiras passem e tenham as cargas de pólen de suas corbículas retidas em uma gaveta (separada do coletor) que impede os insetos de recolherem novamente o produto. A gaveta do coletor é constituída de uma tela de arame no fundo e um material que facilitam a circulação do ar em seu interior (ALVES, 2013).

As pelotas de pólen devem ser coletadas diariamente e ao fim do dia (ALVES, 2013; CARPES, 2008), segundo a Embrapa (2006), as gavetas coletoras contendo o pólen de cada coletor, devem ser substituídas por outras gavetas já limpas e esterilizadas para a realização da próxima colheita. A higienização de coletores e demais peças que entrarão em contato direto com as abelhas é uma etapa muito importante a ser feita pelo apicultor, para que se evite a contaminação e garanta a boa qualidade do produto a ser comercializado.

Após a retirada do pólen das gavetas, o apicultor deve armazená-lo em um recipiente (balde ou bandeja) com material de cor clara, que seja resistente, com alças e tampa, para que o transporte dos grãos apícolas não receba nenhum tipo de sujidades externas enquanto é encaminhado à etapa de beneficiamento (MILFONT; FREITAS; ALVES, 2011).

As boas práticas de manejo e higiene para a obtenção do pólen apícola, são importantes para a asseguarção da qualidade final do mesmo, sendo garantidas através de medidas adotadas desde o momento da coleta no apiário, beneficiamento, processamento, armazenamento e comercialização (RIBEIRO; SILVA, 2007; RÜHLE, 2000), estas, devem estar de acordo com os aspectos de qualidade estabelecidos pela legislação, podendo assim, ser comercializado de maneira segura e sem oferecer riscos ao consumidor.

2.2.2 Beneficiamento

Após a sua coleta no campo, o pólen apícola é encaminhado a unidades de processamento (casa do pólen), estas, deverão seguir todas as etapas de processamento do produto de acordo com o Regulamento Técnico nº 368 de 04 de setembro de 1997 do MAPA, que preconiza as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de elaboração para os estabelecimentos elaboradores ou industrializadores de alimentos (BRASIL, 2001; MILFONT; FREITAS; ALVES, 2011).

Segundo Barreto (2006) e Carpes (2008), a qualidade final do pólen apícola, dependerá de processos como limpeza, secagem, embalagem e armazenamento, os quais são responsáveis por manter as características do pólen por mais tempo.

O processamento tem início com a etapa de pré-limpeza para a retirada de partes de abelha e outras sujidades visíveis, logo em seguida vem o congelamento, que tem como principal finalidade a destruição de ácaros, ovos e larvas de traças ou outros insetos e o controle do crescimento de fungos e bactérias (BARRETO; FUNARI; ORSI, 2005; BOGDANOV, 2012; CAMARGO *et al.*, 2003; LOPES *et al.*, 2011; MELO, 2015), esse processo deve ser realizado em freezer por no mínimo 48h e no máximo 15 dias (CARPES, 2008) a uma temperatura de -18° C (ARRUDA, 2013).

Após a etapa de congelamento, é realizada a desidratação do produto, onde, os apicultores utilizam do o método de secagem ao ar livre ou por aquecimento artificial sendo este o mais utilizado na produção de pólen apícola para fins comerciais (ALMEIDA-MURADIAN; ARRUDA; BARRETO, 2012; ARRUDA, 2013). De acordo com Brasil (2001), a desidratação do pólen deve ser realizada em uma temperatura não superior a 42° C até que o produto atinja um teor de umidade 4%, sendo denominado de “pólen apícola desidratado”. O processo de retirada da água irá garantir a conservação do produto e consequentemente o aumento de sua vida de prateleira (ARRUDA, 2013).

O envasamento do produto deve ser realizado posterior a desidratação, e o mais rápido possível para que o mesmo não reabsorva a umidade do ambiente, isso ocorre porque o pólen apícola é um alimento altamente higroscópico (MELO, 2015), por este motivo, é recomendável o uso de desumidificador na sala de envase para que o produto já desidratado não entre em contato com a umidade do meio (ALMEIDA-MURADIAN; ARRUDA; BARRETO, 2012; MELO, 2015).

A etapa de armazenagem do pólen deve ser realizada em recipientes limpos e higienizados, de material plástico ou de vidro hermeticamente fechados e em um local protegido da luz e com temperatura amena (em torno de 25 ° C) (BARRETO, 2006; NOGUEIRA, 2012). A ausência de supervisão e controle na fabricação bem como o armazenamento inadequado do produto, podem provocar instabilidades no mesmo. Por ser rico (na maior parte) em proteínas, o pólen apícola pode sofrer reações como por exemplo, a de Maillard (NOGUEIRA, 2012) alterando assim o valor das suas propriedades. Logo, o processamento e o armazenamento do pólen apícola de maneira adequada, são essenciais para a qualidade e manutenção das características nutricionais e sensoriais por um período de tempo mais prolongado.

A comercialização do PA só pode ser realizada após a sua certificação e registro em órgãos competentes como: Vigilância Sanitária Municipal, Estadual ou Federal, dependendo da esfera de comercialização do produto (SEBRAE, 2019).

2.3 Legislação Brasileira do Pólen Apícola

O Brasil é um dos poucos países do mundo que possuem legislação específica para os produtos apícolas (MELO *et al.*, 2018), além dele, a Argentina (SATTTLER, 2018), a Espanha (BARRETO, 2005; RIBEIRO; SILVA, 2007) França (ARRUDA, 2013) e a Suíça (BOGDANOV, 2004) também reconhecem o pólen apícola legalmente como um complemento alimentar apresentando recomendações e padrões de identidade e qualidade, bem como também o estabelecimento de limites para cada parâmetro analisado (ARRUDA, 2013; SATTTLER, 2018).

Aqui em nosso país, os órgãos responsáveis pela fiscalização das etapas de produção e beneficiamento do PA e pela fiscalização do armazenamento, distribuição comercialização e produto exposto à venda, são respectivamente: o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Ministério da Saúde (MS) (ARRUDA, 2013).

Segundo a Instrução Normativa nº 3 de 19 de janeiro de 2001 (MAPA), para ser comercializado o PA deve apresentar os seguintes requisitos físico-químicos: umidade, pólen apícola *in-natura* máximo 30% e desidratado 4%; cinzas, máximo 4% (m/m) base seca; lipídeos, mínimo 1,8% (m/m) base seca; proteínas, mínimo 8% (m/m) base seca; açúcares totais, 14,5 - 55,0% (m/m) base seca; fibra bruta, mínimo 2% (m/m) base seca; acidez livre, máximo 300 mEq/Kg e; pH de 4-6. E para as características sensoriais os requisitos são: cor, odor e sabor, de acordo com a sua origem botânica (BRASIL, 2001).

Brasil (2001), estabelece que o resultado da determinação dos padrões microbiológicos e de condições higiênico-sanitárias do pólen apícola, devem estar de acordo o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por se tratar de um produto de aspecto farináceo, o pólen apícola desidratado foi enquadrado no grupo de “produtos à base de amidos, farinhas, féculas e fubá semielaborados e estáveis à temperatura ambiente” e esses alimentos apresentam os seguintes limites para a presença de microrganismos: coliformes termotolerantes (máx. $5,0 \times 10^2$ UFC/g); *Salmonella* sp. (Ausência em 25 g) (BARRETO; FUNARI ; ORSI , 2005; MELO, 2015).

De acordo com Barreto *et al.* (2005) e Arruda (2013), deveriam ser adicionados à Legislação brasileira mais alguns parâmetros específicos como: Análise de detecção de possíveis contaminantes orgânicos e inorgânicos, para identificar a presença de substâncias como pesticidas, defensivos agrícolas e metais pesados no pólen que podem causar acúmulos residuais e consequentemente intoxicação dependendo da frequência de seu consumo; Critérios macroscópicos e microscópicos, para a detecção da presença de sujidades visíveis ou não que demonstrem a ausência de boas práticas de higiene e/ou armazenamento adequado do produto e; O estabelecimento de um prazo de validade para o pólen apícola desidratado, para assegurar ao consumidor um produto que apresente suas características nutricionais e sensoriais sem ter sofrido nenhum tipo de alteração ou perda. Tais parâmetros citados iriam agregar tanto para a legislação brasileira, quanto para o pólen apícola comercializado, disponibilizando assim, um alimento mais seguro e de qualidade para os consumidores.

2.4 Composição físico-química do pólen apícola

Os grãos de pólen produzidos pelas abelhas, possuem um complexo de nutrientes, tais como: carboidratos (13-55%), proteínas (10-40%), aminoácidos, lipídeos (1-13%), vitaminas A, do complexo B, C, D, E e K, minerais (2-6%), fibras (0,3-20%), além de carotenoides,

enzimas e fitoesteróis. É constituído (em quantidades relevantes) também de componentes bioativos como: fenólicos, especialmente da classe dos flavonoides e funcionais como: prebióticos e probiótico (NASCIMENTO *et al.*, 2018; NOGUEIRA, 2012; REBOUÇAS, 2017; YUSEL; TOPAL; KOSOGLU, 2017).

A composição dos nutrientes desse produto apícola, poderá sofrer variações dependendo de sua origem botânica, fatores climáticos, idade, estado nutricional da planta, região geográfica, condições ambientais e também período do ano (ALMEIDA-MURADIAN *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2015; REBOUÇAS, 2017; SILVEIRA, 2012).

Diferentemente dos pólenes coletados de um único tipo de planta (monofloral), os pólenes colhidos de vários tipos de flores na natureza (hetero ou multifloral), possuem propriedades bioquímicas diversificadas e efeitos benéficos excepcionais (SATTLER, 2018; YUSEL; TOPAL; KOSOGLU, 2017).

Fatores como a exposição em diferentes temperaturas, incidência de luz (UV), umidade relativa e exposição a contaminantes ambientais, estão entre as principais causas da alteração de composicional de alimentos que possuem origem vegetal (IRITI *et al.*, 2009; SATTLER, 2018; SINGER; ZOU; WESELAKE, 2016) e o pólen apícola é um alimento misto de origem animal e vegetal.

Conhecer a composição físico-química do pólen apícola e suas propriedades, é importante para definir a escolha de métodos corretos para a garantia da qualidade nutricional do produto final (ALMEIDA-MURADIAN *et al.*, 2005; MODRO, 2006; NOGUEIRA, 2012) até os consumidores.

2.5 Propriedades bioativas do pólen apícola

Os Compostos bioativos, são definidos como: componentes que agem de maneira benéfica no metabolismo contribuindo para a prevenção de algumas doenças. Essas substâncias não são sintetizadas pelo organismo humano, logo, é de grande importância que devam ser inseridos em quantidades suficientes na dieta alimentar (HORST; LAJOLO, 2011; MEDEIROS, 2017; OLIVEIRA; BASTOS, 2011). A característica alimentar, funcional e o efeito biológico dos produtos apícolas são bastante abundantes (BOGDANOV, 2016).

Os produtos apícolas como o mel, o pólen, o pão de abelha, a geleia real e a própolis, são bastante ricos nutricionalmente, seus efeitos benéficos são importantes para a saúde

humana, porque as propriedades biológicas presentes neles aumentam a imunidade, ajudando o organismo no combate contra bactérias e ácidos, estimulando a regeneração de tecidos e protegendo a saúde corporal em geral (BOBIS *et al.*, 2010; YUSEL; TOPAL; KOSOGLU, 2017).

O pólen apícola como alimento, contém inúmeras propriedades funcionais encontradas por pesquisadores em seus respectivos estudos essas, podem ser verificadas na Tabela 1 abaixo, onde a quantidade de compostos bioativos em amostras do produto e os valores de ingestão diária recomendada (RDI) na alimentação de humanos adultos de acordo a Resolução Nº 269, De 22 De Setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

Tabela 1. Compostos encontrados em amostras de pólen apícola do Brasil e da França.

Componentes	Quantidade	RDI (* / dia)	Referências
Ácido ascórbico (C) (mg /g)	216,32 – 304,70	45 mg	Sattler (2013), Brasil.
Carotenóides (mg/g)	1,33 – 211,47	600 microgramas RE	
Tocoferol (vitamina E) (mg /g)	0,89 – 52,39	10 mg	
Niacina (mg /g)	4 - 14,4	16 mg	
Piridoxina (mg /g)	0,2 - 0,7	NE	Bogdanov (2016), França.
Tiamina (mg /g)	0,6 - 1,3	1,2 mg	
Riboflavina (mg /g)	0,6 - 2,6	1,3 mg	
Ácido pantotênico (mg /g)	0,5 - 2	5 mg	
Ácido fólico (mg /g)	0,3 - 1	240 microgramas	
Biotina (mg /g)	0,05 - 0,07	30 microgramas	Carpes (2008), Brasil.
Fenólicos (mg GAE / g)	19,28 – 48,90	NE	
Flavonóides (mg quercetina / g)	2,10 – 28,33	NE	

Legenda: RE – retinol, NE – Não encontrado.

O pólen apícola é um alimento que contém em sua composição inúmeras substâncias bioativas, dentre elas podemos mencionar os carotenóides, tocoferóis, compostos fenólicos (ácidos fenólicos e os flavonoides) e alguns aminoácidos (MEDEIROS, 2017; NEVES; ALENCAR; CARPES, 2009), tais compostos, são responsáveis pelo potencial antimicrobiano, anti-inflamatório, anticariogênicos anticancerígenos, antifúngico, imonomodulatórios e antioxidante auxiliando no combate dos radicais livres que o mesmo possui (CARPES, 2008; MELO, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2018; SATTTLER, 2018). Os carotenoides (responsáveis

pela coloração do pólen) em grande maioria podem fornecer a atividade de vitamina A e potencializar o seu efeito antioxidante (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

O pólen apícola é um dos alimentos que garantem a disponibilidade desses compostos quando inserido na alimentação humana. A atuação biológica de componentes naturais e a simplificada metabolização dos mesmos pelo organismo, estimulam uma reação biológica (CARNEVALLI; ARAÚJO, 2013; REBOUÇAS, 2017; VILAS-BOAS *et al.*, 2004) bastante satisfatória.

2.5.1 Fenólicos

Os principais constituintes do pólen apícola são os compostos fenólicos e flavonoides (CARPES, 2008). Os compostos fenólicos ou polifenóis, possuem estrutura química com no mínimo um anel aromático, no qual pelo menos um hidrogênio é substituído por uma hidroxila, os mesmos são produzidos pelas plantas (CUNHA; ROQUE, 2009; MEDEIROS, 2017) e contêm mais de 8000 (oito mil) estruturas conhecidas, incluindo-se as moléculas simples e os polímeros (MEDEIROS, 2017; ROSS; KASUM, 2002).

De acordo com Carpes (2008), dentre os compostos existentes, o fenol é o mais simples e ele faz parte do metabolismo animal, encontrando-se amplamente distribuído no reino vegetal e em microrganismos. Em plantas, os compostos fenólicos atuam no mecanismo de defesa em ocasiões de estresse como as alterações climáticas e proteção da radiação solar (UV), nos ataques de herbívoros, podas ou ação de patógenos; atuam no crescimento e reprodução, constituindo na pigmentação e na atração de insetos polinizadores (ANGELO; JORGE, 2007; MEDEIROS, 2017).

Uma pesquisa realizada por Serra Bonvehi *et al.* (2001) em pólen apícola espanhol, identificou a presença de treze compostos fenólicos, destes, sete foram ácidos fenólicos como: ácido vanílico, ácido sirínico, ácido 3,4 – dihidroxibenzóico, ácidos O e P cumáricos, éster etílico do ácido 4 – hidroxibenzóico, ácido trans-ciâmico e os flavonoides (rutina, quercetina, miricetina, kanferol e isoramnetina) (CARPES, 2008), demonstrando o alto potencial fenólico do grão apícola.

Outra classe de compostos fenólicos que vem sendo estudadas pelo seu potencial bioativo são os flavonoides (MELO, 2015). Formados por uma estrutura química básica (C₆-

C₃-C₆), são os componentes mais diversificados presentes no reino vegetal, fazem parte desta classe: as antocianinas, as flavonas e os flavonóis (SATTLER, 2018).

O termo flavonoide é originado do latim *flavus* que significa amarelo, no entanto, as antocianinas são responsáveis pelas cores laranja-brilhante, rosa escarlate, vermelho, violeta e azul em pétalas de flores e frutos, já as flavonas, flavononas e os flavonóis podem variar a sua coloração do incolor ao amarelo (CAMPOS, 2009) e essa variedade de cores são observadas no pólen apícola, levando a certeza de que a composição do alimento é bastante rica desses grupos fenólicos. Em vários estudos realizados com o grão apícola, foram identificados uma diversidade de compostos pertencentes a esse grupo como a exemplo a quercetina e o kampferol (KETKAR *et al.*, 2014; MELO, 2015).

Segundo Campos (2009), os compostos flavonoides são formados a partir de aminoácidos aromáticos (fenilalanina e tirosina) e unidades de acetato sendo encontrados nas formas: livre (aglicona), glicosídeos (glicosidada) ou somente como derivados metilados e que é comum em sua composição açúcares como: glicose, galactose e xilose, que ao serem associados ao mesmo, resultam em di-, tri-, ou oligossacarídeos. Além de características antioxidantes que os mesmos possuem, os compostos flavonoides e fenólicos são responsáveis pela cor, sabor amargo e adstringência, aroma e estabilidade oxidativa no pólen apícola (ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007; MEDEIROS, 2017).

Conhecer as propriedades estruturais desses compostos é muito importante, pois eles podem afetar tanto a sua proporção, quanto a sua extensão de absorção no intestino delgado e cólon, já a absorção de flavonoides irá depender da variedade dos açúcares ligados, ou seja, os efeitos benéficos destes compostos dependem da quantidade ingerida associada à biodisponibilidade dos flavonoides glicosilados no cólon através da microbiota intestinal (AMÂNCIO, 2014; HUBINGER, 2009).

2.5.2 Antioxidantes

Os antioxidantes são agentes capazes de reduzir ou prevenir a ação oxidante de outros compostos, que se encontram em menor quantidade quando comparada ao oxidante de interesse (CARPES, 2008). Experimentos *in vitro* demonstraram que a atividade antioxidante de grupos fenólicos (flavonoides) é maior que a das vitaminas C e E (ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007).

Dentre as propriedades antioxidantes que o pólen apícola possui, destacam-se as biológicas como: atuação antifúngica, antibacteriana e anti-inflamatória (MENEZES, 2009; NEVES; ALENCAR; CARPES, 2009; REBOUÇAS, 2017). A ação antioxidante ocorre através da neutralização dos radicais livres, os quais são agentes que propiciam desordens moleculares que podem ocasionar algumas doenças como câncer, inflamação, envelhecimento precoce e doenças cardiovasculares (FREIRE *et al.*, 2013; REBOUÇAS, 2017).

Há a existência de dois tipos de antioxidantes: os exógenos naturais, produzidos por vegetais e microrganismos e os exógenos sintéticos produzidos quimicamente, como por exemplo: o BHT (butil-hidroxi-itolueno) e o BHA (butil-hidroxianisol) (LOPES *et al.*, 2011; MELO, 2015), na área de alimentos, os compostos antioxidantes ainda bastante utilizados são os sintéticos.

Em quantidades suficientes, os antioxidantes são capazes de retardar a ação oxidativa de componentes como as gorduras, por exemplo (BECKER *et al.*, 2004; CARPES, 2008), contribuindo para a conservação e estabilidade dos produtos alimentícios, porém o seu consumo frequente pode estar associado a potenciais riscos à saúde (LOPES *et al.*, 2011; MELO, 2015).

Daí a importância de se realizar pesquisas com o intuito de se descobrirem novos elementos e suas propriedades para o desempenho da função antioxidante exógena natural tanto para a conservação de produtos nas indústrias de alimentos, quanto para a obtenção de benefícios biológicos de maneira mais segura e saudável, como é o caso do pólen apícola.

2.5.3 Antimicrobianas

De uma maneira bem geral, os compostos antimicrobianos são aqueles que têm a capacidade de inibir ou inativar de forma seletiva, o desenvolvimento de microrganismos (MO'S) mesmo que em baixas concentrações (MELO, 2015; CUNHA; ROQUE; MELO, 2009). Na área de alimentos, os antimicrobianos são utilizados como aditivos em formulações alimentares (MELO, 2015), quando combinados às boas práticas de manipulação e fabricação em indústrias e locais de processamento, podem minimizar efeitos causados pelos MO'S (deterioração ou intoxicação) que comprometam a qualidade e segurança do produto final.

A eficiência bactericida, do pólen apícola pode ser observada em estudos realizados em diversas áreas como por exemplo, na odontologia, onde Gondin *et al.* (2011) puderam avaliar o nível de sensibilidade de espécies bacterianas *Streptococcus mutans*, *Streptococcus*

salivarius, *Streptococcus mitis* e *Lactobacillus casei* frente à extratos etanólicos de pólen com concentrações de 5% e 50% p/v e concluindo que o extrato de pólen com concentração de 5% apresentou uma maior eficiência, pois inibiu todas as bactérias patogênicas utilizadas no estudo, enquanto que o EEP com concentração de 50% agiu somente na inibição de bactérias da espécie *Streptococcus mitis*.

Yusel; Topal; Kosoglu (2017) citaram a realização de testes dos métodos de prolongamento de vida útil em carnes, onde apresentaram que o pólen apícola ao ser adicionado à carne picada agiu como um agente antioxidante e antimicrobiano, isso porque ele retardou a oxidação lipídica e o crescimento de microrganismo no alimento.

É possível que a ação antimicrobiana do pólen apícola, esteja relacionada com a presença dos compostos fenólicos, que, atuariam como agentes inativadores das ações enzimáticas, promovendo modificações na penetrabilidade das membranas e perda de material celular (ALMEIDA, 2007; BORGUINI, 2006; MELO, 2015), ou ainda, baseado na inibição da RNA-polimerase bacteriana (CARPES, 2008; NOGUEIRA, 2012).

A utilização do pólen apícola para o desempenho de função antimicrobiana vem se desenvolvendo cada vez mais, tudo graças à realização de pesquisas na área de produtos apícolas para a comprovação do seu potencial (ainda em evolução) contra a ação dos microrganismos.

2.6 Uso do Pólen Apícola na Alimentação e seus Benefícios

No Egito antigo, os egípcios descreviam o pólen como "uma poeira vivificante" de valor nutricional rodeado por mistérios e considerado um alimento perfeitamente completo. As primeiras referências encontradas a respeito do uso de pólen apícola na medicina, foi por um médico de Córdoba, que o recomendava como um tônico adstringente e sedativo (BOGDANOV, 2016). O pólen vem sendo reconhecido como um superalimento natural composto por propriedades nutricionais e medicinais poderosas. Entretanto, nem todas as propriedades físico-químicas e nutricionais do produto serão iguais, já que fatores como a sua origem floral e geográfica irão variar a sua composição (THAKUR; NANDA, 2020).

Como mencionado anteriormente, a utilização do pólen de abelhas é bem antiga e vem se ampliando até os dias de hoje conforme surgem mais estudos e confirmações sobre as suas propriedades. De acordo com Bogdanov (2016), esse grão apícola pode ser utilizado para

diversos fins, desde tratamentos apiterápicos até como alimento funcional nas indústrias alimentícias, e por causa dos efeitos benéficos que traz à saúde, ele é considerado um alimento de grande valia.

Complemento para a alimentação diária, o pólen apícola é rico em proteínas, aminoácidos, vitaminas, sais minerais e fibras essenciais ao organismo, possui ação antioxidante, energética e revitalizante, contém componentes que auxiliam de maneira benéfica no funcionamento do organismo em diferentes áreas, à exemplo: o sistema nervoso central e prevenção e tratamento de cataratas (SEBRAE, 2016).

O pólen é composto por 22 aminoácidos (ANJOS; CAMPOS; ESTEVINHO, 2017; SZCZESNA, 2006), quase todos essenciais ao organismo devendo serem inclusos na alimentação como: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, trionina, histidina, ácido glutâmico triptofano, arginina, cistina e valina (AGROEOLÓGICO, 2013; ANJOS; CAMPOS; ESTEVINHO, 2017), contribui com a melhoria da saúde como regulador funcional do intestino e como responsável pelo aumento da taxa de glóbulos vermelhos do sangue, em função da concentração de ferro e vitamina B12. Com a atuação dos flavonoides presentes nele, pode agir como protetor do sistema vascular e do sistema circulatório fortalecendo veias e artérias, age na regularização hormonal e no metabolismo celular devido à presença em grande quantidade desses aminoácidos, dos oligo-elementos e vitaminas que são responsáveis pela síntese das proteínas (AGROECOLÓGICO, 2013).

Pelo consumo do pólen são atribuídos inúmeros benefícios ao homem, como por exemplo, fortificação, estimulação e geração de bem-estar ao organismo; elevação do vigor físico e; correção de alimentação com algum tipo de deficiência, resultando em um melhor equilíbrio funcional (KROYER; HEGEDUS, 2001; MODRO *et al.*, 2007).

O pólen vem sendo bastante utilizado em estudos e experimentos para a verificação de eficiência da sua capacidade no enriquecimento de produtos e na alimentação de seres humanos e principalmente na nutrição animal. Braga *et al.* (2019), elaboraram uma sobremesa láctea enriquecida de pólen apícola (1% e 2%) e em seguida fizeram uma análise da mesma, os seguintes resultados obtidos estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados da elaboração de mousse de seriguela enriquecido com pólen apícola

Parâmetros	Formulações		
	C1	F1	F2
Proteínas (%)	1,83	2,19	2,43
Vitamina C (mg/g)	6,04	6,04	9, 03
Compostos fenólicos (EAG/g)	18,83	42, 60	40,23

Fonte: Braga et al. (2019).

Legenda: C1 – Mousse de seriguela sem adição de pólen apícola desidratado, F1 - Mousse de seriguela adição de 1% de pólen apícola desidratado e F2 - Mousse de seriguela com adição de 2% de pólen apícola desidratado.

Os autores puderam concluir que a quantidade proteica e de alguns compostos bioativos contidos no produto elaborado houve um aumento satisfatório, apresentando-se um alimento com potencial funcional e benéfico. Assim como os pesquisadores citados anteriormente, Lopes (2016) também avaliou os resultados obtidos de uma barra de cereal elaborada com a adição de pólen para a potencialização das propriedades antioxidantes da mesma, os achados por ela, foram expressos na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados obtidos na elaboração de uma barra de cereal antioxidante

Parâmetros	Formulações		
	C	B5	B10
Carboidratos (%)	35,61	43,01	21,17
Lipídios (%)	0,50	0,56	1,91
Proteínas (%)	5,89	13,05	21,17
Atividade antioxidante (Trolox/g)	1,28	3,61	11,2
Flavonóides (mg/g)	0,27	0,65	1,60
Compostos fenólicos (EAG/g)	0,28	1,21	2,34

Fonte: Lopes (2016).

Legenda: C - Barra de cereal controle sem adição de pólen apícola desidratado, B5 - Barra de cereal com adição de 5% de pólen apícola desidratado e B10 - Barra de cereal com adição de 10% de pólen apícola desidratado.

As formulações onde foram adicionadas o pólen apícola, apresentaram teores de atividade antioxidante bem significativos devido a presença de compostos flavonoides e fenólicos, além disso o enriquecimento do produto contribuiu bastante para agregar ao seu valor nutricional. A barra de cereal antioxidante elaborada, além de seu potencial bioativo, obteve mais de 70% de aprovação sensorial pelos provadores.

Rodrigues *et al.* (2018) em um trabalho realizado com a adição de níveis crescentes de pólen apícola (0, 15.000, 30.000 mg / kg) na suplementação alimentar de frangos de corte, observaram que após o decorrer de 42 dias, as aves envolvidas no experimento haviam apresentado uma maior taxa de crescimento e desenvolvimento ósseo, isso porque o produto apícola auxilia no desenvolvimento das vilosidades intestinais e glândulas digestivas aumentando a absorção dos nutrientes. A redução de mortalidade dos frangos de corte no estudo, é mencionado pelo autor através de pesquisas realizadas anteriormente por Song *et al.* (2005) onde os autores fizeram uma relação do efeito profilático juntamente com a ação prebiótica ao pólen apícola, uma vez que o grão pode auxiliar no fortalecimento do sistema imunológico das aves com a produção de anticorpos.

Estudos realizados em países como os Estados Unidos (EUA), Lituânia e Rússia, que comprovaram a eficiência do pólen apícola como suplementação alimentar na dieta de atletas de alta performance de esportes como: natação, melhora no trato respiratório, reduzindo infecções dos que tiveram a suplementação alimentar com pólen; atletismo, ingestão de 10 g de pólen, 2 vezes ao dia, aumentando o desempenho e valores de hemoglobinas; basquete e handebol; militares em treinos, acrescentando 50 g de pólen antes do almoço e no período de recuperação os homens tomaram 70 g de pólen, concluíram que o pólen pode ser usado para recuperação após períodos de tensão física, melhorando também a condição e; estudantes esportista russas, com testes de ingestão de 10 g de pólen, 2 vezes ao dia, por 15 dias, houve um aumento significativo da reação do organismo à hipoxia, medido em teste Stange em 19 % e uma melhoria da reação viso-motora (BOGDANOV, 2016). Logo, fica comprovada a eficácia do pólen apícola na alimentação, potencializando o bom rendimento (no caso de atletas) e a nutrição dos seres humanos.

Attia *et al.* (2011) relataram em seu trabalho que 200 mg/kg de pólen apícola duas vezes por semana, na dieta de coelhos foi o suficiente para o aumento do peso e a melhor conversão alimentar. Dias *et al.* (2013), que trabalharam com a nutrição de coelhos e concluíram que a suplementação alimentar com PA melhorou a produção de leite e a taxa de sobrevivência em animais da raça Nova Zelândia Branca. Para a dieta de suínos, Zeng *et al.* (2004) fizeram uma pesquisa com a elaboração de compostos com pólen e própolis divididos em três grupos, onde o primeiro grupo de suínos foram alimentados com 0,162g de própolis e 0,813g de pólen por kg de dieta, o segundo grupo com alimentação suplementada com 0,279g de própolis e 0,696g de pólen por kg de dieta e o terceiro grupo com dieta suplementada somente com 0,125g de própolis, após o experimento, os autores puderam observar que os suínos de todos os grupos

alimentados com a suplementação, apresentaram melhora no perfil de aminoácidos da sua carne e que os suínos do segundo grupo obtiveram os melhores índices de qualidade na carne. Wang & Cheng (2005), avaliaram que a inclusão dos grãos apícolas na alimentação de suínos em terminação, aumentou de 4 e 5% os níveis de ganho de peso e conversão alimentar dos animais (GENOVA *et al.*, 2020).

Mesmo sendo um alimento bastante nutritivo para o organismo, o consumo do pólen deve ser realizado com cautela, pois algumas espécies florais possuem compostos que ao serem ingeridos, tanto em situação aguda quanto em consumo crônico podem ser prejudiciais causando toxicidade (ANJOS; CAMPOS; ESTEVINHO, 2017; CAMPOS *et al.*, 2016) que segundo Boppré *et al.* (2005) citado por Anjos; Campos e Estevinho (2017) é o caso dos alcaloides pirrolidizínicos que são substâncias de defesa das plantas.

A quantidade diária para o consumo do pólen apícola deve ser entre 5 e 10 g para crianças dependendo de sua faixa etária e 25 g para os adultos (BASTOS *et al.* 2004; LENGLER, 2002; SATTLER, 2018), e que de acordo com Sebrae (2019), a contraindicação da ingestão de pólen só é estabelecida às pessoas que apresentam alergia comprovada ao mesmo.

3 METODOLOGIA

3.1 Definição do tipo de estudo

O trabalho abordou de uma revisão integrativa, elaborada com a seleção de artigos científicos para o embasamento e relevância do assunto proposto e o tipo de estudo foi baseado de acordo com a seguinte pergunta norteadora: Por que o pólen apícola é um alimento que deve ser inserido na alimentação dos humanos?

3.2 Fonte de dados e seleção de estudos

A pesquisa foi conduzida entre os meses de março a agosto de 2020 através de livros, sites e bases de dados científicos digitais como: Google scholar, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Researchgate, com a utilização dos seguintes descritores: “pólen apícola”; “benefícios do pólen apícola”; “propriedades do pólen apícola”; “pólen apícola na alimentação”, norteando assim a pesquisa bibliográfica.

O Quadro 1 a seguir, demonstra os tipos, a quantidade de materiais, os anos de publicação e o idioma dos estudos selecionados nos critérios de inclusão de estudos para a realização da revisão.

Quadro 1. Tipo e número de materiais selecionados para a realização dos estudos de revisão.

Materiais	Qntd. selecionada	Data das publicações	Idioma	Total
Artigos científicos	44	2001 à 2020	Inglês; Português (BR)	63
Legislações	02			
Teses	06			
Dissertações	06			
Trabalho de Conclusão de Curso	01			
Livros	02			
Sites	02			

Fonte: Autor (2020).

Foram excluídos dos estudos, publicações que se repetiam e que não se enquadravam no tema para a realização da revisão.

3.3 Coleta de dados e descrição da amostra bibliográfica do estudo

A busca, a leitura dos títulos e o resumo de cada referência, foi realizada de acordo com o assunto abordado no trabalho. Como foi exposto no Quadro 1, foram selecionadas 63 (sessenta e três) amostras bibliográficas, que contemplavam todos os descritores e que abordavam estudos experimentais, cujo o objetivo era avaliar a composição físico-química, a atividade bioativa e funcional do pólen apícola. Após essa etapa, procedeu-se a leitura completos dos mesmos para a avaliação de seus conteúdos, afim de se obter a coleta dos dados.

3.4 Análise dos dados

Para a etapa da análise dos dados, realizou-se as verificações dos materiais, bem como os conteúdos dos estudos considerados elegíveis. Informações consideradas relevantes, foram coletadas e utilizadas para a construção da revisão, incluindo-se: nomes dos autores, ano de publicação, principais resultados e a relevância do estudo, para o desenvolvimento das tabelas de resultados e da discussão da revisão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elegibilidade dos Trabalhos Incluídos na Revisão

As buscas nas bases de dados científicos (digitais) resultaram em um total de 15.566 documentos publicados de 2001 e 2020. Destes, foram encontrados 15.130 em Google scholar, 68 em SciELO e 368 em Researchgate (Tabela 4). Após a efetuação do rastreio, aplicou-se os critérios de inclusão e exclusão e no fim foram selecionados ao todo 63 materiais para análise.

Tabela 4. Número de artigos publicados em Google scholar, SciELO e Researchgate encontrados em base de dados por palavra-chave entre os anos de 2001 e 2020.

Descritores	Base de dados		
	SciELO	Google scholar	Reasearchgate
“pólen apícola”	65	6870	69
“benefícios do pólen apícola”	0	2700	100
“ propriedades do pólen apícola”	1	2340	98
“ pólen apícola na alimentação”	2	3220	101
Total	68	15.130	368

Fonte: Autor (2020).

4.2 Composição Físico-Química do Pólen

A composição físico-química do pólen apícola, contribui para a determinação de fatores considerados importantes para a definição de qualidade do produto. A Tabela 5 a seguir, apresenta a comparação de composições nutricionais encontradas por diferentes autores em amostras de pólen apícola.

Tabela 5. Composição físico-química apresentada por autores em diferentes amostras de pólen apícola.

Referências	Componentes					
	Umidade (%)	Proteína (%)	Açúcares totais (%)	Lipídeos (%)	Fibra bruta (%)	Cinzas (%)
(1)	24,4	13,15	33,27	2,70	NE	2,54
(2)	5,65	16,64	73,34	6,92	NE	3,08
(3)	3,47	23,38	NE	5,39	NE	2,98
(4)	3,37	19,80	NE	3,44	NE	2,02
(5)	16,06	24,26	11,44	2,61	NE	3,83
(6)	3,76	21,04	50,80	4,26	17,68	3,38
(7)	NE	14,63	66,97	3,21	NE	2,43
(8)	27,10	28,27	66,30	2,60	NE	2,83
(9)	4,19	20,47	52,10	4,86	3,45	2,94
(10)	3,2	18	25,30	6,2	NE	2,51
Legislação Brasileira	Máx. 30% (PF) Máx. 4% (PD)	Mín. 8%	14,5 – 55%	Mín. 1,8%	Mín. 2%	Máx. 4%

Legenda: PF – pólen fresco, PD – pólen desidratado, NE – Não encontrado.

Referências: (1) NEGRI, *et al.*, 2018 (Canavieira – BA); (2) MELO, 2015 (Pólen de 9 estados brasileiros); (3) ARRUDA *et al.*, 2013 (Vale do Ribeira – SP); (4) SATTTLER, 2015 (Região Sul do Brasil); (5) RAMALHO, 2018 (Sertão paraibano); (6) GASPAROTTO, 2018 (Parâmetros físico-químicos e conteúdo de vitaminas do complexo B em pólenes do Sul do Brasil); (7) MEDEIROS, 2017 (Assun e Mossoró - RN); (8) MODRO *et al.*, 2007 (Minas Gerais - MG); (9) CARPES *et al.*, 2009 (Região Sul do Brasil); (10) LIMA, 2018 (Teresina, PI).

O pólen apícola pode conter várias substâncias diferentes em sua composição, essas, irão depender de diversos fatores como: sua origem botânica, condições ambientais, idade, estado nutricional da planta e estações do ano (CARPES, 2008; MEDEIROS, 2017; SATTTLER *et al.*, 2015).

O processamento adequado do PA é muito importante para manter a sua composição nutricional, um exemplo do que pode interferir em sua qualidade, é a utilização de uma temperatura mais elevada na etapa de desidratação, que poderá influenciar no conteúdo de nutrientes e de vitaminas do produto final (ALMEIDA-MURADIAN *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2009; SATTTLER, 2018).

Análises físico-químicas de amostras do pólen apícola, podem apresentar teores nutricionais como: 8 a 40% de proteína bruta, 1 a 15% de lipídeos e 0,7 a 7% de minerais

(MELO *et al.*, 2009; SATTTLER, 2018). Composto por aminoácidos essenciais como a prolina e o ácido glutâmico, ácidos graxos (mirístico, linoleico, oleico, esteárico e palmítico), vitaminas (carotenoides, complexo B, C, D e E), minerais (K, Na, Ca, Mg, P, S, Al (traços), Cl, Cu, I, Fe, Mn, Ni, Si, Ti e Zn), enzimas terpenos, ácidos nucléicos e reguladores de crescimento (ARRUDA, 2013; ARRUDA *et al.*, 2013; CARPES, 2008; MELO *et al.*, 2009; SATTTLER, 2018), a quantificação de cada componente no produto irá variar de acordo com a sua origem botânica (AMÂNCIO, 2014).

A umidade é um parâmetro muito importante para o pólen apícola, teores de água muito elevados nos alimentos, podem comprometer as propriedades organolépticas e consequentemente a sua vida útil. Negri *et al.* (2018), Modro *et al.*, (2007) e Ramalho (2018) em suas pesquisas, encontraram teores de umidade em suas amostras de pólen variando entre 16,06% a 27,10%. Arruda *et al.*, (2013), Sattler (2015), Gasparotto (2018) e Lima (2018) obtiveram valores de umidade entre 3,20% e 3,47%. De acordo com o Regulamento de identidade e padrão de qualidade de produtos apícolas nº 3 do ano de 2001 (MAPA), o pólen fresco deve apresentar no máximo 30% de umidade, enquanto que o pólen apícola desidratado deve ter no máximo 4%. Carpes *et al.* (2009) e Melo (2015), apresentaram os valores de umidade 4,19% e 5,65% respectivamente, com teores acima do permitido pela legislação.

O pólen apícola é um produto muito higroscópico, podendo sofrer facilmente variabilidade em seu teor de umidade por fatores simples como as condições ambientais. A quantidade de água presente nesse alimento, pode propiciar a situação perfeita para o crescimento e a contaminação por microrganismos como os bolores e as leveduras devido aos substratos presentes nele e isso interfere negativamente em parâmetros de qualidade como a estabilidade e a alteração de suas propriedades organolépticas.

Na Tabela 5, os resultados de açúcares totais apresentados pelos autores, variaram de 11,44% (RAMALHO, 2018) a 73, 34% (MELO, 2015). Segundo Human e Nicholson (2006) citados por Medeiros (2017), “os carboidratos encontrados no pólen são oriundos do néctar e/ou do mel”. Os grãos de pólen são compostos principalmente de polissacarídeos, como o amido e a celulose (BOGDANOV, 2016), destacando-se a sacarose, a glicose e a frutose, o que torna esse alimento, uma boa fonte de fornecimento de energia quando inserido na alimentação. De acordo com Pereira (2015) mencionado por Medeiros (2017), pode ser que pólen apícola monofloral, apresente menor quantidade de açúcares redutores, podendo ser o mais recomendado para se inserir na dieta do público com diabetes.

O pólen contém todos os aminoácidos essenciais, seu conteúdo proteico se diferenciará de acordo com a origem vegetal, mas a qualidade desses aminoácidos será semelhante nos diferentes tipos de pólen. As abelhas necessitam consumir entre 20 a 23% de proteína bruta, tanto para a alimentação das crias, quanto da colônia (BOGDANOV, 2016; MEDEIROS, 2017).

De acordo Medeiros (2017) e Melo (2015), a Resolução RDC nº 54 do MS (2012) preconiza que, para ser considerado um alimento de “alto conteúdo proteico”, deve conter no mínimo 12g de proteína em porção de 100g da amostra. Os valores verificados (Tabela 5), apontaram que os teores de proteína presentes em amostras de pólen, variaram de 14,63% a 28,27%.

Assim como para as abelhas, a proteína é indispensável ao organismo humano, porque atua como parte da estrutura biológica do corpo, sendo responsáveis pela formação dos músculos, tecidos, cabelo, unha, hormônios, anticorpos e outras estruturas celulares (NASCIMENTO *et al.*, 2018). Dependendo de sua espécie floral, a disponibilidade proteica no pólen apícola pode ser superior à de alguns alimentos também com níveis de proteínas elevados em sua composição, como é o caso do feijão (20%), da carne bovina (19,7 %), do frango (23,9 %) e do amendoim (27,2 %) (MELO, 2015; UNICAMP, 2011).

Como já foi abordado, o pólen é a principal fonte proteica das abelhas, a presença desse nutriente é fundamental para o desenvolvimento das larvas em seus primeiros dias de vida e para o fortalecimento físico das abelhas campeiras, contribuindo para o aumento de produtividade do enxame. Assim como para os insetos, esse os grãos apícolas também são uma boa fonte de proteína para os humanos, contribuindo para a reconstrução da vitalidade e potencialização dos efeitos benéficos ao corpo como um todo.

Os valores médios de lipídios encontrados (Tabela 5) pelos pesquisadores em amostras de pólen apícola, variaram de 2,60% (MODRO *et al.*, 2007) a 6,92% (MELO, 2015). A composição da gordura presente no pólen apícola, bem como o seu teor no grão, irá variar de acordo com a sua origem botânica. No produto podem existir gorduras (principalmente) polares e neutras como mono, di e triglicerídeos, além também de conter mesmo que em pequenas quantidades, ácidos gordos, esterinas e hidrocarbonetos. Dentre os principais grupos de ácidos saturados encontrados no PA, estão os ácidos C14, C16 e C18: ácidos mirístico, palmítico e esteárico e de ácidos não saturados estão o C18: oleico, linoleico e alfa-linoleico, e também ácidos alfa-linolênico e ômega-3 (BOGDANOV, 2016).

Ao entrar em contato com a saliva das abelhas ao serem recolhidos, os grãos de pólen sofrem inúmeras modificações em sua composição como: a oxidação dos ácidos gordos insaturados (ação de enzimas hidrolíticas presentes na saliva), a exposição ao oxigênio e a temperatura. Por isso, o apicultor deve ter muita atenção durante a realização da etapa de desidratação, uma vez que esse processo pode influenciar na diminuição dessas gorduras insaturadas no produto (AMÂNCIO, 2014). No ano de 1993, uma pesquisa realizada por Feldlaufer e colaboradores, chegaram à conclusão de que as abelhas são mais atraídas por pólenes que contêm maiores quantidades de ácidos graxos (láurico, linoleico e linolênico) e esta escolha acontece possivelmente devido a ação antimicrobiana desses produtos sobre a colônia (MEDEIROS, 2017).

O teor de cinzas, é utilizado para indicar a presença de matérias inorgânicas como: nível de contaminantes e de minerais na amostra de pólen apícola. Durante a sua coleta no campo e beneficiamento, podem ocorrer contaminações (terra ou outros resíduos inorgânicos) no produto, o que pode influenciar na identificação de cinzas nas amostras obtidas através de análises (DE-MELO; MATSUDA; ALMEIDA-MURADIAN, 2012; MELO, 2015; MORGANO *et al.*, 2010). Por este motivo é que Brasil (2001), estabelece um limite máximo de até 4% para este parâmetro em tal produto apícola, uma vez que, a sua presença em maior quantidade não é desejável.

Em análises realizadas para a determinação de cinzas em pólen apícola do sertão paraibano, Ramalho (2018) encontrou valor médio de 3,83% entre as amostras, enquanto que Sattler (2018), analisando pólenes do Sul do Brasil encontrou valores médios de 2,02%, Lima (2018), encontrou o valor de 2,51% em amostras de Teresina, PI e Modro e colaboradores (2007), obtiveram 2,83% de cinzas em amostras de pólen de Minas Gerais. Na colmeia, os teores de minerais no pólen em grandes concentrações, tendem a possuir ação inibitória na produção das crias e valores superiores a 8 %, podem comprometer o desenvolvimento da colônia (MENEZES, 2017). Logo, as amostras coletadas do produto apícola apresentam quantidade de minerais em níveis aceitáveis para as abelhas

Muitas pesquisas realizadas em pólenes brasileiros e de outros países, foram detectadas a presenças de componentes minerais como: cálcio, ferro, sódio, potássio, zinco, magnésio, manganês, boro e o cobre. A quantidade de cinzas no pólen apícola, irá se diferenciar conforme a origem vegetal de onde o mesmo foi coletado, a sua presença em alimentos naturais como é o caso do pólen, é importante não somente para a nutrição humana, mas também para a

determinação da presença de contaminantes inorgânicos que podem causar toxicidade como pesticidas e defensivos agrícolas.

Em um estudo de investigação de vitamina D não conjugada e seus metabólitos em grãos de pólen de *Pinus nigra* Ar. e *Pinus sylvestris* L., foi descoberto que a vitamina D (D2, D3) estava presente em quantidades de cerca de 2 microgramas por 10 g e entre 0,1 e 3 microgramas por 10 g respectivamente, de acordo com espécie e do método de polinização (BOGDANOV, 2016).

Segundo Melo (2015) e Medeiros (2017), as vitaminas são os constituintes identificados em menor fração no pólen apícola, e que desta classe, as que estão presentes no produto em maior quantidade são: as vitaminas hidrossolúveis do complexo B (B1 (tiamina), B2 (Riboflavina), B3 (ácido nicotínico + nicotinamida), B5, B6 (piridoxamina + piridoxal + piridoxol), B9 (ácido fólico) e B12) e a vitamina D (MELO *et al.*, 2009; ARRUDA *et al.*, 2013; SATTTLER, 2013; SOUZA, 2014; SATTTLER *et al.*, 2015).

O pólen, possui um lugar de destaque, pois apresenta 20 (vinte) vezes mais vitamina A, ácidos pantotênicos, fólico e biotina, quando comparado à outros vegetais como talos e frutas que contêm grandes concentrações de vitaminas em sua composição, é rico em vitaminas do grupo B (em especial B12) e em nutrientes minerais (como o ferro) e tais compostos encontrados no produto, permitem contribuir para o organismo prevenindo doenças como a anemia (ARRUDA, 2013).

Segundo Nascimento *et al.* (2018), no corpo humano, vitaminas e minerais exercem funções importantes no fortalecimento do sistema imunológico, regeneração da pele e fortalecer o organismo como um todo. As vitaminas A, D e E (lipossolúveis), são essenciais para o desempenho de uma boa função fisiológica e a deficiência das mesmas no organismo, estão relacionadas a incidência de risco ao câncer, diabetes mellitus tipo II e distúrbios imunológicos, quando em interação conjunta na homeostase óssea, podem prevenir o aparecimento da osteoporose (ALBAHRANI; GREAVES, 2016; SATTTLER, 2018).

Por estes motivos, a composição físico-química do pólen apícola para a determinação do teor nutricional presentes nele, são importantes para enfatizar a importância que ele possui como alimento e a sua inserção em alimentações saudáveis realizadas por grupos diversificados de indivíduos, como os vegetarianos, além também de poder colaborar na elaboração de novos produtos na área de alimentos.

5.3 Ação Antioxidante do Pólen

O reconhecimento dos efeitos maléficos causados pelos radicais livres, vem fazendo com que se amplie as buscas por substâncias que possam impedir ou retardar a sua ação, bem como os métodos de avaliação do potencial que as mesmas possuem (NIKI, 2002; CARPES, 2008) como antioxidantes.

Os radicais livres são resíduos do metabolismo celular, podem provocar a peroxidação de lipídios insaturados e a desnaturação de proteínas, essas substâncias são muito agressivas para as moléculas biológicas de carboidrato e o DNA (ARRUDA *et al.*, 2013; LENGLER, 2002) celular, podendo desencadear a origem de tumores, perturbações metabólicas e inflamações das artérias coronárias. Por conter em sua composição vitaminas antioxidantes e compostos fenólicos, o consumo de pólen na alimentação pode contribuir para capacidade de capturar essas substâncias e as neutralizarem do organismo para a prevenção de doenças.

Em sua pesquisa de quantificação de vitaminas E, C e provitamina A em pólen da região Sul do Brasil, Sattler (2013) encontrou níveis de vitaminas α -tocoferol entre 7,04 e 113,89 $\mu\text{g} / \text{g}$, carotenoides entre 5,29 e 1232,96 $\mu\text{g} / \text{g}$, β -caroteno de 0,47 a 179,21 $\mu\text{g} / \text{g}$, α -caroteno entre 3,29 e 828,43 $\mu\text{g} / \text{g}$ e variações de 3,92 a 4945,21 $\mu\text{g} / \text{g}$ para a provitamina A, já Melo *et al.* (2009), encontraram valores inferiores de α -tocoferol que variaram entre 16,27 e 38,64 $\mu\text{g} / \text{g}$ comparados aos obtidos por Sattler, os demais resultados de vitaminas antioxidantes achados por eles nas amostras de pólen apícola foram: vitamina C (114,62 a 340 $\mu\text{g} / \text{g}$), carotenoides (25,34 a 268,5 $\mu\text{g} / \text{g}$) e β -caroteno (3,14 a 77,88 $\mu\text{g} / \text{g}$).

Compostos presentes no grãos de pólen, tais como a vitamina E, β -caroteno (provitamina A), vitamina C, combinados aos compostos fenólicos, potencializam a eficiência do produto apícola em sua atuação como antioxidante, evitando o acúmulo de radicais livres (substância de oxigênio extremamente reativas) no organismo e retardando os efeitos causados pelo envelhecimento celular, a ação desses componentes também podem estar associadas à prevenção de patologias como: malária, artrite, AIDS, aterosclerose, diabetes, doenças neurológicas degenerativas (Alzheimer e Parkinson) e cancro (ARRUDA *et al.*, 2013; LIMA, 2018; YILDRIM, MAVI e KARA, 2001). De acordo com Melo *et al.* (2009), muitas das doenças degenerativas e de envelhecimento podem ser oriundas tanto do meio externo, como resultantes naturais do metabolismo humano.

Carpes (2008) identificou em 36 amostras de pólen apícola de diferentes localidades da região sul do Brasil, um teor médio de 30,77 mg GAE / g para fenólicos e valores entre 2,10 a 28,33 mg de quercetina / g de flavonoides. Já Melo (2015) ao analisar amostras de pólen de 9 estados brasileiros, detectou valores entre 6,48 a 29,24 mg GAE / g e 0,35 a 17,49 mg de quercetina / g. Carpes *et al.* (2007) analisaram a quantidade de compostos fenólicos nos extratos de pólen de estados brasileiros que variaram de 3.6 a 8.1 GAE / g (Alagoas) e 6.6 a 11 GAE / g (Paraná), possuindo a amostra do pólen de Alagoas maior capacidade antioxidante (83,30%) em comparação com a do Paraná (81,15%).

Existe uma correlação entre a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos e flavonoides no produto (CARPES *et al.*, 2007), tais componentes têm a capacidade de desempenhar funcionalidades capazes de inibir a atividade dos radicais livres, resultantes do metabolismo celular (RAMALHO, 2018). Entre os ácidos fenólicos comumente detectados nos pólenes apícolas, estão os derivados do gálico e do caféico, que aparecem geralmente como polímeros na totalidade das flores visitadas pelas abelhas durante a coleta dos mesmos (MORAIS *et al.*, 2011; AMÂNCIO *et al.*, 2014).

Os componentes fenólicos são os principais responsáveis pela atividade antioxidante natural no pólen apícola, para a saúde humana o alimento pode auxiliar na redução da ação provocadas por agentes oxidantes no organismo. Para indústria de alimentos o pólen pode ser uma boa opção para a aplicação natural, para o retardo da oxidação de substratos dos produtos pois desempenha um papel fundamental na preservação dos alimentos.

5.4 Papel Antimicrobiano do Pólen

A atividade antimicrobiana do pólen tornou-se importante ao longo dos anos (CABRERA; MONTENEGRO, 2013), principalmente devido a necessidade do surgimento de compostos mais naturais e menos prejudiciais com eficácia o suficiente para a inibição do crescimento de microrganismos (cada vez mais resistentes) tanto na área de alimentos quanto na de farmacologia.

Tabela 6. Potencial antimicrobiano do extrato etanólico de pólen (EPP) obtido pelos autores em seus estudos.

Autores	Concentração EEP (%)	Microrganismos	Inibição
Arruda <i>et al.</i> (2013)	70	<i>Staphylococcus epidermes</i> ;	0,98 – 2,70%
		<i>Escherichia coli</i> ;	2,0 – 7,07%
		<i>Candida albicans</i> .	10,64 - 18,60%
Nogueira (2012)	80	<i>P. aeruginosa</i> ;	0,063 – 0,250%
		<i>Staphylococcus epidermes</i> ;	0,063 – 0,250%
		<i>Staphylococcus aureus sp</i> ;	0,250%
		<i>C. albicans sp</i> ;	0,125 – 0,250%
		<i>C. krusey sp.</i>	0,125 – 0,250%
Cabrera e Montenegro (2013)	25; 50; 75; 100	<i>Staphylococcus aureus sp</i> ;	14,78 – 17,15 mm
		<i>Streptococcus pyogenes</i> ;	12,37 – 14,04 mm
		<i>Alternaria alternata</i> ;	0,7 – 21,8 mm
		<i>Botrytis cinerea</i> ;	4,0 – 27,0 mm
		<i>Fusarium oxysporium</i>	1,0 – 23,7 mm
Carpes <i>et al.</i> (2007)	40; 50; 60; 70; 80; 90	<i>Bacillus cereus</i> ;	0 – 0,5 mm
		<i>Bacillus subtilis</i> ;	0,5 – 4,0 mm
		<i>Klebsiella sp</i> ;	2,7 – 7,0 mm
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ;	1,0 – 2,5 mm
		<i>Staphylococcus aureus</i>	1,0 – 3,0 mm

Fonte: Autor (2020).

De acordo com a tabela acima, estudos realizados por autores como Nogueira (2012), Arruda *et al.* (2013) e Carpes *et al.* (2007), demonstraram que o extrato etanólico do pólen em

diferentes concentrações, apresenta inibição satisfatória no crescimento de bactérias patogênicas de gênero Gram negativas e Gram positivas, o que demonstra o potencial de contribuição do mesmo para o controle desses tipos de MO'S.

Pesquisas para a comprovação da eficácia antifúngica do extrato de pólen apícola também vêm sendo realizadas. Cabrera e Montenegro (2013), no decorrer do trabalho deles, puderam observar um declínio na taxa de crescimento de fungos patogênicos (*Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* e *Fusarium oxysporium*) com a utilização de extratos etanólicos de pólen da espécie *Azara petiolaris* em concentrações de 25%, 50%, 75% e 100%. Nogueira (2012) também em seu estudo pode observar que as leveduras *Candida albicans*, apresentaram mais resistência ao EPP (80%).

A ação e eficiência antimicrobiana do pólen apícola será específico para cada espécie de microrganismo ao qual será utilizado, ela também dependerá da composição química e geográfica da origem floral (BASIM *et al.*, 2006; CARPES *et al.*, 2009; KROYER; HEGEDUS, 2001) do mesmo. Nunes (2017), cita que na natureza as plantas possuem um mecanismo de defesa natural contra o ataque de microrganismos inimigos naturais, e este deve ser o motivo pelo qual o pólen possua essa característica de inibição antimicrobiana.

Como observou-se nos parágrafos anteriores, o extrato etanólico de pólen apícola, principalmente em concentração acima de 50% conseguem obter atividade antibactericida satisfatórias em MO'S Gram + e Gram – e como fungicidas em leveduras, demonstrando que a utilização de extratos etanólicos de pólen, podem colaborar no combate de microrganismos indesejáveis. Diante das propriedades mencionadas, os grãos de abelha podem desempenhar uma tarefa importante como um antimicrobiano natural na alimentação humana, auxiliando no aumento da imunidade com a redução da carga microbiana responsável pelo surgimento de doenças infecciosas.

5.5 Ação anti-inflamatória do pólen

Tabela 7. Resultados obtidos por autores sobre a eficiência anti-inflamatória do pólen apícola.

Autores	EEP utilizado em mg/kg	Teste em:
Nunes (2012)	125 e 250	
Rebouças (2017)	75, 150 e 300	roedores

Fonte: Autor (2020).

Como exposto na Tabela 7, o pólen apícola contém ação biológica anti-inflamatória e que os componentes presentes no produto apícola responsáveis por desempenhar essa atividade, são os compostos fenólicos como: flavonoides, ácidos fenólicos e diterpenos fenólicos (ALMARAZ-ABARCA *et al.*, 2007; CARPES *et al.*, 2009; SATTLER, 2018).

Nunes (2012), em um estudo sobre o efeito do extrato hidroalcoólico de pólen de *Myrcia bella* cambes (Myrtaceae) na dor aguda e na inflamação em roedores experimentais, detectou uma redução no número de contorções abdominais em doses de 125 mg/kg (32,57%) e 250 mg/kg (55,79%). Rebouças (2017), na segunda fase da sua pesquisa sobre a ação analgésica em EEP de *C. torelliana*, observou que a utilização do extrato em doses com quantidades de 75, 150 e 300 mg/kg, apresentaram uma elevada inibição da nocicepção gerada no processo inflamatório, reduzindo entre 97% a 98% o tempo de lambida da pata pelos camundongos, concluindo que a espécie vegetal possuía efeito anti-inflamatório.

Outro estudo realizado com o produto apícola, foi para a detecção do teor de ácido clorogênico em pólenes de salgueiro e cerejeira, onde os pesquisadores encontraram que eles protegem a saúde, agindo como um anti-inflamatório e como um regulador das glândulas de tireoide e pituitárias segregadas de hormônios (YUSEL; TOPAL; KOSOGLU, 2017).

As enzimas fosfolipase A2 e a fosfolipase C, são responsáveis pelos processos inflamatórios e têm a capacidade de produzirem as prostaglandinas, que são mediadoras endógenas envolvidas no mecanismo da dor. O pólen, contendo em sua composição classe de fenólicos variados como os flavonoides, ao ser inserido na alimentação, pode auxiliar na atividade de bloqueio dessa ação enzimática, que ocorre na membrana plasmáticas das células (REBOUÇAS, 2017).

O potencial do pólen apícola e a funcionalidade de suas propriedades anti-inflamatórias para o organismo humana, modifica a maneira como o alimento é visto, podendo ser utilizado para o melhoramento de diversos fins.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medida em que o tempo vai passando, a alimentação dos consumidores se torna mais saudável, a ingestão de produtos alimentícios mais nutritivos e com propriedades funcionais ao organismo, fazem do pólen apícola uma opção de alimento que poderá atender às necessidades nutricionais diárias do público. O pólen por ser produzido em pequena quantidade, possui alto valor de aquisição, o que impossibilita o seu acesso à mesa de todas as classes de consumidores.

A composição constituinte do pólen apícola: proteínas e aminoácidos essenciais, lipídios (ácidos graxos insaturados), vitaminas, minerais, compostos fenólicos e flavonoides, contribuem para a reposição de nutrientes importantes para a manutenção de que o corpo precisa e desempenham funções importantes como as atividades: antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana.

Estudos e pesquisas realizadas nos últimos 19 anos não somente no Brasil, mas em outros países do mundo, apontam resultados satisfatórios da utilização do pólen apícola na suplementação alimentar tanto de humanos quanto de animais, além também da sua aplicação no enriquecimento de produtos alimentícios, devido às características composicionais que esse rico produto apícola possui. Suas propriedades ainda são pouco exploradas quando comparadas ao principal produto da colmeia, o mel, logo, é muito importante que haja o desenvolvimento de mais pesquisas sobre o pólen, para que se descubra ainda mais compostos presentes nele que certifiquem o seu potencial como alimento.

O pólen apícola juntamente com seus nutrientes e compostos bioativos, amplia o leque de opções de alimentos mais saudáveis por parte das indústrias alimentícias. Por ser um produto natural e de origem mista (animal e vegetal), pode ser inserido na dieta humana por diferentes públicos (como de vegetarianos, por exemplo), suprimindo as carências nutricionais consideradas essenciais para os indivíduos, potencializando as funcionalidades benéficas do corpo humano.

REFERÊNCIAS

1. AGROECOLÓGICO. **Os benefícios do pólen apícola**. Ed. nº 04, abril de 2013.
2. ALEIXO, D. L.; ARAÚJO, W. L.; AGRA, R. S.; MARACAJÁ, P. B; SOUSA, M. J. O. Mapeamento da flora apícola arbórea das regiões polos do estado do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.9, n.4, p.262 - 270, 2014.
3. ALMARAZ-ABARCA, N.; CAMPOS, M. G.; AVILA-REYES, J. A.; NARANJO-JIMENEZ, N.; CORRAL, J. H.; & GONZALEZ-VALDEZ, L. S. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee-collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 2, p. 119-124, 2007.
4. ALVES, Maria Luisa Teles Marques Florêncio. Produção de pólen apícola. **Pesquisa & Tecnologia**, vol.10, n. 2, Jul-Dez 2013.
5. AMÂNCIO, Débora Cristina de Pádua Guedes. **Compostos bioativos do pólen**. Dissertação de Mestrado em Química Farmacêutica Industrial da Universidade de Coimbra, janeiro de 2014. 76p.
6. ANJOS, Ofélia; CAMPOS, Maria Graça; ESTEVINHO, Maria Letícia (2017). Poderá o pólen ser considerado um superalimento?. **Revista do Instituto Politécnico de Castelo Branco**. ISSN 1647-9335. Vol. 7, n.º 11. p. 20-26, 2017.
7. ARES, ANA M.; VALVERDE, Silvia; BERNAL, José L.; NOZAL, María J.; BERNAL, José. Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis** 147 (2018) 110-124.
8. ARRUDA, Vanilda Aparecida de. **Pólen apícola desidratado: composição físico-química, qualidade microbiológica, compostos fenólicos e flavonoides, atividade antioxidante e origem botânica** / Vanilda aparecida de Arruda. São Paulo, 2013. 202p.
9. ARRUDA, Vanilda Aparecida; FREITAS, A. S.; BARTH, O. M. ; ESTEVINHO, M. L. M. F; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. **Propriedades biológicas do pólen apícola de coqueiro, coletado na região nordeste do Brasil**. In: III Congresso Brasileiro de Processamento de Frutas e Hortaliças. Ilhéus, BA, Setembro de 2013.
10. ÁVILA, Suelen; HORNUNG, anna Silveira; TEIXEIRA, Gerson Lopes, MALUNGA, Lovemore Nkhata; APEA-BAH, Franklin Brian, BEUX, Márcia Regina; BETA, Trust; RIBANI, Rosemary Hoffmann. Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. **Food Research International** 123 (2019) 1–10.
11. BOGDANOV, S. Quality and standards of pollen and beeswax. **Apiacta**, [S.l.], v. 38, p. 334-341, 2004.
12. BOGDANOV, Stefan. Pollen: Nutrition, Functional Properties, Health. **Bee Product Science**, April 2016. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/304012096>>. Acesso em: 20 de mai de 2020.

13. BOMFIM, Isac Gabriel Abrahã; OLIVEIRA, Mikail Olinda de; FREITAS, Breno Magalhães. **A Cadeia Agroindustrial da Apicultura**. Curso Técnico em Apicultura da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320907746_A_cadeia_agroindustrial_da_apicultura. Acesso em: 25 de mai de 2020.
14. BRAGA, Renata Chastinet; MONTEIRO, Lorena ligia de Lima; NASCIMENTO, Kivia Kelly Bezerra do; SILVA, Flannia Maria Rabelo e; LIMA, Ariosvana Fernandes. Elaboração e caracterização de mousse de siriguela (*Spondias purpurea*) adicionado de pólen apícola. **Conex. Ciênc. e Tecnol.** Fortaleza/CE, v.13, n. 5, p. 85 - 90, dez. 2019.
15. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3. Acesso em: 25 ago. 2020.
16. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geléia real, geléia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 jan. 2001. Seção 1, p. 18.
17. CABRERA; Carol; MONTENEGRO, Glória. Pathogen control using a natural Chilean bee pollen extract of known botanical origin. **Cien. Inv. Agr.** 40(1):223-230. 2013.
18. CALDAS, Francisco R. L.; FILHO, Francisco Augusto; FACUNDO, Hebert T.; ALVES, Rodolfo F.; SANTOS, Francisco de A. R. dos; SILVA, Girliane R. da; CAMARA, Celso A.; SILVA, Tania M. S. Composição química, atividade antiradicalar e antimicrobiana do pólen apícola de Fabaceae. **Quim. Nova**, Vol. 42, No. 1, 49-56, 2019.
19. CAMPOS, Maria Graça. Flavonoides. In: CUNHA, A.P. **Farmacognosia e fitoquímica**. Lisboa: Fundação Calouste Benkia, 2009, cap. 13, pág. 237-289.
20. CARPES, Solange Teresinha. **Estudo das características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* L. da região Sul do Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008. 248f.: il.
21. CARPES, Solange Teresinha; BEGNINI, Rosicler; ALENCAR, Severino Matias de; MASSON, Maria Lúcia. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidante and antibacterial activity. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1818-1825, nov./dez., 2007.
22. CARPES, Solange Teresinha; CABRAL, Ingridy Simone Ribeiro; ROSALEN, Pedro Luiz; ALENCAR, Severino Matias de; MASSON, Maria Lúcia. Caracterização do potencial antimicrobiano dos extratos de pólen apícola da região Sul do Brasil. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, n.2, p. 271-277, abr./jun. 2009.
23. CARVALHO, Davina Maria de Castro; AMORIM, Laerte Bezerra de; SOUZA, Darcet Costa; COSTA, Carlos Pedro de Menezes. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde**, 14:1 (2019) 85-91.

24. CHAGAS, Paulo (2020). **Apicultura: assistência técnica aumenta produtividade em SC**. Disponível em: < <http://lageshoje.com.br/apicultura-assistencia-tecnica-aumenta-produtividade-em-sc/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.
25. EMBRAPA. **Pólen apícola: Produção**. Folder informativo impresso. Teresina, PI, dezembro, 2006.
26. GENOVA, J. L.; RODRIGUES, R. B.; MARTINS, J. S.; UCZAY, M.; HENRIQUE, J. K. S.; Própolis e pólen apícola na nutrição de animais não ruminantes. **Arch. Zootec.** 69 (265): 124-131. 2020.
27. GONDIM, Brenna Louise; VIEIRA , Thiago Isidro; CUNHA, Diego Alves da; SANTIAGO, Bianca Marques; VALENÇA, Ana Maria Gondim. Atividade Antimicrobiana de Produtos Naturais Frente a Bactérias Formadoras do Biofilme Dentário. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, 11(1):123-127, jan./mar. 2011.
28. LIMA, Priscilla dos Santos. **Desenvolvimento e caracterização físico-química de iogurte grego sabor pitaya (*Hylocereus costaricensis*) enriquecido com pólen apícola**. Trabalho de conclusão de curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Teresina, PI, 2018. 63p. Disponível em: <<http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/prefix/635>>.
29. LOPES, Silmara Azevedo. **Desenvolvimento de uma barra de cereais com potencial atividade antioxidante utilizando pólen apícola desidratado**. Dissertação de Mestrado Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte. Limoeiro do Norte, 2016.
30. LENGLER, Silvio. **Pólen apícola**. Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 18p.
31. MAIA-ARAÚJO, Yzila L. F. **Pólen apícola e desenvolvimento de novos produtos. Congresso Nordeste de Produção Animal**. 2014. Pág. 473 - 490. Disponível em: <<https://hal.inrae.fr/hal-02739074/document#page=473>>. Acesso em: 20 jul. 2020.
32. MALERBO-SOUZA, Darcler Teresinha; SILVA, Flávio Augusto Santos. Comportamento forrageiro da abelha africanizada *Apis mellifera* L.no decorrer do ano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.33, n.2, p.183-190, 2011.
33. MEDEIROS, Anna Jacinta Dantas de. **Pólen apícola coletado por abelhas *Apis mellifera* L. (africanizadas) no semiárido potiguar**. Tese de doutorado apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2017. 155 f.: il.
34. MELO, Adriane Alexandre Machado de. **Perfil químico e microbiológico, cor, análise polínica e propriedades biológicas do pólen apícola desidratado**. / Adriane Alexandre Machado de Melo. – São Paulo, 2015. 341 p.
35. DE-MELO, Adriane Alexandre Machado de; FREITAS, Alex da Silva de; BARTH, Ortrud Monika; ALMEIDA-MURADIAN, Ligia Bicudo. Produção, beneficiamento e adequação à Legislação do pólen apícola desidratado, produzido no Brasil. **Rev. Ciênc. Ext.** v.14, n.2, p.55-73, 2018.

36. MELO, Illana Louise Pereira de; FREITAS, Alex Silva de; BARTH, Ortrud Monika; ALMEIDA-MURADIAN, Ligia Bicudo de. Relação entre a composição nutricional e a origem floral de pólen apícola desidratado. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, 68(3):346-53, 2009.
37. MENEZES, Anna Jacinta Dantas de. **Pólen apícola coletado por abelhas *Apis mellifera* L. (africanizadas) no semiárido potiguar**. Tese de doutorado Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, 2017. 155 f.: il.
38. MODRO, Anna Frida Hatsue; MESSAGE, Dejair; LUZ, Cynthia Fernandes Pinto da; NETO, João Augusto Alves Meira. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.8, p.1057-1065, ago. 2007.
39. NASCIMENTO, José Elton de Melo; JÚNIOR, Cláudio Gomes da Silva; SOUZA, Tuan Henrique Smielewski; TOLEDO, Vagner de Alencar Arnaut de. O pólen apícola e seus benefícios à saúde humana. **Rev. Mensagem doce**, nº 147, julho de 2018. Disponível em: <<http://apacame.org.br/site/revista/mensagem-doce-n-147-julho-de-2018/artigo-2/>>. Acesso em: 10 de mai de 2020.
40. NEGRI, Giuseppina; BARRETO, Lidia Maria Ruv Carelli; SPER, Fábila Lugli; CARVALHO, Claudemir de; CAMPOS, Maria da Graça Ribeiro. Phytochemical analysis and botanical origin of *Apis mellifera* bee pollen from the municipality of Canavieiras, Bahia State, Brazil. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2016176, 2018.
41. NEVES LC; ALENCAR SM; CARPES ST. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. VII BMCFB; junho de 2009; Lorena - SP: **Braz. J. Food Technol.** p. 107-10.
42. NOGUEIRA, Carla Manuela Pimenta. **Estudo do polén apícola comercial**. Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança, 2012. 62p.
43. NUNES, Gilberth Silva. **Pólen coletado pela *Melipona fasciculata* na Amazônia maranhense: composição físico-química e atividade antimicrobiana**. 58p. Dissertação de mestrado em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão. São Luis, MA, 2017. Disponível em: <<https://tede2.ufma.br/jspui/bitstream/tede/2541/2/GilberthSilva.pdf>> . Acesso em: 01 ago. 2020.
44. NUNES, F. P. B. **Caracterização do efeito anti-inflamatório da crotoxina sobre a migração celular induzida pela carragenina**. 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área Fisiologia Geral) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
45. OLIVEIRA, Pedro de Assis de; SÁ, Marileide de Souza; OLIVEIRA, José Fabio Ferreira de; MELO, André Laurênio de; CAVALCANTE, Marcelo Casimiro. **Produção de pólen apícola e origem botânica na caatinga em serra talhada-PE**. In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.31692/2526-7701.IIICOINTERPDVAGRO.2018.00196>>.
46. RAMALHO, Wesley Crispim. **Análise físico-química, atividade antioxidante e determinação de compostos fenólicos do mel e do pólen apícola da abelha *Apis***

- mellífera comercializados no sertão paraibano.** / Wesley Ramalho Crispim – Sousa, 2018. 321 p.
47. REBOUÇAS, Teresa Cristina Souza. **Composição química e atividade biológica do extrato bruto etanólico do pólen de *Corymbia torelliana* (F. Muell.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson. (MYRTACEAE).** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana – BA, 2017. 81 f.: il.
 48. RIBEIRO, J.G.; SILVA, R. A. Estudo comparativo da qualidade de pólen apícola fresco, recém processado, não processado e armazenado em freezer e pólen de marca comercial através de análises físico-químicas. **Tecnologia & Desenvolvimento Sustentável**, Ano 1, Março/2007.
 49. ROCHA, Joana Filipa. **Avaliação do efeito do armazenamento na qualidade do pólen apícola.** Dissertação de mestrado, Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança 2013. 111p.
 50. RODRIGUES, Rômulo Batista Luiz; PUCCI, Eduardo; UCZAY, Avelar Juliano; MOLINARI, Mabel; LAZZARI, Rafael; UCZAY, Mariana. Pólen apícola como aditivo em dietas para frangos de corte. **Nativa, Sinop.**, v.6, n. 5, p. 551-556, set./out. 2018.
 51. SATTLER, José Augusto Gasparotto. **Quantificação das vitaminas antioxidantes E (α -, β -, γ -, δ -tocoferol), C (ácido ascórbico), provitamina A (α -, β -caroteno) e composição química do pólen apícola desidratado produzido em apiários georreferenciados da região Sul do Brasil.** / José Augusto Gasparotto Sattler. – São Paulo, 2013. 115 p.
 52. SATTLER, José Augusto Gasparotto. **Caracterização do potencial bioativo do pólen apícola de *Eucalyptus* sp. *in vitro* e sua influência sobre parâmetros de estresse oxidativo e de inflamação *in vitro*** / José Augusto Gasparotto Sattler. - São Paulo, 2018. 143p.
 53. SEBRAE. **Apicultura é destaque na região norte do Piauí.** Piauí, 2016. Disponível em: < [https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/P%C3%B3len%20na%20Bahia.pdf](http://www.pi.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/PI/apicultura-e-destaque-na-regiao-norte-do-piaui,009ffe5e509e4510VgnVCM1000004c00210aRCRD#:~:text=Na%20regi%C3%A3o%20norte%20do%20Piau%C3%AD%2C%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20p%C3%B3len%20se,defesa%20antimicrobiana%20natural%20das%20plantas.> . Acesso em: 27 jul. 2020.
54. SEBRAE. Estudo de Mercado Agronegócios: Produção de pólen. Bahia, 2017. Disponível em: < . Acesso em: 26 ago. 2020.
 55. SEBRAE. **Técnicas de manejo para produção de pólen** (2019). Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/tecnicas-de-manejo-para-producao-do-polen,3f58fa2da4c72410VgnVCM100000b272010aRCRD>> . Acesso em: 27 jul. 2020.
 56. SERAFINI, L. F. **Atividade antioxidante dos extratos de manjerona e pólen apícola: efeitos na qualidade de hambúrguer.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-

graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

57. SERRA BONVEHI, J.; SOLIVA TORRENTÓ, M.; CENTELLES, Lorente. E. Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.9, n. 4, p. 1848-1853, 2001.
58. SILVA, Joseane Inácio da. **Diversidade da flora apícola no município de São João do Piauí.** / Joseane Inácio da Silva - 2014 61 f.: il. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.
59. SILVEIRA, T. A. **Caracterização sazonal do pólen apícola quanto à origem botânica, aspectos físico-químicos e elementos traços como bioindicadora de poluição ambiental.** Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.
60. THAKUR, Mamta; NANDA, Vikas. Composição e funcionalidade do pólen de abelha: uma revisão. **Tendências em Tecnologia de Alimentos**. Volume 98, abril de 2020, páginas 82-106.
61. VIDAL, Maria de Fátima. Desempenho da Apicultura nordestina em anos de estiagem. **Caderno Setorial ETENE**, Ano 2, n. 11, julho, 2017.
62. YUCCEL, Banu; TOPAL, Erkan; KOSOGLU, Mustafa. Bee Products as Functional Food. **Superfood and Functional Food**, 2017. 21p. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5772/65477>>. Acesso em 20 de jul. 2020.
63. ZOU, Yuchi; HU, Jian; HUANG, Wenting; ZHU, Liyun; SHAO, Mingjie; DORDOE, Confidence; AHN, Young-Joon; WANG, Dongxue; ZHAO, Yeli; XIONG, Ye; WANG, Xue. The botanical origin and antioxidant, antiBACE1 and antiproliferative properties of bee pollen from different regions of South Korea. **BMC Complementary Medicine and Therapies**. (2020) 20:236. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s12906-020-03023-1>>.