



RENORBIO
Rede Nordeste de Biotecnologia
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

**USO DE BIG DATA E CRIAÇÃO DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E
HARDWARE), COM PROVA DE CONCEITO E VALIDAÇÃO, PARA
IDENTIFICAR, DIAGNOSTICAR E PREVER OS FATORES DE
RISCOS NO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA PRODUTIVA
E INDUSTRIAL DO MEL COM PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA
VISANDO TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA**

MARCUS VINÍCIUS DANTAS LINHARES

SALVADOR – BA
2016

MARCUS VINÍCIUS DANTAS LINHARES

RENORBIO
Rede Nordeste de Biotecnologia
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia

**USO DE BIG DATA E CRIAÇÃO DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E
HARDWARE), COM PROVA DE CONCEITO E VALIDAÇÃO, PARA
IDENTIFICAR, DIAGNOSTICAR E PREVER OS FATORES DE
RISCOS NO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA PRODUTIVA
E INDUSTRIAL DO MEL COM PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA
VISANDO TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia na Universidade Federal da Bahia, como pré-requisito para a obtenção do título de Doutor em Biotecnologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristina M. Quintella

SALVADOR – BA
2016

Linhares, Marcus Vinícius Dantas

Uso de Big Data e criação de tecnologia (software e hardware), com prova de conceito e validação, para identificar, diagnosticar e prever os fatores de riscos no controle de qualidade da cadeia produtiva e industrial do mel com prospecção tecnológica visando transferência da tecnologia / Marcus Vinícius Dantas Linhares. -- Salvador, 2016.

179 f. : il

Orientadora: Cristina M. Quintella.

Tese (Doutorado - Doutorado em Biotecnologia) -- Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Rede Nordeste, 2016.

1. Mel. 2. Fatores de Risco. 3. Software. 4. Hardware. 5. Previsibilidade. I. Quintella, Cristina M.. II. Título.

***“... Só acredito em Deus,
para o resto, me traga dados!”***

Silvio Meira

*Dedico aos meus pais...
doutores do rigor e da delicadeza.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo empréstimo da vida, a ser vivida para gerar algo, beneficiar alguém e fazer com que tudo faça sentido, na intenção de que se evolua para que venham outras melhores e vividas como um ser melhor.

Aos meus Pais (Moisés e Altair) e irmãos (Sâmia, Moisés e Diego), eternos torcedores e admiradores.

À minha esposa Luana e aos meus filhos Otto e Analu, por me mostrar espaços para momentos vivos e surpreendentes e pela eterna paciência no desafio cotidiano de ser pai, operário e estudante.

À Prof^a. Cristina M. Quintella pela sua competência, sua exigência perfeccionista, sua humildade, seu respeito e pelo efeito que tudo isso construiu em mim, como pessoa e como profissional que passa a admirá-la cada dia mais.

À sempre presente equipe da prof^a Cristina M. Quintella, que compõem o LABLaser: Alexandre Kamei, Patrícia, Gabriela, Saionara, Odete e Paula.

À toda equipe da Coordenação do Ponto Focal Renorbio/UFBA: Prof. Dr. Paulo Almeida, Jussi e Cláudia.

Aos meus incansáveis e pacientes parceiros e bolsistas Dayvid, Emerson, Valdivino Borges, Valter Borges e Guilherme Feitosa.

Aos amigos e parceiros de pesquisa em Educação Empreendedora: Prof. Aislan Rafael, Anatiel Santos, Jonnison Lima, Woshington Valdeci, Guilherme Feitosa, Dayvid Emmerson, Kelvin Campelo, Pablo e Victor.

Ao meu estimado primo e parceiro em boa parte das pesquisas, o biólogo e Prof. Francisco Junior (Junim).

Ao designer Bruno Poeta, pela criatividade visual da ferramenta computacional.

Amigos do IFPI: Guglielmo Siqueira, Edson Lourenço, Jaislan Honório, Felinto Sérgio, Hamurabi Siqueira, Francisco Ronaldo, Tiago Bomfim, Marcelo Ricarte, André Ricardo, Marcos Antônio, Artur Oliveira e Haroldo Reis.

Ao amigo e profissional admirável, prof. Tiago Soares, coordenador do NIT-IFPI, que ao me orientar, possibilitou a abertura de caminhos para os registros de Propriedade Intelectual.

Ao Sr. Sitonho, presidente da Central de Cooperativa Casa Apis, assim como seus colaboradores Alisson, Joelma, Chagas e, principalmente Justiniana Silva (Tina), por todo o acesso e toda a atenção dispensada a quaisquer trabalhos que busquem desenvolver novos benefícios para a cadeia produtiva do mel e seus impactos na agricultura familiar.

À Prof^a. Dr^a. Juliana Bendini e ao GEASPI – Grupo de Estudo de Abelhas do Semiárido Piauiense.

A todos os professores e colegas do doutorado em Biotecnologia da RENORBIO.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

LISTAS DE TABELAS

LISTAS DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO 19

OBJETIVO GERAL 21

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 21

REFERENCIAL TEÓRICO 22

1.1 Propriedades 22

1.2 Mercado 29

1.3 Tecnologias 32

1.4 Fatores de Risco 36

1.5 Apropriação Intelectual 40

METODOLOGIA 42

BIG DATA PARA DIAGNOSTICAR E PREVER FATORES DE RISCOS NA CADEIA PRODUTIVA DO MEL 46

1. Introdução 47

2. Materiais e Métodos 49

3 Resultados e Discussão 51

Conclusão 58

Referências 59

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) PARA ATUAR JUNTO AOS FATORES DE RISCOS DA CADEIA PRODUTIVA DO MEL	61
1. Introdução	62
2. Materiais e Métodos	63
3. Resultados e Discussão	64
Conclusão	72
Referências	73
PROVA DE CONCEITO E VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) NO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL	75
1. Introdução	76
2. Materiais e Métodos	78
3. Resultados e Discussão	80
Conclusão	85
Referências	86
ANÁLISE DE MATURIDADE T.R.L. (TECHNOLOGY READINESS LEVEL) EM TECNOLOGIA COMPUTACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL	88
1. Introdução	89
2. Materiais e Métodos	90
3. Resultados e Discussão	92
Conclusão	96
Referências	97
APROPRIAÇÃO INTELECTUAL DA TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) DO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL	99
1. Introdução	100
2. Sistema de análise sensorial de cor do mel	101
3. Sistema de índice relativo de umidade e temperatura	102
4. Sistema de documentação das análises físico-químico-microbiológicas	103
5. Sistema de análise de parâmetros de HMF	105
6. Hardware: Módulo BIPP	107
Conclusão	108

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA VISANDO TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) DO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DO MEL	112
1. Introdução	113
2. Materiais e Métodos	112
3. Resultados e Discussão	116
Conclusão	124
Referências	125
CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS	133
ANEXOS	147

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

°	Graus
G	Gramas
HMF	Hidroximetilfurfural
IN	Instrução Normativa
Inc.	Incidência
Kg	Quilograma
Mg	Miligramas
Mm	Milímetros
°C	Graus Celsius
m.mol	Milimol
UEPAS	Unidade de Extração de Produtos Apícolas
Aa	Atividade de água
BPAS	Boas Práticas Apícolas
Meq	Miliequivalente
PI	Piauí
SAI	Sólidos Insolúveis em água

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 01

- Tabela 01 Parâmetros Físico-Químicos determinados pela legislação brasileira e por certificadoras orgânicas
- Tabela 02 Parâmetros Microbiológicos determinados pela legislação brasileira e por certificadoras orgânicas
- Tabela 03 Bioprocessos *versus* Processos Químicos

CAPÍTULO 03

- Tabela 01 Grau de Pearson (Correlação) dos indicadores da etapa de produção, responsáveis pelos fatores de risco, com a finalidade de composição do *Big data*.
- Tabela 02 Equações obtidas por meio da regressão linear dos indicadores da etapa de produção, responsáveis pelos fatores de risco, com a finalidade de composição do *Big data* a partir das variáveis dependentes (y) e das variáveis independentes (x), configurando as equações.
- Tabela 03 Grau de Pearson (correlação) da etapa de beneficiamento, responsáveis pelos fatores de risco, com a finalidade de composição do *Big data* (equações).
- Tabela 04 Equações obtidas por meio da Regressão Linear, com variáveis da etapa de beneficiamento, com a finalidade de composição do *Big data*.
- Tabela 05 Equação obtida por regressão linear, modelo bivariado, relacionando o HMF, a Cor e o Tempo de estocagem.
- Tabela 06 Variação de HMF e Cor de um lote de mel estocado em armazém sem ar condicionado, no período de janeiro a março de 2016.
- Tabela 07 Observação das tendências para a relação de causa e efeito (se / então) na etapa de produção primária.
- Tabela 08 Observação das tendências para a relação de causa e efeito (se / então) na etapa de beneficiamento e distribuição comercial.

CAPÍTULO 04

- Tabela 01 Índices de Relatividade do Mel, relativos à região da amostra.

Tabela 02	Determinação de Risco do Bioprocesso de Fermentação
Tabela 03	Enquadramento dos valores das análises Físico-Químicas em relação às exigências da legislação
Tabela 04	Enquadramento dos valores das análises de parâmetros Microbiológicos em relação às exigências da legislação e das certificadoras.

CAPÍTULO 06

Tabela 01	Escala de maturidade tecnológica, para a análise de TRL.
Tabela 02	Resultado da análise de maturidade TRL do caso em estudo

CAPÍTULO 08

Tabela 01	Escopo da prospecção do mel presente em alimentos orgânicos (A23L1/08), em produtos de higiene (A61K8/988), em preparação medicinal ou fármacos (A61K35/644), sob monitoramento por georreferenciamento (G01C11/00) e gerenciados por <i>softwares</i> logísticos (G06Q50/28)
-----------	--

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 04

- Figura 01 Arquitetura e Interlocução das Funcionalidades do Software.
- Figura 02 Exemplo de relação que determina as condições ideais de produção com base em dados de uma análise realizada em alguma região produtora do mel.

CAPÍTULO 05

- Figura 01 Exemplo de Registro das indústrias, UEPAS, Apicultores e suas respectivas geolocalizações.
- Figura 02 Exemplo da interface da funcionalidade do *Big Data*, a partir dos interesses do usuário.
- Figura 03 Fluxograma resultante da prova de conceito e validação do software, para as etapas de comunicação entre certificadoras, seus respectivos consultores e a indústria de beneficiamento.
- Figura 04 Fluxograma resultante da prova de conceito e validação do software, para as etapas de comunicação entre a indústria de beneficiamento, suas respectivas UEPAS e os apicultores.
- Figura 05 Fluxograma resultante da prova de conceito e validação do software, que demonstra o conjunto de funcionalidades, quando realizadas as etapas de processamento das informações.

CAPÍTULO 07

- Figura 01 Etapas funcionais do software para a análise sensorial de cor.
- Figura 02 Etapas funcionais do software para os índices de umidade e temperatura.
- Figura 03 Etapas funcionais do software para documentação de análises físico-químico-microbiológicas
- Figura 04 Etapas funcionais do software para a análise de parâmetros de HMF.
- Figura 05 Protótipo do hardware, denominado Módulo BIPP, desenvolvido para embarcar os sistemas de registro, controle e transmissão de dados, a partir das UEPAS.

CAPÍTULO 08

- Figura 01 Resultado gráfico do número de Patentes que relacionam o mel como insumo
- Figura 02 Evolução anual das patentes depositadas entre 2002 e 2014, referentes à invenções que possuem o mel como insumo.
- Figura 03 Quadro geral de países com registros de tecnologias que envolvem o mel
- Figura 04 Gráfico de demonstração do número de patentes depositadas por países, no período prospectado.

- Figura 05 Inventores com maior número de patentes com a utilização de mel
- Figura 06 Depositantes com maior número de patentes de invenções que possuem o mel (insumo).
- Figura 07 Aplicantes: Relação entre Pessoa Física e Pessoa Jurídica nas titularidades de patentes que possuem o mel como insumo.
- Figura 08 Patentes por Códigos de Classificação Internacional, relacionadas ao mel.

RESUMO

A apicultura corresponde a uma cadeia produtiva que garante a produção de insumos para serem utilizados tanto para a alimentação, quanto para a composição de fármacos ou tratamentos e procedimentos terapêuticos. O principal produto explorado pela apicultura brasileira é o mel, pois movimenta um mercado altamente rentável e que consegue relacionar a agricultura familiar com grandes indústrias transnacionais, por meio da produção em padrões orgânicos. Em meio às exigências dos órgãos de certificações orgânicas, a produção do mel sofre dois entraves básicos: (i) a escassez de tecnologia computacional, a fim de garantir sua rastreabilidade e gestão, e; (ii) o risco iminente da ocorrência dos fatores de risco do bioprocessamento de Fermentação e o processo de aumento do HMF - Hidroximetilfurfural). Os resultados da pesquisa científica demonstraram que a Fermentação tem no aumento da umidade do mel a sua principal causa e que o HMF tem a sua formação e aumento à medida que a temperatura ambiente aumenta, seja na etapa da produção do mel, ou em seus entraves logísticos (embalagem, transporte, armazenamento). Como efeito dos referidos fatores de risco, o mel torna-se um produto impróprio para o consumo e comercialização. Partindo desta problemática esta tese teve como objetivo criar uma tecnologia capaz de, concomitantemente, servir como uma base gestora e tecnológica do processo produtivo e agregar tal inovação para a sistematização da cadeia produtiva, aliada a indicadores naturais, entraves logísticos e industriais, para chegar a um objetivo específico, que é a determinação dos fatores de riscos ao produto. Isso se tornou possível, pois a referida tecnologia permite criar relações entre diversos dados aleatórios, com a finalidade de garantir a previsibilidade das relações de causa e efeitos dos indicadores e seus impactos sobre o mel que é produzido. Aliado ao tratamento estatístico de correlação e regressão foi constatado grau de interferências entre os indicadores naturais e os causadores dos fatores de risco. Tal fato permite a transcrição das relações para a linguagem computacional e, por sua vez, a tecnologia denominada BIPP (Bloco Inteligente do Processo de Produção) foi desenvolvida a partir da avaliação de todos os processos envolvidos na cadeia produtiva do mel, desde os indicadores naturais, tecnologias envolvidas e aplicação das BPAS (Boas Práticas Apícolas), com a finalidade de mapear as condições capazes de influenciar a ocorrência dos fatores de risco, em contraponto com as exigências de certificação da cadeia e os critérios de segurança alimentar. Somado a isso, a tecnologia aplica

as relações entre os resultados colhidos em processos de avaliação da produção e beneficiamento industrial, aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do mel, para sistematizar suas influências na ocorrência dos fatores de risco, a fim de delimitar seus aspectos de degradação e parâmetros de controle ou intervenção. Como resultado, a tecnologia BIPP foi desenvolvida para um *hardware* específico para os indicadores nas unidades de extração do mel, assim como *softwares* embarcados ou em nuvem, que permitem a sistematização e documentação de todos os indicadores capazes de influenciar a ocorrência, de monitorar e identificar os riscos de degradação do mel e simular ou prever as condições ideais para a intervenção do processo produtivo, a partir disso, definir seus aspectos de propriedade intelectual e transferência de tecnologia.

PALAVRAS-CHAVES: Mel. Fatores de risco. Software. Hardware. Previsibilidade.

ABSTRACT

Beekeeping matches a supply chain that ensures the production of inputs to be used both for food, as well as for composition drugs or treatments and therapeutic procedures. The main product operated by the Brazilian beekeeping is honey, as it moves a highly profitable market and that can relate to family farming with major transnational industries, through production organic standards. Among the requirements of organic certification bodies, honey production suffers two basic obstacles: i) the scarcity of computing technology in order to ensure traceability and management, and; (ii) the imminent risk of the occurrence of degrading processes (Fermentation and Formation of HMF - hydroxymethylfurfural). The results of scientific research have shown that fermentation has increased humidity of honey their main cause and the HMF has its training and increase as the ambient temperature increases, either in honey production stage, or in their logistical obstacles (packaging, transport, storage). The effect of these risk factors, honey becomes a product unsuitable for consumption and marketing. From this issue this thesis aimed to create a technology capable of concomitantly serve as a management and technological base of the production process and add such innovation to the systematization of the production chain, combined with natural indicators, logistics and industrial barriers, to reach a specific goal, which is the determination of the risk factors for degrading the risk factors product. That became possible because this technology allows you to create relationships between several random data, in order to ensure predictability of relationships of cause and effect indicators and their impacts on honey that is produced. Allied to the statistical analysis of correlation and regression, it was found degrees of interference between natural indicators and causing risk factors. This fact allows transcription of relationships for computing language and, in turn, the technology called IBPP (Intelligent Block Production Process) was developed based on the evaluation of all processes involved in the production chain of honey since the natural indicators, technologies involved and application of GAP (Good Apiculture Practices), in order to map the conditions can influence the occurrence of risk factors as opposed to the certification requirements of the chain and food safety criteria. Added to this, the technology applied to relations between the results collected in assessment processes of production and industrial processing, to the physical, chemical and microbiological of honey to systematize their influence on the

occurrence of processes, in order to define aspects of degradation and control parameters or intervention. As a result, IBPP technology was developed for a specific hardware indicators for the honey extraction units, as well as embedded software or cloud, which allow the systematization and documentation of all indicators that influence the occurrence of bioprocesses, in order to monitor and identify the risks of them and simulate or predict the optimal conditions for the intervention of the production process, from that, define aspects of intellectual property and technology transfer.

KEYWORDS: Honey. Risk Factors. Software. Hardware. Predictability.

INTRODUÇÃO

No que diz respeito ao estudo de culturas de produção e beneficiamento de alimentos em escala industrial, é possível identificar processos complexos que evidenciam a necessidade de abordar, de forma cada vez mais constante, ferramentas que abrangem outras áreas de conhecimento além da agrícola, química ou biológica.

A partir disso, juntamente com a evolução dos mercados, cresce o interesse em desenvolver tecnologias gestoras, capazes de garantir a qualidade destes produtos e aplicar informações especializadas ao cotidiano das culturas produtivas.

Diante de tal contexto, este trabalho tem como finalidade de realizar o levantamento de dados para identificar processos relevantes capazes de fornecer diagnóstico de pontos críticos na cadeia produtiva do mel, com aplicação de *Big Data*.

A partir de tal levantamento de dados, desenvolver uma tecnologia computacional, capaz de monitorar as condições em que o produto se encontra, assim como determinar a relação com as condições ideais e prever condições futuras de risco, possibilitando a intervenção contra a degradação do referido produto.

Segundo Freitas (2004), o mel é considerado o produto apícola mais fácil de ser explorado, sendo também o mais conhecido e aquele com maiores possibilidades de comercialização. Além de ser um alimento, é também utilizado em indústrias farmacêuticas e cosméticas, pelas suas conhecidas ações terapêuticas.

Na escala industrial, os pontos críticos da gestão da qualidade da cadeia produtiva do mel estão na produção primária, na etapa de beneficiamento e na distribuição, que por sua vez influenciam o produto quando exposto a condições adversas de temperatura e umidade.

À medida que evoluem as etapas do processo de produção do mel crescem o risco da Fermentação e o risco do aumento do HMF (Hidroximetilfurfural) a patamares superiores aos permitidos pela legislação.

A fermentação é um processo que interfere na composição e qualidade do mel, tornando-o impróprio para o consumo humano. De acordo com MARCHINI; GENI e

MORETI (2004) a quantidade de microrganismos, associada à umidade, pode favorecer a fermentação quando o armazenamento é realizado em condições inadequadas.

No caso do HMF, segundo Moura (2010), seu fator de estímulo é a temperatura que, na medida em que aumenta, pode trazer como consequência o aumento desse composto chegando a valores proibidos pela legislação e com isso invalidando o mel e o tornando impróprio para a comercialização e consumo humano.

Em suma, para Silva *et al* (2004) os riscos de fermentação e aumento do HMF estão condicionados a fatores naturais e logísticos e, a partir do arcabouço de informações, tratamentos estatísticos, análises e aplicações resultantes do *Big Data*, passa ser possível sistematizar os referidos fatores e sua conversão em linguagem computacional.

A tecnologia deve ser responsável pelo processamento de dados, por meio de dois dispositivos: um *software* para processar informações capazes de integrar apicultores, unidades de extração de produtos apícolas (UEPAS), indústrias e certificadoras, para a manutenção de uma estrutura logística que garanta a qualidade do mel. E um *hardware*, para as análises dos fatores de risco, ainda na etapa de produção primária, com a finalidade de gerar comunicação entre esta etapa e as demais, garantindo o levantamento de dados em tempo real e seu processamento, permitindo a previsão dos riscos e seu monitoramento por meio de informações qualificadas.

Para a determinação de sua eficiência e eficácia, foi prevista por esta pesquisa a aplicação de Prova de Conceito (*PoC - Proof of Concept*). Para Andrade *et al* (2006) provas de conceito podem ser utilizadas como ferramenta ou técnica de gestão e aprendizagem que permite demonstrar que uma determinada ideia é tecnicamente possível. Segundo Silva (2014), a prova de conceito permite demonstrar na prática a metodologia, os conceitos e as tecnologias envolvidas na elaboração do projeto.

Tendo em vista o potencial de aplicação de tal tecnologia na cadeia do mel e sua extensão (ou adaptação) para outras cadeias produtivas, é pertinente que seja realizada a apropriação intelectual, por meio dos atos formais de registro patentário, complementada pela prospecção tecnológica visando a transferência da referida tecnologia.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa foi o de desenvolver um composto tecnológico (*software e hardware*) para a gestão da qualidade da cadeia produtiva do mel, a partir do estudo dos processos e indicadores relacionados aos fatores de risco, sobretudo o bioprocessamento de fermentação e o aumento do HMF, com prospecção tecnológica visando a transferência da tecnologia desenvolvida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os indicadores capazes de diagnosticar os fatores de risco no processo produtivo do mel e, por meio de tratamento estatístico, mapear as condições que influenciam a ocorrência da fermentação e aumento do HMF em concordância com as exigências de certificação da cadeia e os critérios de segurança alimentar;
- Desenvolver tecnologia (*software e hardware*), com funcionalidade de Big Data, com prova de conceito e aplicação no controle de qualidade na cadeia industrial de mel que possui legislação aplicada, sobretudo para exportação;
- Documentar a apropriação intelectual e prospecção tecnológica visando a transferência da tecnologia desenvolvida.

CAPÍTULO 01

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 PROPRIEDADES DO MEL

Os produtos derivados da cultura apícola possuem propriedades biológicas que possibilitam a utilização na alimentação e medicina desde tempos remotos.

O mel, em especial, segundo Horn (1996), é uma mistura de substâncias naturais, elaborada pelas abelhas, a partir do néctar das flores e ou de exsudações sacarínicas de outras partes vivas das plantas, que são coletadas e transformadas através da evaporação e adição de enzimas.

A coloração, a viscosidade, o aroma, e as propriedades medicinais do mel estão diretamente relacionados ao néctar que o originou e com a espécie de abelha que o produziu (PEREIRA *et al.*, 2003). É um alimento natural, contendo em proporções equilibradas minerais, ácidos e, principalmente, açúcares (DE MARIA; MOREIRA, 2003).

Os indicadores que podem distinguir o mel derivam dos tipos de florada ou ainda as técnicas de extração (COSTA, 2004). Segundo Bastos (1996), méis provenientes de diferentes origens botânicas possuem aromas e sabores diferentes, de modo que pessoas treinadas podem identificar méis provenientes de uma determinada fonte, pelo seu aroma e sabor.

Comprovadamente, o mel pode ser aplicado a diversas atividades farmacológicas, dentre elas: antiviral, antifúngica, antiinflamatória, antibacteriana, sedativo, expectorante, analgésico, imunológico, hipossensibilizante, entre outras e que podem estar relacionadas à ação sinérgica dos constituintes químicos presentes no seu aroma (IOIRICH, 1986; BASTOS, 1996).

Ao tratar das aplicações terapêuticas, o mel pode ser eficiente como repositor de glicose, na reidratação e auxilia na absorção de sódio, água e potássio, além de ser capaz de promover e reparar danos à mucosa intestinal, funcionando como um agente anti-inflamatório (SILVA *et al.* 2006).

Para Molan (1992), a maioria dos relatórios sobre a atividade antibacteriana de mel não permitem uma distinção a ser feita entre matar as bactérias ou se é apenas parar as bactérias em crescimento. Tudo depende das condições a que o mel é exposto, sejam elas, condições de extração, armazenamento, temperatura, umidade, intervenção humana e contato com outras substâncias.

O mel como produto bacteriostático e, também, eficiente no tratamento de úlceras gástricas, pode reduzir a secreção de ácido gástrico; intoxicação alcoólica pela interferência da frutose presente no mel, que é capaz de reduzir os níveis de etanol no sangue e reduzir a duração de diarreia (JEFFREY; ECHAZARRETA, 1996).

Na pele, suas aplicações tratam feridas, queimaduras, abscessos e edemas (MATHEWS; BINNINGTON, 2002). Em estudos experimentais de aplicação de mel em células cancerígenas foi possível concluir uma inibição das células neoplásicas na bexiga *in vitro* e *in vivo* (SWELLAM *et al.* 2003). Entre outros estudos encontram-se as mais diversas aplicabilidades e potencialidades de utilizar as propriedades do mel para o incremento na defesa imunológica orgânica e tecidual, além da atividade antimicrobiana e dos efeitos regulatórios sobre a cicatrização e conservação.

A constituição do mel é formada de diferentes açúcares, predominando os monossacarídeos glicose e frutose. Apresentam, também, teores de proteínas, aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, substâncias minerais, pólen e outras substâncias, sacarose, maltose, malesitose e outros oligossacarídeos (incluindo dextrinas). Além de pequenas concentrações de fungos, algas, leveduras e outras partículas sólidas resultantes do processo de obtenção do mel (CODEX STANDARD FOR HONEY, 2001).

Além dos açúcares, o mel é composto por enzimas, vitaminas, aminoácidos, minerais, substâncias bactericidas e aromáticas, ácidos orgânicos, ácidos fenólicos, flavonoides e grãos de pólen, bem como outros ingredientes, como a cera de abelhas procedentes do processo de extração, o que confere ao mel características como a cor, odor, e sabor (KOMATSU, MARCHINI, MORETI, 2002; SOUSA *et al.*, 2008).

As principais enzimas presentes no mel são a invertase, a amilase e a glucose-oxidase. Cada enzima tem uma função específica, a saber: a invertase é a responsável pela hidrólise da sacarose em glicose e frutose, a diástase tem a função de hidrolisar o amido e a glucose-oxidase reage com a glicose formando o ácido glucônico e o peróxido de hidrogênio que confere atividade antibacteriana ao mel (CRANE, 1983; MOLAN, 1992; WHITE JR, 1994).

Segundo Pires (2011), o mel possui ácidos, dentre eles o mais comum é o glucônico, cuja formação é resultante da ação enzimática da glucose-peroxidase, contribuindo para a estabilidade do produto e proteção contra microrganismos. Para a legislação brasileira, é um parâmetro de qualificação do mel, no que se refere à sua deterioração e fermentação, por ação das leveduras, em meio à grande quantidade de água na composição do mel (BRASIL, 2000). Isso resulta, portanto, na redução do pH.

Segundo Molan (1992), o mel pode ser formado também por leveduras, fungos filamentosos e bactérias formadoras de esporos. Estes microrganismos podem estar envolvidos em atividades de deterioração do produto, produção de enzimas, toxinas, conversão metabólica do alimento, produção de fatores do crescimento (vitaminas e aminoácidos) e fatores de inibição de microrganismos competidores (SILVA *et al.*, 2006).

Segundo Mendes *et al.* (2009), nos mercados mundiais o mel é avaliado pela cor, sendo que méis mais claros alcançam preços mais elevados e que a viscosidade do mel depende grandemente do conteúdo de água e está assim ligada à densidade relativa; quanto menos água, mais alta a densidade e viscosidade.

As análises físico-químicas de méis contribuem com o controle da qualidade do mel. Seus resultados são comparados com padrões citados por órgãos oficiais internacionais, ou com os estabelecidos pelo próprio país, protegendo o consumidor de adquirir um produto adulterado (MARCHINI, 2004).

Para o controle de qualidade do mel, as análises físico-químicas indicadas pela legislação brasileira são: análises de maturidade (açúcares redutores, umidade, sacarose aparente), parâmetros de pureza (sólidos insolúveis em água, minerais ou cinzas, pólen), e deterioração (acidez livre, atividade diastásica e hidroximetilfurfural - HMF) (BRASIL, 2000).

Tabela 01: Parâmetros Físico-Químicos determinados pela legislação brasileira e por certificadoras orgânicas

INDICADOR	PARÂMETRO	CODEX (2001)	Brasil (2000)
Maturidade	Umidade (%)	20	20
	Açúcares Redutores (%)	60	65
	Sacarose Aparente (%)	5	5
Pureza	Sólidos Insolúveis em água (%)	0,1	0,1
	Conteúdo mineral (Cinzas) (%)	0,6	0,6
Deteriorização	pH	5,0	5,0
	Acidez em mEq.kg ⁻¹ (máximo)	50	50
	Atividade de Diastase em U.D.* (mínimo)	8	8
	Hidroximetilfurfural em mg kg ⁻¹ (máximo)	40	60

Fonte: Brasil (2000)

De acordo com a **Tabela 01**, dentre os indicadores de maturidade está a umidade, visto que antes da completa desidratação, o teor de água no mel geralmente varia de 15% a 21%, dependendo das condições climáticas, origem floral e pelo manejo durante a colheita. A água é o segundo maior componente na composição do mel.

O conteúdo de água no mel é uma das características mais importantes, por influenciar na sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (SEEMANN E NEIRA, 1988 *apud* MARCHINI *et al.*, 2004).

Se o teor de umidade estiver muito elevado (máximo de 20%) pode favorecer a fermentação dos açúcares presentes, causadas por microrganismos osmofílicos (tolerantes ao açúcar) que fazem parte da microbiota inerente (néctar), ou veiculadas durante o processo de manejo (IURLINA; FRITZ, 2005; BOGDANOV, 2010).

O mel é uma substância higroscópica e valores de umidade superiores a 22%, além de gerar fermentação, pode influenciar na multiplicação de microrganismos como fungos e leveduras (Abreu *et al.*, 2005). O mel deve conter no máximo 20% de umidade por 100g de mel analisado (BRASIL, 2000).

Quanto aos teores de diferentes tipos de açúcares em méis provocam alterações físicas como viscosidade, densidade, higroscopicidade e cristalização. Os açúcares presentes estão

em maior quantidade, dos quais cerca de 70% são monossacarídeos e 10% são dissacarídeos (WHITE, 1975).

Méis que apresentam baixa relação glicose/água, ou teores de frutose elevado não tendem a cristalizar (MOLAN *et al*, 1992). Segundo a legislação a quantidade de açúcares redutores (glicose e frutose) é de no mínimo 65g/100g de mel e para a sacarose deve ser no máximo de 11g/100g (BRASIL, 2000). Valores elevados desses açúcares indica uma possível adulteração

No que se refere aos indicadores de Pureza tratados na **Tabela 01** os sólidos insolúveis em água e minerais correspondem aos resíduos de cera, patas e asas de abelha, restos vegetais e madeira, além de outros elementos inerentes do mel, resultantes de falhas na execução das boas práticas apícolas em todo o processo produtivo. Trata-se de um indicador de pureza tornando-se uma medida de controle higiênico (SILVA *et al*, 2006).

Os sólidos insolúveis inerentes ao mel não podem ultrapassar a quantidade de 0,1g/100g de mel, exceto no mel prensado, que pode tolerar até 0,5g/100g (BRASIL, 2000).

Normalmente são encontrados em méis de abelhas diferentes elementos químicos e minerais; porém, valores acima de 0,6% em méis florais preconizado pela legislação vigente são considerados indicadores de contaminação do mel (SODRÉ *et al.* , 2007).

Dentre os vários minerais, o cálcio, magnésio, sódio, cobre, ferro, manganês, enxofre, chumbo, zinco, cromo, cádmio, fósforo e o níquel são os mais encontrados, sendo o potássio o mais abundante neste alimento (BOGDANOV *et al.* , 2007; OLAITAN; ADELEKE; OLA, 2007).

Através da análise de determinação de cinzas é possível determinar irregularidades no mel, como a falta de higiene e a não decantação e/ou filtração no final do processo de retirada do mel pelo apicultor. O máximo de cinzas permitido é de 0,6g/100g de mel, porém no mel de melato e suas misturas com mel floral tolera-se até 1,2g/100g de mel (BRASIL, 2000).

Acerca dos indicadores de deterioração e a acidez e pH, o mel contém vários ácidos que contribuem para sua proteção contra microrganismos, a origem da sua acidez deve-se a fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase sobre a glicose que origina o ácido glucônico, o mais comum. A ação dessa enzima se mantém mesmo durante o armazenamento, pois permanece em atividade após o processamento (NOGUEIRA-NETO, 1997). Pela ação

das bactérias, durante a maturação do mel e, ainda, a quantidade de minerais presente no mel (SILVA & BEZERRA, 2001), a legislação permite acidez máxima de 50 mEq/Kg de mel (BRASIL, 2000).

O pH do mel está relacionado com a composição floral nas áreas de coleta e pelas condições do solo, uma vez que o mesmo poderá ser influenciado pelo pH do néctar (CRANE, 1983). O mel é um alimento ácido por possuir um pH menor que 5 e esta acidez é importante para sua preservação, como também para melhorar seu aroma e sabor. O pH do mel é importante por influenciar na velocidade de formação do hidroximetilfurfural (HMF) (SOUSA & BAZLEN, 1998).

A diastase ou α -amilase é uma das enzimas presentes no mel, que tem a função de digerir a molécula de amido, sendo muito sensível ao calor, podendo assim indicar o grau de conservação e superaquecimento do produto (WHITE JÚNIOR, 1994).

A ausência dessa enzima reflete em adulterações ou aquecimentos, condições de armazenamento inadequado. A atividade diastásica diminui devido a desnaturação das amilases (AROCHA *et al.*, 2008). A atividade diastásica varia com a origem botânica do mel, sendo que o valor mínimo permitido na legislação (BRASIL, 2000) é de 8,0 unidades de diástase.

As características microbiológicas do mel estão relacionadas à qualidade e a segurança desse alimento. A contaminação microbiana do mel pode ocorrer antes, durante e após a colheita. A contaminação pode ocorrer de duas maneiras: por fontes primárias (meio ambiente) e secundárias (falhas de manejo).

A fase de produção primária é um estágio de difícil controle, pois a contaminação pode ser feita pelo pólen, o aparelho digestivo das abelhas melíferas, pó, ar, solo e néctar, além da contaminação inerente aos bolores e leveduras, que em condições normais de umidade, não interferem na qualidade do mel e não são patogênicos.

Na fase de produção secundária, são incluídos os manipuladores, contaminação cruzada, equipamentos, instalações. Durante a extração e beneficiamento do mel a contaminação está relacionada com a manipulação incorreta, uso de materiais mal higienizados, locais inapropriados pela incidência do vento, presença de insetos e permanência de animais domésticos e de estimação (SNOWDON; CLIVER, 1996; SILVA *et al.*, 2008).

Tabela 02: Parâmetros Microbiológicos determinados pela legislação brasileira e por certificadoras orgânicas

INDICADOR	PARÂMETRO	CODEX (2001)	Brasil (2000)
Microbiológicos	Bolores e Leveduras: (100 ufc/ml)	1	1
	Coliformes a 35°C	0	0
	Coliformes a 45°C	0	0
	Salmonella sp	Ausente	Ausente

Fonte: Brasil (2000)

A **Tabela 02** demonstra os parâmetros microbiológicos para a qualidade do mel, determinados pela legislação e pelas certificadoras.

Após a colheita o mel continua sofrendo modificações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, por isso se faz necessário o controle de todas as etapas do processamento, a fim de garantir a qualidade do produto final.

Para os parâmetros de contaminação diretamente relacionada à extração e ao beneficiamento, os coliformes a 35° C e os bolores e leveduras são indicadores de higiene associada à manipulação e os coliformes a 45° C avaliam as condições permitidas higiênicas-sanitárias podendo ser causadores de enfermidades.

A utilização das Boas Práticas Apícolas (BPAS) garante a produção de um mel de qualidade isento de contaminações tornando-se dessa maneira um produto propício para a comercialização (SENAI, 2009). O apicultor deve controlar todas as etapas do processo pós-colheita, pois o mel continua sujeito às modificações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

As variações na composição física e química também são fatores que interferem na qualidade do mel, como condições climáticas, estágio de maturação, espécie de abelha, processamento e armazenamento, além do tipo de florada (SILVA *et al.*, 2004).

Este produto é consumido mundialmente por ser considerado um edulcorante natural e energético, com predominância dos açúcares, glicose, frutose, sacarose (70% de carboidratos) e água (AROCHA *et al.*, 2008 *apud* PIRES, 2011). Dessa forma, a integração entre os aspectos terapêuticos e nutricionais do mel também proporcionou a busca de mais

profissionalização das cadeias produtivas e uma constante prospecção de aspectos tecnológicos capazes de transformar uma prática milenar em processos sistematizados de produção com alto potencial competitivo.

1.2 MERCADO DA CADEIA PRODUTIVA DO MEL

A evolução das pesquisas e aplicações do mel, mais especificamente no Brasil, trouxe efeitos surpreendentes no mercado relacionado à referida cadeia produtiva, sobretudo no que diz respeito à oportunidade de uma produção derivada da agricultura familiar ultrapassar as barreiras do mercado nacional. Segundo o Sebrae (2014), em 2014, os Sistemas Apícolas no Brasil, completaram 40 anos e, ao longo deste tempo sua produção progrediu 10 vezes, acumulando cerca de R\$ 238,72 milhões em faturamento (IBGE, 2014).

Segundo o IBGE (2014), apenas 09 estados são responsáveis por 84% da produção nacional de mel do Brasil, são eles Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Piauí, Bahia e Pernambuco. Aliado a este grande perfil produtivo, o cenário ainda ressalta que os EUA, Alemanha e Reino Unido, juntos, chegam a representar 92% dos destinos de exportação do mel brasileiro, o que corresponde em média 20.000 toneladas por ano (Associação Brasileira de Exportadores de Mel – ABEMEL, 2014).

A cadeia produtiva de mel corresponde, atualmente, a um conglomerado de cooperativas que totalizam cerca de 300.000 apicultores no Brasil (IBGE, 2014). Segundo a Associação Brasileira de Exportadores de Mel (Abemel) (2015), apontam que, somente no mês de janeiro de 2015, foi exportado um montante de US\$ 7,3 milhões. Em comparação com o mesmo mês de 2014, o Brasil registrou um aumento de 36,55% nas exportações de mel em valor exportado e de 24,05% em volume. Estes dados demonstram um mercado em constante ascensão, em virtude do ecletismo do mel e da sua característica orgânica e sua ligação com a alimentação saudável.

Para o Sebrae (2014), observa-se que apesar do bom posicionamento do país nas exportações de mel, o Brasil apresentou melhor ranking em quantidade quando comparado com o ranking em valor. Isto indica que países que produzem menores quantidades, estão oferecendo melhor preço do produto, o que tem colocado o Brasil para trás em valores

exportados. Como exemplo, podem-se citar países como Vietnã, Alemanha e Hungria, que em 2011 estavam abaixo do Brasil no ranking de exportação, considerando quantidade exportada, porém acima do Brasil no ranking de valores exportados.

Dois fatores relevantes nestes processos de exportação são: (i) a obrigatoriedade de comprovação de padrões orgânicos da produção, com o objetivo de certificação por Órgãos de Certificação Internacional e; (ii) o fato dele ser exportado como *commodities*, ou seja, somente quando chega nos países de destino o mel terá valor agregado na indústria, por meio do *branding* (criação, gestão e investimento em marca), embalagem, rótulo e etc. e seu preço final chega a valores cerca de 110% do inicial exportado (Casa Ápis, 2014).

Segundo Souza (2007), a base de sustentação de um mercado tão promissor é a estrutura simples e eficaz da agricultura familiar, que vem se capacitando na criação racional de abelhas, compondo mais uma cadeia no âmbito do agronegócio brasileiro.

Fortalecida pelo movimento naturalista, passou-se a divulgar a importância da utilização da alimentação natural na melhoria da qualidade de vida do homem. Isso proporcionou o aumento da procura dos produtos da colmeia e, conseqüentemente, sua valorização, possibilitando ao apicultor vivenciar a consolidação da boa fase do negócio apícola, passando a se relacionar com mercado internacional (SEBRAE, 2014).

O negócio apícola apresenta ainda, como vantagens, a possibilidade de um investimento inicial baixo e uma alta lucratividade. Essa possibilidade é potencializada pelas condições tropicais brasileiras e pela utilização das abelhas africanizadas. Portanto, a apicultura representa uma possibilidade real de negócios e inclusão social, mesmo para aqueles que dispõem de poucos recursos.

Segundo Souza (2007), outras características da cadeia apícola trazem vantagens estruturais. Podem ser citadas: (i) A apicultura não exige dedicação exclusiva, permitindo aos apicultores desenvolverem outras atividades sem que isso prejudique na criação de abelhas; (ii) Dispensa a propriedade da terra, ou seja, mesmo aqueles que não têm uma propriedade agrícola podem tocar um negócio apícola. Isso porque a área necessária para implantação do apiário é pequena e sua instalação não altera o ambiente natural da propriedade, facilitando as sessões de áreas de terceiros para os apicultores; (iii) Contribui para preservação da natureza, pois é uma atividade que não destrói, não polui, sobretudo pela necessidade de espaços com matas nativas; e, (iv) Possibilita o aumento da produção agrícola, visto que a atividade natural

da abelha envolve transporte de grãos de pólen e isso tem forte poder de fertilização necessária para a frutificação de diversas cadeias, que podem ser cultivadas aliadas à cadeia do mel.

No Brasil, a cadeia produtiva do mel está regulamentada no que dispõe a **Instrução Normativa** n.º 11, de 20/10/2000 e n.º 46, de 6/10/2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que descreve detalhadamente as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade do mel. Destacam-se, para isso, os seguintes pontos, destinados a estabelecer os requisitos para sua comercialização nacional e internacional:

- 1. Classificação do Mel:** sobretudo, por sua origem botânica, como: mel de flores, mel unifloral, plurifloral, de melado, escorrido, prensado, centrifugado e filtrado.
- 2. Composição do Mel:** O mel é uma solução concentrada de açúcares com predominância de glicose e frutose. Contém ainda uma mistura complexa de outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos e grãos de pólen podendo conter cera de abelhas procedente do processo de extração.
- 3. Valor Nutricional:** Apresenta grandes quantidades de açúcares e menores de minerais, ácidos orgânicos, proteínas e vitaminas.
- 4. Certificações:** Atualmente, há várias certificadoras prestando esse serviço no Brasil, entretanto, nem todas possuem o reconhecimento por parte de entidades internacionais (governamentais ou não), exemplo: AAO (Associação de Agricultura Orgânica); BCS (Bio Control System); IBD (Instituto Biodinâmico).

Os mercados internacionais de méis estão cada vez mais sofisticados e o grau de exigência das certificadoras reduz os espaços para produtores empíricos, ou de produção de países que apresentam frágeis infraestruturas de produção, comercialização e vigilância sanitária (BRASIL, 2007).

O Brasil é reconhecido mundialmente pelo domínio das técnicas de controle e de manejo das abelhas africanizadas. A rusticidade e a resistência dessas abelhas a doenças dispensam o uso de medicamentos para tratamento.

O Nordeste é uma região que oferece condições favoráveis para a produção de mel, por possuir flora e condições climáticas apropriadas, além de dispor de mão de obra no meio rural e mercado amplo, porém pouco explorado (BRASIL, 2007). Nos estados nordestinos, a maioria do mel é proveniente de floradas naturais do semiárido, como a do marmeleiro, do angico, cipó-uva e de outras floradas, como a florada do caju, nos períodos de entressafra (USAID, 2006).

1.3 TECNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO MEL

O principal arcabouço tecnológico da cadeia produtiva do mel corresponde às Boas Práticas Apícolas (BPAS).

As Boas Práticas Apícolas buscam garantir a inexistência de contaminações, sobretudo as fontes de contaminações secundárias inerentes à etapa de produção primária, que incluem os manipuladores, equipamentos e instalações, que podem ser evitadas pelos protocolos de tais práticas, reduzindo o risco de contaminação do mel (SNOWDON; CLIVER, 1996; RAGAZANI *et al.*, 2008).

Conforme Souza (2004) entende-se por produção, o conjunto de técnicas aplicadas a uma criação racional de abelhas com o objetivo de se obter o melhor desempenho produtivo destes animais, ao tempo em que se asseguram as condições adequadas ao desenvolvimento e conforto das colônias. A partir dos conceitos de Souza (2004), em seu manual de produção apícola publicado pelo Sebrae as condições de produção foram divididas a partir de 05 indicadores: uso de equipamentos, manejo, colheita de mel, pós-colheita de mel e gestão.

No caso específico da cadeia produtiva do mel orgânico, existem aqueles considerados como Fatores Determinantes de Organicidade. Em suma, correspondem às exigências de estrutura de produção que, caso não sejam cumpridas, inviabilizam automaticamente a possibilidade de certificação orgânica.

Art. 21. Os sistemas orgânicos de produção de abelhas melíferas devem buscar:

I - a existência de áreas de colheita de néctar e pólen com dimensões suficientes para promover a nutrição adequada e o acesso à água de qualidade isenta de contaminantes intencionais;

II - a adoção de medidas preventivas para a promoção da saúde das abelhas, tais como a seleção adequada das raças, a existência de área de liberação favorável e suficiente e o manejo apropriado dos enxames;

III - a construção de colmeias mediante a utilização de materiais naturais renováveis que não apresentem risco de comprometimento e contaminação para o meio ambiente e para os produtos de abelhas melíferas; e

IV - a preservação da população de insetos nativos, quando da liberação das abelhas em áreas silvestres, respeitando a capacidade de suporte do pasto para abelhas melíferas. (MAPA, 2011)

A partir do **Artigo 21**, da instrução normativa nº 46, de 06/10/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as avaliações para a certificação orgânica levam em consideração os seguintes aspectos:

Localização dos Apiários: Prioritariamente em áreas de manejo biodinâmico, ou próximos de outras produções orgânicas, ou áreas não cultivadas (raio de 03 hectares de mata nativa), longe de terras com cultivos que utilizam agrotóxicos, para assegurar uma extração adequada de pólen e néctar.

Colmeias: com exceção dos fixadores, ou peças correspondentes de arame e malha, as colmeias devem ser de materiais naturais, dentre eles madeira, palha ou argila. No interior, a colmeia pode ser composta por cera e própolis advindos da produção orgânica. No exterior, constituída por madeira natural, sem pintura ou quaisquer materiais sintéticos. Os apiários devem ser localizados em localidades com sombreamento natural e sobre suportes, suspensas a altura média de 1,20m do chão.

Alimentação: Naturalmente mel e pólen de flores são os alimentos naturais das abelhas, portanto, para coletar o mel, ambos devem ser supridos. Acerca da necessidade de usar alimentos artificiais, é necessário que seja mantido pelo menos 10% de mel nos favos e a alimentação complementar ser realizada com produtos derivados de fontes orgânicas. O uso de açúcar refinado é terminantemente proibido em tais rações e nenhum tipo de alimento estimulante pode ser utilizado, assim como substitutos de pólen.

Extração do Mel: Durante a extração, pressão, filtragem, purificação e subsequente envasamento do mel, a temperatura ambiente não deverá exceder 35°C. A filtragem pressurizada não é permitida, assim como o uso de mangueiras, tanto nas UEPAS quanto nas indústrias, com isso o mel deve ser despejado ou transferido de um recipiente para outro

apenas com a força da gravidade. Deve-se evitar qualquer aquecimento adicional do mel. Recipientes para centrifugação, desumidificação, e o misturador de mel devem ser impreterivelmente de aço inoxidável. Para a comercialização, o mel poderá ser envasado em recipientes de plástico, vidro ou metal, imediatamente após a extração e antes que possa ocorrer qualquer solidificação ou cristalização.

Gestão de colônias: Para a garantia da organicidade, a formação de enxames deve ser provocada de forma natural, exceto quando houver a necessidade de dividir o enxame, ou substituir a abelha rainha que já está velha, com isso, passa a ser possível aumentar o número de colônias de abelhas de maneira permitida. A produção de celas de rainha faz parte do instinto do enxame. A substituição de uma rainha velha pelo processo de enxameamento é permitida para fins de criação.

É pertinente acrescentar que a atuação tecnológica se faz necessário também na produção orgânica de alimentos, independente da sua transformação, pois serve como instrumento de controle dos processos e garantidor dos padrões destes tipos de alimentos (SOUZA, 2009). No caso específico da cadeia do mel é capaz de gerar uma quantidade considerável de informações, portanto, a necessidade de ferramentas como mecanismo de processamento por meio de *Big Data*.

Para Oliveira (2013), *Big Data*, no entanto, não se refere ao mero armazenamento de grandes volumes de dados. Volume somado à variedade, somado à velocidade de geração de dados são os elementos que compõe o *Big Data*. O valor do conceito está na possibilidade de localizar e analisar informações úteis a partir de diferentes fontes e em tempo real.

Segundo Schneider (2012), o primeiro ponto a ser esclarecido é que *Big Data* não tem uma única definição. Na verdade, é um termo que descreve pelo menos três distintas, mas interligadas, tendências. A captação e gerenciamento de lotes de informação é uma delas. Estudos de mercado e pesquisas independentes têm mostrado que o volume de dados está dobrando a cada ano. A outra é o trabalho com muitos tipos novos de dados.

Ou seja, diferentemente do *Business Intelligence* (BI), que analisa o passado, o *Big Data* prevê tendências futuras, balizando e agilizando as tomadas de decisão imediatas.

Em suma, Oliveira (2013) acrescenta que *Big Data* também leva em consideração variabilidade e complexidade. Por variabilidade entende-se o fato de que a disponibilidade de informações está sujeita a “picos periódicos” e a eventos. Em complexidade, há o desafio de

gerenciar os dados, ou seja, integrar fontes de dados, uniformizar informações, atualizar dados e muito mais.

No caso específico da cadeia do mel, a ferramenta de *Big Data* possibilita gerenciar indicadores quantitativos e qualitativos das inúmeras variáveis que compõem a apicultura. Dessa forma é preciso determinar estratégias, com a finalidade de garantir o melhor aproveitamento dos dados gerados.

Henriques *et al* (2013), reforça as estratégias básicas para o desenvolvimento eficaz de mecanismos de *Big Data*, relatando: (i) a primeira dimensão considerada na composição da estrutura do *Big Data* compreende os objetivos de negócios; (ii) a segunda compreende os tipo de dados empregados nas linguagens de programação, a fim de relacionar dados transacionais e não transacionais; (iii) o terceiro aspecto é o de análise, emitindo os relatórios sobre os dados de interesse do usuários, sejam estes dados transacionais ou não transacionais, e; (iv) por fim, a tomada de decisão baseado no confronto de dados a partir de experimentações.

Com isso o *Big Data Now* (2012) reforça que com as estratégias é possível fazer as integrações múltiplas para o gerenciamento de performance, capacidade e desenvolvimento proativo dos dados, organicamente para obter precisão e previsão. Para fins práticos, o uso de tais tecnologias, está proposta nesta tese, na intenção de prevê os riscos de fermentação e aumento do HMF, para garantir o monitoramento e o controle de qualidade.

1.4 FATORES DE RISCO NA COMPOSIÇÃO DO MEL

A fermentação é um processo de degradação de moléculas orgânicas com liberação de energia. Os principais agentes causadores da fermentação do mel são os fungos e as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) que produzem enzimas e até mesmo toxinas (SILVA *et al*, 2008).

A fermentação do mel é totalmente indesejável. O seu teor de água acima do percentual recomendado (máximo de 20%) pode favorecer a fermentação dos açúcares presentes inerente (néctar) ou veiculados durante o processo de manejo (IURLINA; FRITZ, 2005; BOGDANOV, 2010). A fermentação causada por leveduras xerotolerantes, que em

condições favoráveis de umidade e atividade de água induzem o processo de fermentação do produto, aumentando a sua acidez, e conseqüentemente, reduzindo o pH faz com que este alimento se torne uma fonte de contaminação para o organismo humano (FINOLA; LASAGNO; MARIOLI, 2007; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

As leveduras podem se desenvolver em condições de pH reduzido e não são inibidas pela sacarose, portanto é possível a presença de leveduras osmofílicas no mel, podendo causar fermentação (SNOWDON; CLIVER, 1996).

Outros fatores associados ao processo de fermentação estão relacionados com a má assepsia durante a extração, manipulação, envase e acondicionamento em local não apropriado (FARIA, 1983).

Como os demais produtos alimentícios, o mel deve apresentar-se de acordo com os padrões de qualidade determinados na legislação, antes e após o beneficiamento, para comercialização. Entretanto, com o incremento do consumo de produtos naturais o mel tem sido utilizado e comercializado mais intensamente, aumentando também a possibilidade de fraudes, adulterações e manipulação inadequada (SILVA *et al*, 2008).

O processo fermentativo, causado pela ação das leveduras sobre a glicose e a frutose, e gerando o álcool etílico e o dióxido de carbono corresponde a um bioprocessamento degradante, que ao ocorrer na cadeia produtiva do mel orgânico, e invalidam seu consumo.

Portanto, o mel pode fermentar devido a três fatores: alto teor de umidade, temperatura de armazenamento alta (maior que 26°C) e presença de leveduras. A fermentação transforma os açúcares, presentes no mel, em álcool e em gás carbônico. O álcool, na presença de oxigênio é convertido em ácido acético, deixando o meio propício para microrganismos se desenvolverem e atuarem, de modo a aceleram o processo de fermentação, deteriorando assim a qualidade do mel (OLIVEIRA; REGINATTO, 2004). O processo de fermentação pode ocorrer facilmente nos méis verdes, colhidos de favos que não tiveram os alvéolos devidamente operculados pelas abelhas.

No caso do HMF, segundo (ALCÁZAR *et al*, 2006), é formado durante uma hidrólise ácida de hexoses, formado a partir de açúcares simples, como glicose e frutose que são quebrados na presença de ácido glucônico e outros ácidos do mel. Isso o torna desqualificado para alimentação. É um indicador que pode ser usado para mensurar a qualidade e que pode ser encontrado em altas concentrações em méis armazenado a temperaturas elevadas e/ou

superaquecimento por muito tempo (VILHENA & ALMEIDA-MURADIAN, 1999) ou adulterações provocadas por adição de açúcar invertido (SILVA *et al.*, 2004).

Além disso, o conteúdo de HMF no mel também pode ser afetado pela acidez, pH, conteúdo de água e minerais (WHITE JÚNIOR, 1979). A legislação aceita no máximo 60 mg/Kg de hidroximetilfurfural no mel (BRASIL, 2000).

Em méis recém-colhidos sua concentração às vezes não aparece, ou seja, se mostra ausente (zero); no entanto, sua concentração tende a crescer com o passar do tempo (CRANE, 1983; BASTOS *et al.*, 2002; SPANO *et al.*, 2006; FINOLA; LASAGNO; MARIOLI, 2007). Ou seja, o mel possui naturalmente HMF, mas seu nível elevado é um indicativo de superaquecimento, longa estocagem ou falsificação. (WHITH, 1994).

Esse composto, hidroximetilfurfural (HMF), conforme citado por Coultate (2004), é facilmente identificado em alimentos à base de açúcar que foram aquecidos, tais como doces cozidos ou mel adulterado com xarope de açúcar invertido.

A presença de HMF no mel e de redutonas levam ao escurecimento e aroma característicos da reação de "Maillard" (OETTERER, 2010). A reação de Maillard é uma reação entre um aminoácido ou proteína e um carboidrato reduzido, obtendo-se produtos que dão sabor, odor e cor (flavor) aos alimentos. Corresponde também a uma reação de escurecimento não enzimático e que pode ocorrer em alimentos e organismos vivos entre a carbonila de açúcares redutores e o grupamento amina de proteínas. (MAILLARD, 1997)

O HMF é um composto que interfere na composição e qualidade do mel, tornando-o impróprio para o consumo humano. Dessa forma, a acidez e o aumento da temperatura podem favorecer a formação e o aumento do HMF a partir de altas temperaturas e armazenamento realizado em condições inadequadas. Portanto, o seu aumento pode ser controlado pela ação humana utilizando as Boas Práticas Apícolas (BPAS).

A partir de estudos sobre a formação do HMF, Moura (2010) ressalta a relação entre a formação do HMF e a alta temperatura, ao afirmar que a exposição direta ao sol favorece a diminuição da vida útil das colmeias, dificulta a termorregulação, o que aumenta a mortalidade das crias, aumento do teor de HMF, e diminuir a invertase e diastase do mel. E quando se trata de entraves logísticos isso inclui as altas temperaturas de estocagem. Com isso pode perder aroma e atividade bacteriostática.

Devido à elevada temperatura ambiente dos países subtropicais os méis podem apresentar naturalmente HMF em valores altos sem que tenha havido superaquecimento ou adulteração, sendo que cada 10°C acrescido à temperatura de estocagem acelera em 4,5 vezes a formação de HMF (WHITE JR, 1994).

Portanto, as principais causas do aumento do HMF em méis de abelhas são os aumentos graduais de temperatura, incluído contaminações por fontes primárias e ausência das boas práticas apícolas, o que torna este alimento impróprio para o consumo.

Porém, segundo Moura (2010) a formação do HMF pode está associada à contaminação do mel, por um fungo chamado *Aspergillus Nicer* capaz de produzir a glicose-oxidase (GOD), enzima produzida que reage com a glicose (açúcar monossacarídeo) formando ácido glucônico (deixando o mel ácido) que, além de ser principal substância antibacteriana presente no mel o protege evitando a decomposição por bactérias e tem a tendência de formação do HMF quando há o aumento da temperatura.

Tendo em vista tal conceituação, este trabalho irá entender o HMF como um composto capaz de ser formado por uma reação bioquímica, portanto, será enquadrado no decorrer do texto como um biorprocesso, porém é válido destacar que o seu aumento durante o ciclo de vida do mel, capaz de chegar a patamares proibidos pela legislação configura-se uma reação química.

Entende-se por biorprocesso, qualquer procedimento tecnológico que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, seus componentes ou derivados para produzir ou modificar produtos ou processos para um determinado uso. Definidos como um conjunto de operações que efetuam o tratamento da matéria-prima/resíduo, o preparo dos meios, a esterilização (quando o processo demandar) e a transformação do substrato em produto(s) por rota bioquímica, seguida de processos de separação e purificação de produto(s) (PEREIRA JR, 2008).

A **Tabela 03** mostra as principais características de biorprocessos e as compara com as dos processos químicos. Biorprocessos conduzidos por microrganismos, tradicionalmente conhecidos como processos fermentativos, são importantes fontes de produtos biológicos usados nas indústrias farmacêutica, química e alimentícia.

Tabela 03: Bioprocessos *versus* Processos Químicos

Bioprocessos	Processos Químicos
Decorrentes de atividade biológica	Decorrentes de reações químicas
Catalisadores de alta especificidade	Catalisadores não específicos
Condições brandas de T, P e pH	Condições drásticas de T, P e Ph
Maiores volumes	Menores volumes
Podem requerer esterilidade	Não requerem esterilidade

Fonte: Pereira Jr. (2008)

Partindo dos conceitos, na percepção de Batista (2010), bioprocessos são aplicações industriais de reações ou vias biológicas, mediadas por células vivas inteiras de animais, plantas, microrganismos ou enzimas sobre condições controladas para biotransformação de matérias primas em produtos, como: alimentos, bebidas, medicamentos ou compostos industriais. Bioprocessos também pode ocorrer sem resultar em um produto direto tais como: biorremediação, desintoxicação de resíduos ou de efluentes com ou sem subproduto ou derivados.

Para Sousa (2013), os bioprocessos, como processos de natureza biológica, surgiram como tecnologia emergente e promissora para produção de alimentos funcionais, devido as diferentes etapas que a compõem encontra-se como um dos desafios da biotecnologia.

Para Pereira Jr (2008), são consideradas expressões sinônimas: processos fermentativos com microrganismos naturalmente ocorrentes ou recombinantes, processos biotecnológicos, processos com células animais ou vegetais, processos enzimáticos ou os tratamentos biológicos de resíduos e efluentes.

A distinção entre Bioprocessos e Processos Químicos está calcada na natureza dos catalisadores utilizados em suas reações. Os bioprocessos são conduzidos mediante ação de agentes biológicos, sendo, portanto, as transformações catalisadas enzimaticamente (PEREIRA Jr, 2008).

Ainda tratando de processos químicos, segundo Schweitzer (2001), o envelhecimento do mel tem consequências sobre o aroma, gosto, a cor torna-se cada vez mais escura, por

intervenções e modificações químicas. Uma solução química complexa de numerosos açúcares, de água, de elementos minerais, orgânicos. Porém, ilustra bem o fato que ele continua se modificando uma vez extraído.

São todos estes fatores combinantes determinam a qualidade da cadeia produtiva do mel: as propriedades, o mercado, as tecnologias e o entendimento dos fatores de risco, tendo em vista as transformações causadas.

1.5 APROPRIAÇÃO INTELECTUAL

Uma tecnologia capaz de concentrar os aspectos descritos nesta análise teórica pode ser utilizada de maneira a identificar todos os processos inerentes à relação entre a produção de um determinado produto e seus respectivos riscos de degradação, com o objetivo de monitorar a qualidade do mesmo. Com o desenvolvimento de tal tecnologia percebe-se a necessidade de garantir seu registro de propriedade intelectual e, a partir disso, prospectar tecnologias e mercados para que possa atuar mediante à transferência da tecnologia.

Segundo Puhlmann (2009), toda atividade intelectual científica ou tecnológica possui potencial de gerar conhecimentos, que podem implicar em inovações tecnológicas passíveis de proteção por meio da legislação da propriedade intelectual.

A propriedade Intelectual é regida por leis complementares, a Lei da Inovação (nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004) e os respectivos incentivos fiscais na Lei nº 11.196, DE 21 de novembro de 2005.

Para Kasznar (2004) Os principais objetivos visados pelas leis são promover maior desenvolvimento científico e tecnológico do país; estimular a transformação das inovações concebidas no ambiente acadêmico (universidades e instituições científicas) em tecnologia efetivamente implementada no mercado produtivo e incentivar a cooperação entre as entidades públicas e o setor privado.

Para Puhlmann (2009), a consonância da legislação se faz pela gestão da propriedade intelectual, a partir do tratamento de sigilo de pesquisas e resultados, da avaliação da matéria

patenteável, da invenção ou modelo de utilidade e dos registros e depósitos de propriedades intelectuais.

Uma vez realizado o registro para a apropriação intelectual, é possível perceber as oportunidades de aplicações da referida tecnologia em cadeias produtivas que utilizem o mesmo *input* (objeto de estudo ou insumo).

Essa busca por oportunidade é definida por meio da prospecção tecnológica, que tem como um de seus objetivos a transferência de tecnologia.

Segundo Quintella (2008) prospecção tecnológica corresponde a um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo e tomar por base seus objetivos de: criar planos de contingências para aproveitar oportunidades ou enfrentar ameaças, e; construir padrões tecnológicos desejáveis para determinados segmentos.

Assim, este referencial teórico contempla as etapas desse trabalho ao destacar a criação de uma tecnologia capaz de utilizar uma quantidade significativa de dados, com a finalidade de identificar suas relações em função do monitoramento dos fatores de risco, dando subsídios aos produtores para intervenção na cadeia, na busca constante de controle e manutenção da qualidade.

CAPÍTULO 02

METODOLOGIA

O percurso metodológico utilizou uma composição didática com base nos objetivos específicos desta pesquisa. Para isso, foi necessária a divisão da aplicação dos métodos com base em três etapas.

A **Etapa 01** correspondeu à descrição sobre a instrumentalização de dados por meio dos conceitos e metodologias de *Big Data*, a partir de processos envolvidos nas etapas da cadeia produtiva do mel (produção primária, beneficiamento e distribuição) e de indicadores naturais capazes de influenciar direta ou indiretamente na causalidade dos fatores de risco do bioprocessamento de fermentação e do processo de aumento do HMF.

No que se refere ao tratamento estatístico, esta etapa da pesquisa demonstrou, como inerente ao *Big Data*, as metodologias de Correlação, Regressão Linear e Regressão Linear Múltipla ou Bivariada, para analisar e determinar a relação de causa e efeito entre os dados a serem registrados.

Os dados dos processos relevantes são, portanto: temperatura ambiente, temperatura de armazenamento, insolação, pluviosidade, umidade relativa do ar, umidade do mel, cor do mel, tempo de estocagem e os valores de HMF (Hidroximetilfurfural) durante o ciclo de vida do mel, a partir da sua produção primária, durante os processos logísticos e distribuição.

Com base na relação dos dados, a aplicação da tecnologia em formato de *Big Data* se dispõe a comprovar estatisticamente as relações e previsões a partir de questionamentos originados da problemática desta pesquisa.

1. Com posse do grande número de dados sobre os indicadores e condições naturais de uma determinada região, é possível estabelecer relações de previsibilidade, por período, a fim de monitorar ou intervir na cadeia produtiva?

2. Partindo do parâmetro legal que predispõe sobre a umidade do mel, os valores de HMF e a observação contínua dos dados dos indicadores naturais, é possível determinar quais as condições ideais para o manejo do mel?
3. Acerca de tais dados, é possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre os indicadores naturais, capazes de constatar antecipadamente sua influência na ocorrência do bioprocessamento de fermentação e do processo de aumento do HMF?
4. Acerca dos entraves logísticos e todo o arcabouço de informações que esse conjunto de processos oferece, é possível diagnosticar os fatores de risco nas etapas de beneficiamento, armazenamento e distribuição, para defini-los de maneira qualitativa, e criar protocolos de gestão, monitoramento e intervenção?

A **Etapa 02** desta metodologia desenvolveu um *software* e um *hardware* com funcionalidades criadas a partir da instrumentalização do *Big Data* (**Etapa 01**).

Tais tecnologias são capazes de processar uma grande quantidade de dados, fornecer diagnósticos com previsão dos fatores de risco e demonstrar melhores processos decisórios de gestão (ou de intervenção) da cadeia produtiva do mel delimitada em uma determinada região, visando o monitoramento dos processos em dispositivos específicos para tal fim, com a finalidade de garantir a preservação da qualidade do produto.

Para o desenvolvimento do *software* foi utilizada a linguagem de programação gratuita denominada *Python* sob a metodologia de engenharia de *software* para desenvolvimento ágil denominada *Scrum*. O *Scrum* corresponde a um conjunto de técnicas que envolvem o documento de visão, que tem a finalidade de definir as metas, os requisitos funcionais e requisitos não funcionais. A partir do documento de visão são definidas as histórias de usuários com os *Sprints*, que definem as funcionalidades prioritárias atribuindo a elas pesos e prazos de execução.

A fim de dar segurança e celeridade ao processo de desenvolvimento foi utilizado um *framework web* denominado *Django*, que é uma tecnologia *open source* (de código aberto) eficiente e bastante utilizada em desenvolvimento de negócios de base tecnológica (*startups*). Para o *design*, foi utilizado um *template* gratuito, disponível em <https://almsaeedstudio.com/>.

Acerca do gerenciamento do projeto foi utilizada a plataforma *Redmine* que corresponde a um *software* livre baseado na web. E como sistema gerenciador de banco de

dados, foi utilizado o *Postgre SQL*. Como servidor foi utilizado o Amazon EC2 (*Amazon Elastic Cloud Computin*) que é um serviço da *web* que fornece a capacidade de computação redimensionável na nuvem, Ou seja, para a utilização da tecnologia não há a necessidade de instalação, pois tudo pode ser acessado de maneira remota, via Internet, mesmo que embarcada no *hardware*.

Dentre suas funcionalidades conjuntas estão a geolocalização dos apicultores, das UEPAS e das indústrias; enquadramento da cadeia produtiva às exigências das certificadoras e da legislação; o processamento de dados para o *Big Data*; determinação das condições ideais de manejo; previsões dos fatores de risco por tratamento estatístico dos dados e monitoramento para intervenção e controle.

A tecnologia de *software* e *hardware* desenvolvida nesta pesquisa foi denominada de BIPP – Bloco Inteligente do Processo de Produção e sua plataforma pode ser acessada em www.bipp.com.br.

O *hardware* desenvolvido tem como objetivo ser instalado nas UEPAS¹, para registrar os dados no momento e local em que o mel é colhido, podendo inclusive ser utilizado como fonte de dados para indicação geográfica e denominação de origem, pois é composto por três sensores: sensor de umidade relativa do ar, sensor de temperatura ambiente, sensor de RFID, além de refratômetro digital, teclado, tela de 07 polegadas e a placa de *Raspberry*, ferramenta computacional pelo qual serão processadas as funcionalidades do *software*.

Além do registro dos lotes do mel que entram na UEPA (para fins de rastreabilidade), a utilização do *hardware* segue alguns passos, sendo o primeiro o de registro automático da análise de cor, com valores correspondentes às escalas, a partir de condições de análises exigidas por certificadoras.

Como aspecto complementar da **Etapa 02**, foi necessário desenvolver uma Prova de Conceito e a Validação das tecnologias.

Para isso, a região escolhida foi a de Picos, uma cidade piauiense situada na região do semiárido nordestino e que agrega condições ideais para a produção do mel, visto sua grande mata nativa e seu clima, com períodos de chuva e seca, bem definidos. Atualmente conta com indústrias de beneficiamento do mel e uma central de cooperativas que reúne a produção de

¹ Unidade de Extração de Produtos Apícolas

564 apicultores distribuída em 874 apiários, produzindo para o mercado nacional e internacional, se destacando como o terceiro maior produtor e exportador de mel orgânico do Brasil (SEBRAE, 2014).

Para a prova de conceito e validação tiveram como amostra: 03 indústrias de beneficiamento, 04 cooperativas, 08 unidades de extração e 58 apicultores. Essa amostra corresponde a 10% dos produtores e são responsáveis por 30% da produção anual de mel da referida região. As três indústrias utilizadas como objeto de estudo, assim como suas respectivas UEPAS (unidades de extração) e seus apicultores, são produtores de mel conforme as instruções normativas do MAPA (BRASIL, 2000).

A **Etapa 03** desta metodologia se refere aos aspectos de apropriação intelectual e prospecção tecnológica visando a transferência da tecnologia desenvolvida.

Foram realizados 05 depósitos de Patente de Invenção. Os protocolos com as redações das patentes foram depositados no Núcleo de Inovação Tecnológico do IFPI – NIT/IFPI, para o encaminhamento dos registros conforme as exigências do INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, seguindo o que orienta a legislação quanto à cotitularidade e participação dos inventores.

A prospecção investigou 556 registros de patentes, resultantes de uma análise de tecnologias que possuem o mel como *input*. Destes resultados identificou-se cadeias, como: fármacos, produtos de higiene ou cosméticos e, se são gerenciadas por sistemas tecnológicos. Posteriormente, voltou-se o foco para as patentes relacionadas a aplicação de tecnologias em alimentos que possuem o mel em sua preparação.

A pesquisa das patentes foi realizada na base de dados gratuita EPO - *Espacenet*, utilizando os termos relacionados ao Mel (*Honey*) e delimitado o período de 2002 a 2014.

BIG DATA PARA DIAGNOSTICAR E PREVER FATORES DE RISCOS NA CADEIA PRODUTIVA DO MEL

LINHARES, Marcus Vinícius Dantas; QUINTELLA, Cristina M.²

¹ Professor do IFPI – Instituto Federal do Piauí
Doutorando em Biotecnologia – RENORBIO / UFBA
marcus-linhares@hotmail.com

² Professora da UFBA – Universidade Federal da Bahia
Orientadora do Programa de Doutorado RENORBIO
cris5000tina@gmail.com

RESUMO

Este estudo aplicou o tratamento estatístico aos indicadores dos fatores de risco da produção de mel, permitindo: (i) identificar o grau de relação entre os indicadores causadores da fermentação do mel e do aumento do HMF (Hidroximetilfurfural); (ii) estabelecer suas funções matemáticas para análises preditivas de ocorrência dos dois fatores de risco, e; (iii) definir metodologia de desenvolvimento de tecnologia *Big Data*, para relacionar os dados dos indicadores e prever o bioprocessamento de fermentação e o aumento do HMF como ferramenta computacional aplicável à realidade das cadeias produtivas de mel. Foram obtidas estatisticamente as equações de relação entre a variação do HMF a partir da variação da cor, tempo de estoque e temperatura, sendo determinada a influência da umidade, advinda de indicadores naturais ou logísticos, na fermentação do mel.

Palavras Chave: mel, fatores de risco, previsibilidade, Big Data

ABSTRACT

This study applies the statistical treatment of indicators for honey production risk factors, enabling: (i) identify the degree of relationship between the causative indicators of honey fermentation and increased HMF (hydroxymethylfurfural); (ii) establish its mathematical functions for predictive analysis of occurrence of the two risk factors, and; (iii) define technology development *Big Data* methodology, to list the indicator data and predict the bioprocess of fermentation and increased HMF as computational tool applicable to the reality of the productive chain of honey. Were obtained statistically the relationship equations between the variation of HMF from the color variation, stock time and temperature and determined the influence of moisture, arising from natural or logistics indicators in the fermentation of honey.

Key words: honey, risk factors, predictability, Big Data

1. INTRODUÇÃO

A instrumentalização de dados, por meio de ferramentas computacionais, está cada vez mais frequente no cotidiano da gestão de diversos mercados e atividades produtivas.

A relação entre fornecedores, produtores, consumidores e instituições reguladoras produzem uma quantidade significativa de dados interdependentes e, com isso, o uso de *Big Data* se torna cada dia mais constante.

Para Chiavegatto Filho (2015), a aplicação de *Big Data* é a constatação de uma série de tratamentos estatísticos realizados por metodologias causais. Assim, as constatações de causa e efeito demonstradas em tais tratamentos são aplicadas à linguagem computacional, por meio de algoritmos que automatizam o processo, visto a grande quantidade de dados a serem tratados.

Para Novo & Neves (2013), o *Big Data* corresponde ao conjunto de ferramentas simples que escondem toda a complexidade estatística no tratamento de dados. Considera o volume de dados, a variedade, a veracidade, o valor e a velocidade de processamento. Por isso a necessidade de linguagens computacionais de programação, com funcionalidades de tratamentos estatísticos (BIG DATA NOW, 2012).

Mais do que seu volume, sua articulação em rede, sua velocidade e diversidade possibilitam a produção de mais dados, a partir dos dados já existentes, sobre indivíduos, grupos ou sobre a própria informação, quaisquer que seja ela, disponível. (BOYD; CRAWFORD, 2011).

O valor do *Big Data* vem de padrões que podem ser obtidos por fazer as conexões entre partes de dados, acerca de um fator, sobre fatores em relação aos outros, cerca de grupos de fatores, ou simplesmente sobre a estrutura da própria informação (BOYD; CRAWFORD, 2011).

Seu uso fornece tecnologia capaz de tratar dados e transformá-los em informações estratégicas, sendo utilizados como mecanismo de planejamento e de tomadas de decisão mais eficazes e consistentes para vários mercados.

A cadeia produtiva do mel, componente do agronegócio, sofre interferência direta da combinação de fatores naturais e logísticos na transferência de informações para a definição da composição, identidade e resistência do mel, assim como na influência nos fatores de risco, que degradam o produto.

Os fatores de risco aqui definidos são referentes aos indicadores que atuam como degradantes da qualidade do mel: o bioprocessamento de fermentação e o processo de aumento do HMF (Hidroxiacetilfurfural).

Para Moura (2010), o mel é higroscópico e absorve água, assim as leveduras se multiplicam maciçamente e contaminam as colheitas futuras. Com a umidade entre 18,1 e 19,0% não haverá fermentação se o número de leveduras for inferior a 10. E de 19,1 a 20,0% não haverá fermentação se o número de leveduras for inferior a 01. Acima de 20% há o risco de fermentação em todos os casos.

No caso da relação entre a umidade do mel e o aumento de HMF, possivelmente deve ser justificado pela reação de Maillard que ao ocorrer, na composição do mel, a reação entre um aminoácido ou proteína e um carboidrato reduzido, assim como na reação de escurecimento não enzimático ocorre a liberação da água, aumentando, portanto, pode influenciar o percentual de umidade do mel (MAILLARD, 1997).

É válido ressaltar que o HMF está presente naturalmente no mel e que sua quantidade é uma característica de envelhecimento ou de condições de temperatura e logísticas (MOURA, 2010).

Segundo Kowalski *et al* (2013), o nível de HMF é estritamente normalizado e sua análise é comumente realizada em muitos laboratórios. E o Aumento da quantidade de HMF no mel pode ser resultado do processamento ou armazenamento inadequado e prolongado.

Experiências como a de Escriche *et al* (2008) *apud* Kowalski *et al* (2013), a concentração resultante de HMF foi influenciada pela temperatura e tempo de armazenamento. Por exemplo, após 28 dias de armazenamento a 35° e 65°C a concentração de HMF aumentou em até 50 mg/kg e 240 mg/kg, respectivamente. No caso de Khalil *et al* (2010) *apud* Kowalski *et al* (2013) após dois anos de armazenamento, a quantidade HMF no mel aumentou do valor inicial de 1,344 mg/kg para 12,19 mg/kg.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Fontes de Dados

As fontes de dados na cadeia produtiva do mel são advindas das etapas de produção primária e do beneficiamento e distribuição comercial.

A obtenção dos dados dos indicadores naturais foi realizada a partir de documentação do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, e correspondeu a todos os dados entre os anos de 2008 e 2014, mês a mês, em relação aos registros dos valores sobre as temperaturas máxima, mínima e média, pluviosidade, insolação e umidade relativa do ar das regiões analisadas. Totalizando 3.456 dados.

Em relação aos dados logísticos, foram obtidos dados de entrada dos lotes de mel, recém-colhidos, nos registros da Casa Ápis, central de cooperativas de produtores de mel localizada no Semiárido Piauiense, que agrupa atualmente mais de 3.000 produtores, é certificada por órgãos internacionais de controle de qualidade em alimentos orgânicos tanto no aspecto de produção, quanto no beneficiamento, logística e estrutura laboratorial.

Os dados foram em relação às análises de lotes correspondentes à 58 apicultores distribuídos em 04 cooperativas, 08 unidades de extração dentre os 874 apiários, derivados de 03 indústrias de beneficiamento. Essa amostra corresponde a 10% dos produtores e são responsáveis por 30% da produção anual de mel da referida região (SEBRAE, 2014).

Dos lotes foram obtidos dados sobre as cores, valores de umidade do mel, temperatura de estoque e tempo de estoque, mês a mês, entre os anos de 2008 a 2014, totalizando 11.521 dados.

Para complementar o estudo e fornecer banco de dados para análises futuras, foram colhidos registro de análises físico-químico-microbiológicas em laudos da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, secção Meio Norte, totalizando 1.631 dados.

2.2. Metodologia

Compreendendo 16.608 dados relacionados, buscou-se constatar o grau de influência que os indicadores têm entre si e como essa relação interfere na composição do mel, possibilitando a produção de informações preditivas, aplicadas aos fatores de risco à qualidade do mel.

Para o tratamento estatístico, foram utilizadas as metodologias de Correlação, Regressão Linear, Regressão Linear Múltipla e Modelo Bivariado. Segundo Reis (2003), as variáveis dependentes (ano/mês) e independentes (registro dos indicadores) consideram modelos que dependem de forma linear e quadrática dos seus parâmetros desconhecidos, sendo, possivelmente ajustados para determinar padrões estatísticos.

Na etapa de produção, o tratamento estatístico utilizou as variáveis dependentes de: umidade do mel (fator ligado à fermentação) e valores de HMF.

No que se refere ao fator de risco de fermentação, a variável umidade do mel foi especificamente relacionada estatisticamente em função da variação da umidade relativa do ar e pluviosidade.

Para as análises preditivas de aumento de HMF, seus valores foram relacionados estatisticamente com a insolação, temperatura ambiente, temperatura de armazenamento e tempo de estocagem.

Para analisar a etapa de produção, os dados dos indicadores naturais de umidade relativa do ar, temperatura ambiente, níveis de pluviosidade e índices de insolação foram capturados por registros do INMET no período entre 2008 e 2014, na citada região.

Além dos dados referentes ao ambiente de estoque, foi analisada a evolução da cor e HMF descritas em laudos emitidos pelas análises físico-química-microbiológica da EMBRAPA, com a finalidade de constatar a influência dos entraves logísticos na composição do mel e com isso determinar estatisticamente modelos de previsão, para evitar os fatores de risco.

Para tanto, foram realizados tratamentos estatísticos para determinar a correlação e linearidade entre a variação da cor em função da variação do HMF, a variação do HMF em

função do tempo de estoque, a variação da cor em função do tempo de estoque e a variação da cor e HMF em função do tempo de estoque e da variação de temperatura.

Após as constatações, foi possível definir os aspectos técnicos e funcionais para o desenvolvimento do *software* capaz de processar os dados em formato de *Big Data*, podendo, portanto, se adequar aos citados dados, em quaisquer cadeias produtivas de mel.

As condições técnicas, portanto, definiram a linguagem de programação *Python*, tecnologia *open source* geralmente utilizada para a conversão do *Big Data* em algoritmo e, por sua vez, desenvolvimento de um *software* gestor dos processos e diagnósticos dos fatores de risco. O sistema de gerenciamento de banco de dados foi o *cloud computin* denominado SQL – *Structured Query Language* da Amazon.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As relações, portanto, se deram por meio dos processos relevantes do ciclo de vida do mel, a saber.

Tabela 01: Grau de Pearson (Correlação) dos indicadores da etapa de produção, responsáveis pelos fatores de risco, com a finalidade de composição do *Big data*.

	Umidade do Ar	Pluviosidade	HMF	Temperatura	Insolação
Umidade do Mel	96%	87%	91%		
HMF				96%	75%

Fonte: Própria (2016)

Como resultado do tratamento estatístico de correlação entre a umidade do mel (indicador ligado à fermentação), o HMF (componente de risco com parâmetros definidos pela legislação) e as condições naturais, demonstradas na **Tabela 01**, foi constatado o alto grau de interferência sobre os indicadores.

Como a análise foi realizada no contexto de indicadores naturais, na etapa de produção, os dados demonstram que a umidade do mel pode sofrer uma influência de 96% da

umidade relativa do ar, de 87% de interferência da pluviosidade. Assim como o HMF sofre influência tanto da temperatura ambiente (96%), quanto da insolação (75%).

Tabela 02: Equações obtidas por meio da regressão linear dos indicadores da etapa de produção, responsáveis pelos fatores de risco, com a finalidade de composição do *Big data* a partir das variáveis dependentes (y) e das variáveis independentes (x), configurando as equações.

	Umidade do Ar	Pluviosidade	HMF	Temperatura	Insolação
Umidade do Mel	$y = 0,17x + 7,6$	$Y = 0,03x + 15,5$	$y = -0,5x + 19,9$		
HMF				$y = 1,2x - 30$	$y = 0,05x - 6,33$

Fonte: Própria (2016)

A partir dos parâmetros resultantes da correlação, foi aplicado o tratamento estatístico de regressão linear (**Tabela 02**), para obter equações que demonstrem matematicamente essa relação e, por sua vez, consiga prever tais interferências na medida em que haja variações nos indicadores independentes.

Com base na regressão linear entre a umidade do mel em função da umidade relativa do ar, a equação que ajusta tais indicadores é: $y = 0,17x + 7,6$, em que Y corresponde a umidade do mel e X a umidade relativa do ar.

A umidade do mel, em função da pluviosidade, parte da hipótese de que, com o aumento das precipitações em estações caracterizadas como chuvosas, sendo o mel uma substância higroscópica, na medida em que a pluviosidade aumenta a umidade do mel consequentemente aumenta.

A regressão linear feita para os indicadores de pluviosidade e umidade do mel confirmou a equação que ajusta tais indicadores é: $y = 0,03x + 15,5$, em que Y corresponde a umidade do mel e X a pluviosidade.

Com base nas duas metodologias de tratamento estatístico, esta pesquisa buscou identificar o HMF como um indicador de influência na umidade do mel, conforme reação de Maillard, citada anteriormente. Para a relação entre a umidade do mel e o HMF, o tratamento estatístico configurou a seguinte equação: $y = -0,5x + 19,9$, sendo Y o valor da umidade do mel e o X o valor de HMF.

Conforme a **Tabela 02**, a variação do HMF é analisada em função da temperatura ambiente, partindo da hipótese de que na medida em que esta aumenta, aumenta também os valores e a velocidade em que HMF se forma no mel que está exposto a tais condições.

Partindo para outra análise, tendo o HMF como variável dependente, foi possível aplicar a correlação com a insolação.

Para relacionar o HMF e seu aumento ao longo do tempo, quando submetido aos dois principais causadores, a temperatura e a insolação, as variações lineares estimaram as equações de $y = 1,2x - 30$, na qual Y é o HMF e X a temperatura ambiente na região da produção. Assim como $y = 0,05x - 6,33$, em que Y é o valor de HMF e X os valores da insolação medida em quantidade de horas.

Tabela 03: Grau de Pearson (correlação) da etapa de beneficiamento, responsáveis pelos fatores de risco, com a finalidade de composição do *Big data* (equações).

	Tempo de Estocagem	Cor	HMF
HMF	98%	98,3%	
Cor	99%		99%

Fonte: Própria (2016)

Partindo para as análises dos indicadores na etapa de beneficiamento, foram identificados as correlações entre os valores de HMF e da cor do mel com indicadores de tempo de estocagem, levando em consideração que ambas variáveis dependentes tem características alteradas em função do tempo e da temperatura.

Levando em consideração a temperatura constante, sejam as variáveis: Y o HMF e X o tempo de estocagem. O coeficiente de Pearson, $\rho(Y,X) = 0,98$ ($p=0,000$) constata que há 98% de correlação ente a variação do HMF de acordo com o tempo de estoque. O coeficiente de determinação, $R^2 = 0,967$, constata que 96,7% da variação do HMF é explicada pela variação do tempo de estocagem.

Variação semelhante ocorre em no que se refere a relação entre as medidas de cor (variável Z) e o tempo de estoque (variável X) o grau de Pearson (correlação) é de 99%, $\rho(Z,X) = 0,99$.

Considerando as variáveis: Y o HMF e Z a escala de cor, o coeficiente de correlação de Pearson, $\rho(Y,Z) = 0,991$ ($p=0,000$), ou seja, há um grau de interferência de 99% do tempo de estoque sobre a variação da cor. Sendo assim, o coeficiente de determinação encontrado foi de $R^2 = 0,983$, ou seja, 98,3% da variação do HMF pode ser explicada pela escala de cor.

Tabela 04: Equações obtidas por meio da Regressão Linear, com variáveis da etapa de beneficiamento, com a finalidade de composição do *Big data*.

	Tempo de Estocagem	Cor	HMF
HMF	$Y = 1,53x + 4,24$	$Y = 0,81z - 24,8$	
Cor	$Z = 1,88x + 34,86$		$Z = 1,2y + 30,21$

Fonte: Própria (2016)

Em relação à **Tabela 04** refere-se à composição da regressão linear com a variável dependente Y , o HMF, e a variável independente X referente ao tempo de estocagem, considerando o modelo linear simples, $Y = \beta X + \alpha$. A linha estimada fica então: $Y = 1,53X + 4,24$. Assim, para cada variação de uma unidade do tempo de estocagem o HMF varia de 15,39%.

Na regressão linear com a variável dependente Y , o HMF, e a variável independente Z a escala de cor. Considerando o modelo linear simples, $Y = \beta X + \alpha$, a linha estimada fica então: $Y = 0,81Z - 24,8$. Assim, para cada variação de uma unidade da escala de cor, o HMF varia de 8,17%.

Tabela 05: Equação obtida por regressão linear, modelo bivariado, relacionando o HMF, a Cor e o Tempo de estocagem.

	Tempo de Estocagem	Cor
HMF*	$Y = -29,29 - 0,274X + 0,96Z^{**}$	

Fonte: Própria (2016)

* No modelo bivariado só o as variáveis cor e HMF são capazes de explicar suas relações

** $H_0: \alpha = 0$ foi rejeitada. ($p= 0,001$) | $H_0: \psi = 0$ foi rejeitada. ($p= 0,000$) e $H_0: \beta = 0$ foi aceita ($p= 0,509$)

A **Tabela 05** mostra a relação entre as variáveis de HMF, cor e tempo de estocagem, em que Y é a concentração de HMF, X é o tempo de estocagem e Z é a escala de cor, estimados pelo modelo linear bivariado $Y = \alpha + \beta X + \psi Z$.

Levando em consideração as hipóteses rejeitadas e aceitas pelo tratamento estatístico em função das variações de HMF e cor ao longo do tempo, no modelo bivariado só o a variável cor é capaz de explicar a variação do HMF.

As influências ocorrem pelo tempo de armazenamento, no que se refere aos parâmetros de qualidade ou atividade enzimática e teor de HMF (SANCHO *et al*, 1992); (KOWALSKI *et al*, 2013), assim como níveis de HMF consideráveis no mel, encontrados podem ser conectados com pH inicial (acidez) (FALLICO *et al*, 2004); (KOWALSKI *et al*, 2013). E a concentração de HMF no mel aumenta, devido ao processo de aquecimento, depende também da investigação da cinética da formação e alterações na atividade enzimática durante o aquecimento mel (TOSI *et al*, 2002, 2004, 2008 *apud* Kowalski *et al*, 2013). Demonstra também que, em suma, diferentes condições de armazenamento de HMF podem degradar o amostras de mel (FALLICO *et al*, 2008) *apud* Kowalski *et al* (2013).

Normalmente se pode considerar que, em indústrias certificadas, o armazenamento do mel ocorre em salas com ar condicionado, por isso, a temperatura se mantém ideal e constante, no entanto, num caso específico de armazenamento sem ar condicionado, foram monitoradas a temperatura, cor e concentração de HMF, para verificar suas variações ao longo do tempo.

Tabela 06: Variação de HMF e Cor de um lote de mel estocado em armazém sem ar condicionado, no período de janeiro a março de 2016.

DIAS	T (°C)*	HMF (mg/kg)**	COR (mm)***
15	30,8	34,9	74
30	29,1	38,1	77
45	28,5	40,9	79
60	27,7	43,7	81
75	26,8	46,6	82

Fonte: Própria (2016)

* T = temperatura média do período.

** Valor medido no final do período registrado.

*** Valor medido no final do período registrado.

Observou-se, a partir dos dados da **Tabela 06**, que apesar do mel está armazenado em um ambiente sem climatização, a variação do HMF e da Cor se comportou conforme as

análises feitas com a temperatura constante, com uma variação média de 10,7% no caso do HMF e de 10,2% no caso da cor.

Portanto, apesar do aumento das temperaturas serem fatores de alteração de HMF e Cor (MOURA, 2010); (FALLICO *et al*, 2004); (TOSI *et al*, 2002, 2004, 2008) (ESCRICHE *et al*, 2008); (KHALIL *et al*, 2010) *apud* Kowalski *et al* (2013), no caso da estrutura de armazenamento das cadeias produtivas do mel analisadas, se a temperatura permanece controlada, portanto, o fator tempo se torna o grande influenciador dos valores de HMF e cor.

As relações de causa e efeito constatadas no tratamento estatístico demonstraram uma tendência influenciada por indicadores temporais. No caso da etapa de produção, de acordo com o mês (se), a temperatura, o clima, a umidade relativa do ar e a quantidade de chuva tendem a variar com comportamentos semelhantes aos anos anteriores e, possivelmente, posteriores (então).

Tabela 07: Observação das tendências para a relação de causa e efeito (se / então) na etapa de produção primária.

Se	Então
Temperatura ambiente aumentou	Temperatura na colmeia tende a aumentar
Temperatura ambiente diminuiu	Temperatura na colmeia tende a diminuir
Temperatura ambiente aumentou	Tendência ao aumento de HMF
Temperatura ambiente diminuiu	Tendência do HMF se manter constante
Insolação aumentou	Tendência ao aumento de HMF
Insolação diminuiu	Tendência do HMF se manter constante
Aumentou o nível pluviométrico	Aumentou a umidade relativa do ar
Diminuiu o nível pluviométrico	Diminuiu a umidade relativa do ar
Aumentou a umidade relativa do ar	Aumentou a umidade do mel
Diminui a umidade relativa do ar	Diminuiu a umidade do mel
Aumentou a umidade relativa do mel	Aumentou o risco de fermentação
Diminuiu a umidade relativa do mel	Diminuiu o risco de fermentação

Fonte: Própria (2015)

A **Tabela 07** demonstra os aspectos qualitativos existentes na interação entre os indicadores naturais, na etapa de produção primária, ao longo do período amostral analisado na etapa metodológica. Com os aspectos supracitados, os resultados das relações estatísticas, demonstraram uma tendência de causa e efeito.

Essas tendências podem ressaltar os possíveis impactos na composição do mel, sendo assim, possivelmente os aspectos físico-químico-microbiológicos (se) carregam a transmissão dos indicadores naturais e regionais, determinando suas características próprias, como uma identidade do produto (então).

Embora as tendências sejam demonstradas pelas variações de um indicador em função de outro, ressalta-se a possível variabilidade das relações, visto que este estudo tem como base dados e características da natureza, passiva de transformações.

No que se refere à etapa de beneficiamento e distribuição comercial, os resultados do tratamento estatístico também possibilitaram um quadro de tendências com os indicadores analisados, conforme a **Tabela 08**.

Tabela 08: Observação das tendências para a relação de causa e efeito (se / então) na etapa de beneficiamento e distribuição comercial.

Se	Então
Tempo de estoque aumenta	Tendência ao aumento de HMF
Tempo de estoque aumenta	Tendência ao aumento da Cor
Tempo de estoque aumenta	Tendência ao aumento de HMF e Cor
Temperatura do estoque aumenta	Tendência ao aumento de HMF
Temperatura do estoque Aumenta	Tendência ao aumento da Cor
Aumento da Cor	Tendência ao aumento de HMF

Fonte: Própria (2015)

A **Tabela 08** apresentou aspectos preditivos, direcionados por tendências identificadas nos resultados das análises estatísticas. As interações descrevem tendências de causa e efeito no âmbito das condições logísticas de beneficiamento e armazenamento.

As equações resultantes desta etapa que compuseram o algoritmo de desenvolvimento do *Big Data*, referente à região e às amostras usadas na metodologia deste estudo.

A linguagem computacional para o *Big Data*, portanto, passa a ser possível, quando diante de todas as possibilidades estatísticas obtêm-se correlações e equações capazes de serem convertidas em *software*, e esse ter funcionalidades específicas para o processamento de dados, com a finalidade de análises preditivas para garantir a qualidade do mel frente aos seus fatores de risco.

CONCLUSÃO

Por meio da aplicação de tratamento estatístico, este estudo concluiu que, tanto na etapa de produção primária quanto na etapa de beneficiamento do mel, foram constatadas relações de causa e efeito nos indicadores ligados aos fatores de risco do referido produto.

No caso da etapa de produção, as conclusões obtidas possibilitaram a criação de modelos de previsibilidade ao se constatar que, em determinadas épocas do ano, o cenário natural e climático de uma determinada região, terá características similares e, por sua vez, potenciais interferências no mel a ser produzido.

Sendo assim, as características regionais e naturais desenvolvem as características e identidade do mel, sobretudo influencia também nos indicadores relacionados aos fatores de risco.

Em relação à etapa de beneficiamento, o mel é influenciado pelas condições logísticas. Sendo assim, o tempo de estocagem e a temperatura ambiente durante os entraves de transporte e armazenagem tem comprovada influência na cor do mel e, por sua vez, na concentração de HMF e até mesmo na umidade do mel, que por sua vez, determina o risco do bioprocessamento de fermentação.

As relações de interdependência e relação entre as variáveis podem ser tratadas como proporcionalidade dos indicadores, ou seja, na proporção que ocorre um fato (se) outro indicador é influenciado (então), até que isso chegue às condições ideais (ou não) para a produção do mel.

A aplicação do *Big Data* para a cadeia produtiva do mel pode, portanto, desempenhar um papel quantitativo, assim como, contextualização qualitativa, quando o grau de interferência resultante e comprovado estatisticamente geram tendências capazes de serem agrupadas e, com isso, potencializar uma gestão melhor das informações pertencentes às principais etapas da cadeia produtiva (produção primária e beneficiamento).

Ao produtor e à cadeia produtiva do mel, diante de determinadas condições naturais, estas conclusões proporcionam uma percepção das atividades que poderão ser desenvolvidas para garantir maior longevidade, qualidade e produtividade mantendo ótimo relacionamento com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALCÁZAR, A.; JURADO, J.M.; PABLOS, F.A.; GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, M.J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages. *Microchemical Journal*, 2006.
- ALVES, R.M.de O.; CARVALHO, C.A.L.de; SOUZA, B.de A.; SODRÉ, G.da S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de melipona mandacaia smith (hymenoptera: apidae). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 2005.
- BIG DATA NOW. 1. Ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2012.
- BOGDANOV, S. The Book of Honey: a short history of honey. *Bee Product Science*, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2012.
- BOGDANOV, S.; HALDIMANN, M.; LUGINBUHL, W.; GALLMANN, P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 2007.
- BOGDANOV, The Book of Honey: physical properties of honey. *Bee Product Science*, chapter 4, January, 2010. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Honey/4PhysicalPropertiesHoney.pdf>>. Acesso em 6 de outubro de 2014.
- BOYD, D.; CRAWFORD, K. Six Provocations for Big Data. Oxford Internet Institute's "A Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society" on September 21, 2011. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1926431>. Acesso em: 13 de março de 2014
- BRASIL. Instrução Normativa n.º 007, de 17 de maio de 1999. Diário Oficial, 19 de maio de 1999. Seção 1, Anexos I a VII. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.
- CHIAVEGATTO FILHO, A. D P. Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo. *Aplicações da Epidemiologia*. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP). *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 2015.
- FALLICO B., Arena E., ZAPPALA M., Degradation of 5-hydroxymethylfurfural in honey. *J. Food Sci.*, 2008.
- FALLICO B., ARENA E., ZAPPALÀ M., Roasting of hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *Food Chem.*, 2003.

KHALIL M.I., SULAIMAN S.A., GAN S.H., High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. *Food Chem. Toxicol.*, 2010.

KOWALSKI, S.; LUKASIEWICZ, M.; DUDA-CHODAK, A.; ZIEĆ, G. 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF) – Heat-Induced Formation, Occurrence in Food and Biotransformation – a Review. Review article Section: Food Chemistry. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2013, No. 4. Disponível em: <http://journal.pan.olsztyn.pl>. Acesso em: 22 de janeiro de 2015.

MAILLARD, L. Reactions 101: Theory, Endereço eletrônico: <http://realbeer.com/beer/library/>. Brisbane, 1997. Acesso em 23 de junho de 2013

MOURA, S. G. Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. 2010. 76f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, 2010.

NOVO, R.; NEVES, J. M. S. Inovação na inteligência analítica por meio do *Big Data*: Características de diferenciação da abordagem tradicional. *Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade. VIII WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA*. ISSN: 2175-1897. São Paulo, 2013.

REIS, E., *Estatística Descritiva* (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo, 1994.

SANCHO M.T., MUNIATEGUI S., HUIDOBRO J.F., SIMAL Lozano J., Aging of honey. *J. Agric. Food Chem.*, 1992.

SEBRAE. Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colmeia. Série Mercado. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, março de 2014.

TOSI E., CIAPPINI M., LUCERO H., Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chem.*, 2002.

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) PARA ATUAR JUNTO AOS FATORES DE RISCOS DA CADEIA PRODUTIVA DO MEL

LINHARES, Marcus Vinícius Dantas; QUINTELLA, Cristina M.²

¹ Professor do IFPI – Instituto Federal do Piauí

Doutorando em Biotecnologia – RENORBIO / UFBA

marcus-linhares@hotmail.com

² Professora da UFBA – Universidade Federal da Bahia

Orientadora do Programa de Doutorado RENORBIO

cris5000tina@gmail.com

RESUMO

A cadeia produtiva do mel dispõe de um conjunto de técnicas de manejo que garantem o controle de qualidade do produto, em função das exigências da legislação e das certificadoras. Este trabalho propõe um novo instrumento de controle e gestão desta cadeia, por meio de tecnologias capazes de realizar: (i) o processamento dos dados de condições naturais e logísticas capazes de influenciar a produção do mel, para diagnosticar e prever os fatores de risco de bioprocessamento de Fermentação e do processo de aumento do HMF (hidroximetilfurfural), por meio do mecanismo tecnológico de *Big Data*; (ii) a automatização dos registros de indicadores de umidade do mel, umidade relativa do ar e de temperatura ambiente, para relacionar e integrar às análises laboratoriais e definir as condições ideais para a diminuição dos fatores de riscos.

Palavras Chave: Mel; Software; Hardware; Fatores de Risco

ABSTRACT

The productive chain of honey has a set of management techniques that ensure product quality control, in accordance with the requirements of legislation and certification. This paper proposes a new instrument of control and management of this chain through technologies capable of performing: (i) the processing of the data of natural and logistic conditions that can influence the production of honey, to diagnose and predict the risk factors bioprocess fermentation and increased process HMF (hydroxymethylfurfural), by means of Big Data technology mechanism; (ii) the automation of records honey moisture indicators, relative humidity and ambient temperature, to relate and integrate laboratory tests and set the right conditions for the reduction of risk factors.

Key words: Honey; Software; Hardware; Risk Factors.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um produto tecnológico requer uma abordagem científica aprofundada e, somado a isso, uma visão sistêmica capaz de agregar informações diversas, intermediar a particularidade das aplicações de tais informações, analisar as condições de usabilidade, ressaltar os pontos de inovação e definir os impactos a serem causados.

Este trabalho descreve um aporte tecnológico de *hardware* e *software* embarcados e *online*, com a finalidade de controle, rastreabilidade e gestão da cadeia de produção do mel, capaz de processar informações que integram produtores, indústria de beneficiamento e mercado.

Segundo Livi (2010), *software* corresponde a um conjunto de procedimentos arquitetados e administrados para processar dados de maneira integrada a partir de *inputs* (entradas), a fim de gerar *outputs* (resultados) com alta possibilidade de replicação e retroalimentação.

Estão entre as principais funcionalidades: (i) avaliar as técnicas de manejo envolvidas na cadeia do mel, desde a produção até as condições de transporte, beneficiamento e armazenamento; (ii) diagnosticar condições de risco do bioprocessamento de Fermentação e do processo de aumento de HMF; (iii) documentar as análises de parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos, para aplicar sistematicamente às relações existentes e essenciais com os fatores de risco; (iv) integrar informações dos indicadores naturais, como clima, temperatura, umidade e chuvas, para determinar padrões de *Big Data*, possibilitando previsões e possíveis intervenções; (v) processar, por meio de *software* embarcado em *hardware* próprio, os resultados de análises de cor, umidade, HMF e temperatura, com a finalidade de delimitar índices que relacionem tais indicadores, e; (vi) gerar informações e definições inerentes à localização geográfica do mel, para analisar sua composição e características diferenciadas pelo processo de georreferenciamento, obtendo, conseqüentemente, a rastreabilidade da cadeia produtiva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base em um algoritmo capaz de processar um composto de funcionalidades em *Big Data*, o composto tecnológico tem a finalidade de diagnosticar, prever, monitorar e intervir nos fatores de riscos do bioprocesso de fermentação ou no processo químico de aumento de HMF (hidroximetilfurfural).

Para o desenvolvimento do *software* foi utilizada a linguagem de programação gratuita denominada *Python* sob a metodologia de engenharia de *software* para desenvolvimento ágil denominada *Scrum*. O *Scrum* corresponde a um conjunto de técnicas que envolvem o documento de visão, que tem a finalidade de definir as metas, os requisitos funcionais e requisitos não funcionais. A partir do documento de visão são definidas as histórias de usuários com os *Sprints*, que definem as funcionalidades prioritárias atribuindo a elas pesos e prazos de execução.

A fim de dar segurança e celeridade ao processo de desenvolvimento foi utilizado um *framework web* denominado *Django*, que é uma tecnologia *open source* (de código aberto) eficiente e bastante utilizada em desenvolvimento de negócios de base tecnológica (*startups*). Para o *design*, foi utilizado um *template* gratuito, disponível em <https://almsaeedstudio.com/>.

Acerca do gerenciamento do projeto foi utilizada a plataforma *Redmine* que corresponde a um *software* livre baseado na web. E como sistema gerenciador de banco de dados, foi utilizado o *Postgre SQL*. Como servidor foi utilizado o Amazon EC2 (*Amazon Elastic Compute Cloud*) que é um serviço da *web* que fornece a capacidade de computação redimensionável na nuvem. Ou seja, para a utilização das tecnologias não há a necessidade de instalação, pois tudo pode ser acessado de maneira remota, via Internet, mesmo que embarcada em *hardwares*.

Para a execução das funcionalidades, foi desenvolvido para as UEPAS um *hardware* munido com sensores de temperatura, de umidade relativa do ar e de umidade do mel (refratômetro digital), capaz de embarcar algumas funcionalidades do *software* descrito anteriormente, a fim de documentar os dados locais em tempo real e processar os dados, para transformar em notificações de risco.

O protótipo do *hardware* foi desenvolvido com *design* específico para a localização dos três sensores: sensor de umidade relativa do ar, sensor de temperatura ambiente, sensor de

RFID, além de refratômetro digital, teclado, tela de 7 polegadas e, internamente, uma placa de *Raspberry*, ferramenta computacional pelo qual serão processadas as funcionalidades do *software* embarcado.

O sensor de RFID ("**R**adio-**F**requency **I**Dentification") corresponde à ferramenta de captação de dados e permite a troca de informações entre objetos. E no caso específico deste *hardware*, corresponde ao dispositivo de identificação, por cartões munidos de um *chip*, para identificar o responsável pelo uso do equipamento.

O sensor de umidade relativa do ar e o sensor de temperatura ambiente são dispositivos eletrônicos ligados à tecnologia de Arduino que, segundo Banzi (2011) trata-se de uma plataforma de prototipagem aberta que desempenha o papel de microcontroladores e oferecem a interação entre o mundo físico e a máquina (computador), ou seja, sensores sentem o ambiente e transformam tal ato em dados direcionados ao computador que os controla, para determinado fim.

O refratômetro digital é o componente utilizado para a medida da umidade do mel. Instalado no *hardware*, ele corresponde ao terceiro dado para a aplicação das fórmulas matemáticas de *Big Data*, para demonstrar automaticamente, no *software* embarcado, os riscos do bioprocessamento de fermentação.

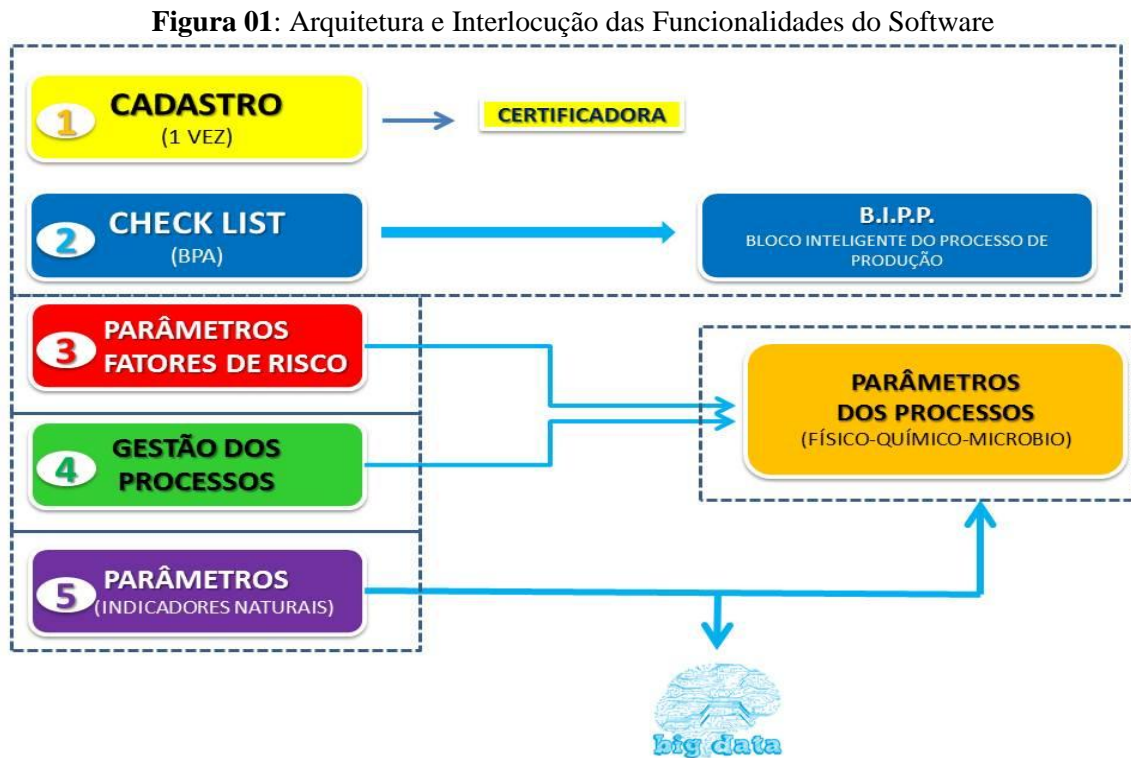
A placa de *Raspberry* corresponde ao computador que irá processar todos os dados. Sua capacidade de processamento corresponde a de um computador convencional, porém sua vantagem está na possibilidade de ser instalado junto aos componentes de integração dos sensores, Arduino e RFID. É a partir desta placa única, que os dados serão transmitidos e processados de acordo com os interesses do *software*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para criar as funcionalidades do *software*, foi necessário entender a estrutura da cadeia produtiva do mel, seus agentes internos e externos, os dados que permeiam o cotidiano dos produtores, as condições de uso destes dados, o mercado, a legislação, a cadeia logística e de suprimentos, os indicadores geográficos, as interferências naturais das abelhas, floradas e

condições climáticas e, como foco principal, o conjunto de informações sobre os fatores de riscos, seus causadores e inibidores, seus impactos e as possíveis intervenções.

Partindo de uma visão geral, para a sistematização logística, foi possível arquitetar a integração das etapas de produção e industrialização como procedimentos complementares e interdependentes da cadeia produtiva, conforme demonstrado na **Figura 01**.



Fonte: Própria (2015)

O quadro 01, da **Figura 01**, demonstra o princípio da construção de um banco de dados ao considerar a necessidade de cadastro dos apicultores, suas respectivas unidades de extração de mel (UEPA) e cooperativas (se for o caso), o controle de produtividade (kg/colmeia/ano) e o registro dos dados geográficos (latitude e longitude) que, por sua vez, serve como *input* para a rastreabilidade logística e de georreferenciamento, de acordo com as exigências das certificadoras.

Ainda seguindo a lógica de criação do banco de dados, o cadastro do apicultor está ligado à uma UEPA e ao componente de mercado em que ele está vinculado, seja este uma cooperativa ou uma indústria. Estas informações irão compor as interações logísticas e comerciais.

De posse dos registros, o *software* propõe a aplicação da avaliação denominada de *checklist* (quadro 02, **Figura 01**) que ocorre *in loco*, com todos os apicultores cadastrados, suas respectivas UEPAS, cooperativas e indústrias envolvidas, com o objetivo de: (i) mensurar o enquadramento nas exigências determinadas pelas instruções normativas e pelas certificadoras e; (ii) calcular a previsão produtiva, a partir de fórmula matemática criada pelas certificadoras, implementado como algoritmo, capaz de prevê a produção para o ano em curso e, com isso, determinar algumas estratégias de gestão para a cadeia produtiva de uma determinada região.

Todas as funcionalidades podem ser acessadas remotamente, pois estão em nuvem (*cloud computing*), por meio do portal: www.bipp.com.br, para garantir uma gestão mais eficiente e mais segurança dos dados.

Ainda sobre a arquitetura do *software*, demonstrada na **Figura 01**, o quadro 03 corresponde às análises das condições iminentes dos fatores de risco do bioprocessamento de fermentação e do processo químico de aumento do HMF.

A sistematização de tais informações passa a ser possível quando o sistema integra dados de temperatura, umidade relativa do ar, umidade do mel, cor e dados específicos de condições de armazenamento, com a finalidade de processá-los com dados de históricos das condições naturais e os transformarem em notificações de prevenção ou de remediação do processo.

Uma vez registrados os dados inerentes aos fatores de risco, o *software* inicia o processamento com base no comportamento destes indicadores e tem como *outputs* a demonstração gráfica das condições ideais para a região.

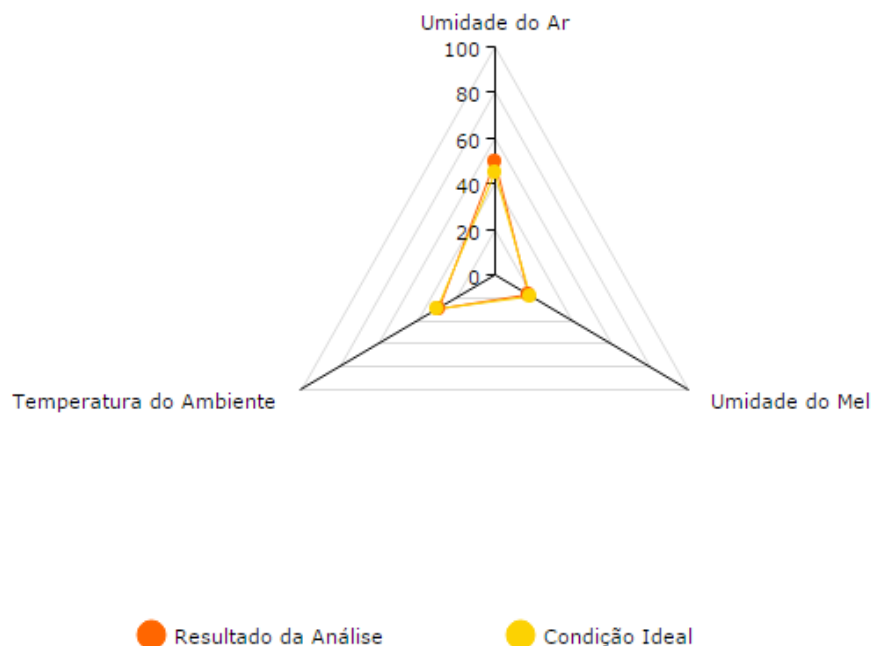
É válido ressaltar que a interferência dos indicadores na composição do mel pode ser alterada durante os entraves logísticos e para isso deve ser constantemente medida em condições de coleta, transporte e armazenamento.

Conforme o processamento do *Big Data*, o *software* adequa os dados de quaisquer regiões ao que a tecnologia considera como condições ideais de produção, levando em consideração os indicadores registrados no sistema, ao longo do tempo, por meio da mineração de dados (*data mining*).

Segundo Sferra & Corrêa (2004), *Data Mining* é uma tecnologia que emergiu da intersecção de três áreas: estatística clássica, inteligência artificial e aprendizado de máquina. E acrescenta que, o *Data Mining* é extração não trivial de conhecimento previamente desconhecido e potencialmente útil de um banco de dados.

A aplicação de tecnologia capaz de buscar, entre o grande número de registros, as melhores condições para a umidade relativa do ar, a temperatura ambiente e a umidade do mel, tem a finalidade de configurar uma base visual para que os produtores percebam qual sua realidade em relação ao que se considera ideal para a preservação da qualidade do mel.

Figura 02: Exemplo de relação que determina as condições ideais de produção com base em dados de uma análise realizada em alguma região produtora do mel.



Fonte: Própria (2015)

A **Figura 02** demonstra um exemplo de uma relação entre as condições consideradas ideais para uma região.

Dessa forma, de posse dos dados, considerados ideais, o sistema inicia automaticamente um conjunto de cálculos, com a finalidade de determinar índices entre os 03 indicadores responsáveis pelos fatores de risco (temperatura ambiente, umidade relativa do mel e umidade de mel).

Os índices são determinados pelas relações entre os valores da umidade do mel e da umidade relativa do ar (UM : UR); entre os valores da umidade do mel e os de temperatura ambiente (UM : T), e; os valores da umidade relativa do ar e os de temperatura ambiente (UR : T).

Mais especificamente, o *software* desempenha a funcionalidade de utilizar os índices resultantes da relação ente os indicadores, para classificar as condições ideais para a produção do mel, assim como, converter os valores dos índices em notificações sobre a iminência da fermentação e do aumento de HMF (Hidroximetilfurfural) ao emitir informações preditivas sobre a produção do mel de uma determinada região, definido condições reais em confronto com condições ideais.

Tabela 01: Índices de Relatividade do Mel, relativos à região da amostra

DENOMINAÇÃO	ÍNDICES DE RELATIVIDADE	IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS E CONSEQUENCIAS
Índice Relativo de Dados	$I.R.D = \frac{UR}{T}$	Condições Ambientais: MAIOR QUE “x” = Aumento da tendência à Fermentação MENOR QUE “x” = Maior tendência ao aumento de HMF
Índice Relativo de Umidade	$I.R.U = \frac{U.Mel}{UR}$	Condições de Umidade: MAIOR QUE “y” = Potencial necessidade de desumidificar o mel MENOR QUE “y” = Potencial interferência do ambiente no mel
Índice Relativo de Temperatura	$I.R.T = \frac{U.Mel}{T}$	Condições de Logísticas: MAIOR QUE “z” = Aumento da tendência à Fermentação MENOR QUE “z” = Tendência de aumento mais rápido de HMF

Fonte: Própria (2015)

Sendo “x”: resultado da relação entre o valor da umidade relativa do ar considerada ideal pelo sistema e o valor da temperatura considerada ideal pelo sistema.

Sendo “y”: resultado da relação entre o valor da umidade do mel considerada ideal pelo sistema e o valor da umidade relativa do ar considerada ideal pelo sistema.

Sendo “z”: resultado da relação entre o valor da umidade do mel considerada ideal pelo sistema e o valor da temperatura considerada ideal pelo sistema.

A **Tabela 01**, portanto, demonstra os efeitos que as relações dos indicadores tem sobre o mel, a partir das tendências resultantes das análises dos dados em tratamentos estatísticos para o *Big Data* e das condições consideradas ideais, no processo produtivo.

Somado às funcionalidades de demonstração de cenários ideais de produção e de notificações sobre os fatores de risco, o *software*, ao receber o registro dos valores de umidade do mel, processa uma análise em tempo real, para a determinação dos riscos de ocorrência do bioprocessamento de fermentação, conforme **Tabela 02**.

Tabela 02: Determinação de Risco do Bioprocessamento de Fermentação

BIOPROCESSO	INDICADOR	RISCO
		< 15% = Sem Risco
		Entre 15% a 17% = Baixo Risco
FERMENTAÇÃO	UMIDADE DO MEL	Entre 17% a 19% = Condição Ideal
		Entre 19% a 21% = Alto risco de Fermentação
		> 21% = Em processo de Fermentação

Fonte: Própria (2015)

Para a detecção do risco de aumento do HMF, o sistema foi desenvolvido para interpretar de forma conjunta os indicadores de temperatura ambiente, a insolação em relação à temperatura e tempo de estocagem, além das variações de cor do mel, para notificar constantemente os produtores, para que o referido valor não ultrapasse ao exigido pela legislação e pelas certificadoras.

Tabela 03: Enquadramento dos valores das análises Físico-Químicas em relação às exigências da legislação e das certificadoras

INDICADOR	PARÂMETRO	ACEITÁVEL	INACEITÁVEL	IDEAL
Maturidade	Umidade	20%	21%	18%
	Açúcares redutores	68%	63%	65%
	Sacarose Aparente	11%	12%	10%
Pureza	Sólidos insolúveis em água	0,1%	0,5%	0,09%
	Minerais/Cinzas	0,6%	0,8%	0,4%
Deterioração	Acidez	50 mEq/Kg	55 mEq/Kg	45 mEq/Kg
	pH	4	4,5	3,9
	Atividade diastásica	8 U.D	6 U.D	10 U.D

Fonte: IBD (2015)

Tabela 04: Enquadramento dos valores das análises de parâmetros Microbiológicos em relação às exigências da legislação e das certificadoras

Parâmetros Microbiológicos	Aceitável	Inaceitável	Ideal
Coliformes a 45° C (nm/g)	< 3	> 3	< 1
Bolores e leveduras (UFC/g)	100	> 100	< 100
Salmonella (sp/25g)	Ausente	Presente	Ausente

Fonte: IBD (2015)

As **Tabelas 03 e 04** demonstram como o *software* irá processar as informações referentes aos valores dos componentes físico-químico-microbiológicos. Os dados são colhidos a partir de análises laboratoriais e registrados com a finalidade de relacioná-los aos parâmetros utilizados pela legislação. E os conceitos qualitativos utilizados para o enquadramento dos valores às exigências são: ideal, aceitável e inaceitável.

Uma vez submetidos às análises do *software*, os setores envolvidos na cadeia produtiva (apicultores, UEPAS, cooperativas e indústria) passam a ter acesso aos relatórios, com a finalidade de perceber o enquadramento (ou não) às exigências, assim como as necessidades de implantação de melhorias ou intervenção.

A partir das equações resultantes do tratamento estatístico aplicados ao sistema de *Big Data* (enquanto funcionalidade) passou a ser possível definir um perfil regional para os eventos naturais, além da previsão desses eventos nos anos seguintes, ao identificar os aspectos futuros por meio de dois métodos: o dedutivo e o indutivo.

Pelo método dedutivo o sistema pode partir do interesse de uma análise global de necessidade do usuário, inserindo o período no futuro (mês e ano) em que deseja ter informações. Por sua vez, o sistema processa os dados dos anos anteriores e apresenta ao usuário uma previsão de cenário, compatível com o histórico e os delineamentos estatísticos dos indicadores. Esse cenário é resultado de uma análise de padrões demonstrados ao longo do período documentado no sistema. Com isso, o usuário terá uma previsão das condições e poderá definir suas estratégias de gestão, monitoramento, manejo e até mesmo de investimento.

Seguindo a mesma linha da previsão, para fins de gestão e tomada de decisões, o método indutivo deste sistema corresponde ao interesse do usuário em ter o processamento de informações a partir de um dado específico, ou seja, de posse de algum dado futuro, como a

temperatura de um determinado mês, por exemplo, o usuário do sistema solicita um cenário e por meio de um processamento ágil, o sistema busca em seu banco de dados, um conjunto de informações que possa ser representado como resposta daquele único dado inserido.

A tecnologia descrita prevê a integração da cadeia que, por sua vez, é contemplada com o máximo de informações sobre a segurança e qualidade dos produtos, e assim, acompanha e conhece a procedência daquilo que consome.

O momento em que o mel chega à UEPA passa a ter grande relevância no registro dos aspectos geográficos e das especificidades regionais do produto. Além disso, proporciona fidelidade na comparação dos dados iniciais e finais a cada etapa do processo logístico, a fim de permitir perceber possíveis impactos na composição do mel e determinar aspectos diferenciais na rastreabilidade.

A necessidade da coleta de uma grande quantidade de dados fez perceber que, para dar fidelidade aos interesses de relacionar os indicadores que influenciam os fatores de risco e a previsão dos efeitos destas relações, era necessário a instantaneidade no registro e na transmissão dos dados.

A utilização do *hardware* proporcionou uma comunicação direta com as demais funcionalidades do *software* que serão disponibilizadas para as indústrias e certificadoras, garantindo a gestão e a rastreabilidade.

A rastreabilidade é sistematizada por instrumentos de georreferenciamento, que corresponde ao processo de informação geográfica que utiliza coordenadas para transformar referência de regiões em dados, geralmente colhidos por aparelhos como o GPS – Sistema de Posicionamento Global – e no Brasil é regulamentado pela Lei 10.267/01 e Decretos 4.449/02 e 5.570/05.

Uma vez emitidos pelos apicultores, em suas respectivas unidades de extração, os dados são transmitidos à indústria de beneficiamento como um conjunto de informações complementares a serem processadas pelo *software* descrito.

CONCLUSÃO

A aplicação de recursos tecnológicos em cadeias produtivas visa instrumentalizar a produtividade, melhorar a competitividade e garantir a qualidade, a partir do melhoramento dos processos.

A inovação permite também, a utilização de instrumentos capazes de serem aplicados, aproveitados, replicados e transferidos entre as cadeias, melhorando ainda mais o cenário empreendedor.

No caso do *software*, seus aspectos técnicos e funcionais, refere-se a um instrumento capaz de se adaptar às características latentes que o mel carrega da região em que foi produzido, a partir da funcionalidade de *Big Data*, para documentar as condições naturais, com a finalidade de, ao longo do tempo, identificar no mel a transmissão de componentes e características advindas desses fatores.

Em relação ao *hardware*, corresponde ao suporte tecnológico desenvolvido para aplicar a inovação tecnológica na etapa mais delicada do processo produtivo do mel. Em aspectos técnicos, o referido dispositivo embarca o *software* para articular a função de utilizar os dados para monitorar os entraves logísticos e garantir a informação primária, para que, em etapas posteriores, sirva de base para o melhor entendimento da ocorrência dos fatores de riscos e, com isso, favorecer sua previsão e a intervenção necessária para garantir a qualidade do produto.

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento do *software* e *hardware* possibilitou reunir protocolos legais e científicos para garantir a qualidade do mel, fortalecer suas características de defesa contra os dois fatores de risco (bioprocessos de fermentação e aumento do HMF) e gerar informações capazes de instrumentalizar o produtor e o consumidor quanto à composição do mel, suas relações com o ambiente ao seu redor, seus aspectos logísticos e o grau de risco de degradação alimentar.

REFERÊNCIAS

- ALCÁZAR, A.; JURADO, J.M.; PABLOS, F.A.; GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, M.J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages. *Microchemical Journal*, v 82, 2006.
- ALVES, R.M.de O.; CARVALHO, C.A.L.de; SOUZA, B.de A.; SODRÉ, G.da S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de melipona mandacaia smith (hymenoptera: apidae). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 2005.
- AUGUSTO, E. A. A. Georreferenciamento de Imóveis Rurais. São Paulo, IRIB, 2006.
- BANZI, M. Primeiros Passos Com o Arduino. São Paulo: Novatec, 2011
- BARDY, L. P. C. Competitividade e Desenvolvimento Tecnológico. *Visões Estratégicas*. (2000).
- BIG DATA NOW. 1. Ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2012.
- BOYD, D.; CRAWFORD, K. Six Provocations for Big Data. Oxford Internet Institute's "A Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society" on September 21, 2011. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1926431>. Acesso em 02 de agosto de 2015.
- BRASIL. Instrução Normativa n.º 007, de 17 de maio de 1999. Diário Oficial, 19 de maio de 1999. Seção 1, Anexos I a VII. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal.
- BRASIL. Instrução Normativa n.º 11, de 20 de Outubro de 2000. Diário Oficial, 23 de outubro de 2000. Seção 1, p.16-17. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 11, de 20 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Diário Oficial da União, de 23 de outubro de 2000, Seção 1, p. 23, 2000.
- CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo. *Aplicações da Epidemiologia*. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP). *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 24(2): 325-332, abr-jun 2015
- NOVO, R.; NEVES, J. M. S. Inovação na inteligência analítica por meio do *Big Data*: Características de diferenciação da abordagem tradicional. *Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade*. VIII WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA. ISSN: 2175-1897. São Paulo, 2013.
- SFERRA, H. H.; CORRÊA, A. N. C. Big Data. *REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA*. Vol. 11, Nº 22. Piracicaba – SP, 2004.

PROVA DE CONCEITO E VALIDAÇÃO DE TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) NO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL

LINHARES, Marcus Vinícius Dantas; QUINTELLA, Cristina M.²

¹ Professor do IFPI – Instituto Federal do Piauí
Doutorando em Biotecnologia – RENORBIO / UFBA
marcus-linhares@hotmail.com

² Professora da UFBA – Universidade Federal da Bahia
Orientadora do Programa de Doutorado RENORBIO
cris5000tina@gmail.com

RESUMO

Este trabalho descreve a aplicação de prova de conceito e validação para o aporte tecnológico (*software e hardware*) com funcionalidades de controle da qualidade da produção de mel e de identificação de fatores de risco. Os testes foram realizados para identificar a aplicação prática da tecnologia, reduzir erros, verificar a usabilidade e poder de processamento, assim como o comportamento dos usuários quanto ao uso das principais funcionalidades. A respectiva prova de conceito e validação ocorreu na cadeia produtiva de mel do semiárido piauiense, composto pela amostra de 03 indústrias de beneficiamento, 04 cooperativas, 08 unidades de extração e 58 apicultores. Essas avaliações permitiram o aperfeiçoamento da tecnologia, constatando seu nível de maturidade 9 na escala TRL (*Technology Readiness Level*).

Palavras Chave: Mel; Tecnologia; Prova de Conceito; Validação

ABSTRACT

This work describes the application of proof of concept and validation for the technological support (*software and hardware*) with quality control features of honey production and risk factors identification. The tests were conducted to identify the practical application of technology, reduce errors, check the usability and processing power, as well as the behavior of users in the use of key features. The respective proof of concept and validation occurred in the production chain of honey Piauí semiarid region, comprising the sample of 03 processing industries, 04 cooperatives, 08 extraction units and 58 beekeepers. These assessments allowed the improvement of technology, noting their maturity level 9 on TRL scale (*Technology Readiness Level*).

Key words: Honey; Technology; Proof of Concept; Validation.

1. INTRODUÇÃO

Tecnologias podem sofrer alterações constantes ou variações de implementação em virtude do seu público diversificado e da quantidade de dados em processamento. Isso pode implicar em constantes testes, atualizações ou novas versões.

Para Andrade *et al* (2006) provas de conceito (*PoC - Proof of Concept*) podem ser utilizadas como ferramenta ou técnica de gestão e aprendizagem que permite demonstrar que uma determinada ideia tecnológica é tecnicamente possível.

Uma prova de conceito é necessária e deve ser empregada em situações que considerem:

Escopo do projeto não bem entendido – se o escopo não é familiar aos envolvidos no projeto, a prova de conceito não pode apenas explorar soluções possíveis, mas também pode ajudar a entender e esclarecer os requisitos necessários;

Experiência de projeto – quando o grupo de trabalho tem pouca experiência anterior, considerando que todo projeto é uma atividade não repetitiva e única, não sendo possível basear resultados em arquiteturas e tecnologias existentes, pois cada caso é um caso;

Requisitos complexos – quando qualquer requisito é considerado complexo, podendo ainda ser classificado como particularmente oneroso, mesmo que o domínio seja familiar e o projeto tenha similaridade com outros existentes;

Alto risco - quanto maior o risco, mais esforço é necessário, uma vez que há a expectativa de resultados mais realistas dos modelos produzidos e avaliados. Entretanto, é preciso reconhecer que nem todos os riscos podem ser eliminados. (SILVA, 2014)

No caso específico deste trabalho, o aporte tecnológico refere-se a um *software* e *hardware* aplicados à cadeia produtiva do mel, com a finalidade de processar informações capazes de controlar a qualidade por meio do monitoramento e previsão dos fatores de risco do biorprocesso de fermentação e do processo químico que influencia o aumento do HMF (Hidroximetilfurfural).

A intenção de tornar prático o arcabouço teórico de desenvolvimento desta tecnologia demonstrar-se-á pela utilização da prova de conceito para “Experiência de Projeto” (SILVA

2014), a fim de integrar as informações entre *hardware* e *software*, o poder de processamento e resposta, e a análise do comportamento dos usuários quanto ao uso das principais funcionalidades.

Apesar de ser uma ferramenta inovadora e repleta de benefícios, a tecnologia também representa limites e riscos operacionais, sobretudo pelos desafios de inclusão digital dos apicultores, da difícil localização das UEPAS (Unidades de Extração de Produtos Apícolas), oscilações de internet e a resistência de aportar tecnologias inovadoras em cadeias com métodos tradicionais de produção.

A aplicação desta prova de conceito tem como objetivos técnicos:

- Transformação do produtor em gestor do seu processo de produção, além de ter acesso às novas tecnologias, fortalecendo a inclusão digital na relação entre o campo e suas potencialidades produtivas;
- Melhoramento das condições de funcionamento da tecnologia, no que diz respeito à sua interação entre os dispositivos de *hardware* e *software*;
- Reconhecimento da importância de um desenvolvimento eficiente para a implementação de determinado sistema, constatando que a tecnologia satisfaz a especificação que determina seus fins.

Em relação à validação, Silva (2014) afirma que tal mecanismo permite demonstrar na prática a metodologia, os conceitos e as tecnologias envolvidas na elaboração do projeto, por meio da usabilidade e feedbacks constantes e corretivos.

A validação corresponde à etapa operacional da prova de conceito e as classes correspondentes aos usuários são representadas: pelas certificadoras e seus consultores, pelas indústrias e os analistas de laboratórios e, os apicultores e os responsáveis pela análise do mel nas UEPAS.

O *software* passa a ter um papel fundamental nesta cadeia, em virtude das suas funcionalidades de cadastros, avaliação de enquadramento às exigências, rastreabilidade e, sobretudo, seu monitoramento dos fatores de risco, tão prejudiciais ao produto e, conseqüentemente à cadeia produtiva por completo.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Acerca da metodologia, foi necessária a divisão da aplicação da prova de conceito e validação com base em duas etapas: a **Etapa 01** que dispõe do levantamento e documentação de dados, a partir da definição de indicadores e enquadramento às exigências legais de produção alimentícia e; a **Etapa 02**, que corresponde ao processamento dos dados colhidos, por meio das tecnologias desenvolvidas, para validar as funcionalidades para o *software* e *hardware*.

Os testes foram realizados na cadeia produtiva de mel da região de Picos, uma cidade piauiense situada na região do semiárido e que agrega condições ideais para a produção do mel, visto sua grande mata nativa e seu clima, com períodos de chuva e seca, bem definidos.

Atualmente conta com indústrias de beneficiamento do mel e uma central de cooperativas que reúne a produção de 564 apicultores distribuída em 874 apiários, produzindo para o mercado nacional e internacional, se destacando como o terceiro maior produtor e exportador de mel orgânico do Brasil (SEBRAE, 2014).

Para a prova de conceito e validação, foram utilizados como objetos de estudo: 03 indústrias de beneficiamento, 04 cooperativas, 08 unidades de extração e 58 apicultores. Essa amostra corresponde a 10% dos produtores e são responsáveis por 30% da produção anual de mel da referida região.

Primeiramente, o *software* coletou os dados cadastrais dos produtores, das unidades de extração e das indústrias. A partir de tais dados, a avaliação das principais técnicas utilizadas em todos os processos produtivos da cadeia do mel foi processada automaticamente.

Por meio da funcionalidade de *checklist* as avaliações são processadas em duas fases: (i) a fase de produção do mel, que envolve as condições naturais, colmeia, os equipamentos, o manejo, a colheita, a pós-colheita e a gestão da qualidade e de treinamento, e; (ii) a fase de beneficiamento industrial, que envolve os entraves logísticos de transporte, armazenamento, envase, análises e os processos industriais que podem afetar as características de qualidade do mel.

No que se refere a funcionalidade de aplicação do *checklist*, a avaliação emitiu relatórios para definir o enquadramento dos indicadores às exigências da legislação.

Na etapa de produção, foram definidos indicadores naturais para servir como banco de dados para a aplicação da funcionalidade de *Big Data*, com a finalidade de gerar padrão para previsões qualitativas, conforme as condições pluviométricas, temperatura ambiente, umidade relativa do ar, insolação, temperatura de armazenamento, análise da água, registro de floradas e componentes do mel de uma determinada região.

A pesquisa de documentação dos indicadores naturais foi entre os anos de 2008 e 2014, mês a mês. Como fonte de pesquisa, foram utilizados os bancos de dados abertos do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, órgão do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O registro dos dados e o entendimento das circunstâncias em que eles se relacionam, visava proporcionar ao suporte técnico e científico a validação necessária para emitir relatórios específicos sobre eventos futuros relacionados às variações dos registros de pluviosidade, temperaturas, insolação, umidade relativa do ar, umidade do mel e da concentração do HMF, ambos no momento da colheita, mês a mês, ao longo dos anos.

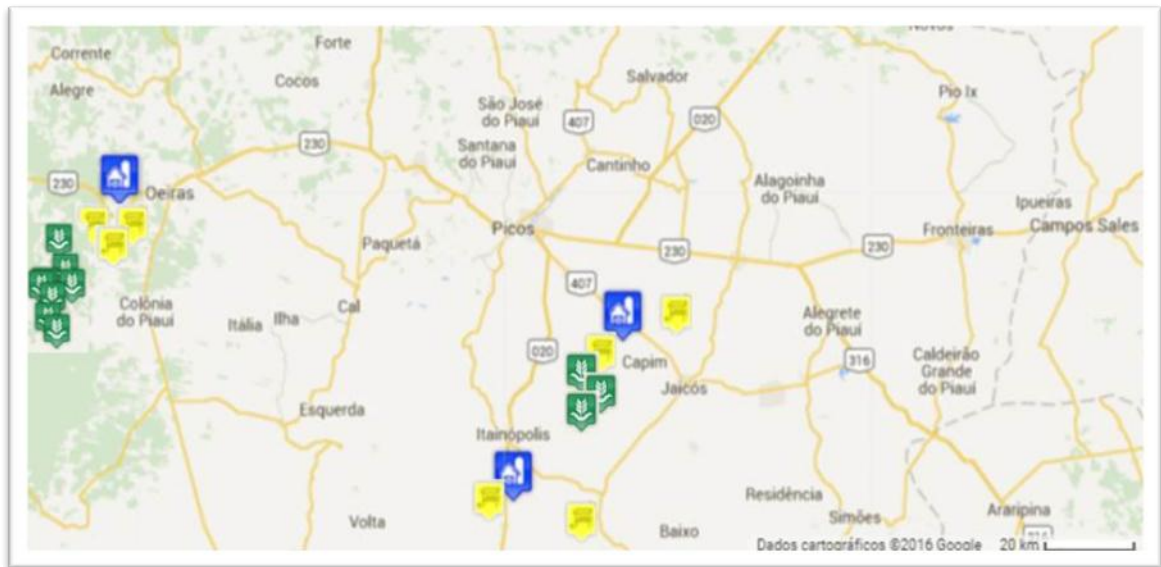
No processo de beneficiamento, os testes mapearam todas as condições e técnicas que envolvem o tratamento que o produto recebe em estruturas industriais, que correspondem ao seu transporte, armazenamento, estocagem, condições higiênicas de ambiente, de recipientes, assim como seus processos físicos, como desumidificação, filtração, descristalização e decantação.

Em unidades de produção que possuem certificação orgânica, foi aplicada a prova de conceito e validação respeitando as exigências relacionadas aos fatores determinantes e obrigatórios. Esses fatores são regidos pelo Artigo 21, da instrução normativa nº 46, de 06/10/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As avaliações para a certificação orgânica levam em consideração os seguintes aspectos: localização dos apiários, colmeias, alimentação das abelhas, extração do mel, gestão de colônias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa da prova de conceito e validação resultou nos cadastros das indústrias, suas respectivas UEPAS e apicultores. Possibilitando a visualização da geolocalização, essencial indicador de identidade do mel.

Figura 01: Exemplo de Registro das indústrias, UEPAS, Apicultores e suas respectivas geolocalizações



Fonte: Própria (2015)

Legenda: Azul: Indústrias | Amarelo: UEPAS | Verde: Apicultores.

A **Figura 01** demonstra uma visão geral do cenário dos componentes da cadeia, com um panorama das condições de localização, com a finalidade detectar a origem do mel, assim como ser o princípio da funcionalidade de rastreamento e determinação da posição por georreferenciamento.

Os apiários correspondem ao local onde acontece o primeiro contato do produtor com o mel. Esta é uma das etapas mais delicadas da produção, pois se refere ao mel recém-formado e, portanto, vulnerável às primeiras influências externas à colmeia.

A aplicação da funcionalidade de avaliação (*checklist*) nos apiários demonstrou resultado médio satisfatório dos três indicadores que compõem as avaliações dos apiários: colheita, equipamentos e manejo. Dessa forma, o referido indicador atendeu as exigências e, ao mesmo tempo, o *software* conseguiu ter processamento fiel dos dados desse teste.

Dentre os indicadores que representam a análise dos equipamentos utilizados nas UEPAS e que comprovam a conformidade com os parâmetros exigidos estão a maneira como o mel é armazenado, seus respectivos recipientes e equipamentos de higiene, assim como a estrutura física da casa do mel e os métodos de fracionamento do produto. Tal conformidade com a validação é o pleno artifício de documentação do *software*.

Para o citado indicador, a funcionalidade de avaliação dos requisitos obrigatórios das UEPAS processou os dados e emitiu relatório que demonstra (também em formato de gráfico) que as 08 unidades avaliadas estão em conformidade nas exigências.

Na aplicação da funcionalidade de *checklist* nas indústrias, o papel de agregar valor ao mel para sua comercialização e, ao mesmo tempo, manter todos os protocolos para impedir que o mel se modifique durante os entraves logísticos obteve resultados em conformidade com as exigências das instruções normativas.

Esses dados podem também ser utilizados pelo *software* para comparar todos os indicadores ao longo das etapas de produção, beneficiamento e armazenamento, com a finalidade de monitorar as possíveis variações que o mel pode sofrer durante esses caminhos e os confrontar com os fatores de risco.

Em relação aos indicadores naturais inerentes à região analisada, foi possível emitir relatórios dos períodos de chuva ao longo dos anos analisados. Isso possibilita uma percepção sobre a influência desses períodos na produção do mel, assim como no registro da umidade relativa do ar e, conseqüentemente, a influência dos períodos chuvosos e secos na umidade do mel, na temperatura ambiente e na presença de determinadas floradas, que por sua vez irão determinar a composição e classificação do mel.

A temperatura e a insolação são indicadores importantes, no sentido que em regiões com menos precipitações, o produtor de mel depende do uso de artifícios de redução da temperatura ambiente, como distribuição de água no apiário, ou simplesmente sombreamentos artificiais (MOURA, 2010).

Tendo em vista a influência que determinados indicadores têm na iminência dos fatores de risco do mel, o *software* determina o relatório do comportamento da umidade relativa do ar e sua variação ao longo dos meses e anos, assim como os resultados documentados para relatar o comportamento das variações dos valores de umidade de mel, registrados nas UEPAS, e identificar períodos de maior risco.

Como uma das funcionalidades testadas, o *software* confronta as variações das chuvas, temperatura e umidade relativa do ar, para verificar a relação estatística entre os referidos indicadores e aplicar o cálculo dos índices relativos, assim como definir graficamente e em valores, quais as condições ideais para a produção do mel naquela determinada região.

Os registros dos valores de concentração de HMF ao longo dos anos de 2008 a 2014 resultaram em um relatório capaz de ser analisado frente aos indicadores de temperatura e insolação, para confrontar as variações em determinados períodos, possibilitando inclusive a realização de análises preditivas.

Em relação às funcionalidade de *Big Data* (só possíveis após a coleta e registro de todos os dados), o *software* aplica as definições realizadas a partir dos interesses do usuário.

O *Big Data* é uma funcionalidade derivada dos tratamentos estatísticos de Correlação, Regressão Linear e Regressão Linear Múltipla que, de posse dos dados tem relações previamente definidas para identificar qual o grau de interferência os respectivos indicadores tem com os fatores de risco.

Figura 02: Exemplo da interface da funcionalidade do *Big Data*, a partir dos interesses do usuário.

Fonte: Própria | Interface do *Software* (2015)

A **Figura 02** demonstra a interface do *software*, diante da gestão dos dados para a solicitação de previsões que relacionam indicadores naturais, floradas e aspectos físico-

químico-microbiológicos. O *software* realiza o processamento, por meio do tratamento estatístico e emite relatório contendo 07 análises preditivas:

1. Método Dedutivo de Previsão de condições naturais;
2. Método Indutivo de Previsão de condições naturais;
3. Previsão Produtiva para o ano seguinte;
4. Condições Ideais de Produção;
5. Índices Relativos de Umidade do Mel, Umidade Relativa do Ar e Temperatura;
6. Risco de Fermentação;
7. Risco de Aumento de HMF, além dos parâmetros permitidos.

Tais informações demonstraram como ocorre a presença desses indicadores na região, como se dá sua constância e frequência, de que maneira podem ser mensuráveis e sua capacidade de se relacionar ou se complementar, para possibilitar a criação de uma identidade e uma funcionalidade capaz de oferecer ao produtor a previsibilidade.

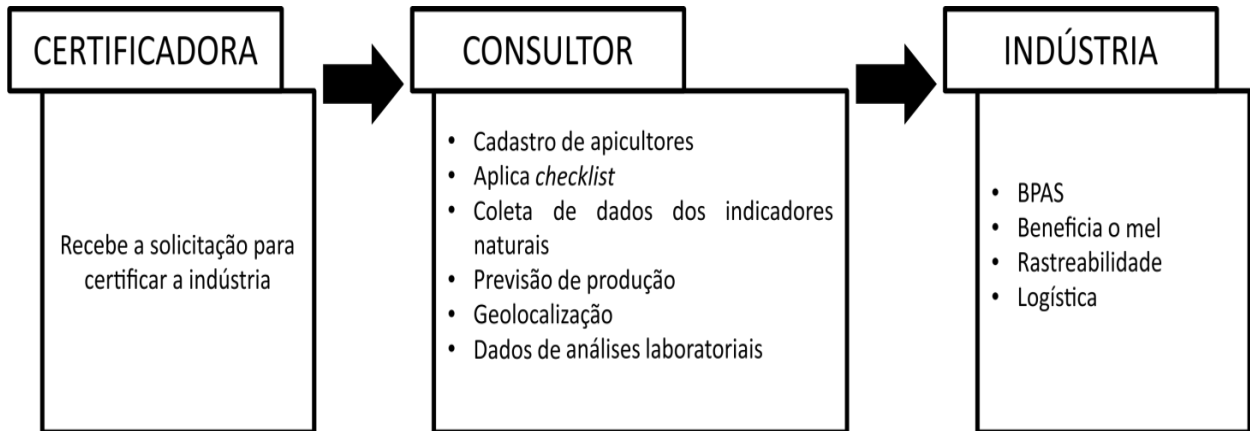
Como resultado da prova de conceito e validação, foi necessário definir as etapas de relacionamento entre os envolvidos na cadeia produtiva.

No caso das indústrias que beneficiam o mel, os indicadores naturais da região, a qualidade da produção, a eficiência da logística e a segurança nas análises laboratoriais tem importância fundamental para o êxito da solicitação de certificação.

Para a indústria, o monitoramento dos indicadores relacionados aos fatores de risco é considerado aspecto relevante para o valor das informações. Sendo assim, o *software* processa e produz as informações concomitantemente para a indústria e para as certificadoras, o que confere à cadeia produtiva uma maior segurança e um maior controle.

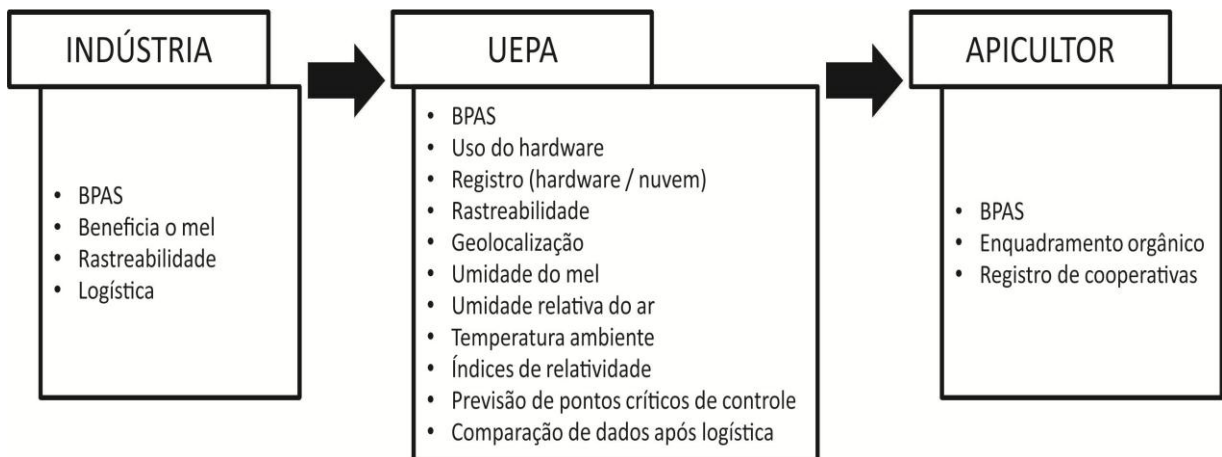
Na percepção da prova de conceito, o relacionamento entre indústria, certificadoras, produtores, analistas de laboratórios e UEPAS pode ser representado por fluxogramas, que possibilitam a composição de diagramas de caso, resultantes da validação do desenvolvimento e teste do *software*, conforme figuras a seguir.

Figura 03: Fluxograma resultante da prova de conceito e validação do software, para as etapas de comunicação entre certificadoras, seus respectivos consultores e a indústria de beneficiamento.



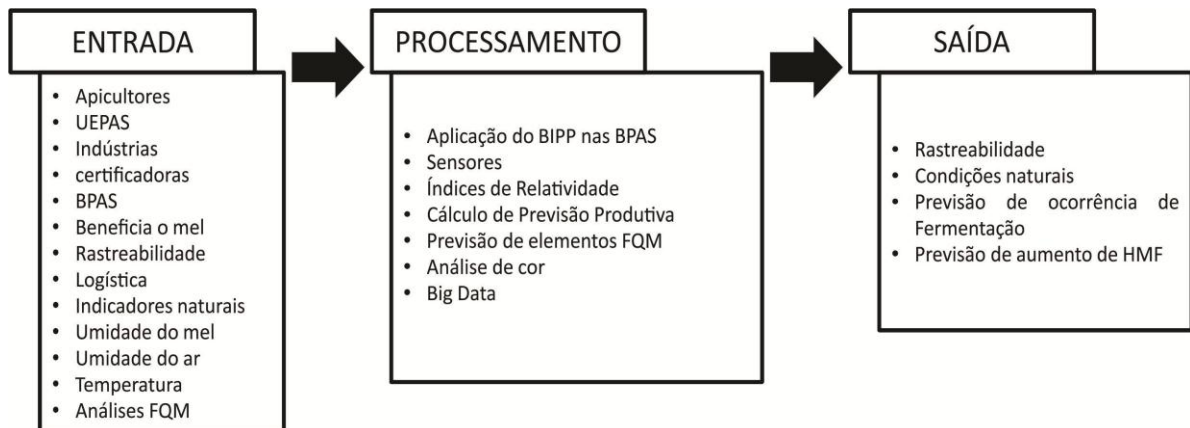
Fonte: Própria (2015)

Figura 04: Fluxograma resultante da prova de conceito e validação do software, para as etapas de comunicação entre a indústria de beneficiamento, suas respectivas UEPAS e os apicultores.



Fonte: Própria (2015)

Figura 05: Fluxograma resultante da prova de conceito e validação do software, que demonstra o conjunto de funcionalidades, quando realizadas as etapas de processamento das informações.



Fonte: Própria (2015)

CONCLUSÃO

A aplicação da prova de conceito e da validação tiveram resultados essenciais para o aperfeiçoamento da pesquisa, sobretudo de ajustes e melhoramentos do aporte tecnológico.

Os ajustes foram baseados na percepção do comportamento dos usuários, ao serem submetidos ao contato com a tecnologia, e na produção das informações consideradas relevantes para o monitoramento dos fatores de risco.

A maior vantagem percebida ao validar a tecnologia foi a capacidade de armazenar e, posteriormente, transmitir os dados de forma integrada, para percepção das possíveis variações ao longo do processo logístico e da ocorrência dos fatores de risco.

A maneira como o processamento ocorreu possibilitou também o envio imediato para a nuvem (*cloud computing*), ou seja, em caso de áreas com conectividade por Internet será possível armazenar os dados de forma segura e remota, permitindo que imediatamente ao seu registro tanto a indústria quanto a certificadora tenham acesso aos dados em tempo real e, dessa forma, planejar a logística de forma ainda mais eficiente.

As condições de Internet ainda correspondem o grande desafio em virtude da sua instabilidade e quando se refere a condições geográficas semelhantes aos das UEPAS, é necessário que a relação entre a inclusão, processamento e saída de dados seja atribuída ao *software* com alternativas para poder sobressair das condições adversas.

Portanto, como resultado dos testes, foi possível constatar a capacidade que a tecnologia tem em sistematizar todas essas análises, concentrar os dados em uma ferramenta computacional, gerar documentação de *Big Data*, automatizar o confronto dos dados, gerar previsões sobre a produção de mel de uma determinada região, assim como prevê a possibilidade de fermentação do mel e a aumento do HMF com base em análises laboratoriais e no processamento de todos os dados dos indicadores naturais.

Diante do processo de desenvolvimento da tecnologia, sobretudo na etapa de prova de conceito e validação, foi utilizada a ferramenta de análise de maturidade TRL - *Technology Readiness Level* de projetos de inovação.

Segundo Mankins (1995), o TRL corresponde a uma ferramenta disponível para avaliação de tecnologias e que permite definir seu grau de maturidade.

Atualmente a escala TRL tem 9 níveis, que variam entre o TRL 1 que refere-se à investigação básica da tecnologia, inclusive a justificativa até o TRL 9 que demonstra a maturidade do produto finalizado, após a prova de conceito e validação e pronto para lançamento no mercado (GIL *et al.* 2014).

Conforme a European Commission Definition (2015) o sistema descrito neste trabalho está no TRL 9, pois existe de fato a comprovação de seu funcionamento em ambiente operacional, com a possibilidade de produção competitiva.

Para chegar a esse estágio, foi necessário realizar a avaliação qualitativa com base progressão hierárquica da escala, ou seja, a qualificação para um determinado nível de TRL só é possível se constatada a maturidade em níveis anteriores.

REFERÊNCIAS

ALCÁZAR, A.; JURADO, J.M.; PABLOS, F.A.; GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, M.J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages. *Microchemical Journal*, v 82. 2006.

ANDRADE, R. M. de; ARAKAKI, R.; BECERRA, J. L. R. O uso de Provas de Conceito como ferramenta para gestão de aprendizado de arquitetura de software. 3rd international conference on Information Systems and Technology Management. São Paulo, 2006.

BIG DATA NOW. 1. Ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2012.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: a short history of honey. *Bee Product Science*, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BOYD, D.; CRAWFORD, K. Six Provocations for Big Data. Oxford Internet Institute's "A Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society" on September 21, 2011. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1926431>

BRASIL. Instrução Normativa n.º 007, de 17 de maio de 1999. Diário Oficial, 19 de maio de 1999. Seção 1, Anexos I a VII. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal.

CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo. Aplicações da Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP). Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília. 2015.

CONROW, E. H. Estimating Technology Readiness Level Coefficients. Management and Technology Associates, Redondo Beach, California 90278. AIAA SPACE 2009 Conference & Exposition 14 - 17 September 2009, Pasadena, California.

EUROPEAN SPACE AGENCY. "Technology Readiness Level (TRL) - The ESA Science Technology Development Route". Disponível em <http://sci.esa.int/sre-ft/50124-technology-readiness-level/>. Future Missions Office, Technology Preparation Section. 2015.

GIL, L.; ANDRADE, M. H.; COSTA, M. C. Os TRL (Technology Readiness Levels) como ferramenta na avaliação tecnológica. Laboratório Nacional de energia e Geologia. Revista INGENIUM de Engenharia de Materiais. Lisboa, 2014.

MANKINS, J. C. "Technology Readiness Levels: A White Paper. NASA, Office of Space Access and Technology, Advanced Concepts Office. 6 April 1995.

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

MOURA, S. G. Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. 2010. 76f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, 2010.

NOVO, R.; NEVES, J. M. S. Inovação na inteligência analítica por meio do *Big Data*: Características de diferenciação da abordagem tradicional. Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade. VIII WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA. ISSN: 2175-1897. São Paulo, 2013.

REIS, E., *Estatística Descritiva* (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo, 1994.

SANCHO M.T., MUNIATEGUI S., HUIDOBRO J.F., SIMAL Lozano J., Aging of honey. J. Agric. Food Chem., 1992.

SEBRAE. Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colmeia. Série Mercado. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, 2014.

SILVA, M. A. da. Prova de Conceito (PoC) em Projetos. *Project Management Knowledge Base*. 24 de junho de 2014. Disponível em: < <http://pmkb.com.br/artigo/prova-de-conceito-poc-em-projetos/>>. Acesso em: 03 de JANEIRO de 2014.

TOSI E., CIAPPINI M., LUCERO H. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. Food Chem., 2002.

ANÁLISE DE MATURIDADE T.R.L. (TECHNOLOGY READINESS LEVEL) EM TECNOLOGIA COMPUTACIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL

LINHARES, Marcus Vinícius Dantas; QUINTELLA, Cristina M.²

¹ Professor do IFPI – Instituto Federal do Piauí

Doutorando em Biotecnologia – RENORBIO / UFBA

marcus-linhares@hotmail.com

² Professora da UFBA – Universidade Federal da Bahia

Orientadora do Programa de Doutorado RENORBIO

cris5000tina@gmail.com

RESUMO

Este trabalho descreve a aplicação da análise de maturidade tecnológica ao aporte tecnológico computacional desenvolvido para monitorar e controlar os fatores de risco da cadeia produtiva do mel. Foi possível demonstrar a evolução das etapas de aperfeiçoamento da tecnologia seguindo a escala determinada pela metodologia TRL (*Technology Readiness Level*). A aplicação da avaliação ocorreu desde a ideação da ferramenta computacional, até a comprovação de maturidade, utilizando como cenário amostral a cadeia produtiva de mel do semiárido piauiense (Piauí - Brasil), composto pela amostra de 03 indústrias de beneficiamento, 04 cooperativas, 08 unidades de extração e 58 apicultores. Essas avaliações permitiram o aperfeiçoamento da tecnologia, constatando seu nível de maturidade 9 na escala TRL (*Technology Readiness Level*).

Palavras Chave: Maturidade; Tecnologia; Mel; Fatores de Risco

ABSTRACT

This paper describes the application of technological maturity analysis to computational technological support designed to monitor and control the risk factors of the productive chain of honey. It was possible to demonstrate the evolution of the processing stages of the technology following the given scale by methodology TRL (Technology Readiness Level). The application of the assessment occurred since the ideation of the computational tool, until proof of maturity, using as sample scenario the productive chain of honey (Piauí - Brazil) semiarid region, comprising the sample of 03 processing industries, 04 cooperatives, 08 extraction units and 58 beekeepers. These assessments allowed the improvement of technology, noting their maturity level 9 on TRL scale (Technology Readiness Level).

Key words: Maturity; Technological; Honey; Risk factors

1. INTRODUÇÃO

Tecnologia é a aplicação prática do conhecimento para criar a capacidade de fazer algo inteiramente novo de forma inteiramente nova e, diferentemente de pesquisa científica, que engloba a descoberta de um novo conhecimento, a tecnologia deriva do novo conhecimento para resolver problemas técnicos específicos (Mankins, 1995).

De acordo com o DOE (2011), o desenvolvimento de uma tecnologia corresponde ao conjunto de processos com demonstrações técnicas novas ou não comprovadas que, quando associada a um projeto, identifica um ciclo de vida até que seu grau de maturidade evolua a um nível de confiança capaz de oferecer credibilidade técnica.

Quanto ao aspecto de usabilidade e aplicabilidade de uma tecnologia, Gil *et al.* (2014), ressalta que a avaliação de uma tecnologia deve ser feita interativamente até os requisitos e os recursos estejam alinhados dentro de um risco aceitável.

A ideia de descrever os níveis de maturidade das tecnologias foi primeiro apresentado no documento “*The NASA technology push towards future space mission systems*” (SADEN, 1989 apud GIL *et al.* (2014).

Diante do processo de desenvolvimento de uma tecnologia pode-se identificar a necessidade de criar requisitos de avaliação tecnológica a partir do projeto conceitual. Estes critérios são definidos em uma ferramenta de análise de maturidade denominada TRL - *Technology Readiness Level* de projetos de inovação.

Segundo a EARTO (2014), a escala *Technology Readiness Level* (TRL) foi desenvolvida durante a década de 1970. O *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) introduziu a escala como uma disciplina independente do Programa Figura de Mérito (FOM) para permitir uma avaliação e comunicação mais eficaz em relação à maturidade de novas tecnologias.

Em 1974, Stan Sadin desenvolveu a primeira escala de 7 níveis, que foi ainda mais refinado na década de 1990 para a escala de 9 nível que ganhou aceitação generalizada em toda a indústria e governo. No meio da primeira década após a 2000, a escala foi amplamente adotada como um sistema de definir a disponibilidade de tecnologias em toda a comunidade internacional de desenvolvimento de espaço (EARTO, 2014).

Segundo Mankins (1995), o TRL corresponde a uma ferramenta disponível para avaliação de tecnologias e que permite definir seu grau de maturidade.

Conforme a European Commission Definition (2015), atualmente a escala TRL tem 9 níveis, que variam entre o TRL 1 que refere-se à investigação básica da tecnologia, inclusive a justificativa até o TRL 9 que demonstra a maturidade do produto finalizado, após a prova de conceito e validação e pronto para lançamento no mercado.

A escala de TRL segue uma avaliação qualitativa com base em progressão hierárquica de escala, ou seja, a qualificação para um determinado nível de TRL só é possível se constatada a maturidade em níveis anteriores.

O aporte tecnológico, cuja avaliação foi descrita neste trabalho, refere-se a um *software* e *hardware* aplicados à cadeia produtiva do mel, com a finalidade de processar informações capazes de controlar a qualidade por meio do monitoramento e previsão dos fatores de risco do biorprocesso de fermentação e do processo químico que influencia o aumento do HMF (Hidroximetilfurfural).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A aplicação da análise de maturidade TRL foi realizada no composto tecnológico computacional (*software* e *hardware*) desenvolvido para o controle de qualidade da cadeia industrial de mel.

A referida tecnologia foi desenvolvida com base em um algoritmo capaz de processar um composto de funcionalidades em *Big Data*, com finalidade de diagnosticar, prever, monitorar e intervir nos fatores de riscos do bioprocesso de fermentação ou no processo químico de aumento de HMF (hidroximetilfurfural).

Dentre as principais funcionalidades: (i) avaliar as técnicas de manejo envolvidas na cadeia do mel, desde a produção até as condições de transporte, beneficiamento e armazenamento; (ii) diagnosticar condições de risco do bioprocesso de Fermentação e do processo de aumento de HMF; (iii) documentar as análises de parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos, para aplicar sistematicamente às relações existentes e essenciais com os

fatores de risco; (iv) integrar informações dos indicadores naturais, como clima, temperatura, umidade e chuvas, para determinar padrões de *Big Data*, possibilitando previsões e possíveis intervenções; (v) processar, por meio de *software* embarcado em *hardware* próprio, os resultados de análises de cor, umidade, HMF e temperatura, com a finalidade de delimitar índices que relacionem tais indicadores, e; (vi) gerar informações e definições inerentes à localização geográfica do mel, para analisar sua composição e características diferenciadas pelo processo de georreferenciamento, obtendo, conseqüentemente, a rastreabilidade da cadeia produtiva.

O contexto produtivo em que a tecnologia foi avaliada foi a cadeia produtiva de mel da região de Picos, uma cidade piauiense (Piauí - Brasil) situada na região do semiárido e que agrega condições ideais para a produção do mel. E tem um ambiente competitivo formado por indústrias de beneficiamento do mel e uma central de cooperativas que reúne a produção de 564 apicultores distribuída em 874 apiários, produzindo para o mercado nacional e internacional, se destacando como o terceiro maior produtor e exportador de mel orgânico do Brasil (SEBRAE, 2014).

Como metodologia de desenvolvimento ágil foi utilizada o *Scrum*, que corresponde a um conjunto de técnicas que envolvem o documento de visão, que tem a finalidade de definir as metas, os requisitos funcionais e requisitos não funcionais.

A partir do documento de visão, são definidas as histórias de usuários com os *Sprints*, que definem as funcionalidades prioritárias atribuindo a elas pesos e prazos de execução.

Com base nos relatórios de desenvolvimento emitidos pelas metodologias de *Scrum* e nas finalidades prioritárias definidas pelas *Sprints*, as conclusões sobre as etapas cumpridas forma confrontadas com os conceitos das escalas de TRL.

A análise de maturidade TRL foi realizada durante do desenvolvimento e aplicação, da tecnologia descrita, em 03 indústrias de beneficiamento, 04 cooperativas, 08 unidades de extração e 58 apicultores. Essa amostra corresponde a 10% dos produtores e são responsáveis por 30% da produção anual de mel da referida região.

A escala utilizada para a análise de maturidade foi a da *European Commission Definition* (2015), conforme **Tabela 01**.

Tabela 01: Escala de maturidade tecnológica, para a análise de TRL

ESCALA	NÍVEL DE MATURIDADE
TRL 1	Princípios básicos observados
TRL 2	Tecnologia com conceito formulado
TRL 3	Prova experimental do conceito (<i>Proof of Concept</i>)
TRL 4	Tecnologia validada em laboratório
TRL 5	Tecnologia validada em ambiente relevante (ambiente industrial relevante, no caso das tecnologias facilitadoras essenciais)
TRL 6	Tecnologia demonstrada no ambiente relevante (ambiente industrial relevante, no caso das tecnologias facilitadoras essenciais)
TRL 7	Sistema de demonstração do protótipo em ambiente operacional
TRL 8	Sistema completo e qualificado
TRL 9	Sistema real e operacional formulado para a aplicação em ambiente competitivo.

Fonte: European Commission Definition (2015)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da análise de maturidade resultou na percepção das diferentes fases de desenvolvimento, desde seu processo de entendimento das necessidades técnicas a serem solucionadas, definição dos objetivos, ideação, validações, prototipações e testes.

De forma a parametrizar a evolução do desenvolvimento da tecnologia em questão os resultados e as discussões foram representados na **Tabela 02**, com a finalidade foi a demonstrar as evidências tecnológicas em suas respectivas fases e análises.

Tabela 02: Resultado da análise de maturidade TRL do caso em estudo

ESCALA	CONTEXTO	EVIDÊNCIAS
TRL 1	A pesquisa científica identificou a necessidade tecnológica de encontrar mecanismos que impedissem os fatores de risco na produção do mel.	Início da transferência dos estudos científicos para uma investigação aplicada ao desenvolvimento de técnicas que observavam os agentes causadores e seus respectivos impactos.
TRL 2	Início da atividade inventiva, identificando quais as potencialidades de transferir o conhecimento para sua usabilidade técnica, capaz de detalhar provas que venham a garantir a respectiva aplicação.	<p>Foi desenvolvido um <i>software</i> de infraestrutura de geração de bando de dados, com a finalidade de compreender o comportamento dos dados ligados aos fatores de risco ao longo do tempo.</p> <p>A documentação gerou um volume de dados capaz de estabelecer relações em tratamentos estatísticos, assim surge a tecnologia de Big Data aplicada aos fatores de risco do mel.</p> <p>Funcionalidades de análise das transformações de cor do mel e o aumento do HMF ao longo do tempo ou dos estraves logísticos, controle do aumento da umidade do mel.</p> <p>Desenvolvimento da funcionalidade de registro das análises laboratoriais dos componentes físico-químico-microbiológicos</p> <p>Desenvolvimento do <i>hardware</i> que embarca o <i>software</i>.</p>
TRL 3	Estudo analítico para ajustar a tecnologia a um determinado contexto, em busca de colher resultados, em experiências que comprovem as ideias, aplicações ou conceitos formulados na teoria.	<p>Prova de contexto na forma de Experiência de projeto, que se refere a atividade não repetitiva e única, não sendo possível basear resultados em tecnologias existentes, possibilitando os relatórios de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - índices estatísticos de relação entre os indicadores ligados aos fatores de risco do mel (umidade do mel, umidade relativa do ar e temperatura);

		<ul style="list-style-type: none">- determinação gráfica e estatística das condições ideais para a produção e condicionamento do mel;- emissão contínua de relatórios sobre a iminência dos riscos de fermentação do mel, ou de aumento do HMF.
TRL 4	Execução de um parâmetro de análise com baixa exigência, com a finalidade de perceber se o conteúdo formulado anteriormente se encontra consistente na tecnologia.	<p>Esta ação foi derivada da prova de conceito e os testes seguintes, aos iniciados na etapa anterior, serviram para determinar as funcionalidades na prática, além de perceber as potenciais aplicações ao sistema no decorrer de seus testes.</p> <p>Correspondeu ao conjunto de correções em laboratório, integrando os elementos tecnológicos básicos, com a finalidade de conceber o desempenho desejável para garantir que o processamento dos dados, com a finalidade de emitir, com eficácia, os relatórios de monitoramento dos fatores de risco do mel e o controle de qualidade.</p>
TRL 5	Configuração da tecnologia com maior fidelidade dos componentes testados na prova de conceito e na operacionalização em laboratório, em relação aos parâmetros teóricos da pesquisa científica que originou a tecnologia.	<p>Os ajustes foram baseados na percepção do comportamento dos usuários em uma amostra de 03 indústrias de beneficiamento, 04 cooperativas, 08 unidades de extração e 58 apicultores dos usuários, ao serem submetidos ao contato com a tecnologia, e na produção das informações consideradas relevantes para o monitoramento dos fatores de risco.</p> <p>A maior vantagem percebida ao validar a tecnologia foi a capacidade de armazenar e, posteriormente, transmitir os dados de forma integrada, para percepção das possíveis variações ao longo do processo logístico e da ocorrência dos fatores de risco.</p> <p>A maneira como o processamento ocorreu possibilitou também o envio imediato para a nuvem (<i>cloud computing</i>), permitindo que imediatamente ao seu registro tanto a</p>

		<p>indústria quanto a certificadora tenham acesso aos dados em tempo real e, dessa forma, planejar a logística de forma ainda mais eficiente.</p> <p>Constatou-se a capacidade do <i>Big Data</i>, ao automatizar o confronto dos dados, gerar previsões sobre a produção de mel de uma determinada região, prevê a possibilidade de fermentação e de aumento do HMF com base em análises laboratoriais e no processamento dos dados dos indicadores naturais.</p>
TRL 6	<p>Correspondeu à fidelidade da demonstração da tecnologia, capaz de compor, a partir de então, um instrumento representativo de sistema (protótipo), para ser apresentado em um ambiente operacional ou simulado de mercado.</p>	<p>A fidelidade da demonstração possibilitou o pedido de registro de patente, submetida ao registro no INPI, em cotitularidade entre os inventores, o IFPI – Instituto Federal do Piauí e a UFBA – Universidade Federal da Bahia.</p>
TRL 7	<p>Apresentação do protótipo, com fidelidade próxima ao do modelo final, ou no mínimo funcionalidades comprovadamente finalizadas, capaz de oferecer uma experiência de uso ao público a ser apresentada, com a finalidade de assegurar a confiança.</p>	<p>O protótipo da tecnologia foi apresentado em reunião com representantes do governo do estado do Piauí, representantes de indústrias de beneficiamento do mel do referido estado e de suas respectivas centrais de cooperativas.</p> <p>Tais representações reúnem a produção de 564 apicultores distribuída em 874 apiários, produzindo para o mercado nacional e internacional, correspondendo o terceiro maior produtor e exportador de mel do Brasil (SEBRAE, 2014).</p>
TRL 8	<p>Correspondeu às correções e, contudo, ao final da etapa de desenvolvimento tecnológico, cujo aporte demonstra, em sua forma final, as condições esperadas para a transferência de tecnologia.</p>	<p>Após a apresentação, as observações, acerca das funcionalidades e etapas de usabilidade do protótipo, foram sugeridas e acompanhadas pela equipe gestora da indústria e de suas respectivas centrais de cooperativas de produção de mel.</p> <p>Em virtude de conhecimento e caso de tais</p>

		envolvidos a tecnologia demonstrou esta etapa como etapa final de desenvolvimento, com a possibilidade de cumprir a última fase de sua análise de maturidade.
TRL 9	<p>Tecnologia melhorada e pronta para a real e operacional atuação no mercado.</p> <p>Disponibiliza como modelos de negócios específicos: a integração a outras tecnologias existentes, ou por meio de sua transferência tecnológica, ou por contratos empresariais de licenciamento.</p>	<p>Para evidenciar a última etapa das análises de maturidade, o aporte tecnológico de software e hardware com a finalidade de monitorar e prever os fatores de risco da produção do mel, além de controlar sua qualidade, está em formato de startup, aberta a negociações por meio do endereço eletrônico: www.bipp.com.br</p>

Fonte: Própria (2016)

CONCLUSÃO

A aplicação de métodos de avaliação, em tecnologias, possibilita uma melhor percepção das etapas de desenvolvimento e assegura ações efetivas, visto que há uma gestão do processo e mensuração dos resultados alcançados.

No caso específico da aplicação da escala TRL, percebeu-se como vantagem a versatilidade em seus métodos, podendo ser utilizado nos mais diversos tipos de tecnologias. E como limitação, o risco de gerar alternativas subjetivas em cada uma das etapas de avaliação, ou em relação ao período de aplicação (durante o desenvolvimento, ou *a posteriori*) gerando percepções diferenciadas no ponto de vista dos inventores e suas respectivas análises.

Em relação ao caso avaliado, o aporte tecnológico de monitoramento dos fatores de risco e controle de qualidade da produção do mel, demonstrou claramente o cumprimento das etapas, mantendo a sequência, sendo analisada em escalas subsequentes, respeitando um dos princípios hierárquicos do método TRL.

Dessa forma a aplicação da escala TRL contribuiu para uma percepção pontual das correções a serem realizadas, etapa após etapa, garantindo um teste eficaz das funcionalidades, usabilidades e integração do caso estudado.

Portanto, conclui-se que, conforme a *European Commission Definition* (2015), o sistema descrito neste trabalho está no TRL 9, pois existe de fato a comprovação de seu funcionamento em ambiente operacional, com a possibilidade de produção competitiva.

REFERÊNCIAS

ALCÁZAR, A.; JURADO, J.M.; PABLOS, F.A.; GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, M.J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages. *Microchemical Journal*, v 82, 2006.

BIG DATA NOW. 1. Ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2012.

BOGDANOV, S. *The Book of Honey: a short history of honey*. Bee Product Science, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BOYD, D.; CRAWFORD, K. Six Provocations for Big Data. Oxford Internet Institute's "A Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society" on September 21, 2011. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=1926431>. Acesso em: 29 de setembro de 2014.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 007, de 17 de maio de 1999. Diário Oficial, 19 de maio de 1999. Seção 1, Anexos I a VII. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal.

CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo. *Aplicações da Epidemiologia*. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP). *Epidemiol. Serv. Saúde*, Brasília, 24(2): 325-332, abr-jun 2015.

CONROW, E. H. Estimating Technology Readiness Level Coefficients. Management and Technology Associates, Redondo Beach, California 90278. AIAA SPACE 2009 Conference & Exposition 14 - 17 September 2009, Pasadena, California.

EARTO. The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool. EARTO Recommendations. 30 April 2014.

EUROPEAN SPACE AGENCY. "Technology Readiness Level (TRL) - The ESA Science Technology Development Route". Disponível em <http://sci.esa.int/sre-ft/50124-technology-readiness-level/>. Future Missions Office, Technology Preparation Section. 2015.

GIL, L.; ANDRADE, M. H.; COSTA, M. C. Os TRL (Technology Readiness Levels) como ferramenta na avaliação tecnológica. Laboratório Nacional de energia e Geologia. Revista INGENIUM de Engenharia de Materiais. Lisboa, 2014.

GRAETTINGER, C. P.; GARCIA, S.; SIVIY, J.; SCHENK, R. J.; SYCKLE, P. J. V. Using the Technology Readiness Levels Scale to Support Technology Management in the DoD's. ATD/STO Environments. A Findings and Recommendations Report Conducted for Army CECOM. September 2002.

KROIS, P.; MOGFORD, R; REHMANN, J. "FAA/NASA Human Factors for Evolving Environments: Human Factors, Attributes and Technology Readiness Levels". Disponível em: <http://www.hf.faa.gov/docs/508/docs/TRL.doc>. April 2003.

MANKINS, J. C. "Technology Readiness Levels: A White Paper. NASA, Office of Space Access and Technology, Advanced Concepts Office. 6 April 1995.

NOLTE, W. L.; KENNEDY, B. C.; DZIEGIEL Jr. R. J. "Technology Readiness Level Calculator, Air Force Laboratory". Presented at the NDIA Systems Engineering Conference". Technology Readiness Level Calculator NDIA Systems Engineering Conference. October 20, 2003.

REIS, E., Estatística Descritiva (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo, 1994.

SANCHO M.T., MUNIATEGUI S., HUIDOBRO J.F., SIMAL Lozano J., Aging of honey. J. Agric. Food Chem., 1992, 40, 134–138

SEBRAE. Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colmeia. Série Mercado. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, março de 2014.

TOSI E.; C. M.; LUCERO H. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. Food Chem., 2002, 77, 71–74.

WORK PROGRAMME 2014-2015. "Technology readiness levels (TRL)". European Commission, G. Technology readiness levels (TRL), HORIZON 2020. Extract from Part 19 - Commission Decision C(2014).

APROPRIAÇÃO INTELLECTUAL DA TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) DO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL

LINHARES, Marcus Vinícius Dantas; QUINTELLA, Cristina M.²

¹ Professor do IFPI – Instituto Federal do Piauí

Doutorando em Biotecnologia – RENORBIO / UFBA

marcus-linhares@hotmail.com

² Professora da UFBA – Universidade Federal da Bahia

Orientadora do Programa de Doutorado RENORBIO

cris5000tina@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresentou as 05 propriedades intelectuais resultantes do desenvolvimento do aporte tecnológico que agrega *hardware* e *software*, responsáveis pelo registro de dados de indicadores naturais das regiões de produção do mel, assim como, processamento de informações sobre a cor do mel, umidade relativa do ar, umidade do mel, temperatura ambiente e temperatura de armazenamento, com a finalidade de gerar *Big Data*, capaz de prever a iminência dos fatores de risco.

Palavras Chave: Mel; Qualidade; Tecnologia; Propriedade Intelectual.

ABSTRACT

This study present the 05 intellectual properties resulting from the development of technological support that combines hardware and software, responsible for the registration of natural indicators data for honey production regions, as well as processing information about the color of honey, relative humidity, humidity of honey, ambient temperature and storage temperature, in order to generate Big Data, able to predict the imminence of the risk factors.

Key words: Honey; quality; technology; Intellectual property.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Puhlmann (2009), toda atividade intelectual científica ou tecnológica possui potencial de gerar conhecimentos, que podem implicar em inovações tecnológicas passíveis de proteção por meio da legislação da propriedade intelectual.

A propriedade Intelectual é regida por leis complementares, a Lei da Inovação (nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004) e os respectivos incentivos fiscais na Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005.

Para Kasznar (2004), os principais objetivos visados pelas leis são promover maior desenvolvimento científico e tecnológico do país; estimular a transformação das inovações concebidas no ambiente acadêmico (universidades e instituições científicas) em tecnologia efetivamente implementada no mercado produtivo e incentivar a cooperação entre as entidades públicas e o setor privado.

Para Puhlmann (2009), a consonância da legislação se faz pela gestão da propriedade intelectual, a partir do tratamento de sigilo de pesquisas e resultados, da avaliação da matéria patenteável, da invenção ou modelo de utilidade e dos registros e depósitos de propriedades intelectuais.

No que se refere à apropriação intelectual da tecnologia apresentada e à sua gestão e proteção, foram realizados até o momento 05 depósitos de Patente de Invenção. Os protocolos com as redações das patentes foram depositados no Núcleo de Inovação Tecnológico do IFPI – NIT/IFPI, para o encaminhamento dos registros conforme as exigências do INPI – Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, seguindo o que orienta a legislação quanto à cotitularidade e participação dos inventores.

O conjunto de tecnologias a ser descrito neste trabalho corresponde a um *hardware* e mais quatro *softwares* embarcados desenvolvidos para assegurar sua qualidade da produção do mel e monitorar os fatores de risco fermentação e o aumento de HMF (Hidroximetilfurfural), relacionando os dados de análises de cor, umidade do mel, umidade relativa do ar, temperatura ambiente e de análises laboratoriais de componentes físico-químico-microbiológicos.

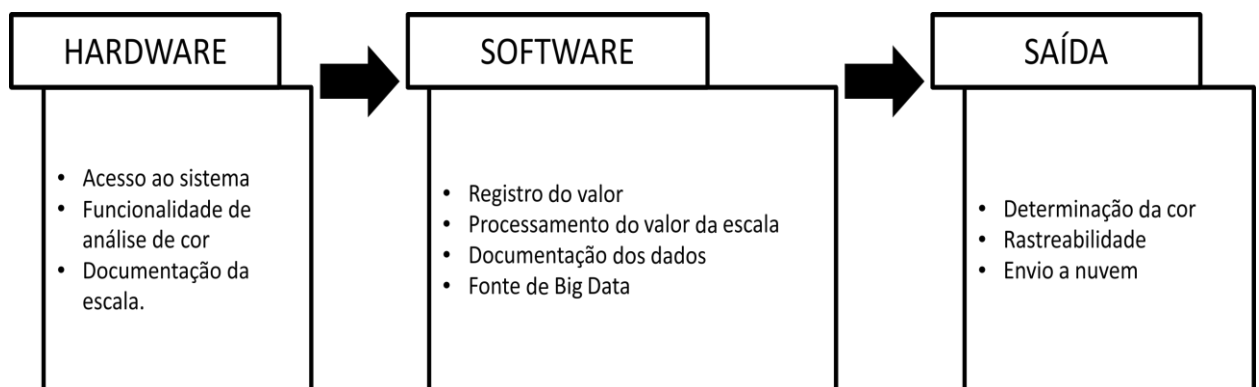
2. BR1020160113555: PROCESSO AUTOMATIZADO PARA REGISTRO E ANÁLISE SENSORIAL DE COR DO MEL

O sistema de análise sensorial de cor do mel corresponde ao *software* embarcado no *hardware*, que tem como funcionalidades: instrumentalizar, documentar e parametrizar a análise sensorial de cor do mel.

O objetivo é garantir o registro automático da cor via a numeração da escala, ou seja, uma vez identificado na escala, o número correspondente da cor é inserido no sistema que, por sua vez registra e armazena para, ao longo do tempo fazer correlações com os dados dos outros indicadores coletados pelo *hardware* (umidade do mel, umidade relativa do ar e temperatura), levando em consideração que a cor do mel pode variar de acordo com fatores naturais (floradas, temperatura e umidade) e fatores industriais (armazenamento).

O registro da cor num sistema computacional tem a finalidade de buscar padrões de comportamento e, com isso, emitir informações precisas sobre os riscos potenciais que um referido lote de mel corre, ao ser submetido a tais condições de alteração de cores e qual sua relação com os fatores de risco.

Figura 01: Etapas funcionais do software para a análise sensorial de cor



Fonte: Própria (2015)

A **Figura 01** corresponde ao fluxograma do sistema de análise sensorial de cor, realizado no *hardware*, a partir disso, processado pelo sistema embarcado. Posteriormente, o sistema informa a cor do mel e armazena a informação para comparar com resultados após seus entraves logísticos e, por meio de futuros tratamentos estatísticos, utilizar a tecnologia de

Big Data para fornecer dados de previsões de cor, quando este produto é colocado em condições semelhantes.

3. BR1020160113440: PROCESSO DE CÁLCULO DOS ÍNDICES DE DIAGNÓSTICOS PARA AS CONDIÇÕES IDEAIS DE PRODUÇÃO DO MEL

O sistema de índice relativo de umidade e temperatura utiliza-se de dados coletados de umidade relativa do ar e temperatura ambiente para confrontar com os dados de umidade do mel (para a iminência da fermentação) e valores de HMF encontrados no mel em períodos de tempo e região correspondentes à amostra.

A partir do confronto de dados, passa a ser possível perceber como a relação entre os indicadores vai influenciar na fermentação e nos valores de HMF, ao longo do tempo. A principal finalidade é a de gerar padrões e, a partir disso, definir um cenário considerado ideal para a região detentora dos dados.

A partir da detecção do cenário ideal, o sistema demonstra, em relatórios e gráficos, qual a temperatura, umidade relativa do ar e umidade de mel ideal para a cadeia produtiva da região na qual os dados foram coletados, com a finalidade de demonstrar aos produtores qualquer necessidade de manutenção ou intervenção durante o processo produtivo.

Porém, essa não é sua única funcionalidade, pois a relação dos dados, além de oferecer um cenário ideal para a região, também podem ser tratados entre si, na intenção de ter em sua relação índices que determinem parâmetros, que com base em tendências demonstradas no resultado do tratamento estatístico, possibilitando aos produtores uma percepção de comportamento do produto ao longo dos entraves logísticos da cadeia produtiva.

No sistema de índice relativo de umidade e temperatura, os dados são documentados automaticamente por sensores instalados no *hardware*. Esses sensores utilizam a tecnologia de Arduino e processam em tempo real e ininterrupto os dados de umidade relativa do ar e de temperatura, alimentando o sistema embarcado, responsável por todo o processamento.

A documentação da umidade do mel é realizada via refratômetro digital, que por sua vez informa o dado que será inserido no *software*, com o objetivo de gerar padrões, previsões

e aplicação dos cálculos de relação com a umidade relativa do ar e com a temperatura ambiente.

Figura 02: Etapas funcionais do software para os índices de umidade e temperatura.



Fonte: Própria (2015)

A **Figura 02** demonstra o fluxograma para a relação entres os indicadores. A ação conjunta necessita, portanto, de dados coletados ao longo do tempo, para a definição de um cenário ideal, assim como de dados imediatos, para a documentação e sistematização de índices capazes de subsidiar os produtores com informações sobre as tendências e riscos que seu produto corre.

4. BR1020160113482: PROCESSO AUTOMATIZADO PARA REGISTRO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICO-MICROBIOLÓGICAS

As instruções normativas e as legislações vigentes (MAPA, 2011) que tratam dos requisitos de segurança alimentar estipula parâmetros e seus respectivos valores para os aspectos físicos, químicos e microbiológicos do mel.

Durante o processo produtivo, o mel é submetido a uma série de condições físicas, com a finalidade de garantir seu manuseio, armazenamento, transporte e, em especial,

artifícios que evitam algum de seus bioprocessos, como a desumidificação e decantação, por exemplo.

As indústrias de beneficiamento do mel, responsáveis pela agregação de valor e comercialização do produto, assumem a responsabilidade pelas análises laboratoriais dos componentes do mel, para estipular e monitorar os valores analisados e confrontá-los com os exigidos pela legislação.

Atualmente, as análises físico-químico-microbiológicas correspondem apenas a uma documentação específica, para cumprir as exigências e legislações. Porém se tais análises forem feitas exclusivamente por lotes de mel, pertencentes às suas respectivas UEPAS², que por sua vez caracterizam uma região produtora e, agrupadas ao longo do tempo, podem fornecer uma quantidade de dados úteis e tratáveis para, incluso em tecnologias específicas, demonstrar suas relações com os fatores de risco do mel.

Na busca de instrumentalizar a documentação dos parâmetros e resultados de tais análises, foi desenvolvido o sistema de análises físico-químico-microbiológicas, com a finalidade de utilizar a coleta de dados e, ao longo do tempo, documentar as relações existentes da variação dos dados das análises com os fatores de risco.

Uma vez coletados os dados, o sistema realiza tratamento estatístico que busque as relações e interferências dos resultados das análises com as condições críticas do mel.

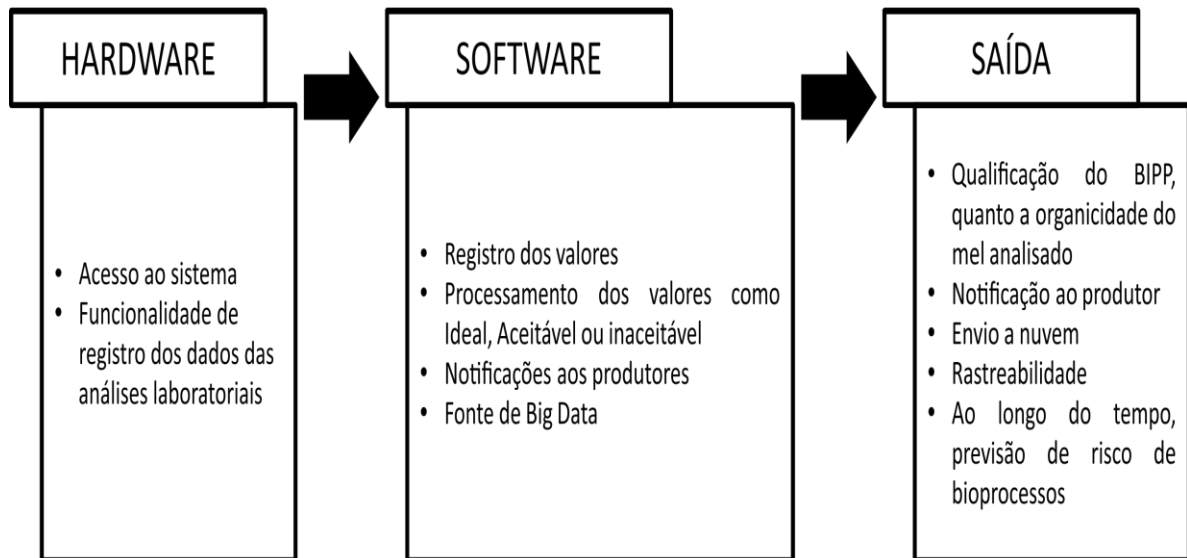
Além da documentação dos dados das análises físico-químico-microbiológicas, este *software*, embarcado no *hardware*, tem como principal funcionalidade a avaliação e monitoramento dos resultados colhidos nos laboratórios e qualificar o mel em função dos parâmetros exigidos, para isso define os resultados das análises de maturidade (umidade, açúcares redutores, sacarose aparente), de pureza (sólidos insolúveis em água e conteúdo mineral), de deteriorização (pH, acidez, atividade de diástase e HMF) e os microbiológicos (bolores e leveduras, coliformes e *Salmonella sp.*).

Os valores tratados possibilitam informações acerca do enquadramento do mel aos respectivos padrões e exigências, além de relacionar as condições estruturais do produto com as condições logísticas capazes de influenciar a composição e gerar alterações indesejáveis para a manutenção da qualidade. Consequentemente, na medida em que a documentação dos

² Unidade de Extração de Produtos Apícolas

dados se torne constante, o sistema poderá emitir informações mais precisas sobre a influência dos componentes analisados sobre os bioprocessos.

Figura 03: Etapas funcionais do software para documentação de análises físico-químico-microbiológicas



Fonte: Própria (2015)

A **Figura 03** demonstra o fluxograma de usabilidade das funções do sistema de documentação de análises físico-químico-microbiológicas, desde seu registro no *hardware* até sua avaliação.

5. BR1020160113423: PROCESSO AUTOMATIZADO PARA REGISTRO DAS ANÁLISES DE HMF

Tendo em vista que o HMF pode existir naturalmente no mel e que seu aumento representa um risco de degradação do produto, este indicador necessita ser monitorado com frequência.

Dente os desafios do monitoramento está a detecção das reações entre os indicadores que proporcionam o seu aumento, ou seja, desde a formação do mel pelas abelhas, ainda na colmeia, o HMF começa a surgir e vai aumentando ao longo do tempo, ou dos entraves logísticos (condições de armazenamento e transporte).

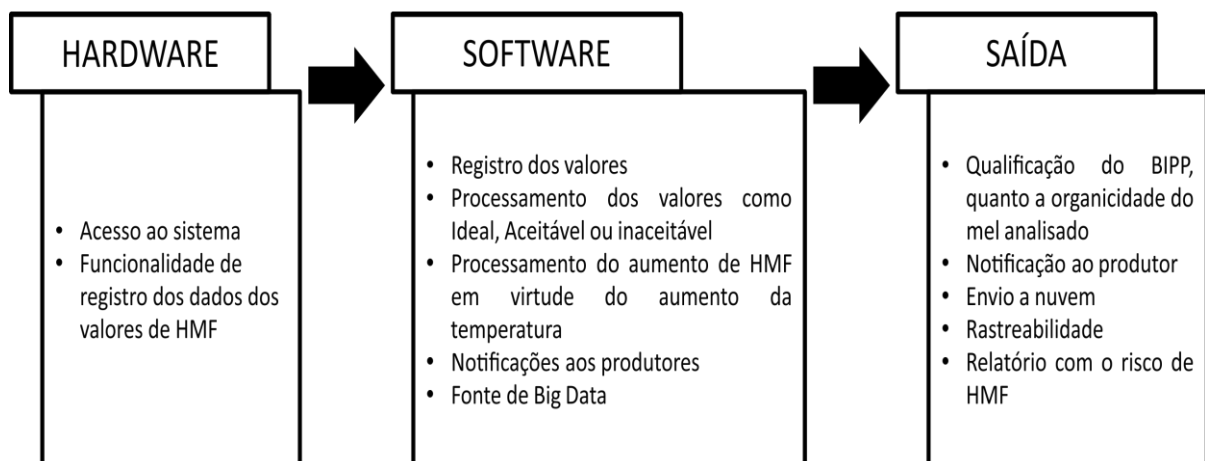
O sistema de análise de parâmetros de HMF corresponde a um *software*, embarcado no *hardware*, tem como principal funcionalidade documentar e parametrizar a análise do Hidroximetilfurfural (HMF), para servir a um conjunto de dados complementares identificar o que torna esse HMF maior ao longo da cadeia produtiva.

Ao cumprir a funcionalidade, o sistema está contribuindo para a criação de um banco de dados capaz de relacionar uma grande quantidade de outras informações para com isso estabelecerem uma série de relações e detectar, em determinada região, os fatores que aceleram seu aumento e, conseqüentemente, o aumento do risco de degradação do mel.

Para a parametrização, o sistema de análise de parâmetros de HMF registra os valores, constatados em análises laboratoriais e, com o objetivo de gerar padrões e previsões, aplica propriedades de tratamentos estatísticos para, por meio da funcionalidade de *Big Data*: (i) para determinar se o valor de HMF presente no mel é ideal, aceitável ou inaceitável para a certificação orgânica, e; (ii) para relacionar o valor do HMF à temperatura e determinar com quantos dias esse mel estará com o risco iminente de se tornar perecível nas condições ambientais a que está exposto.

Em suma, o sistema de análise de parâmetros de HMF tem a função de prever o risco iminente de aumento do HMF que, por sua vez, invalidam o mel e o torna inapropriado para o consumo, diante do que é estabelecido pelas exigências das certificadoras e legislações.

Figura 04: Etapas funcionais do software para a análise de parâmetros de HMF



Fonte: Própria (2015)

A **Figura 04** demonstra o fluxograma do sistema de análise de parâmetros de HMF não só como um instrumento de documentação, mas também uma tecnologia capaz de propor o enquadramento do mel em padrões orgânicos em função do valor do HMF contido no produto. A partir de tais informações o sistema demonstra o risco de aumento e, conseqüentemente, proximidade dos valores limites estabelecidos.

Concomitantemente a avaliação dos dados de HMF, quanto seu parâmetro ideal e o risco temporal do seu aumento, o sistema é capaz de gerar histórico para o *Big Data*, com a finalidade de, ao longo do tempo, identificar com maior precisão quais os fatores causadores e como eles atuam para proporcionar o aumento do HMF.

6. BR1020160113393: EQUIPAMENTO PARA DOCUMENTAÇÃO, PROCESSAMENTO E MONITORAMENTO DE FATORES DE RISCOS DO MEL E FLUIDOS: *HARDWARE* – MÓDULO BIPP

Comprovada a interdependência das 04 tecnologias descritas, foi possível constatar a necessidade do dispositivo capaz de concentrar tais sistemas de uma forma integrada e ágil, o *hardware*.

A percepção da necessidade de embarcar as tecnologias em um dispositivo físico se justifica pela busca de melhoramento constante do tratamento dos dados, gerando, portanto, melhores e os mais variados tipos de informações.

A implementação do *hardware* nas UEPAS corresponde à agilidade no registro de informações no momento em que o mel é colhido, proporcionando maior fidelidade dos dados em relação às condições naturais e características inerentes ao mel de uma determinada região.

O poder de processamento do *hardware* decorre das tecnologias nativas, como a placa de Raspberry, sistemas de RFID e sensores advindos de tecnologias como o Arduino. Os sensores são integrados a um processador Raspberry Pi. A placa Raspberry Pi é um mini computador e é baseado em um processador com 512MB de memória usa as linguagens de *Python* ou *Zero*.

O *Hardware* denominado Módulo BIPP foi desenvolvido com design específico para a localização de três sensores: (i) sensor de umidade relativa do ar; (ii) sensor de temperatura ambiente, e; (iii) sensor de RFID, para embarcar os *softwares* capazes de processar as informações, conforme a **Figura 05**.

Figura 05: Protótipo do hardware, denominado Módulo BIPP, desenvolvido para embarcar os sistemas de registro, controle e transmissão de dados, a partir das UEPAS.



Fonte: Própria (2015)

O *hardware* é constituído de uma caixa de acrílico, desenvolvido com design específico para a localização de três sensores: sensor de umidade relativa do ar; sensor de temperatura ambiente e sensor de RFID. Acoplado ao equipamento, um refratômetro digital, teclado, tela de 7 polegadas e placa de Raspberry,

Os dados obtidos pelos sensores são processados pelos *softwares* embarcados, com suas respectivas funcionalidades e objetivos.

CONCLUSÃO

A evolução das pesquisas e do desenvolvimento de novas tecnologias busca, entre outras coisas, a aplicação da inovação no cotidiano da sociedade e dos mercados, para oferecer oportunidades e integrar as melhorias às maneiras de satisfazer necessidades dos indivíduos ou dos negócios.

No caso do agronegócio, as interações entre a inovação tecnológica e as cadeias produtivas ganham, cada vez mais, notoriedade, em função da importância que os aportes tecnológicos tem no gerenciamento das referidas cadeias, assim como no impacto na produtividade.

O direito à propriedade intelectual, capaz de desencadear transferências de tecnologias, com a finalidade de aplicar inovação aos setores produtivos, garante aos pesquisadores e inventores o usufruto dos resultados de suas inovações.

No caso específico desta pesquisa, foi possível perceber a importância da apropriação intelectual em virtude do patenteamento de 05 invenções, a serem aplicadas na cadeia produtiva do mel, com o objetivo de garantir a qualidade do produto.

Os sistemas de análise sensorial de cor, o sistema de índice relativo de umidade e temperatura, o sistema de documentação de análises físico-químico-microbiológicas, o sistema de análises de parâmetros de HMF e o *hardware* no qual estarão embarcados é o resultado de uma pesquisa aplicada que gerou tecnologias capazes de oferecer mecanismos de melhoria na produção.

Uma vez protegidas, essas tecnologias podem ser difundidas e levadas aos polos de produção, com a finalidade de gerar, entre outras coisas, competitividade e segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. de O.; CARVALHO, C. A. L. de; SOUZA, B. de A.; SODRÉ, G. da S.; MARCHINI, L. C. Características físico-químicas de amostras de mel de melipona mandacaia smith (hymenoptera: apidae). Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 2005.

AUGUSTO, E. A. A. Georreferenciamento de Imóveis Rurais. São Paulo, IRIB, 2006.

BARDY, L. P. C. Competitividade e Desenvolvimento Tecnológico. Visões Estratégicas. (2000).

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 22, n. 2, 2002.

BIG DATA NOW. 1. Ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2012.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: a short history of honey. Bee Product Science, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 007, de 17 de maio de 1999. Diário Oficial, 19 de maio de 1999. Seção 1, Anexos I a VII. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal.

CODEX STANDARD FOR HONEY. Revised codex standard for honey codex stan 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). Disponível em: <<http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12>>. Acesso em: 20 setembro de 2004.

EMBRAPA MEIO NORTE (Teresina-PI) Apicultura: Sistema de Produção - 3. ISSN 1678-8818. Versão Eletrônica, Jun 2003.

FEKETE, E. K. Considerações sobre o Projeto de Lei da Inovação à Luz do Direito da Propriedade Intelectual, in Anais do XXIV Seminário Nacional da Propriedade Intelectual da ABPI, 2004, Paineis 4, p. 58.

HORN, H. Méis Brasileiros: resultados de análises físicoquímicas e palinológicas. In: XI Congresso Brasileiro de Apicultura, Teresina, PI, 1996.

Instituto Nacional de Propriedade Industrial. <http://www.inpi.gov.br>

JESUS, C. A. C., KORN, M. G. A., TORRES, E. A., QUINTELLA, C. M. Prospecção Tecnológica de Biodiesel. Cadernos de Prospecção. , v.2, 2009.

KHAN, A. S.; FREITAS, D. G. Feitosa. Nível Tecnológico e Rentabilidade de Produção de Mel de Abelha (*Apis Mellifera*) no Ceará. 2005.

Lei da Inovação (nº 10.973, de 2 de fevereiro de 2004) / Decreto nº 5.56, de 11 de outubro de 2005.

MAILLARD, L. Reactions 101: Theory, Endereço eletrônico: <http://realbeer.com/beer/library/>, Brisbane, 1997.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>.

PEREIRA JR., N.; BOM, E. P. da S.; FERRARA, M. A. Tecnologia de Bioprocessos.. – Rio de Janeiro: Escola de Química/UFRJ, Séries em Biotecnologia, v. 1. 2008.

PERUZZO, F. M., CANTO. E. L. Química na abordagem do cotidiano. 4ª Edição – São Paulo: Moderna, 2006.

PUHLMANN, A. C. A. A Gestão da Propriedade Intelectual. Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica / Marli Elizabeth Ritter dos Santos, Patricia Tavares Magalhães de Toledo, Roberto de Alencar Lotufo (orgs.). Campinas, SP : Komedi, 2009.

QUINTELLA, C. M. Editorial. Cadernos de Prospecção. , v.1, p.3 - 3, 2008.

SEBRAE. Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colméia. Série Mercado. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, março de 2014.

SOUZA, D. C. (org.). Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural. Brasília: SEBRAE, 100 p., 2014.

WHITE JUNIOR, J. W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymetilfurfural and proline in honey; collaborative study, 1994.

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA VISANDO TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA (SOFTWARE E HARDWARE) DO CONTROLE DE QUALIDADE DA CADEIA INDUSTRIAL DE MEL

LINHARES, Marcus Vinícius Dantas; QUINTELLA, Cristina M.²

¹ Professor do IFPI – Instituto Federal do Piauí
Doutorando em Biotecnologia – RENORBIO / UFBA
marcus-linhares@hotmail.com

² Professora da UFBA – Universidade Federal da Bahia
Orientadora do Programa de Doutorado RENORBIO
cris5000tina@gmail.com

RESUMO

Os objetivos desta prospecção foram: mapear as pesquisas, cadeias produtivas e tecnologias já desenvolvidas mundialmente que possuem o mel como input do sistema. Destes resultados, identificar como ocorre a implementação e seu gerenciamento. Fazer um levantamento de quais inventores, instituições e países se destacam na quantidade de registros de produtos que possui o mel em sua composição; fazer um levantamento da quantidade de patentes depositadas nos últimos doze anos e sua evolução, com a finalidade de transferência de tecnologia.

Palavras Chave: Mel; Prospecção Tecnológica; Tecnologias; Transferência de Tecnologia.

ABSTRACT

The objectives of this survey were: mapping the research, production chains and technologies already developed world that have honey as the system input. These results identify how does the implementation and its management. To survey which inventors, institutions and countries stand out in the amount of product that has the Honey records in its composition; to survey the number of patents filed in the last twelve years and its evolution, with the purpose of technology transfer.

Key words: Honey; Prospective Technological Studies; Technologies; Technology Transfer.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Quintella (2008) prospecção tecnológica corresponde a um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo e tomar por base seus objetivos de: criar planos de contingências para aproveitar oportunidades ou enfrentar ameaças, e; construir padrões tecnológicos desejáveis para determinados segmentos.

A prospecção objetivou a busca por patentes de pessoas físicas e jurídicas que utilizam o mel como insumo das invenções. E, ao mapear tais propriedades intelectuais, identificar oportunidades de transferir a tecnologia de *software* e *hardware* para gerenciar fatores de risco da produção do mel.

O levantamento foi realizado entre os anos de 2002 e 2014 de quais inventores, instituições e países se destacam na quantidade de patentes de produtos que possuem o mel em sua composição.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta prospecção foram investigados registros de patentes, resultantes de uma análise da presença do mel em patentes relacionadas a alimentos que possuem o mel em sua preparação. A pesquisa das patentes foi realizada na base de dados gratuita EPO - *Espacenet*, utilizando os termos relacionados ao Mel (Honey) e delimitado o período de 2002 a 2014.

Termos cuja composição estivessem relacionados a alimentos ou gêneros alimentícios, sua preparação ou tratamento a partir do Mel; à Produtos de Higiene cosmético que utilizam o Mel, Geleia Real e Própolis; à Preparação medicinal contendo materiais ou produtos de reação do mesmo com a constituição de Cera de abelha, própolis, geleia real e mel.

Tabela 01: Escopo da prospecção do mel presente em alimentos orgânicos (A23L1/08), em produtos de higiene (A61K8/988), em preparação medicinal ou fármacos (A61K35/644), sob monitoramento por georreferenciamento (G01C11/00) e gerenciados por *softwares* logísticos (G06Q50/28)

HONEY	A23L1/08	A61K8/988	A61K35/644	G01C11/00	G06Q50/28	ESPAENET
X						15.507
	X					2.095
		X				513
			X			91
				X		4.407
					X	139
X	X					733
X		X				120
X			X			8
X				X		0
X					X	0
	X	X				6
	X		X			2
	X			X		0
	X				X	0
		X	X			3
				X	X	0
		X		X		0
		X			X	0
			X	X		0
			X		X	0

Fonte: Própria (2015)

A **Tabela 01** representa o Escopo em que a prospecção utilizou como referência. Nele o mel está representado a partir de sua composição básica e suas interações com outras práticas e usabilidades.

Ainda sobre a **Tabela 01**, traz, como base de análises, códigos internacionais que representam a interação entre o mel e sua infinidade de aplicações. Para compreender a tabela de escopo, abaixo, segue a legenda com a classificação internacional que compões tal prospecção:

- **A23L1/08:** Alimentos ou gêneros alimentícios, sua preparação ou tratamento a partir do Mel.
- **A61K8/988:** Produtos de Higiene cosmético que utilizam o Mel, Geleia Real e Própolis.
- **A61K35/644:** Preparação medicinal contendo materiais ou produtos de reação com a constituição de Cera de abelha, própolis, geleia real e mel.
- **G01C11/00:** Fotogrametria ou videogrametria – Georreferenciamento.
- **G06Q50/28:** Sistemas ou métodos especialmente adaptados para um setor de negócio específico para logística, armazenamento, carregamento, distribuição e transporte.

Por meio do Escopo, foi possível perceber uma grande quantidade de patentes nas quais o mel é um insumo, porém não foi constatado nenhum registro de invenção de sistemas computadorizados integrados aos processos produtivos, para garantir o controle de qualidade.

O estado da técnica de produção e beneficiamento do mel está documentado em um vasto portfólio de invenções e patentes, desde considerações sobre a criação de colônias de abelhas, tamanho e localização das caixa/colmeias, vestimenta apropriada, técnicas de utilização de determinados vegetais para gerar o fumacê de desocupação da colmeia, tipificação de cera, maquinário de análises, maquinários de desumidificação e de beneficiamento (MDS2012001920120130, US1950016173719500512, GB1932001985419320713, US19310525616, entre outras), sobre a produção em massa de produtos derivados do mel (CN2011141225820111212, PL2000034378520001108, entre outras), ou utilização para fármacos (JP1981002387219810220, entre outras).

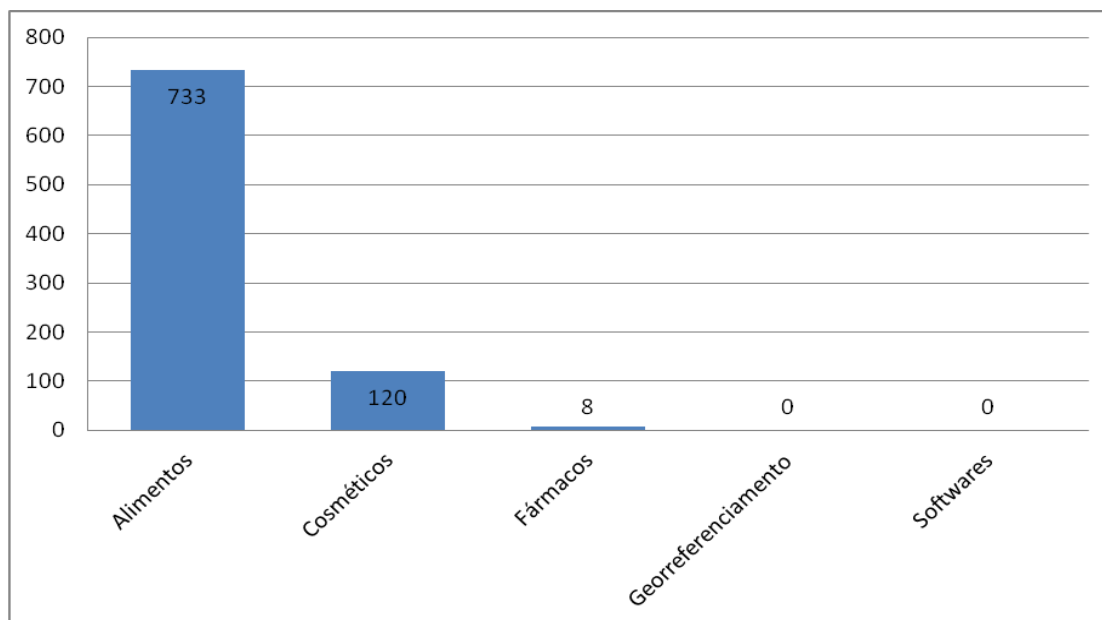
Quanto à interação entre *software*, georreferenciamento, rastreabilidade e Big Data tal ferramenta é inexistente nos bancos de registros de patentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partindo para o foco desta prospecção, constatam-se na **Figura 01** os registros de patentes em que o mel está presente como insumo, nos mais diversos campos de atuação e de produção.

No caso da busca de registro de patentes com o uso de *software*, buscou-se nesta prospecção identificar tecnologias no referido formato aplicado na produtividade industrial e, com isso, mapear as invenções em que os entraves logísticos e de produção utilizem conhecimentos específicos de levantamento de dados, geração de informações e sistematização dos procedimentos.

Figura 01: Resultado gráfico do número de Patentes que relacionam o mel como insumo



Fonte:Própria (2015)

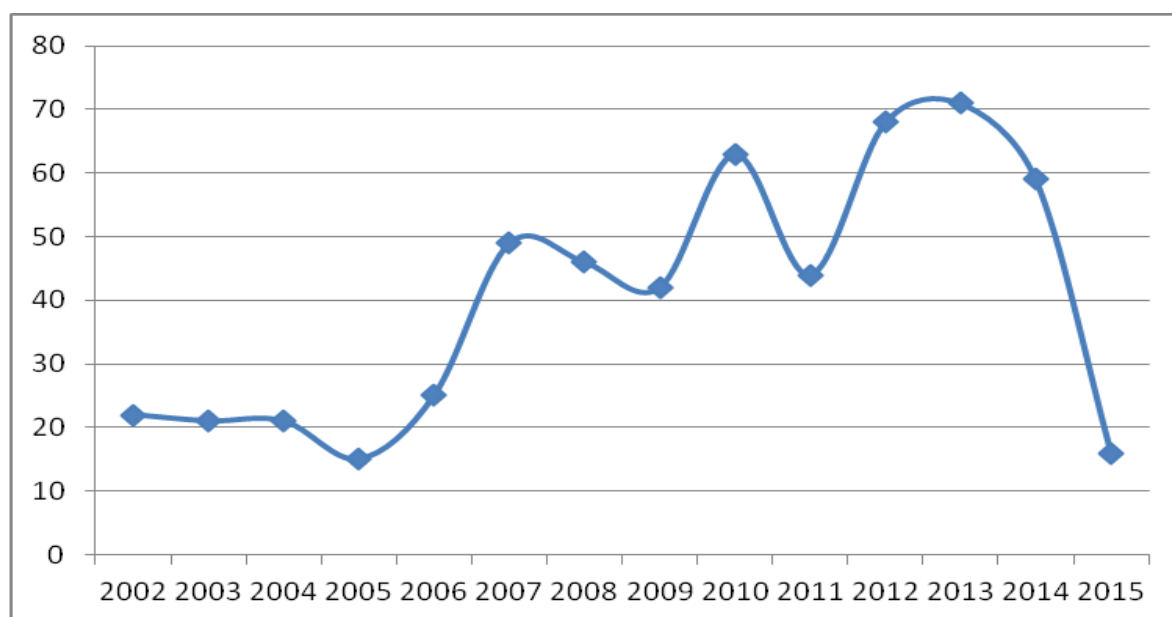
De acordo com a **Figura 01**, a área que detém o maior número de patentes que relacionam o mel como componente da tecnologia e/ou produto é a produção de alimentos, com 733 patentes registrados no banco de patentes *Espacenet*.

Partindo para a análise mais aprofundada, percebe-se que, além dos alimentos registrados, que contém mel na composição, a produção de cosméticos passa a ser um campo bastante explorado e com alto potencial de desenvolvimento tecnológico, prospectado com 120 registros.

Outro campo prospectado foi a relação entre o mel e os fármacos, que por sinal ainda é possível perceber um número baixo de patentes o que remete a grandes potencialidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, visto a tradicional aplicabilidade do mel no tratamento de algumas doenças.

Portanto, cadeias produtivas que utilizam o mel como insumo de outros produtos, necessitam de tecnologias aplicadas à garantia de qualidade, monitoramento dos fatores de risco e de gestão de melhorias da cadeia.

Figura 02: Evolução anual das patentes depositadas entre 2002 e 2014, referentes à invenções que possuem o mel como insumo.



Fonte: Própria (2015)

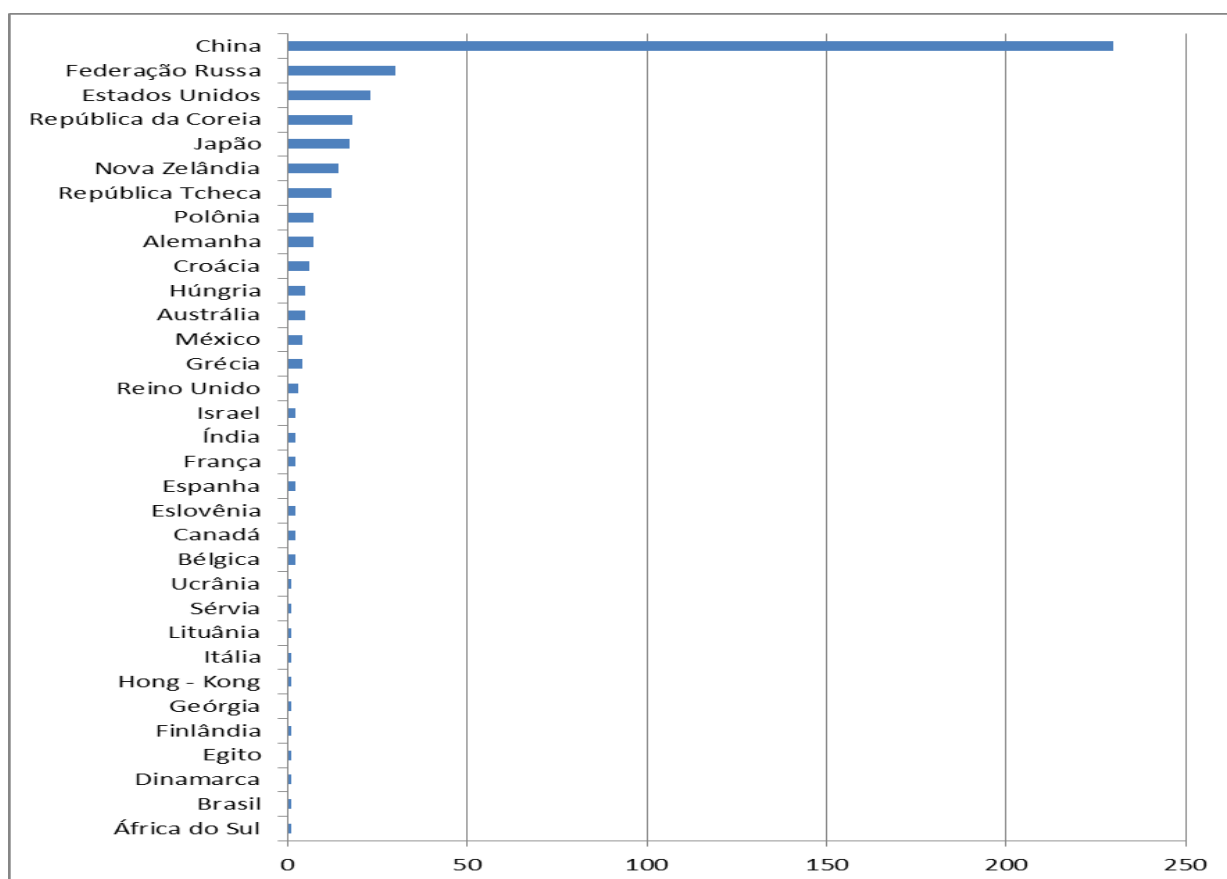
De acordo com a **Figura 02** a evolução das patentes registradas (2002 a 2014) no Espacenet, envolvendo o mel em produtos alimentícios, de higiene ou cosmético e de fármacos, mostra o ano de 2013 como o mais acentuado, demonstrando um total de 71 pedidos de registros oriundos dos mais diversos países.

Observa-se, também que a partir de 2007 houve um aumento significativo de registros e que, a partir do referido ano, o número não atinge o número de 40 patentes, além da necessidade de levar em consideração que boa parte das patentes de 2014 e 2015 ainda estão em processo de sigilo.

Em suma, pode se considerar que os registros prospectados representam uma tecnologia emergente, pois além da confirmação da utilização do mel em várias cadeias e sua ampla possibilidade de ser incluída em projetos que envolvem ferramentas computacionais, é válido perceber que as pesquisas e registros que envolvem este produto, podem ser encontrados ao redor do mundo, atuando como tecnologia nos mais diversos países.

A **Figura 03** ratifica tal afirmação e demonstra uma análise mais aprofundada, que por sua vez, seleciona os países com maior número de registros.

Figura 03: Quadro geral de países com registros de tecnologias que envolvem o mel



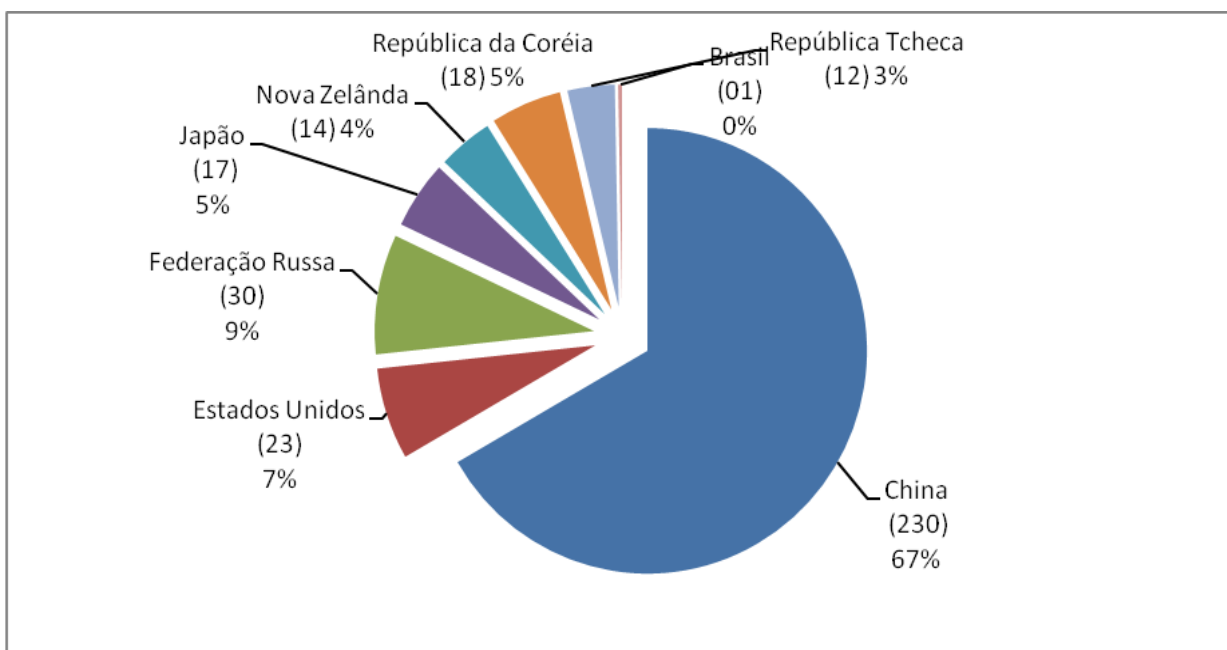
Fonte: Própria (2015)

Ainda tratando dos países, a **Figura 03** reforça a afirmação de diversidade das patentes relacionadas ao mel e demonstra registros em países espalhados nos mais diversos

continentes. Percebe-se que os registros de tecnologias ou produtos a base de mel estão presentes na, sua maioria, na China.

Para melhor visualização da **Figura 03**, demonstrou-se o ranking de registros internacionais na **Figura 04**, na qual se destaca a China, a Federação Russa, os Estados Unidos, a Coreia e o Japão.

Figura 04: Gráfico de demonstração do número de patentes depositadas por países, no período prospectado.



Fonte: Própria (2015)

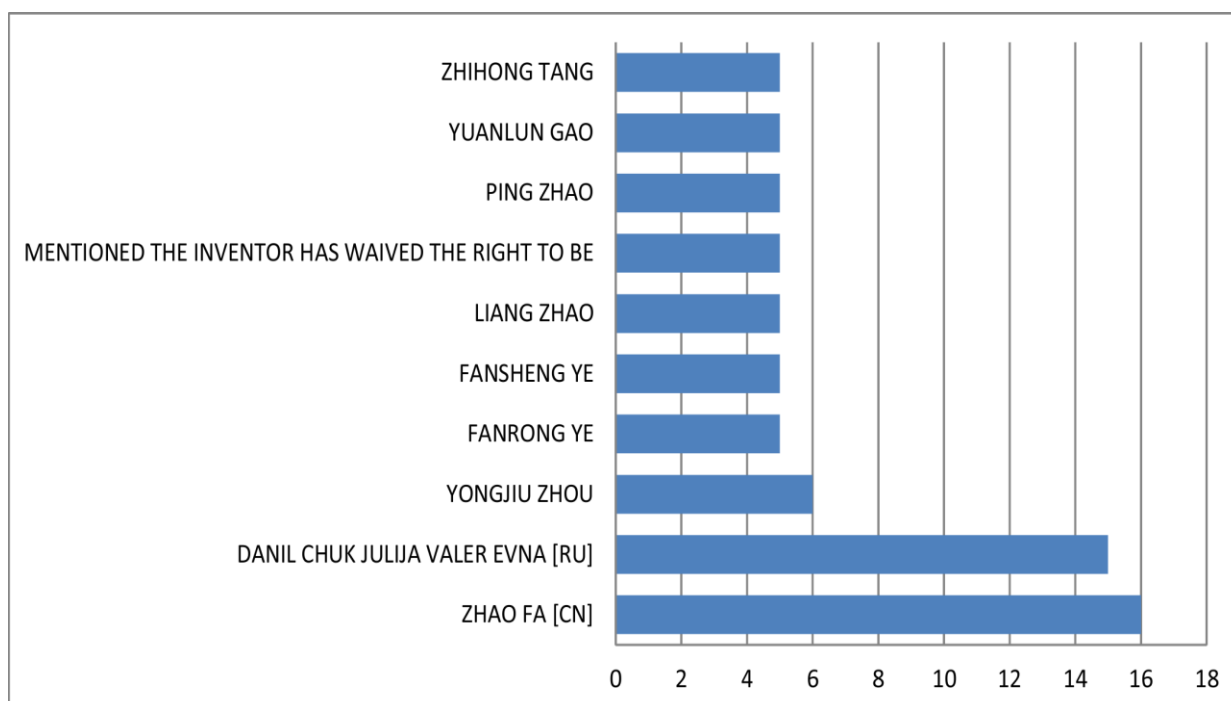
Um exemplo de patente, que por sua vez envolve o mel como *input*, porém com objetos de análises diferentes, é o caso da patente **DE 3411738 A1**, que corresponde um processo para o tratamento de mel e um aparelho para a realização do processo para prevenir a cristalização do mel, na qual se caracteriza por considerar uma amostra de mel submetido a uma temperatura abaixo do limite de alteração para as enzimas de cerca de 40°C para a ação de um campo eletromagnético alternado de baixa frequência. Com isso é possível reter a sua consistência viscosa natural por um longo tempo.

Dentre as patentes prospectadas, algumas chamam atenção pela busca de procedimentos de coleta de dados geográficos das mais diversas formas, o que gera oportunidade de aplicação de tecnologia de georreferenciamento, como a patente **EP 1744122 A3**, que corresponde a um sistema de coleta de dados geográficos, caracterizado por uma

unidade de medição de distância para projetar uma luz de medição de distância e medir a distância entre objetos, composto por uma câmera para registrar uma imagem em medir direção, um sensor de inclinação para detecção da direção na imagem, especificando dois ou mais pontos do objeto a ser medido sobre uma imagem exibida por meio do painel de toque.

A patente da brasileira Nair Tazue Itice **WO2006026841** consiste em um destilado à base de mel e o método de fabricação que deve ser baseada de água e mel é fermentado por ação da levedura biológica. Depois disso a substância é aquecida e posteriormente destilada. A substância destilada obtida pode ser refinada com própolis.

Figura 05: Inventores com maior número de patentes com a utilização de mel



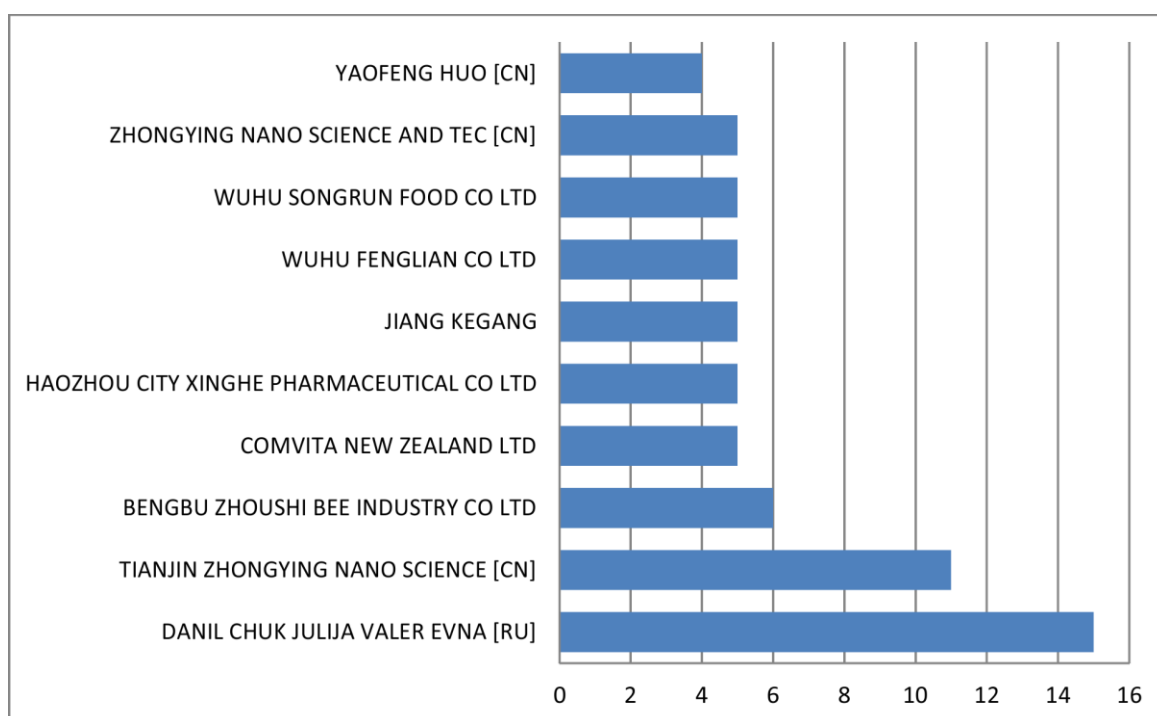
Fonte: Própria (2015)

Na **Figura 05** é possível constatar que entre depositantes individuais, existe um destaque para o número de patentes depositadas por um inventor chinês e um inventor russo.

A patente **CN1981617 (A)** cujo inventor é o chinês ZHAO FA, publicada em 20 de junho de 2007 cujo título é *Honey with fresh lotus-root and its production*, desenvolve um alimento tônico com sabor agridoce proporcionalmente preparado a partir de raiz fresca de lótus, damasco seco, uva passa e mel através de lavar e cortar raiz de lótus fresca, cujo procedimento é o de esquentar em água a ferver a 100°C por 3 min, fervendo de damasco e uva seca em água durante 30 min, a mistura das referidas fatias de raiz de lótus, damasco e uva passa, adição de mel, e agitação.

No caso da patente **RU2473239** do russo DANIL CHUK JULIJA VALER EVNA a invenção, voltada para a indústria alimentícia, propõe selecionar amostras de mel para determinar a fração de peso de frutose, glicose e maltose nas amostras por meio de um método de cromatografia líquida altamente eficaz. Além disso, determina-se o número de diástase nas amostras. A proporção em peso de frutose e glicose deve estar dentro da gama de 1,69-1,73, o teor de maltose é igual a 7,2-9,5% em peso e o número da diástase igual a 13/07 *Gotha units*. A invenção permite identificar com segurança os componentes de açúcar no mel.

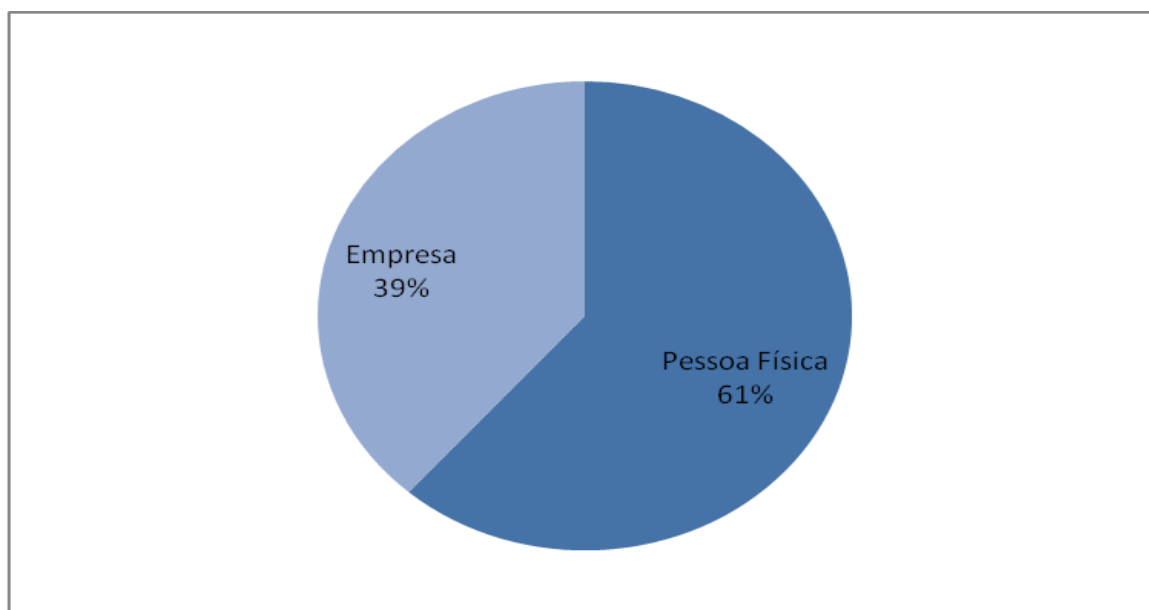
Figura 06: Depositantes com maior número de patentes de invenções que possuem o mel (insumo).



Fonte: Própria (2015)

Conforme mostra a **Figura 06**, há um grande potencial de estudos relacionados ao mel na China, sobretudo, a efetividade ao se tornar tecnologias ou produtos patenteados. Constatase também que a relação entre pesquisadores e instituições desvia o padrão dos dois gráficos anteriores, mostrando parcerias para pesquisas e um número mais acentuado de registros destas tecnologias em instituições Russas, confrontando a China que, nesta categoria se apresenta em segundo lugar.

Figura 07: Aplicantes: Relação entre Pessoa Física e Pessoa Jurídica nas titularidades de patentes que possuem o mel como insumo.



Fonte: Própria (2015)

Na **Figura 07**, constata o resultado de uma das análises realizadas na prospecção, na intenção de identificar qual a relação entre os depositantes das invenções de patentes relacionadas ao mel, no que se refere a atuação entre pessoas físicas e jurídicas. Neste caso, são em sua maioria pessoas físicas.

A partir da legenda abaixo, pode-se constatar, na **Figura 08**, a presença do mel nas mais variadas classificações internacionais.

A23I: Alimentos ou bebidas não alcoólicas;

A61K: Preparativos para fins médicos

A23G: Produtos que possuem o Cacau em sua composição;

A23K: forragens ou rações para animais;

A01K: Criação ou reprodução de insetos;

A23C: Produtos lácteos e seus derivados;

A23F: Café, chá e seus substitutos;

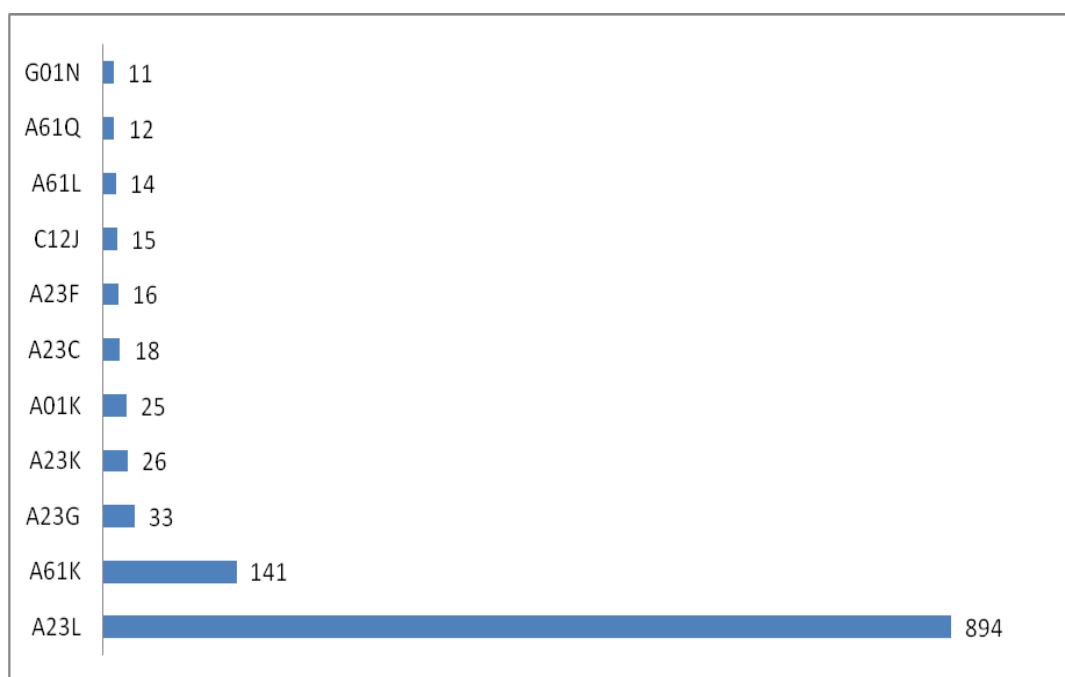
C12J: Bioquímica, cervejas, vinhos, vinagres;

A61L: Métodos ou aparelhos de esterilização, aspectos químicos de ataduras, curativos, absorventes ou artigos cirúrgicos;

A61Q: Uso específico de cosméticos;

G01N: Investigando ou analisando materiais por suas propriedades físicas ou químicas

Figura 08: Patentes por Códigos de Classificação Internacional, relacionadas ao mel.



Fonte: Própria (2015)

De acordo com o que demonstra a **Figura 08**, a presença do mel em patentes registradas nos mais diversos códigos internacionais confirma sua característica de relacionamento com vários campos de atuação.

A diversidade de códigos nos quais o mel se apresenta como um componente da patente demonstra que existem usos correlatos, dessa forma é possível perceber que a aplicação de tecnologia (*software* e *hardware*) pode ter efeito direto em quaisquer produtos (fármacos ou alimentos), que necessitem de mel com qualidade garantida ou certificada.

Dentre outros exemplos de patentes por classificação, destacam-se alguns exemplos, como A23L1/08, A23G3/36 do inventor PAPANEOPHYTOU NEOPHYTOS L, cuja patente WO2013025900 trata de um método de fabricação de unidade de aromatização

compreendendo a formação de uma composição líquida contendo um polímero formador de gel comestível fundido.

Quanto à combinação das classificações B01F7/20 e A23L1/08 o inventor FANG DAI tem a patente CN201632218 que trata de um dispositivo utilizado como agitador na fabricação de mel, compreendendo um recipiente de aço inoxidável, uma câmara de mel de derramamento, uma tela de filtro, um motor de agitação, um eixo de agitação, um impulsor de agitação, um invólucro de fundo, rolos e um pipeline, em que o recipiente de aço inoxidável está equipado com uma tampa superior.

Partindo de características peculiares do mel, a patente que incorpora as classificações A23L1/08, A23L1/30 e C12N1/20, do inventor YVSHAN CAI, cuja patente CN 101843309 trata da elaboração de métodos de processamento de mel implementado com bactérias de ácido láctico na preparação líquida, com desinfecção liquefeita em água esterilizada, para produzir uma mistura líquida de licor fermentado.

CONCLUSÃO

As classificações internacionais, focadas pelo escopo, constataram que o mel figura nas mais diversas classificações, sendo um componente de usabilidade versátil, o que comprova suas propriedades de fácil usabilidade científica, aprimora ainda mais os estudos e potencializa mais prospecções, envolvendo, portanto, outros produtos ou tecnologias.

Outra constatação foi a inexistência de registros que contém aplicações das práticas de Georreferenciamento ligadas ao mel, assim como sua sistematização em *softwares*. Mais especificamente, trata-se de um formato de georreferenciamento pontuado para rastrear os produtos desde seus insumos até seu objetivo, que na maioria das vezes é a comercialização.

Dentre as instituições, inventores e países percebe-se claramente o destaque que a China tem em relação aos demais. Dentre outros países, os números se mantêm muito próximos.

Quando se trata da relação de depositantes, em termos individuais os pesquisadores da Rússia se destacam nos registros de produtos alimentícios que possuem o mel como um de seus componentes.

É válido ressaltar a disparidade acentuada entre os registros de pessoas físicas e pessoas jurídicas, sendo que os registros de pessoas físicas sobrepõem o número de registros realizados por universidades, centros de pesquisas, empresas e demais tipos de pessoas jurídicas.

Na prospecção, foi constatada que o número de patentes depositadas, contendo o mel em sua composição, possui alta variação, tendo um destaque especial para os anos de 2010 e 2013.

Isso pode ser resultado de um considerado avanço de pesquisas nos últimos anos e um interesse maior na busca de conhecimentos sobre as propriedades do mel e sua articulação com outros produtos e tecnologias.

Partindo do ponto de vista de oportunidade de mercado, a prospecção demonstra que inovações patenteadas garantem maior segurança na transferência de tecnologia, gerando serviços e recursos.

Em suma, este trabalho concluiu que apesar da grande quantidade de interações do mel com os mais diversos códigos internacionais e para os mais diversos objetivos (dentre eles: fármacos, de Higiene ou Cosmético), não existem registros de tecnologias (*software* e *hardware*) específicas para o controle de qualidade do mel, sobretudo com foco no monitoramento dos fatores de risco.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, E. A. A. Georreferenciamento de Imóveis Rurais. São Paulo, IRIB, 2006.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 11, de 20 de Outubro de 2000. Diário Oficial, 23 de outubro de 2000. Seção 1, p.16-17. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel.

Instituto de Economia Agrícola: Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>.

Instituto Nacional de Propriedade Industrial. <http://www.inpi.gov.br>

IPEA: Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>.

JESUS, C. A. C., KORN, M. G. A., TORRES, E. A., QUINTELLA, C. M. Prospecção Tecnológica de Biodiesel. Cadernos de Prospecção. , v.2, 2009.

Lei da Inovação (nº 10.973, de 2 de fevereiro de 2004) / Decreto nº 5.56, de 11 de outubro de 2005.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>.

Ministério da Ciência e Tecnologia. <http://www.mct.gov.br>

MUSSE, A. P. S., QUINTELLA, C. M. Prospecção Tecnológica de Recuperação Avançada de Petróleo. Cadernos de Prospecção. , v.2, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS. Manual de orientação para constituição e registro de cooperativas. Brasília: Sescop,2003.

PEREZ, L. H.; RESENDE, J. V. de; FREITAS, B. B. Mel: exportações brasileiras se consolidam e participação nordestina aumenta. Artigo publicado na Revista Mensagem Doce, edição nº 77, julho de 2004.

QUINTELLA, C. M. Editorial. Cadernos de Prospecção. , v.1, p.3 - 3, 2008.

QUINTELLA, C. M., COSTA NETO, P. R., CRUZ, R. S., Almeida Neto, J. A., Miyazaki, S. F., CASTRO, M. P. Prospecção Tecnológica do Biodiesel no Estado da Bahia: Panorama Atual e Perspectivas na Geração e Apropriação de Conhecimento. Bahia Análise & Dados. , v.18, p.581 - 591, 2009.

RAMOS, M. E. Boletim de mercado – o mercado de produtos apícolas na França. Publicado no site do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Abril, 2003.

ROUBIK, D.W. Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honeybees. Science. v.201, 1978.

SAMARA, B. S.; MORSCH, M. A. Comportamento do consumidor: conceitos e casos. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

SILVA, C. H. M. da. A apicultura brasileira no cenário mundial. Artigo publicado na Revista Mensagem Doce, edição nº 73, setembro de 2003.

SOUSA, A. R. R. de. Central de Cooperativas de Cajucultores do Estado do Piauí COCAJUPI. COCAJUPI Picos. 19 de março de 2009. Disponível em <<http://www.cocajupi.net/quemsomos.php>> Acesso em 26 de setembro de 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando voltado para o objeto de estudo desta pesquisa, percebe-se as inúmeras relações existentes entre a cadeia do mel e as mais diversas cadeias produtivas de fármacos, terapias, cosméticos, alimentos e etc., devido a versatilidade do produto.

Assim como é possível perceber também as condições estruturantes e as peculiaridades do mel em cada unidade de produção, visto sua localização geográfica, suas condições climáticas, sua variação botânica, sua interação com solo e água e, sobretudo, as condições de manejo e beneficiamento.

Apesar de ser uma cadeia que corresponde a um conjunto infinito de combinações e caracterizações, a estrutura de produção do mel orgânico possibilita o registro, a identidade e a previsibilidade dos seus agentes, desde que se consiga agrupar dados naturais (causas) com seus respectivos efeitos e garantir condições de manejo e BPAS (Boas Práticas Apícolas).

É válido ressaltar que os processos que compõem a cadeia do mel, assim como qualquer área da agropecuária, podem ser entendidos como um sistema que integra aspectos naturais, processos de produção, de beneficiamento e de comercialização. Com isso, o uso de modelos padronizados de gerenciamento integram variáveis envolvidas no processo e suas ferramentas proporcionam uma evolução no desenvolvimento de instrumentos tecnológicos frente ao comportamento de fenômenos naturais.

Agregado a essas técnicas, torna-se possível criar modelos tecnológicos de monitoramento que identifiquem os problemas de forma mais eficiente e, posteriormente faça sua adequação à linguagem computacional, objetivando o acompanhamento deste sistema pela gestão dos processos a partir das exigências das certificações orgânicas.

Em suma, foi dessa forma que esta pesquisa se delineou, na intenção de definir uma sistematização que unificasse as expectativas dos produtores à inovação tecnológica na cadeia produtiva do mel orgânico, com a criação de um instrumento capaz gerar informações para proporcionar ações precisas ao se evitar os fatores de riscos e processos degradantes, com isso aplicar tais tecnologias às rotinas de beneficiamento do produto final, com monitoramento, para satisfazer as exigências de segurança alimentar.

Como resultado final, esta tese defende a referida sistematização com a apresentação de uma ferramenta computacional aplicável à cadeia do mel, com o objetivo de assegurar as condições contra os pontos críticos e ao mesmo tempo gerar impactos técnicos, sociais e econômicos positivos.

Na busca de tais resultados, esta pesquisa definiu alguns objetivos específicos, com a finalidade de nortear o estudo, balizar hipóteses, metas e discussões, para garantir o desenvolvimento da tecnologia, denominada BIPP – Bloco Inteligente do Processo de Produção.

Tal desenvolvimento, teve como ponto de partida as análises das técnicas de implementação e aplicação das BPAS (Boas Práticas Apícolas) na etapa de produção do mel. O estudo desta etapa possibilitou desenvolver uma avaliação para comprovar a interferência que o manejo do mel, em todo seu processo de produção, tem na caracterização do produto como orgânico, além da sua relação com ocorrência futura dos fatores de risco.

A referida avaliação resultou em um *checklist*, que agregou uma metodologia e um cálculo matemático, possível de sistematizar os parâmetros e, a partir disso, desenvolver uma das funcionalidades do *software* BIPP, capaz de converter os resultados numéricos em indicadores qualitativos.

Aplicado na amostra, descrita na metodologia, o resultado do referido *checklist* confirmou que a ponderação dos itens correspondentes aos indicadores de BPAS (Boas Práticas Apícolas) determinam as variáveis para conferir (ou não) a qualidade do mel.

Acerca das condições dos fatores de riscos do mel, para delimitar seus indicadores de degradação e os parâmetros de aplicação das técnicas de controle ou intervenção, este estudo se aprofundou e foi capaz de subsidiar a criação de mais funcionalidades para a tecnologia BIPP a partir dos aspectos científicos que envolvem a etapa de beneficiamento (industrial) do mel orgânico.

Levando em consideração a constatação de que há processos da etapa industrial que são degradantes, os mesmos foram parametrizados, definidos em sua origem e sua relação de causa e efeito, chegando à conclusão, a partir dos dados agrupados, que as relações de temperatura, umidade relativa do ar, umidade do mel, manejo, logística e floradas determinam o quão resistente poderá ser o mel e o quanto é necessário de esforços para evitar a ocorrência dos referidos fatores de risco. Portanto, a aplicação de uma tecnologia de controle e previsão é

capaz de garantir o monitoramento da qualidade do mel, além de dar suporte ao produtor quanto à necessidade de atuar de forma correta na produção.

Como comprovação das relações descritas acima, foi possível analisar em laboratórios os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos que compõem o mel e, com isso, identificar as relações existentes e essenciais entre tais parâmetros com os processos degradantes. E, ainda como busca das relações de causa e efeito, o BIPP aplica seu processamento nas análises físico-químico-microbiológicas, com a finalidade de previsão, monitoramento e/ou intervenção no processo produtivo, a partir do seu *software* embarcado em um *hardware* desenvolvido especificamente para a cadeia do mel orgânico, o módulo BIPP.

A partir de tais informações, este estudo comprovou que para dar suporte a uma tecnologia de controle e previsão não basta entender o comportamento das condições externas ao mel, foi preciso constatar, também, aspectos de sua composição física, química e microbiológica, que são consequências das do conjunto que envolve as condições naturais e as forma de manejo (BPAS).

Acerca de uma percepção gestora, o *software* BIPP proporciona as relações entre os entraves logísticos e os riscos, a partir do georreferenciamento e da rastreabilidade de todos os processos, desde as condições do local onde o mel é produzido até o seu destino.

A demonstração e a aplicação de mecanismos de *Big Data* proporcionou aspectos de relação e previsibilidade por meio do agrupamento de todos os dados que envolvem a cadeia produtiva em uma plataforma computacional, que por sua vez, garante agilidade nos processos de detecção dos indicadores que influenciam o mel, visto que, nas condições de cálculos, um *software* traz resultados imediatos quando comparado ao potencial humano de computar uma grande quantidade de dados. Como resultado disso, foi possível analisar as seguintes condições que:

1. O tempo necessário para a coleta de todos os dados demonstrados na etapa 01 da metodologia desta tese foi de 45 dias de pesquisa em documentos existentes nas unidades de extração, indústrias e órgãos governamentais (IMET, MAPA, etc.);
2. Ao todo 16.608 dados foram coletados ao longo destes 45 dias;

3. Em média, a um processo de certificação para mel dura entre 90 a 120 dias. E esse período é resultado de um processo que só analisa as estruturas físicas das UEPAS e indústrias, assim como o uso das BPAS e as condições logísticas;
4. O tempo necessário para processar manualmente todos o 16.608 dados da região da amostra da pesquisa, assim como definir as relações de causa e efeito na ocorrência dos fatores de risco (tratamento estatístico), foi de 2 anos e 03 meses;
5. Levando em consideração que o processo de certificação não leva mais do que 04 meses e que é possível coletar os dados em 45 dias, porém seu processamento de cálculo manual pode durar mais de 2 anos por região, percebe-se que o *software* passa a ter uma importância estratégica no combate aos fatores de risco, pois em segundos, ele fornece todas as relações, que manualmente durariam mais de 2 anos.
6. Esse processamento de *Big Data*, além de uma consistência gestora, oferece todas as condições de previsibilidade, a partir de indicadores diferentes, como clima, umidade do ar, umidade do mel, floradas e demais relações que podem existir nos entraves logísticos.
7. O *software* BIPP passou a ser capaz de processar condições naturais (clima e tempo), aliadas aos indicadores de umidade relativa do ar, umidade do mel, temperatura ambiente, composição físico-químico-microbiológica, condições de manejo e entraves logísticos em função de uma estratégia de monitoramento e previsão da ocorrência dos processos degradantes;
8. Tais funcionalidades foram possíveis com o desenvolvimento do *hardware* Módulo BIPP a ser utilizado nas UEPAS, para o registro e processamento imediato dos dados referentes à cadeia produtiva, seu georreferenciamento e suas condições naturais.
9. A comunicação entre *hardware* e *software* passa a ser possível por parte de tecnologia embarcada e transmissão de dados em plataformas de nuvem (*cloud computing*);

10. Os produtores tem acesso ao máximo de informações sobre o risco de ocorrência dos fatores de risco, a partir do processamento de dados históricos, ou de previsões com base em dados futuros;
11. O *software* BIPP realiza o processamento dos dados de acordo com as peculiaridades de cada região, preservando as características regionais de cada cadeia produtiva e, logicamente, dos efeitos de tais características na composição do mel e na intervenção contra os já descritos processos degradantes de Fermentação e aumento da concentração de HMF.

A tecnologia do BIPP possibilita, portanto, concretizar a sistematização de uma cadeia produtiva, aliada a indicadores naturais, entraves logísticos e industriais, para chegar a um objetivo específico, que é a determinação dos fatores de riscos e de processos degradantes ao produto e, por sua vez, à certificação, comercialização e consumo. Isso se tornou possível, pois a referida tecnologia permite criar relações entre diversos dados aleatórios, ano a ano, mês a mês, com a finalidade de garantir a previsibilidade das relações de causa e efeitos dos indicadores e seus impactos sobre o mel que é produzido.

Suas funcionalidades buscam a percepção de cenários adversos e a definição de padrões capazes de detectar situações similares e repetitivas ao longo do processo de produção, oferecendo informação precisa aos agentes responsáveis pela manutenção da integridade do produto, ao ponto de identificar como esse mel se encontrará quando submetido a determinadas condições.

A partir do uso da Tecnologia BIPP, passa a ser possível obter informações precisas sobre a iminência dos dois fatores de risco do mel (aumento do HMF e a fermentação). E partindo dos princípios legais, enquadrar todo o processo em condições ideais, para garantir uma gestão estratégica de uma produção que deve seguir parâmetros de segurança alimentar.

Acima de tudo, cadeia produtiva do mel é referência em aspectos de sustentabilidade e preocupação com o meio ambiente e por utilizar um grande número de estudos e de técnicas que se aperfeiçoam constantemente, percebe a cada dia a necessidade de incorporar elementos científicos e tecnológicos em seus procedimentos, em função do crescimento do mercado e da competitividade gerada pela inovação.

Portanto, a tecnologia que esta tese apresentou corresponde a um conjunto de ferramentas computacionais que permitem uma gestão inovadora, a caracterização por *Big*

Data, georreferenciamento (rastreadabilidade) e monitoramento dos fatores de risco do mel, tornando possível a comunicação entre o campo, a agricultura familiar e a inovação tecnológica.

REFERÊNCIAS GERAIS

ALCÁZAR, A.; JURADO, J.M.; PABLOS, F.A.; GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, M.J. HPLC determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in alcoholic beverages. *Microchemical Journal*. 2006.

ALVES, R.M.de O.; CARVALHO, C.A.L.de; SOUZA, B.de A.; SODRÉ, G.da S.; MARCHINI, L.C. Características físico-químicas de amostras de mel de melipona mandacaia smith (hymenoptera: apidae). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 2005.

ANDRADE, R. M. de; ARAKAKI, R.; BECERRA, J. L. R. O uso de Provas de Conceito como ferramenta para gestão de aprendizado de arquitetura de software. 3rd international conference on Information Systems and Technology Management. São Paulo, 2006.

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

AUGUSTO, E. A. A. Georreferenciamento de Imóveis Rurais. São Paulo, IRIB, 2006.

BACAXIXI, P.; BUENO, C.E.M.S.; RICARDO, H.A.; EPIPHANIO, P.D.; SILVA, D.P.; BARROS, B.M.C.; SILVA, T.F.; BOSQUÊ, G.G.; LIMA, F.C.C. A Importância da Apicultura no Brasil. www.revista.inf.br. Editora FAEF.

BANZI, M. Primeiros passos com o Arduino. São Paulo: Novatec, 2011

BARDY, L. P. C. *Competitividade e Desenvolvimento Tecnológico*. Visões Estratégicas. (2000).

BARROS, H. D.; BATISTA, E. Avaliação físico-química e microbiológica de diferentes marcas de mel. *Higiene Alimentar*, v. 22, n. 166/167, p. 76-79, 2008.

BASTOS, D. H. M.; FRANCO, M. R. B.; DA SILVA, M. A. A. P.; JANZANTTI, N. S.; MARQUES, M. O. M. Composição de voláteis e perfil de aroma e sabor de méis de eucalipto e laranja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2002.

BASTOS, D. M. Compostos voláteis em méis de eucalipto e laranja. 1996. 148p. Tese (Doutorado em Química), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

BIG DATA NOW. 1. Ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. 2012.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: a short history of honey. *Bee Product Science*, chapter 1, August, 2009. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net>>. Acesso em: 22 de agosto de 2010.

BOGDANOV, S. The Book of Honey: physical properties of honey. *Bee Product Science*, chapter 4, January, 2010. Disponível em: <<http://www.bee-hexagon.net/files/file/fileE/Honey/4PhysicalPropertiesHoney.pdf>>. Acesso em 6 de outubro de 2014.

BOGDANOV, S.; HALDIMANN, M.; LUGINBUHL, W.; GALLMANN, P. Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, v. 46, n.4, p. 269-275, 2007. BOGDANOV,

BOND-GRAHAM, D. Iron Cagebook - The Logical End of Facebook's Patents. *Counterpunch*, 3 de dezembro de 2013

BOYD, D.; CRAWFORD, K. Six provocations for big data. In: A DECADE IN INTERNET TIME: SYMPOSIUM ON THE DYNAMICS OF THE INTERNET AND SOCIETY. Oxford: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1926431>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2016.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 007, de 17 de maio de 1999. Diário Oficial, 19 de maio de 1999. Seção 1, Anexos I a VII. Estabelece as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 11, de 20 de Outubro de 2000. Diário Oficial, 23 de outubro de 2000. Seção 1, p.16-17. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Ministério do planejamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal: Rio de Janeiro, v. 38, 2010

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Ministério do planejamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal: Rio de Janeiro, v. 39, 2011

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Ministério do planejamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal: Rio de Janeiro, v. 40, 2012

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Ministério do planejamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal: Rio de Janeiro, v. 41, 2013

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Ministério do planejamento e Gestão. Estudos e Pesquisas Estruturais e Especiais, 2014. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44. Acesso em 23 de agosto de 2014

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal 2009. Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-55, 2009. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2009/ppm2009.pdf>>. Acesso em: 01 de outubro de 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Ministério do planejamento e Gestão. Produção da Pecuária Municipal: Rio de Janeiro, v. 37, 2009.

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

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva de flores e mel. Ministério da Agricultura e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura: Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (Coordenadores). Brasília: IICA MAPA/SPA, 140 p., 2007.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br>>.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Inspeção de Produto Animal. Portaria nº6, de 25 de julho de 1985. Aprova as Normas Higiênico-Sanitárias e Tecnológicas para o Mel, cera de Abelhas e Derivados. Diário Oficial da União, de 02 de julho de 1985, Seção 1, p. 11100, 1985.

CAMPOS, R. G. M. Contribuição para o estudo do mel, pólen, geléia real e própolis. Boletim da Faculdade de Farmácia de Coimbra, v. 11, n. 2. 1987.

CÉSAR, J. Avaliação do potencial de mercado de tecnologias nascentes: a experiência do Programa de Investigação Tecnológica na Unicamp. Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica. Campinas, SP : Komedi, 2009.

CHEUNG, T. L.; GERBER, R. M. Consumo de mel de abelhas: análise dos comportamentos de comensais do Estado de Santa Catarina. Informações Econômicas, v. 39. 2009.

CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Uso de big data em saúde no Brasil: perspectivas para um futuro próximo. Aplicações da Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP). Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 2015.

CODEVSF. <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/03/codevasf-investe-r-41-milhoes-para-fortalecer-a-apicultura-no-brasil>. Acessado em 06 de julho de 2015.

CODEX ALIMENTARIOS COMMISSION. Joint FAO/WHO Food Standard Programme Codex Alimentarius Commission. Twenty-fourth session. Geneva, 2-7 July 2001.

CODEX STANDARD FOR HONEY. Revised codex standard for honey codex stan 12-1981, Rev.1 (1987), Rev.2 (2001). Disponível em: <<http://www.ipfsaph.org/id/codexCodexstan12>>. Acesso em: 20 setembro de 2004.

COMPUTERWORLD. Hadoop cimenta importância para Big Data. Disponível em: <http://www.computerworld.com.pt/2012/06/19/hadoop-cimenta-importancia-para-bigdata/>. Acesso em 24 maio 2013.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2001/110/CE do Conselho de 20 de Dezembro de 2001 relativa ao mel. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. 12 de janeiro de 2002.

COSTA, F.B. Óleos essenciais de plantas do pasto apícola de Teresina-PI. 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2004.

COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. Apicultura: manejo e produtos. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 191 p.

CRANE, E. O livro do mel. São Paulo: Nobel, 1983.

CRANE, E. O livro do mel. Trad. Astrid Kleinert Giovanni, 2ª ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1985.

CUNHA, A. C. C. DE P.; MACHADO, A. V.; COSTA, R. DE O. Processamento, Conservação, Transporte e Comercialização do Mel no Brasil. Revista Brasileira de Agrotecnologia. Campina Grande, 2014.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A.; Compostos voláteis em méis florais. Química Nova, 2003.

EMBRAPA MEIO NORTE (Teresina-PI) Apicultura: Sistema de Produção - 3. ISSN 1678-8818. Versão Eletrônica, Jun 2003.

FALLICO B., ARENA E., ZAPPALA M., Degradation of 5-hydroxymethylfurfural in honey. J. Food Sci., 2008.

FALLICO B., ARENA E., ZAPPALÀ M., Roasting of hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. Food Chem., 2003.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat: Production country by commodity. FAO, 2011a. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 9 de fevereiro de 2011.

FAO. Key Statistics of food and agriculture external trade.2004. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em 21-09-2011.

FARIA, J. A. F. Embalagens e conservação de mel de abelhas. Informe Agropecuário, v. 9, n. 106, p. 61-66, 1983.

FEKETE, E. K. Considerações sobre o Projeto de Lei da Inovação à Luz do Direito da Propriedade Intelectual, in Anais do XXIV Seminário Nacional da Propriedade Intelectual da ABPI, 2004.

FELTRE, R. Fundamentos da Química. 3ed. SÃO PAULO: Moderna, 2001.

FERNANDES,T. A importância das abelhas na vida do planeta. Disponível em: <http://www.rondoniagora.com/noticias/aimportancia-das-abelhas-na-vida-do-planeta-%E2%80%93-por-tadeu-fernandes.htm>. Acesso em : 22-09-2011.

FINOLA, M. S.; LASAGNO, M. C.; MARIOLI, J. M. Microbiological and chemical characterizations of honey from central Argentina. Food Chemistry, v. 100. 2007.

FONSECA, M. F. Certificação de sistema de produção e processamento de produtos orgânicos de origem animal: História e perspectivas. Cadernos de Ciência e Tecnologia. Embrapa. Brasília, 2002.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

FREITAS, B.M. O uso de programas racionais de polinização em áreas agrícolas. Mensagem doce. N.46, p.16-20, São Paulo: APACAME, 1998.

FREITAS, D. G. F. Nível tecnológico e competitividade da produção de mel de abelhas (*Apis mellifera*) no Ceará. 101 f. (Dissertação de Mestrado em Economia Rural) - UFC/CCA/DEA, Fortaleza, 2004.

FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentina honeys from different sources. International Journal of Food Microbiology, v. 105, p.297-304, 2005.

GIL, L.; ANDRADE, M. H.; COSTA, M. C. Os TRL (Technology Readiness Levels) como ferramenta na avaliação tecnológica. Laboratório Nacional de energia e Geologia. Revista INGENIUM de Engenharia de Materiais. Lisboa, 2014

GROBELNIK, Marko. Big Data. http://videlectures.net/eswc2012_grobelnik_big_data/ acesso em 21 de dezembro de 2015.

HEBBAR, H. U.; NANDINI, K. E.; LAKSHMI, M. C.; SUBRAMANIAN, R. Microwave and Infrared Heat Processing of Honey and Its Quality. Food Sci. Technol. Res., 9 (1), 49–53, 2003. Department of Food Engineering, Central Food Technological Research Institute, Mysore, India. September 26, 2002.

HENRIQUES, M. S. B.; FURTADO, M. R. S. DA SILVA P. E. S. MORAVIA Rodrigo Vitorino. Big Data http://revistapensar.com.br/tecnologia/pasta_upload/artigos/a55.pdf

HORN, H. Méis Brasileiros: resultados de análises físicoquímicas e palinológicas. In: XI Congresso Brasileiro de Apicultura, Teresina, PI, 1996.

Instituto de Economia Agrícola: Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>.

Instituto Nacional de Propriedade Industrial. <http://www.inpi.gov.br>

IOIRICH, N. P. As abelhas farmacêuticas com asas. 2. ed. Moscovo: Mir, 1986.

IPEA: Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>.

IURLINA, M. O.; FRITZ, R. Characterization of microorganisms in Argentina honeys from different sources. International Journal of Food Microbiology, v. 105, p.297-304, 2005.

JEFFREY, A. E.; ECHAZARRETA, C. M. Medical uses of honeys. Revista Biomédica, v. 7, n. 1, p. 43-49, 1996.

JESUS, C. A. C., KORN, M. G. A., TORRES, E. A., QUINTELLA, C. M. Prospecção Tecnológica de Biodiesel. *Cadernos de Prospecção.*, v.2, p.21 - 25, 2009.

KHALIL M.I., SULAIMAN S.A., GAN S.H., High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. *Food Chem. Toxicol.*, 2010.

KHAN, A. S.; FREITAS, D. G. F. Nível Tecnológico e Rentabilidade de Produção de Mel de Abelha (*Apis Mellifera*) no Ceará, 2001.

KOMATSU, S. S; MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. de C. C. Análises físico-químicas de amostras de méis de flores silvestres, de eucalipto e de laranjeira, produzidos por *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) no Estado de São Paulo. 2. Conteúdo de açúcares e de proteína. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n.2, p. 143-146, 2002.

KOWALSKI, S.; LUKASIEWICZ, M.; DUDA-CHODAK, A.; ZIEĆ, G. 5-Hydroxymethyl-2-Furfural (HMF) – Heat-Induced Formation, Occurrence in Food and Biotransformation – a Review. Review article Section: Food Chemistry. *Pol. J. Food Nutrition. Sci.*, 2013, Vol. 63, No. 4. Disponível em: <http://journal.pan.olsztyn.pl>
Lei da Inovação (n° 10.973, de 2 de fevereiro de 2004) / Decreto n° 5.56, de 11 de outubro de 2005.

LIMA, J. A. de A.. Anotações à Lei n° 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Campina Grande: PaqTcPB/MBA Gestão de Empreendimentos Inovadores, 2009.

LIVI, M. A. C.; SILVEIRA, J. C. S.. Introdução à Informática. UFRS. Porto Alegre, 2010.

MAGOULAS, R.; LORICA, Ben. "Introduction to Big Data". *Release 2.0*. Sebastopol CA: O'Reilly Media. 2009.

MAILLARD, L. Reactions 101: Theory, Endereço eletrônico: <http://realbeer.com/beer/library/>, Brisbane, 1997.

MANKINS, J. C. "Technology Readiness Levels: A White Paper. NASA, Office of Space Access and Technology, Advanced Concepts Office. 6 April 1995.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br>.

MARCHINI, L. C.; GENI, S.S.; MORETI, A. C. de C. C. Mel Brasileiro: Composição e normas. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2004. 111p.

MARCHINI, L. C.; MORETI, A. C. C. C.; OTSUK, I. P. Análise de agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 1, p. 8-15, 2005.

MARKO, G. "Big Data Tutorial". *2nd ESWC Summer School*. <http://videlectures.net/>, 2012.

MARTIN, H.; LOPEZ, P. "The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information". *Science* [S.l.: s.n.] 332, 2011.

MATHEWS, K. A.; BINNINGTON, A. G. Wound Management using honey. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 24, n.1, p. 53-60, 2002.

MCTI. Ministério da Ciência e Tecnologia. <http://www.mct.gov.br>

MENDES, C. de G. M.; DA SILVA; J. B. A. da S.; MESQUITA, L. X.; MARACAJÁ, P. B. As Análises De Mel: Revisão. *REVISTA CAATINGA — ISSN 0100-316X UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA) Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação Caatinga (Mossoró, Brasil)*, v.22, n.2, p.07-14, abril/junho de 2009 www.ufersa.edu.br/caatinga

MENDONÇA, L. S. de. Aspectos ambientais, químicos e biológicos relacionados à própolis vermelha. Universidade Tiradentes. Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente. Aracaju. Fevereiro – 2011

MESQUITA, T. C. Estudos de Economia Agrícola. Sobral: Edição UVA, 1998.

MIKE. Big Data Definition: The open source methodology for Information Development. openmethodology.org. Visitado em 16 de maio de 2012.

MIRANDA, E. A. de A. Inovações tecnológicas na Viticultura do sub-médio São Francisco. Recife: PIMES / UFPE, 2001. 191p. (Tese de Doutorado).

MOLAN, P. C. The antibacterial activity of honey 1. The nature of the antibacterial activity. *Bee World*, v. 73, p. 5-28, 1992.

MOURA, S. G. Boas práticas apícolas e a qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. 2010. 76f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, 2010.

MULLER, M.U.; ROSENBACH, M. SCHULZ, T. Big Data Enables Companies and Researchers to Look into the Future: <http://www.spiegel.de/international/business/big-data-enables-companies-and-researchers-to-look-into-the-future-a-899964.html>. SPIEGEL ONLINE: Acesso em 19 de dezembro de 2015.

MUSSE, A. P. S., QUINTELLA, C. M. Prospecção Tecnológica de Recuperação Avançada de Petróleo. *Cadernos de Prospecção.*, v.2, p.10 - 20, 2009.

NEVES, L. T. B. C.; CHAGAS, E. A.; SOUSA, R. de C. P.; DOS SANTOS D. C.. Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 7, n. 3, p. 366-372, setembro-dezembro, 2013.

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão – São Paulo: Nogueirapis, 1997. 446p.

NORTON, P.. Introdução à Informática. Tradução: Maria Cláudia Santos Ribeiro Ratto. São Paulo: Makron Books, 2010.

NOVO, R.; NEVES, J. M. S. Inovação na inteligência analítica por meio do *Big Data*: Características de diferenciação da abordagem tradicional. Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade. VIII WORKSHOP DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULA SOUZA. ISSN: 2175-1897. São Paulo, 2013.

OETTERER, M.. Química de alimentos aula: escurecimento não enzimático, 2010.

OHM, P. Don't Build a Database of Ruin. Havard Business Review, <https://hbr.org/corporate/about> 23 de agosto de 2012.

OLAITAN, P. B.; ADELEKE, O. E.; OLA, I. O. Honey a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. African Health Sciences, v. 7, n. 3, 2007.

OLIVEIRA, D. BIG DATA. REVISTA COMPUTERWORD. Edição Fevereiro/março de 2013. Ano XIX. Nº 554 , pág.: 22. www.computerworld.com.br.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS. Manual de orientação para constituição e registro de cooperativas. Brasília: Sescop, 2003.

PEREIRA JR., N.; BOM, E. P. da S.; FERRARA, M. A.. Tecnologia de Bioprocessos.. – Rio de Janeiro: Escola de Química/UFRJ, 2008. 62 p.: il. – (Séries em Biotecnologia, v. 1)

PEREIRA, F. D. M.; LOPES, M. T. D. R.; CAMARGO, R. C. R. D. E.; VILELA, S. L. de O. Produção de mel. Embrapa Meio-Norte - Sistema de Produção, 2003.v. 3.

PEREZ, L. H.; RESENDE, J. V. de; FREITAS, B. B. Mel: exportações brasileiras se consolidam e participação nordestina aumenta. Artigo publicado na Revista Mensagem Doce, edição nº 77, julho de 2004.

PERUZZO, F. M., CANTO. E. L. Química na abordagem do cotidiano. 4ª Edição – São Paulo: Moderna, 2006.

PIAUÍ. Plano de desenvolvimento do arranjo produtivo da apicultura do território de Picos – Piauí. Outubro, 2007.

PIMENTA, R. M. *Big data* e controle da informação na era digital: Tecnogênese de uma memória a serviço do mercado e do estado. Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação, v. 6, n. 2, jul./dez. 2013.

PINHANEZ, C. Big Data, o Excel do futuro, ou como usar dados para diferenciar startup. <http://startupi.com.br/2016/02/big-data-o-excel-do-futuro-ou-como-usar-dados-para-diferenciar-a-sua-startup/> Campus Party 2016.

PIRES, R. M. C.. Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Teresina: 2011. 90 fls. Dissertação Mestrado em Alimentos e Nutrição) UFPI, 2011.

POSSAS, M.S.; CARVALHO, E. G. Competitividade internacional: um enfoque teórico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA, 32, Brasília, 1994. Anais. Brasília: SOBER, 1994.

PUHLMANN, A. C. A. A Gestão da Propriedade Intelectual. Transferência de Tecnologia: estratégias para a estruturação e gestão de Núcleos de Inovação Tecnológica / Marli Elizabeth Ritter dos Santos, Patricia Tavares Magalhães de Toledo, Roberto de Alencar Lotufo (orgs.). Campinas, SP : Komedi, 2009.

QUINTELLA, C. M. Editorial. Cadernos de Prospecção. , v.1, 2008.

QUINTELLA, C. M., CASTRO, M. P. Glicerina Bruta (GB) oriunda da produção de biodiesel: transformando este subproduto em co-produto com alto valor agregado e baixo custo preparativo, uma oportunidade de negócio. Bahia Análise & Dados. , v.18, 2009.

QUINTELLA, C. M., COSTA NETO, P. R., CRUZ, R. S., Almeida Neto, J. A., Miyazaki, S. F., CASTRO, M. P. Prospecção Tecnológica do Biodiesel no Estado da Bahia: Panorama Atual e Perspectivas na Geração e Apropriação de Conhecimento. Bahia Análise & Dados, 2009.

QUINTELLA, C. M., TEIXEIRA, L. S. G., KORN, M. G. A., COSTA NETO, P. R., TORRES, E. A., CASTRO, M. P., JESUS, C. A. C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. Química Nova. , v.32, 2009.

RAGAZANI, A.V.F.; SCHOKEN-ITURINO, R.P.; GARCIA, G.R.; DELFINO, P.C.; BERCHIELLI, M.L.P.P. Esporos de Clostridium botulinum em mel comercializado no Estado de São Paulo e em outros Estados brasileiros. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.2, 2008.

RAMOS, M. E.. Boletim de mercado – o mercado de produtos apícolas na França. Publicado no site do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Abril, 2003.

REIS E.; MELO P.; ANDRADE R.; CALAPEZ T. Estatística Aplicada. Vol.1, 4ª Edição revista, 2ª Reimpressão. Lisboa: Edições Sílabo, 2003.

REIS, E. Estatística Descritiva (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo, 1994.

REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA –ISSN: 1677-0293, Ano X – Número 20 –Dezembro de 2011 –Periódico Semestral Revista Científica Eletrônica de Agronomia é uma publicação semestral da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça –FAEF e Editora FAEF.

ROUBIK, D.W. Competitive interactions between neotropical pollinators and africanized honeybees. Science. v.201, 1978.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.42, n.1, 2006.

SAMARA, B. S.; MORSCH, M. A. Comportamento do consumidor: conceitos e casos. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

SANCHO M.T., MUNIATEGUI S., HUIDOBRO J.F., SIMAL L. J. Aging of honey. J. Agric. Food Chem., 1992.

SANTOS, A. S. A vida de uma abelha solitária. Disponível em: <http://www.abelhas.noradar.com/artigos.htm>. Jan 2002. Acesso: 30-09-2011.

SCHNEIDER, R. D. Hadoop For Dummies, Special Edition. Mississauga, CAN: John Wiley & Sons Canada, 2012. 41 p.

SEBRAE. Informações de Mercado sobre Mel e Derivados da Colméia. Série Mercado. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasília, março de 2014.

SEEMANN, P.; NEIRA, M. Tecnología de la producción apícola. Valdivia: Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias Agrarias Empaste, 1988.

SEGEREN, P. Apicultura nas regiões tropicais. Agrodok 32. Fundação Agromisa, ISBN: 90-77073-77-9. 2004

SENAI. SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL: Boas Práticas Apícolas no Campo. Brasília, 2009. 51p.

SFERRA, H. H.; CORRÊA, A. N. C. J. Conceitos e Aplicações de Data Mining. REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA. Vol. 11, Nº 22. Piracicaba – SP, 2004.

SILVA L. M. R. 3ª Revolução Econômica e Social. Rural vol. 42 no. 1 Brasília Jan. Mar. 2004.

SILVA, C. H. M. da. A apicultura brasileira no cenário mundial. Artigo publicado na Revista Mensagem Doce, edição nº 73, setembro de 2003.

SILVA, C. L. da; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIREDO, R. M. F. de. Caracterização físico-química de méis produzidos no Estado do Piauí para diferentes floradas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2004.

SILVA, E. M.S. da; BESERRA, E. M. F. Análise físico-química de méis das abelhas *apis mellifera* e *melípona seutellaris*, Paraíba, 2001. Disponível em : < <http://www.agronline.com.br>>. Acesso em: 01 outubro de 2014.

SILVA, G. A. dos R. Levantamento da Flora Apícola em áreas produtoras de mel da macrorregião de Picos, Piauí. IFPI. IV ENCIPRO. Teresina-PI, 2013.

SILVA, M. A. da. Prova de Conceito (PoC) em Projetos. *Project Management Knowledge Base*. 24 de junho de 2014. Disponível em: < <http://pmkb.com.br/artigo/prova-de-conceito-poc-em-projetos/>>. Acesso em: 03 de JANEIRO de 2014.

SILVA, M. B. L.; CHAVES, J. B. P.; MESSAGE, G.; GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. L. Qualidade microbiológica de méis produzidos por pequenos apicultores e de méis de entrepostos registrados no Serviço de Inspeção Federal no Estado de Minas Gerais. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.19, n. 4, 2008.

SILVA, R. A. da; RODRIGUES, L. M. de F. M.; LIMA, A. de; CAMARGO, R. da C. R. Avaliação da qualidade do mel de abelha *Apis mellifera* produzido no município de Picos. Estado do Piauí, Brasil. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, 2006.

SILVA, R. A.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C. Composição e propriedades terapêuticas do mel de abelha. *Alimentos e Nutrição*, v. 17, n. 1, 2006.

SNOWDON, J. A.; CLIVER, D. O. Microorganisms in honey. *International Journal Food of Microbiology*, v.31, 1996.

Social Disruption: Inside the Tech industry's Startup Conference, *Counterpunch*, 11 de setembro de 2013.

SODRÉ, G. S.; MARCHINI, L. C.; ZUCCHI, O. L. A. D.; NASCIMENTO FILHO, V. F.; OTSUK, I. P.; MORETI, A. C. C. C. Determination of chemical elements in africanized *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) honey samples from the State of Piauí, Brazil. *Química Nova*, v. 30, n. 4, 2007.

SODRÉ, G.S.; MARCHINI, L.C.; CARVALHO, C.A.L.; ALVES, R.M. Hidroximetilfurfural e o número de diastase de amostras de méis de *Apis mellifera* provenientes da região litoral norte do estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13, 2000, Florianópolis (SC). Anais... 2000.

SOUSA, A. R. R. de. Central de Cooperativas de Cajucultores do Estado do Piauí COCAJUPI. COCAJUPI Picos. 19 de março de 2009. Disponível em <<http://www.cocajupi.net/quemsomos.php>> Acesso em 26 de setembro de 2009.

SOUZA, D. C. (org.). *Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural*. Brasília: SEBRAE, 100 p., 2014.

SOUZA, D. C. A profissionalização da apicultura no Brasil. *Revista Sebrae Agronegócios*, n. 3, 2006.

SOUZA, D. C.. *Apicultura: Manual do Agente de Desenvolvimento Rural*. 2 ed. Ver. Brasília: Sebrae, 2007

SOUZA, D.C.; BAZLEN, K. Análises preliminares de características físico-químicas de méis de Tiúba (*Melipona compressipes*) do Piauí. In: XII Congresso Brasileiro de Apicultura, Salvador, BA, 1998.

SPANO, N. et al. An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey. The case of strawberry tree honey. *Talanta*, v. 68, n. 4, 2006.

SWELLAM, T.; MIYANAGA, N.; ONOZAWA, M.; HATTORI, K.; SHIMAZUI, T.; AKAZA, H. Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: In vivo and in vitro studies. *International Journal of Urology*, v. 10, n. 4, 2003.

TOSI E., CIAPPINI M., LUCERO H., Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chem.*, 2002.

TURHAN, I.; TETIK, N.; KARHAN, M.; GUREL, F.; TAVUKCUOGLU, H. R. Quality of honeys influenced by thermal treatment. Science Direct, Elsevier. September 2007.

USAID. Análise da indústria do mel: inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional. DAI/ BRASIL, v. 2, 2006.

VIANNA, M.; VIANNA, Y.; ADLER, I. K.; LUCENA, B.; RUSSO, B.; Design thinking : inovacao em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

VILELA, S. L. de O. A importância das novas atividades agrícolas ante a globalização: a apicultura no Estado do Piauí. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000.

VILHENA, F.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. Manual de análises físicoquímicas do mel. 1.ed. São Paulo: APACAME, 1999.

WHITE JR, J. W. Methods for determining carbohydrates, hydroxymetilfurfural and proline in honey; collaborative study, 1994.

WHITE JR, J. W. Quality evaluation of honey: role of HMF and diastase assays. America Bee Journal. Hamilton, v.132, n.12, 2002.

WHITE JR, J. W. The composition of honey. Bee World, v. 38, n. 3, p. 57-66, 1957.

WHITE JR, J.W. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. American Bee Journal, v. 75, n. 3. 1994.

WHITE, T. Hadoop: The Definitive Guide. 2009. 1st Edition. O'Reilly Media. Pg 3.

WIESE, H. Official Analytical Chemists, v. 62, n. 3, p. 515-526, 1979. Apicultura: Novos Tempos. 1 ed. Guaíba-RS:

WORK PROGRAMME 2014-2015. "Technology readiness levels (TRL)". European Commission, G. Technology readiness levels (TRL), HORIZON 2020. Extract from Part 19 - Commission Decision.

ZAPPALÀ, M.; FALLICO, B.; ARENA, E.; VERZERA, A. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. Dipartimento di OrtoFloroArboricoltura e Tecnologie Agroalimentari (DOFATA), Facoltà di Agraria, Università di Catania, Via S. Sofia, 98, Catania 95128, Italy. Dipartimento di Chimica Organica e Biologica, Università di Messina, Papardo, Messina 98168, Italy. Received 18 May 2003, Revised 3 March 2004, Accepted 5 March 2004, Available online 2 June 2004.

ANEXO

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO PARA A ARQUITETURA DA FUNCIONALIDADE DO SOFTWARE DE ENQUADRAMENTO DOS INTENS EM RELAÇÃO ÀS EXIGÊNCIAS DAS CERTIFICADORES E LEGISLAÇÃO

Equipamentos

No que se refere ao uso de equipamentos, como primeiro indicador foi analisado a Indumentária do apicultor que corresponde à: **Máscara** com tela confeccionada de metal pintada com tinta de cor preta. **Luas** feitas de material que não irrite as abelhas, como as de pelica. **Chapéu** confeccionado geralmente de palha, a fim de proteger o apicultor. **Botas** confeccionadas de couros e/ou borracha (borrachas sintéticas ou elastômeros) com propriedades elásticas semelhantes e o **Macacão** confeccionado por tecido especial como brim, mescla ou lona de cor branca, com o uso de elásticos nas bainhas. Observa-se a tecnologia dos polímeros sintéticos a partir do algodão e que todas as tentativas partem de produtos naturais.

O Fumigador é um equipamento feito de parte metálica e outra de parte sintética, onde coloca-se a palha a ser queimada. Sua fumaça é responsável pelo afastamento das abelhas da Colmeia, com o objetivo de exploração. Para ser considerado ideal na cadeia de mel orgânica a fumaça deve ser produzida a partir de produtos de origem vegetal e nunca de esterco animal ou combustível.

A Vassourinha é um equipamento com material feito de madeira e de fio sintético. Para a certificação orgânica o ideal são os feitos através da tecnologia de plásticos, sedas artificiais e da borracha, ou polímeros.

A Colmeia tipo *Langstroth*, dentro dos padrões e medidas exigidas pelas certificadoras e estrutura composta de melgueira, quadros, tela excludora e ninhos. Usa-se na sua fabricação além da madeira tampas e telas feitas de metal.

Outro equipamento usado na etapa de produção do mel é a Centrífuga que pode ser manual ou elétrica e deve ser fabricada com aço inoxidável. O aço carbono é uma liga metálica composta, principalmente de ferro e de pequenas quantidades de carbono.

O Decantador, também deve ser em aço inox como um tanque e pode apresentar dimensões bastante diversas. Sua capacidade varia de 75 kg a 20t de mel.

A Mesa Desoperculadora deve também ser constituído de aço inoxidável e possui uma tela metálica que retém os opérculos permitindo que o mel flua. Seu uso propicia um trabalho ordenado e higiênico.

A Tela Excludora de Rainha, equipamento obrigatório que podem ser feitas de arame, plástico ou placas de alumínio perfuradas. Esse equipamento é utilizado no interior da caixa

da colmeia com o objetivo de evitar que a abelha rainha suba do ninho para as melgueiras, colocando crias em espaços onde deveria ser depositado o mel.

Por fim, a Carretilha (Incrustador ou Batera) que é uma peça em forma de roseta que é aquecida, ou seja, absorve calor, pois é de metal e adere a cera à placa. O fixador pode ser elétrico, pois quando ligado à energia esquentando o arame, unindo a cera alveolada.

Manejo

Acerca do manejo foram analisadas práticas iniciais do processo, como a Substituição das Abelhas Rainhas. A presença de rainhas jovens e de boa genética garante à colônia uma condição de crescimento rápido e de uma população trabalhadora. A localização da rainha velha que será substituída é feita com a aplicação de bastante fumaça no alvado da colmeia, com esta fechada. Pode ser feita com o uso de gaiola de arame, neste caso a nova rainha é confinada até que as operárias a aceitem. Ou pode-se utilizar a gaiola de transporte da rainha. Nesta gaiola o apicultor deverá abrir a tampa que está obstruída pelo açúcar cãndi e as operárias irão se alimentar deste açúcar e até esse momento as operárias já estarão acostumadas com a nova rainha.

Ainda em relação ao manejo, deve ocorrer anualmente a substituição da placa Cera Alveolada. Essa substituição deverá ocorrer no período de grandes floradas. A substituição dessa cera se dá com a utilização de fixadores elétricos ou manuais (carretilha). A carretilha é aquecida e passada sobre o arame do quadro que, aquecido, se une à placa de cera. Já o fixador elétrico solda a cera que, ao esquentar o arame, une este à cera alveolada. Para a certificação, observa-se o uso da tecnologia desde equipamentos rudimentares até os elétricos.

O controle de Enxameação deve acontecer em todas as cadeias de produção de mel orgânico, para que não haja o abandono das colmeias. As causas do abandono pode ser a falta de alimento, o excesso de temperatura no ninho, a falta de água, o ataque de algum predador, o excesso de umidade, entre outros fatores. A enxameação pode ser de dois tipos: a migratória ou abandono e a reprodutiva. Para prevenir a enxameação reprodutiva o apicultor pode fazer uso de algumas práticas simples de manejo, como aumentar o espaço das colmeias, controlar a idade da rainha, selecionar famílias pouco enxameadeiras e destruir realeiras. Já para prevenir o abandono deve-se assegurar às colônias defesas contra os inimigos naturais, evitar exposição das colmeias às condições impróprias, como muito sol e falta de água, e garantir alimentação em períodos de escassez de alimentos.

Outra técnica de manejo é a Divisão dos Enxames, que é utilizada pelo apicultor para ampliar o número de colônias no seu apiário. A necessidade de divisão de uma colônia se dá por conta de uma colmeia populosa, daí cria-se um novo ninho vazio, com tampa e fundo, com isso inclui-se quadros de ninho com lâminas de cera alveolada seguindo dos seguintes procedimentos: (i) colocar uma colmeia vazia (colmeia B) ao lado da colmeia que vai ser dividida (colmeia A); (ii) transferir da colmeia A para a colmeia B todos os quadros contendo

crias novas e ovos, um ou dois quadros de cria madura para reforço das nutrizes e metade das reservas de mel. Manter a rainha na colmeia A; (iii) completar as duas colmeias com quadros com lâminas de cera alveolada e transferir algumas nutrizes da colmeia A para a colmeia B. (iv) levar a colmeia A para um local distante pelo menos trinta metros do local original.

No manejo da produção de mel existe o procedimento de Desobstrução do Ninho em que o apiário deve ser mantido limpo durante todo o ano, em especial nos períodos que antecedem as floradas e durante sua ocorrência, de forma a manter livre a linha de voo das abelhas favorecer a penetração da luz e a ventilação, além de desfavorecer a presença dos inimigos naturais das abelhas.

Outra fase de manejo é a colocação de Melgueiras para as abelhas depositarem o mel, que deve ser feita rotineiramente e não apenas quando se colhe o mel. O tamanho da colmeia deve ser proporcional ao do enxame, de forma que as abelhas tenham espaço suficiente para criar sua prole e armazenar mel e pólen. Daí a necessidade do uso das melgueiras sobre o ninho, já que a falta de espaços é um dos fatores da exameação e evitando-se desse modo a falta de espaço em pleno período de produção.

Como parte do manejo ainda pode-se citar o combate às traças ou formigas que tem como uma alternativa de controle a utilização de barreiras nos pés da colmeia que serve como suporte para evitar a subida de formigas. É muito comum perceber a colocação de garrafas pet cortados o fundo, com abertura voltada para baixo, podendo a parte interna ser lambuzada com graxa. O uso de suportes tem por objetivo evitar o contato direto das caixas com o solo, assegurando a estas um maior tempo de vida, além de permitir que o apicultor trabalhe em uma posição de conforto. Por isso, o suporte deve estar a uma altura de 50 cm.

Referente à alimentação artificial, as certificações sugerem alimentação proteica e energética. Para suprir as deficiências nutricionais das abelhas o apicultor pode alimentá-las tanto para sua subsistência, quanto para o estímulo de produção. O alimento das abelhas na natureza depende das plantas e estas por sua vez dependem das condições climáticas e do solo. Para suprir as deficiências nutricionais das abelhas o apicultor pode alimentá-las temporariamente utilizando a alimentação artificial. Exemplos: mel espremido, açúcar cristal, rapadura e farinha de soja.

Por fim, duas condições são essenciais para o manejo da produção de mel: a ventilação, o sombreamento e a distância da água.

A ventilação é feita por meio da tela de transporte que é uma tela montada em uma moldura de madeira, podendo ela ser plástica ou metálica, e que é fixada no local da tampa durante o transporte das colmeias. Esta tela tem a finalidade de permitir a ventilação do interior da colmeia, evitando a morte de abelhas durante o transporte.

Para o sombreamento o ideal é a estrutura natural. Sabe-se que as abelhas procuram manter a temperatura no interior da colmeia próximo dos 34°C a 35°C, geralmente as colmeias ficam na sombra de árvores nativas. Alguns apicultores têm buscado alternativas como a utilização de coberturas de palha, telha de barro etc.

Em relação à água, sua ausência pode levar ao abandono da colmeia, por isso em regiões quentes como norte e nordeste recomenda-se que o apicultor coloque bebedouros artificiais próximos às abelhas. Os bebedouros devem ser instalados fora da linha de voo das abelhas a uma distância de aproximadamente 50 metros das colmeias.

Colheita

Segundo Souza (2004), entende-se por colheita de mel todo o processo desde a coleta dos favos nas colmeias, passando pelo transporte destes do apiário para a casa do mel, sua centrifugação, até a devolução dos favos às colmeias.

Nesta etapa é necessária utilização da fumaça no manuseio das abelhas. Contudo, se utilizada em demasia compromete a qualidade do mel. Por esse motivo não se deve aplicar a fumaça diretamente nos favos e sim acima deste, utilizando sempre a menor quantidade possível. A fumaça deve ser clara densa e sem cheiro de origem vegetal.

No momento da coleta o apicultor não deve bater a melgueira, ou chacoalhar os favos de mel. O apicultor deve aplicar pouca fumaça no alvado da colmeia, e logo que abri-la, deve se dirigir ao ninho e retirar dois quadros da parte central. Com cuidado, examinar os quadros à procura da rainha que deverá estar em um deles. Este método em muitos casos funciona, principalmente quando a área de postura encontra-se nos quadros retirados.

O garfo desoperculador um instrumento utilizado para retirar os opérculos dos favos com mel maduro, antes destes serem levados à centrífuga. O garfo é composto de dentes de aço retos com pontas afiadas, fixados em suporte curvo, que facilita o manejo.

A partir daí o mel deve ser transportado para a casa de mel. Entende-se por casa do mel onde são realizadas a extração e preparação básica do mel para comercialização e sua construção deve atender as exigências legais referentes às condições higiênico-sanitárias determinadas em lei pelo ministério de agricultura pecuária e abastecimento (MAPA).

A realização do transporte de colmeias pode ser dividida em 05 etapas: preparação das colmeias, fechamento do alvado, transporte, descarregamento e abertura do alvado. O transporte deve ser realizado à noite ou durante a madrugada, tendo-se o cuidado de não obstruir a ventilação da tela de transporte. Caso haja necessidade de se transportar mais de uma colmeia por vez, estas devem ser arrumadas no veículo de forma que todas tenham a garantia de ventilação na tela de transporte.

Pós-Colheita

A pós-colheita corresponde à etapa inicial dos procedimentos logísticos e higiênicos dos equipamentos utilizados na colheita, com a intenção de que nada seja transmitido para o mel. A higienização dos equipamentos deve ser feita com produtos neutros e sem cheiros, para não comprometer as características sensoriais do mel. Deve-se evitar o uso da palha de aço, pois resíduos desses produtos tendem a ficar presos às peças e podem comprometer a qualidade do mel. E a água deve estar de boa qualidade e tratada. Os produtos utilizados na limpeza (sabão, detergentes, desinfetantes) devem ser procedentes de fabricantes idôneos e que tenham o seu uso na indústria de alimentos autorizados pelos órgãos competentes. Deve-se evitar o uso de produtos caseiros.

Para Souza (2004), os méis embalados em baldes ou tambores devem ser estocados em local fresco e mantidos sobre estrados, para evitar sua rápida cristalização. Deve-se evitar estocar méis em ambientes quentes, uma vez que o mel, quando exposto a temperaturas altas, têm suas qualidades alteradas e pode ter seu preço de mercado diminuído. Outro ponto importante a ser considerado na estocagem do mel é a altura máxima de empilhamento especificado pelos fabricantes das embalagens. O mel armazenado deve guardar uma distância mínima de 40 cm das paredes para facilitar a limpeza do depósito. O HMF tem a sua formação acelerada no mel pelo aquecimento ou altas temperaturas de estocagem, levando a alterações não desejadas nos valores dessa e de outras características tais como: perda de aroma e da atividade bacteriostática. Muitos países têm estipulado padrões para valores máximos deste composto (PICHELER *et al.*, 1984).

Para ser comercializado o mel a granel e fracionado deve ser armazenado em baldes de plásticos com capacidade 25 kg, tambores de ferro de 250 kg (sobre um suporte de madeira chamado estrado). Para a comercialização do mel fracionado têm-se utilizado potes de plásticos ou vidro quando o mercado for mais exigente.

Fracionamento significa os vários processos de separação de resíduos sólidos do mel. O primeiro processo é a Centrifugação. Para Souza (2004), os favos colhidos devem ser centrifugados o mais rápido possível, pois sua permanência fora das colmeias, à espera da centrifugação, representa risco de contaminação e de aumento de umidade. Os favos devem ser centrifugados no mesmo dia em que forem retirados das colmeias. Somente os quadros totalmente desoperculados devem ser colocados nas centrífugas. Com isso evita-se possíveis quebras de favos, uma vez que favos parcialmente desoperculados se rompem facilmente durante o processo de centrifugação. Para realização desta tarefa poderá ser utilizada centrífuga manual ou automática. Ao final da centrifugação os favos devem sair leves e sem mel, sendo acondicionados de volta nas melgueiras.

Gestão

A gestão aqui citada corresponde à maneira que a produção atende as exigências das certificações, cumprindo essas exigências com ações com planejamento, controle, treinamento e intervenções da cadeia produtiva, com o objetivo de se enquadrar em padrões que fortaleçam suas vantagens competitivas.

Para isso, o início das parcerias acontece por meio de um contrato de prestação de serviços para a execução do que as certificadoras denominam de Fair Trade, que inclui todos os trâmites legais e contratuais a serem respeitados por todos os envolvidos na cadeia produtiva.

Além disso, a gestão preconiza o treinamento dos apicultores, a busca de informações sobre tendências de mercado, o controle de qualidade, as parcerias para pesquisa e comercialização e a aplicação das estratégias de marketing. Para Khan *et al* (2004), há linhas de pesquisas que tratam da capacidade das empresas em se apropriar de avanços tecnológicos como forma de estratégia de competitividade nos mercados, considerando que a constante inovação tecnológica em uma empresa determina a criação ou manutenção da competitividade desta região.

Mapeamento das condições de beneficiamento industrial

Assim como na fase de produção, esta pesquisa mapeou todas as condições e técnicas que envolvem o processo de beneficiamento do mel, com a finalidade de sistematizar um *checklist* para subsidiar sua utilização, como uma das funcionalidades do *software* BIPP. O processo de beneficiamento corresponde ao tratamento que o mel recebe em estruturas industriais, com a finalidade de agregar valor ao produto e ser preparado para a comercialização no mercado interno e no mercado externo, no qual é obrigado a atender as exigências das certificações.

Nas indústrias, o mel segue um rigoroso processo de análises físico-química-microbiológicas para identificar suas propriedades nutricionais, estruturais e degradantes, a fim de garantir um monitoramento desse produto enquanto passa pelas etapas de beneficiamento para o mercado.

Em suma, na etapa industrial o mel sofre uma série de entraves logísticos que correspondem ao seu transporte, armazenamento, estocagem e condições higiênicas de ambiente, de recipientes e outros processos físicos, como desumidificação, filtração, descristalização e decantação. Esses indicadores tem ligação direta com a iminência dos bioprocessos industriais degradantes do mel, visto que um ambiente com falta de monitoramento de umidade pode causar a fermentação do mel e descontrole da temperatura a formação do HMF.

O mel, substância higroscópica, sofre alta influência da umidade do meio em que é acondicionado. Segundo Moura (2006), a água está presente no mel em quantidades que

ficam em torno de 17,2%. Porém as condições de transporte e armazenamento podem alterar esse índice visto a relação entre a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e a umidade do mel.

Especificamente sobre a temperatura, para Moura (2006), no mel, o constituinte mais discutido como indicador de qualidade é o HMF e a importância de sua detecção no mel tem crescido porque a quantidade deste composto é aumentada em méis submetidos a altas temperaturas.

Transporte

Dentre os componentes logísticos da cadeia produtiva do mel, o transporte é o que mais é utilizado e, com isso, possui um papel fundamental para a comercialização, assim como para a manutenção das características do mel durante os longos e demorados deslocamentos.

Para as exigências de certificação, o ideal é que o mel seja transportado em veículos fechados, sendo aceitável o transporte coberto com lona plástica, de preferência com cor clara e bem higienizada. É inaceitável o transporte em veículo aberto.

Manipuladores

Assim como a indumentária é importante na etapa de produção, sobretudo pela segurança do apicultor, na etapa industrial ela tem a função higiênica por parte dos manipuladores.

Os manipuladores são os agentes fabris que irão ter contato com o mel em sua fase de industrialização e, por conta de tanta proximidade, as certificadoras exigem o uso de roupas fechadas, calça comprida, camisas de manga longa, avental fechado ou jaleco. Sempre com gorro, máscaras e botas.

Higiene e Limpeza

Para qualquer etapa produtiva de um alimento, a higiene e limpeza são fatores indispensáveis e se configuram como os principais elementos contra contaminações, a fim de garantir os aspectos de segurança alimentar.

Para as certificações de mel orgânico o ideal é que os produtos utilizados na limpeza dos ambientes de estocagem, recipientes de envase e até mesmo dos veículos de transporte sejam com sabão, detergentes e desinfetantes de procedência de fabricação idônea e que tenham seu uso, nas indústrias de alimentos, autorizado pelos órgãos competentes e sempre

em utilização com água tratada. É inaceitável pelas certificadoras o uso de produtos de limpeza caseiros e sem registro.

Embalagens

O mel pode ser armazenado em dois tipos de tambores: os de metal e os de plástico. Para Souza (2004) o ideal são os de plásticos com capacidade para 25 kg e os de metal de capacidade de 290 kg. Ambos com características especificadas pelas agências de certificação. Os tambores de metais, apropriados para alimentos orgânicos necessitam da certificação da sua indústria e da garantia do fornecedor, além de passar por análises com a substância metiletilcetona, produto solvente aplicado aos tambores de metais para comprovar a fixação da tinta e de outros componentes garantindo que estes não terão reação com o mel, evitando, portanto, qualquer contaminação.

Estocagem

A estocagem refere-se o ambiente no qual o mel será armazenado durante a etapa industrial. Para as certificadoras, o ideal é que o mel fique estocado em local seco, arejado e climatizado, com temperatura entre 20°C à 30°C.

Os tambores devem estar mantidos sobre estrados de PVC, com uma distância de no mínimo 40 cm das paredes, para facilitar a limpeza. É aceitável que os tambores sejam mantidos em estrados de madeira e esses artifícios servem para evitar a cristalização do mel.

Processos Físicos

Por se tratar de uma solução saturada de açúcares, o mel tende a cristalizar-se de forma espontânea, adquirindo uma consistência sólida. Esse efeito é a condensação e aglutinação das partículas de glicose. A cristalização do mel é uma garantia da sua qualidade e de sua pureza, quando cristalizado ele mantém todas as suas propriedades nutricionais e energéticas, além de manter o aroma e sabor. (SOUZA, 2007)

Na indústria, o mel é descristalizado e homogeneizado numa superfície denominada mesa coletora descristalizadora. O procedimento corresponde ao aquecimento do mel a uma temperatura que varia 30°C a 32°C, nunca podendo ultrapassar os 40°C. A umidade também é um fator importante, visto que tal procedimento deve monitorar a umidade do mel e do ar de acordo com as exigências certificadoras.

Outro processo físico existente é a filtração e ocorre para que o mel seja submetido a uma tela com espessura superfina, retirando as impurezas e sujeiras.

Por ser uma substância higroscópica, o mel assimila toda a umidade do ambiente em que é acondicionado, sejam nos procedimentos de coleta ou de beneficiamento. Portanto, o monitoramento constante permite perceber quando há alteração de umidade no mel, sendo necessário o processo físico de desumidificação, cuja função é retirar o excesso de umidade, e manter o produto nos patamares exigidos pela certificação, garantindo, portanto, sua segurança em relação ao bioprocessamento de fermentação.

Dentre outros processos físicos destacam-se a retirada de gotículas de oxigênio suspensas no mel, por meio da torre de resfriamento. Há também a utilização do decantador, com a finalidade de homogeneizar o mel em uma única cor e, além disso, realizar o procedimento de separação de materiais sólidos no mel, pelo posicionamento dos componentes mais densos.

A partir disso, o mel é encaminhado para seu envase em embalagens apropriadas e é destinado para a sala de expedição, que corresponde a um ambiente que garante condições especiais de armazenamento e climatização.

Mapeamento das condições de Fatores Determinantes de Organicidade

Dentre os indicadores avaliados na cadeia produtiva do mel orgânico, existem aqueles considerados como Fatores Determinantes de Organicidade. Em suma, correspondem às exigências de estrutura de produção que, caso não sejam cumpridas, inviabilizam automaticamente a possibilidade de certificação orgânica.

Art. 21. Os sistemas orgânicos de produção de abelhas melíferas devem buscar:

I - a existência de áreas de colheita de néctar e pólen com dimensões suficientes para promover a nutrição adequada e o acesso à água de qualidade isenta de contaminantes intencionais;

II - a adoção de medidas preventivas para a promoção da saúde das abelhas, tais como a seleção adequada das raças, a existência de área de liberação favorável e suficiente e o manejo apropriado dos enxames;

III - a construção de colmeias mediante a utilização de materiais naturais renováveis que não apresentem risco de comprometimento e contaminação para o meio ambiente e para os produtos de abelhas melíferas; e

IV - a preservação da população de insetos nativos, quando da liberação das abelhas em áreas silvestres, respeitando a capacidade de suporte do pasto para abelhas melíferas. (MAPA, 2011)

A partir do artigo 21, da instrução normativa nº 46, de 06/10/2011 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as avaliações para a certificação orgânica leva em consideração os seguintes aspectos:

Localização dos Apiários: Prioritariamente em áreas de manejo biodinâmico, ou próximos de outras produções orgânicas, ou áreas não cultivadas (raio de 03 hectares de mata nativa), longe de terras com cultivos que utilizam agrotóxicos, para assegurar uma extração adequada de pólen e néctar.

Colmeias: com exceção dos fixadores, ou peças correspondentes de arame e malha, as colmeias devem ser de materiais naturais, dentre eles madeira, palha ou argila. No interior, a colmeia pode ser composta por cera e própolis advindos da produção orgânica. No exterior, constituída por madeira natural, sem pintura ou quaisquer materiais sintéticos. Os apiários devem ser localizados em localidades com sombreamento natural e sobre suportes, suspensas a altura média de 1,20m do chão.

Alimentação: Naturalmente mel e pólen de flores são os alimentos naturais das abelhas, portanto, para coletar o mel, ambos devem ser supridos. Acerca da necessidade de usar alimentos artificiais, é necessário que seja mantido pelo menos 10% de mel nos favos e a alimentação complementar ser realizada com produtos derivados de fontes orgânicas. O uso de açúcar refinado é terminantemente proibido em tais rações e nenhum tipo de alimento estimulante pode ser utilizado, assim como substitutos de pólen.

Extração do Mel: Durante a extração, pressão, filtragem, purificação e subsequente envasamento do mel, a temperatura ambiente não deverá exceder 35°C. A filtragem pressurizada não é permitida, assim como o uso de mangueiras, tanto nas UEPAS quanto nas indústrias, com isso o mel deve ser despejado ou transferido de um recipiente para outro apenas com a força da gravidade. Deve-se evitar qualquer aquecimento adicional do mel. Recipientes para centrifugação, desumidificação, e o misturador de mel devem ser impreterivelmente de aço inoxidável. Para a comercialização, o mel poderá ser envasado em recipientes de plástico, vidro ou metal, imediatamente após a extração e antes que possa ocorrer qualquer solidificação ou cristalização.

Gestão de colônias: Para a garantia da organicidade, a formação de enxames deve ser provocada de forma natural, exceto quando houver a necessidade de dividir o enxame, ou substituir a abelha rainha que já está velha, com isso, passa a ser possível aumentar o número de colônias de abelhas de maneira permitida. A produção de celas de rainha faz parte do instinto do enxame. A substituição de uma rainha velha pelo processo de enxameamento é permitida para fins de criação.

RESULTADOS EMITIDOS EM PROVA DE CONCEITO DO SOFTWARE

Como primeiro resultado, a criação e aplicação do *checklist* possibilitou uma análise fiel às instruções normativas. Isso possibilitou o desenvolvimento da primeira funcionalidade do *software*, com base no cálculo BIPP, para a avaliação das duas fases, além da previsão de produção.

Sendo assim, no caso específico da amostra, constatou-se seu enquadramento das indústrias, UEPAS e apicultores nas características exigidas pela legislação, conforme resultado já integrado ao software BIPP, e demonstrados a seguir.

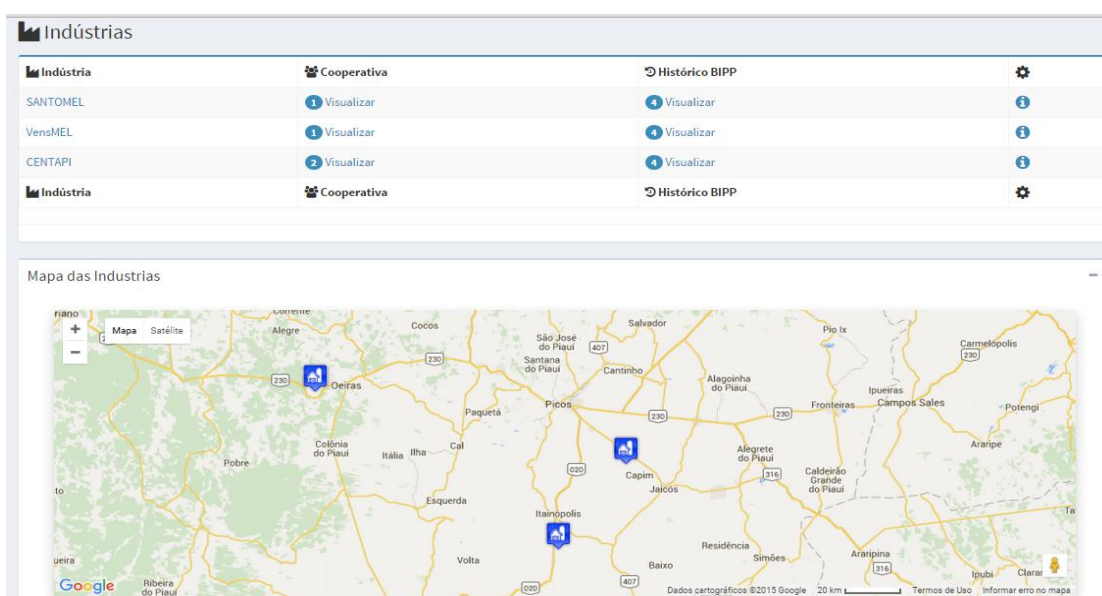


Figura 02: Registro das indústrias e suas respectivas geolocalizações
Fonte: BIPP (2015)

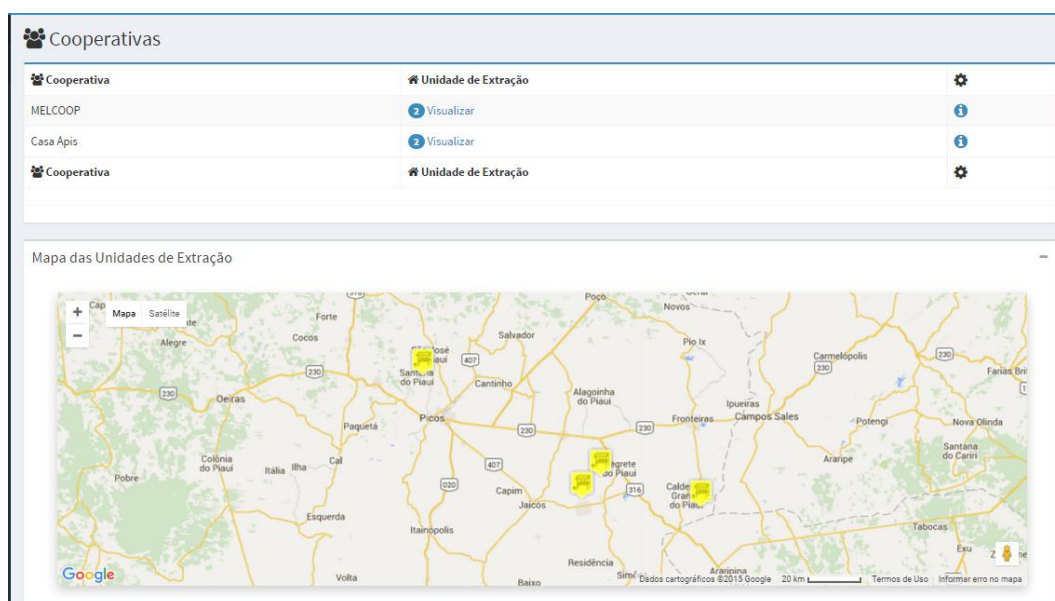


Figura 03: Exemplo de Registro das UEPAS e suas respectivas geolocalizações
Fonte: BIPP (2015)

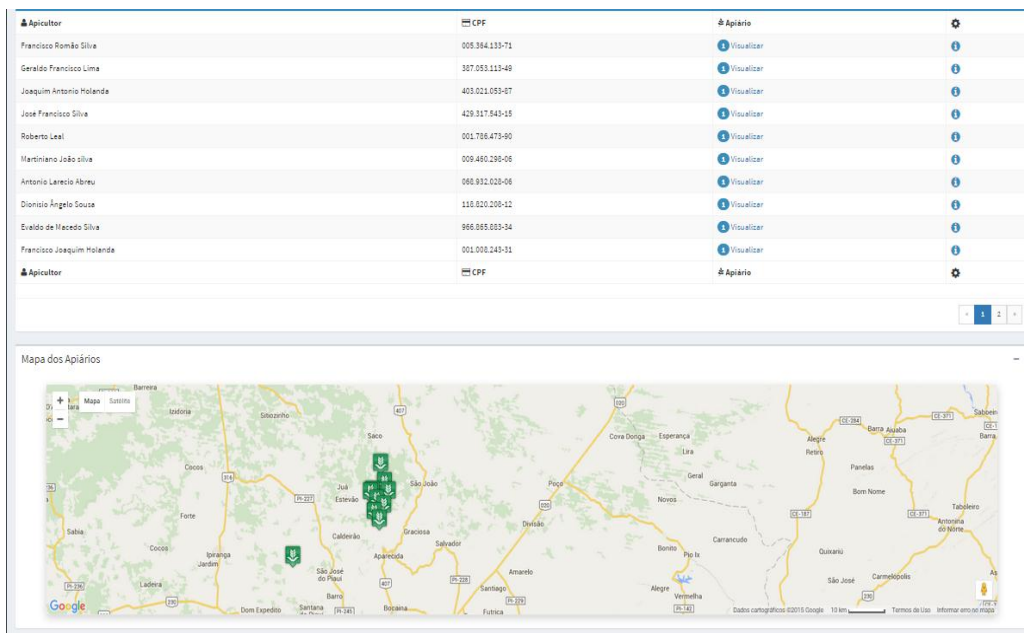


Figura 04: Exemplo de Registro dos apicultores e suas respectivas geolocalizações
 Fonte: BIPP (2015)

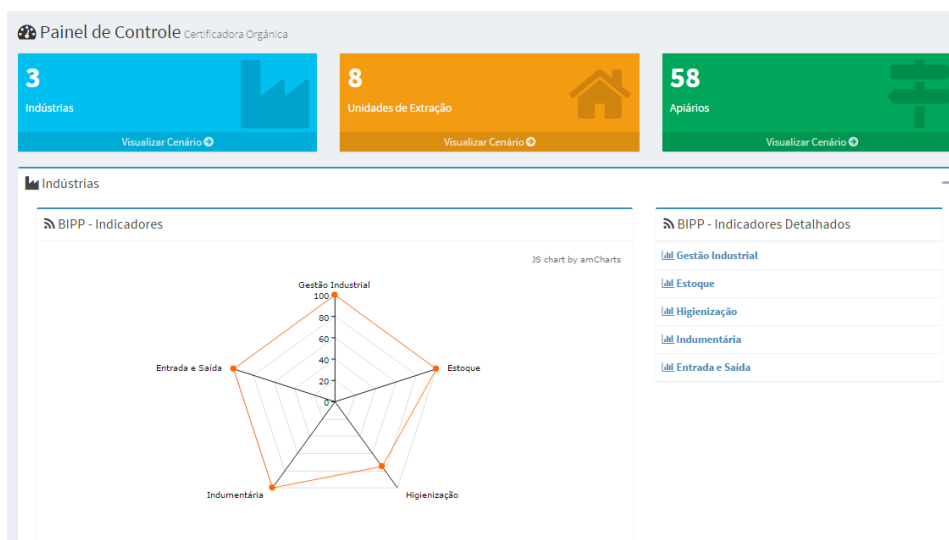


Figura 05: Aspectos gerais de avaliação dos indicadores das indústrias.
 Fonte: BIPP (2015)

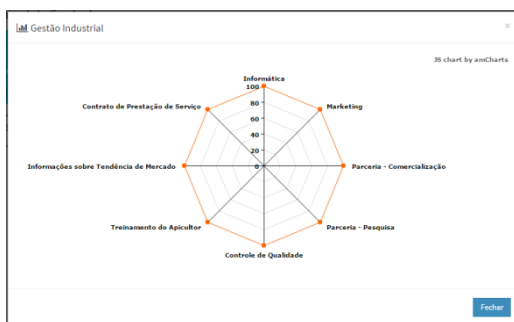


Figura 06: Resultado geral da avaliação da gestão das indústrias
 Fonte: BIPP (2015)

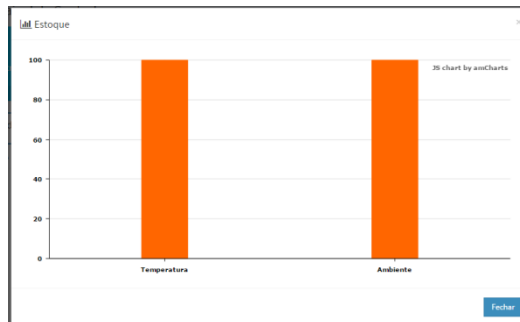


Figura 07: Resultado geral da avaliação dos estoques indústrias.
 Fonte: BIPP (2015)

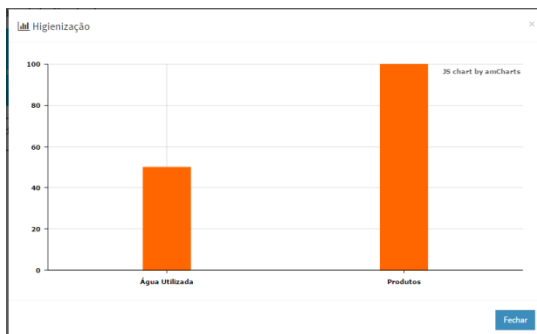


Figura 08: Resultado geral da avaliação da higienização das indústrias
Fonte: BIPP (2015)

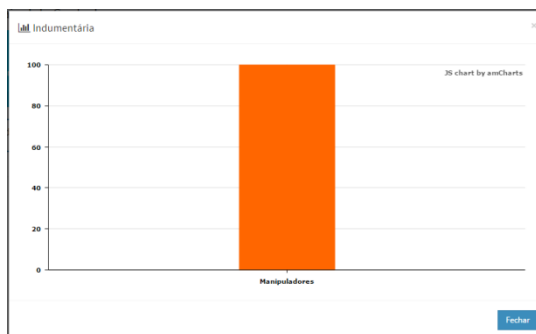


Figura 09: Resultado geral da avaliação dos equipamentos das indústrias
Fonte: BIPP (2015)

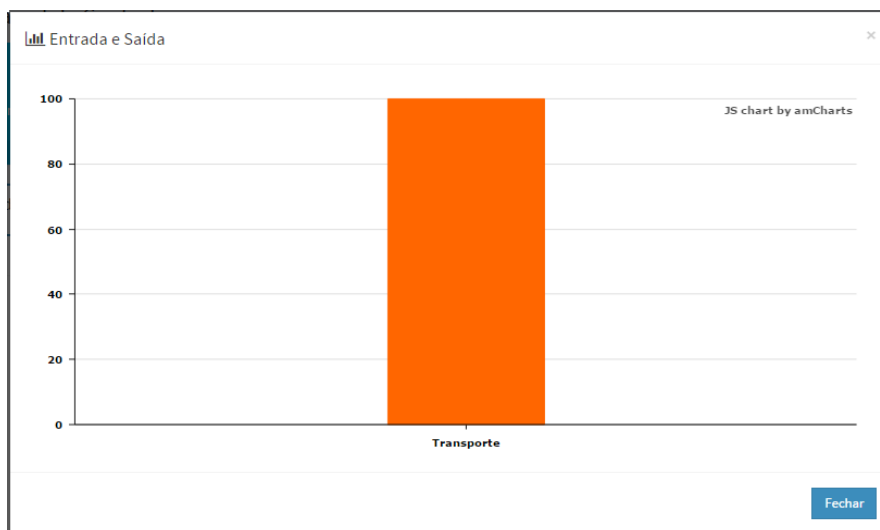


Figura 10: Resultado geral da avaliação da gestão logística das indústrias
Fonte: BIPP (2015)

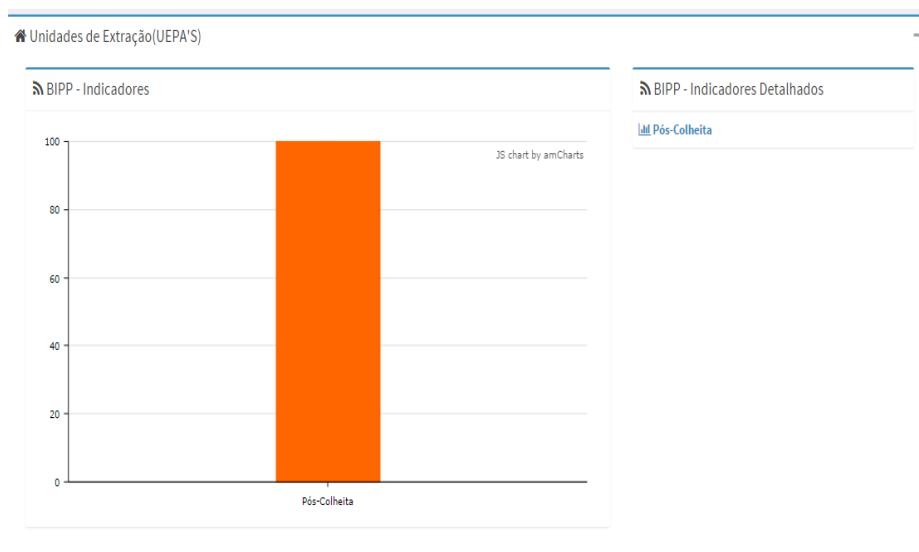


Figura 11: Aspectos gerais de avaliação dos indicadores das UEPAS (Unidade de Extração)
Fonte: BIPP (2015)

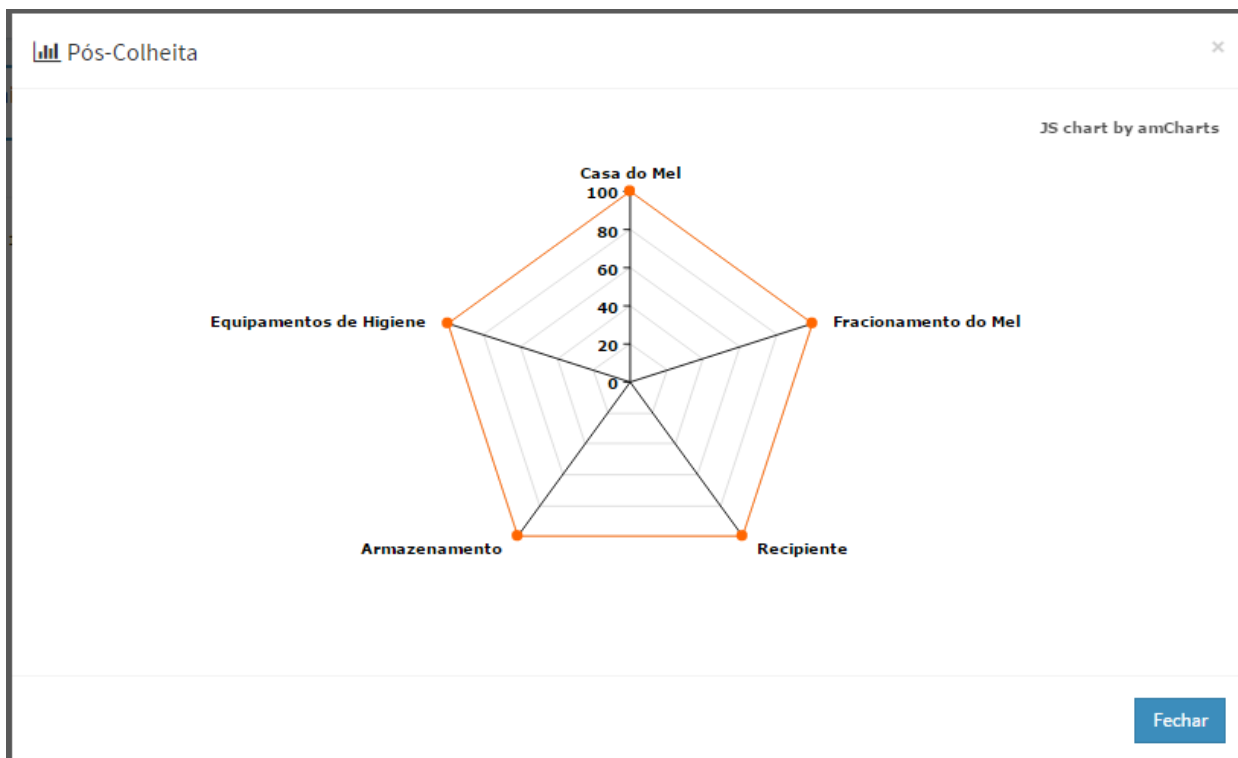


Figura 12: Resultado geral da avaliação da gestão das UEPAS
 Fonte: BIPP (2015)

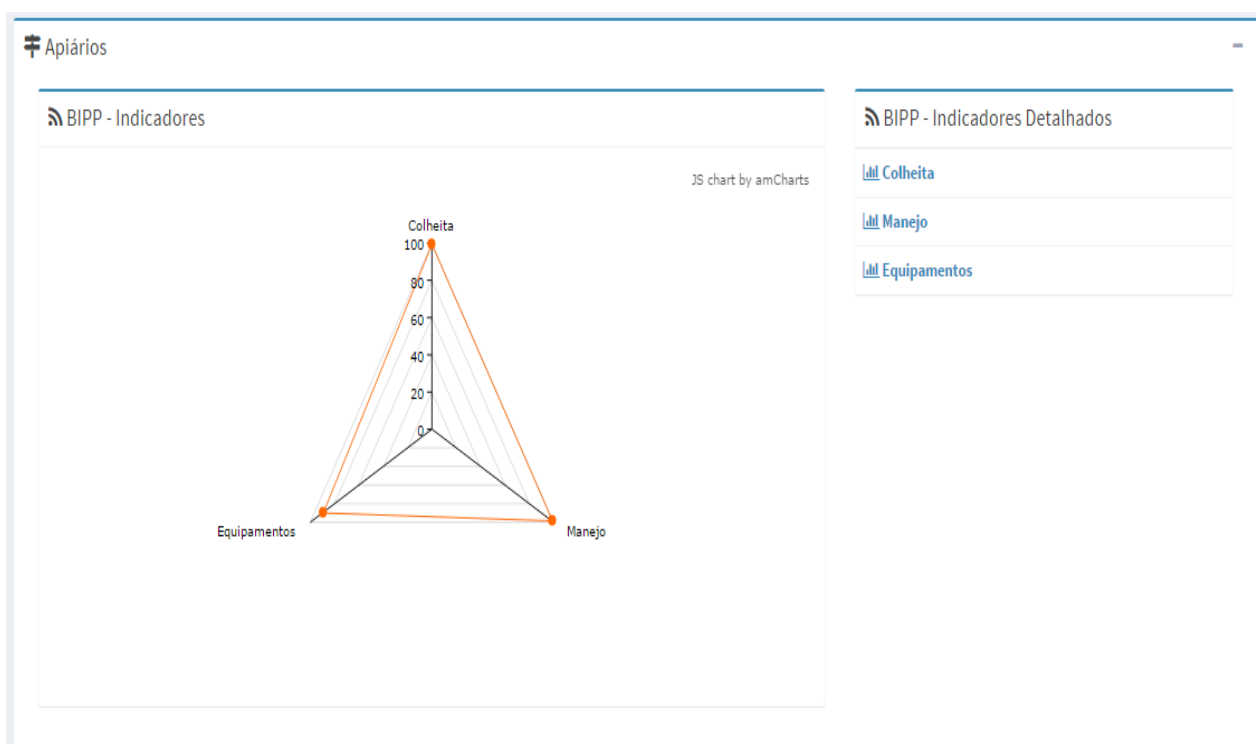


Figura 13: Aspectos gerais de avaliação dos indicadores dos apiários
 Fonte: BIPP (2015)

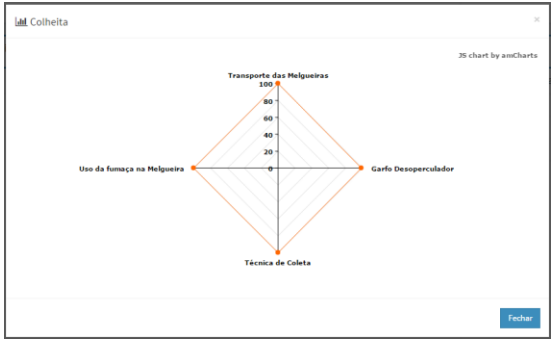


Figura 14: Resultado geral da avaliação da Coleta apícola.
 Fonte: BIPP (2015)

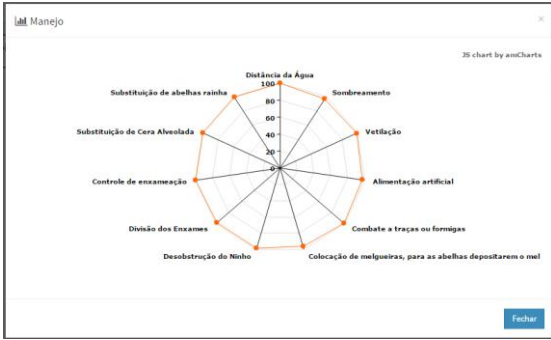


Figura 15: Resultado geral da avaliação do Manejo apícola.
 Fonte: BIPP (2015)

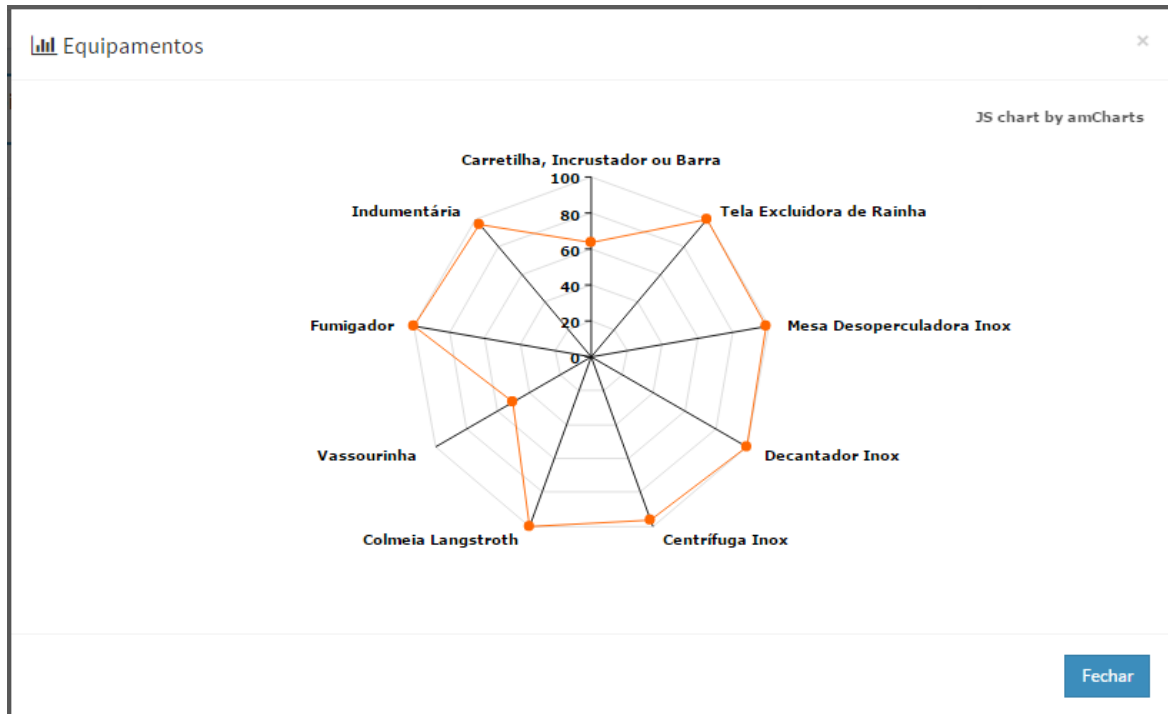


Figura 16: Resultado geral da avaliação dos equipamentos apícolas
 Fonte: BIPP (2015)

Partindo para as discussões sobre as análises demonstradas nos gráficos anteriores, é necessário ressaltar que todas as avaliações seguiram o protocolo do *checklist* embasado nas instruções normativas do MAPA (BRASIL, 2000). E o tratamento dos dados e os resultados obtidos foram fieis às exigências das certificadoras orgânicas.

Em suma, a primeira etapa da metodologia culminou no estabelecimento do perfil da cadeia utilizada como amostra, sendo, portanto, enquadrada como orgânica.

Nas **Figuras 02, 03 e 04**, foram demonstrados, já no *software* BIPP, os cadastros das indústrias, suas respectivas UEPAS e apicultores. Possibilitando a visualização da geolocalização, essencial indicador de identidade do mel.

A **Figura 05** retrata uma visão geral do cenário que inclui as indústrias pesquisadas e possibilita, à certificadora, um panorama das condições médias dos indicadores de gestão industrial, estoque, higienização, equipamentos (indumentária) e logística (entrada e saída). Oferecendo um detalhamento por indicador, as **Figuras 06, 07, 08, 09 e 10** demonstram o BIPP de cada avaliação e afirmam, ao mesmo tempo, que as indústrias estudadas pertencem ao perfil de orgânicas e que o *software* consegue ter processamento fiel dos dados desse enquadramento.

Constituindo a **Figura 11**, fica possível perceber que os requisitos obrigatórios das UEPAS foram cumpridos pelas 08 unidades avaliadas, demonstrando sua conformidade nas exigências orgânicas. Tal conformidade fica mais claramente demonstrada na **Figura 12**, ao ser possível visualizar todos os indicadores e seus respectivos *scores*, ou seja, casa do mel, fracionamento do mel, recipientes utilizados, condições de armazenamento e equipamentos de higiene confirmam os requisitos para a certificação orgânica.

Aprofundando ainda mais as análises, na busca da confirmação do cumprimento das exigências, foi necessário avaliar os apiários, ou seja, o local onde acontece o primeiro contato do produtor com o mel. Esta é uma das etapas mais delicadas da produção, pois se refere ao mel recém-formado e, portanto, vulnerável às primeiras influências externas à colmeia.

A **Figura 13** demonstra o resultado médio, e satisfatório, dos três indicadores que compõem as avaliações dos apiários: colheita, equipamentos e manejo.

As **Figuras 14, 15 e 16** detalham cada um dos três principais indicadores e também são avaliados para a conformidade orgânica. No caso da **Figura 14** o indicador “colheita” atinge suas notas satisfatória quando avaliados os seus componentes: transporte da melgueira, garfo desoperculador, técnicas de coleta e o uso da fumaça.

Em relação à **Figura 15**, os resultados obtidos com as avaliações aplicadas nas técnicas de manejo foram evidentemente adequados às características exigidas pelas certificações. Esta análise verificou fatores como: a distância da água em relação ao apiário, o sombreamento (natural, ou artificial), a ventilação, o uso de alimentação artificial para suprir deficiências naturais, o combate à traças e formigas, a colocação de melgueiras para as abelhas depositarem o mel, a desobstrução do ninho, a divisão dos enxames, o controle de enxameação, a substituição de cera alveolada e a substituição de abelhas rainhas. Observou-se que alguns indicadores não atingiram 100% de sua efetividade, porém ainda se enquadram como técnica aceitável para mel orgânico.

O mesmo acontece com dois indicadores da **Figura 16**, que representa a análise dos equipamentos utilizados nos apiários. O uso da carretilha e da vassourinha não comprou sua efetividade por completo, porém tem resultados aceitáveis e que ao se calcular com os

resultados de efetividade dos outros indicadores, comprovam a conformidade orgânica. São estes os outros indicadores: tele excludora de rainha, mesa desoperculadora inox, decantador inox, centrífuga inox, colmeia *Langstroth*, fumigador e indumentária.

Dados para o Desenvolvimento de procedimentos de *Big Data* a partir das condições Geográficas e Naturais

Acerca das implicações resultantes dos aspectos naturais envolvidos na formação do mel, sobretudo, dos bioprocessos realizados no organismo da abelha — conforme supracitado neste trabalho — sob condições e aspectos ligados às colmeias, o armazenamento do mel dentro da caixa, composição do solo da região, composição da água fluvial e pluvial, determinação da florada e, conseqüentemente, do néctar, as características do mel são peculiares às regiões de onde são explorados. Isso determina cor, composição química, umidade, enfim, todas as variáveis da cadeia. Em suma, nenhum mel é igual a outro.

Para tratar dados com a finalidade quantitativa, a cadeia produtiva estudada utiliza tradicionalmente alguns dados naturais para determinar a previsão da produção anual de suas unidades de produção. A base de cálculo relaciona condições naturais aos indicadores das BPAS. Denominado Cálculo de Previsão Produtiva do Mel, tal suporte matemático é repassado pelas certificadoras às indústrias (e seus respectivos apicultores), na intenção de buscar mais eficiência quanto ao aspecto quantitativo de produção. A possibilidade de unir os referidos dados transacionais resultou na fórmula a ser demonstrada.

Fórmula do Cálculo de Previsão Produtiva de Mel: $(a \times b \times c \times e) / d$

Sendo, os Fatores Componentes de Cálculo:

a - Quantidade de colmeias habitadas;

b - Condições gerais dos enxames no Apiário; (ótimo = 1, bom = 0,75 ou ruim = 0,50)

c - Tecnologias aplicadas no campo; (alta = 1, média = 0,75 e baixa = 0,50)

e - Produtividade média por colmeia (Kg/colmeia/ano);

d - Condições meteorológicas durante a safra. (ano bom ou ano ruim que se estabelece pelos fenômenos El niño = 3/2 ou La niña = 1/2)

Com esse cálculo, a cadeia produtiva é capaz de prever seus investimentos, possíveis perdas, definição de quais intervenções serão necessárias para o melhoramento qualitativo da produção, fortalecimento das BPAS — Boas Práticas Apícolas — contratação de mão de obra, migração de apiário, relacionamento com as certificadoras e, sobretudo, garantia de competitividade com o mercado em que atuar.

Para contribuir de forma inovadora para a cadeia do mel, o cálculo de previsão produtiva foi convertido em linguagem computacional e, respeitando todas as particularidades desta fórmula, foi incluído entre as funcionalidades do *software* desenvolvido por este trabalho.

Simultaneamente à aplicação dos *checklists* para cadastrar e avaliar as duas fases da cadeia produtiva, foi realizada a inserção de dados, para o *Big Data*, a partir dos indicadores naturais e, com isso, a possibilidade de calcular a previsão de produção por unidade de extração.

Levando em consideração, portanto, que o mel é geográfico, esses indicadores passam a ter grande importância, porém uma condição adversa pode limitar os produtores na composição de critérios de produção. Esse aspecto limitante é a grande quantidade de dados que podem ser processados nesta fase da cadeia, sobretudo, das diferenças entre eles quando são retratados por regiões diferentes.

Um “emaranhado” de dados que podem ou não se cruzar, são aspectos garantidos na composição de quaisquer cadeias de mel, pois cada uma traz consigo informações combinantes de fatores múltiplos de indicadores diversos. Para processar tais dados, gerar parametrização e previsibilidade fez-se necessário, neste trabalho, desenvolver um mecanismo tecnológico para o *Big Data*.

Conforme descrito na metodologia, concomitantemente à aplicação da avaliação das indústrias, UEPAS e apiários, foram documentadas as condições naturais da região, com a finalidade de mapear os eventos climáticos, presença de floradas predominantes e definir um delineamento geográfico relacionado a tais acontecimentos. O período de pesquisa e documentação foi entre os anos de 2008 e 2014, mês a mês. Como fonte de pesquisa, foram utilizados os bancos de dados abertos do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, órgão do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Tais informações demonstraram como ocorre a presença desses indicadores na região, como se dá sua constância e frequência, de que maneira podem ser mensuráveis e se são capazes de se complementar para possibilitar uma identidade e uma previsibilidade.

Os dados colhidos, no decorrer dos anos pesquisados (de 2008 a 2014), foram documentados para identificar as variações e, logicamente, padrões para a previsibilidade.

TABELA 04: Documentação de eventos relacionados à condições climáticas
Fonte: INMET (2015)

ANO	MÊS	TEMPERATURAS			PLUVIOSIDADE Mm	INSOLAÇÃO (Total em horas)	UMIDADE RELATIVA %
		MAX	MIN	MÉDIA			
2014	DEZ	36,9	24,8	30,85	35,6	272	55
	NOV	36,9	25,1	31	14	294	55
	OUT	36,9	25,1	31	14	294	40
	SET	37,2	23,6	30,4	0	291	40

	AGO	35,2	22	28,6	0	326	35
	JUL	34,3	21,4	27,85	13,8	279	35
	JUN	34,9	21,7	28,3	6	272	55
	MAI	34,7	22,4	28,55	11,2	253	60
	ABR	33,4	23,2	28,3	64,1	204	65
	MAR	33,2	23,5	28,35	99,7	190	70
	FEV	33,2	23,4	28,3	109,6	129	65
	JAN	35,5	23,6	29,55	28,4	206	60
2013	DEZ	36,6	23,5	30,05	38,7	270	55
	NOV	34,4	23,9	29,15	15	293	60
	OUT	37,1	24,9	31	14	293	40
	SET	37,4	23,1	30,25	0	289	35
	AGO	36,1	21,8	28,95	0	331	35
	JUL	35,1	20,7	27,9	15,1	281	40
	JUN	33,9	20,8	27,35	6,2	278	55
	MAI	33,4	21,6	27,5	9,9	261	60
	ABR	33,1	22,2	27,65	66,2	210	70
	MAR	33,8	23,6	28,7	100,4	200	70
	FEV	34,1	23,1	28,6	110,9	139	70
	JAN	35,1	23,1	29,1	31,4	209	65
2012	DEZ	36,1	24,1	30,1	32,4	273	50
	NOV	36,1	24,9	30,5	15	300	45
	OUT	36,1	25,4	30,75	13	300	40
	SET	36,9	25,1	31	0	299	35
	AGO	35,9	23,1	29,5	0	334	35
	JUL	35,3	21,9	28,6	0	387	40
	JUN	35,1	21,7	28,4	7,6	278	55
	MAI	35,1	23,1	29,1	0,9	261	60
	ABR	33,9	23,9	28,9	50,2	211	65
	MAR	33,7	24,1	28,9	62,1	200	70
	FEV	33,6	23,8	28,7	97,1	137	70
	JAN	35,9	23,8	29,85	100,1	211	65
2011	DEZ	36,7	25,1	30,9	35,1	280	60
	NOV	36,7	25,8	31,25	20,1	300	60
	OUT	36,7	25,8	31,25	13,8	310	50
	SET	36,9	24,1	30,5	0	302	40
	AGO	34,9	23,1	29	0	331	30
	JUL	34,1	22,4	28,25	16,1	288	30
	JUN	34,7	22,4	28,55	5,4	291	40
	MAI	34,7	23,7	29,2	9,2	261	55
	ABR	33,1	23,1	28,1	55,7	220	55
	MAR	32,9	23,1	28	87,2	201	60
	FEV	34,1	23,1	28,6	90,1	132	60
	JAN	36,1	24,1	30,1	22,3	219	60

2010	DEZ	37,3	25,9	31,6	34,9	289	50
	NOV	37,3	25,9	31,6	18	300	60
	OUT	37,5	25,9	31,7	13,1	310	40
	SET	37,8	26,4	37,8	0	336	35
	AGO	36,9	24,4	30,65	0	340	35
	JUL	35,2	23,1	29,15	17,1	289	40
	JUN	35,5	23,1	29,3	6,3	287	55
	MAI	35,1	22,9	29	10,2	263	60
	ABR	34,1	23,2	28,65	54,7	229	60
	MAR	33,8	23,5	28,65	90,5	211	65
	FEV	33,8	23,7	28,75	100,9	144	60
	JAN	36,6	23,8	30,2	26,9	232	50
2009	DEZ	38,1	26,2	32,15	34,3	281	50
	NOV	37,9	26,6	32,25	19	300	60
	OUT	37,0	26,9	31,95	11	300	35
	SET	38,2	27,6	32,9	0	330	40
	AGO	37,9	25,5	31,7	0	329	35
	JUL	36,3	24,1	30,2	18,2	280	35
	JUN	36,1	23,8	29,95	5	280	50
	MAI	35,9	23,3	29,6	11,9	249	65
	ABR	35,2	23,1	29,15	59,8	219	85
	MAR	35,1	24,1	29,6	89,9	200	80
	FEV	34,9	24,5	29,7	98,9	148	70
	JAN	37,1	24,1	30,6	26,1	230	65
2008	DEZ	37,4	25,2	31,3	33,1	283	45
	NOV	37,4	25,8	31,6	14	303	45
	OUT	37,5	25,9	31,7	12	306	40
	SET	37,8	26,4	37,8	0	336	40
	AGO	36,9	24,4	30,65	0	336	40
	JUL	35,8	23,1	29,45	19,2	285	55
	JUN	35,8	23,1	29,45	5	281	55
	MAI	35,1	22,9	29	9,9	259	65
	ABR	34,1	23,2	28,65	57,1	225	80
	MAR	34,1	23,5	28,8	87,9	203	85
	FEV	34,1	23,7	28,9	99,1	140	70
	JAN	36,6	23,8	30,2	22,6	231	60

Conforme demonstra a **Tabela 04**, existiram variações nos indicadores de temperatura, níveis pluviométricos, de insolação e de umidade relativa do ar ano a ano, porém essas variações se apresentam pequenas quando comparados os mesmos meses, em anos diferentes. Analisando os mesmos meses, em anos diferentes, percebeu-se uma variação de temperatura de no máximo 0,8° para mais, ou 0,7° para menos, possibilitando perceber, portanto, um

intervalo de registro que se repetiu ao longo do tempo, considerando as condições similares, pertencentes à região em que o instrumento de pesquisa atuou.

No que se refere à precipitação, apesar da variação numérica decorrente dos mesmos meses, em anos diferentes, percebe-se a documentação de volume, ou seja, o registro dos níveis pluviométricos tem seus picos nas mesmas épocas do ano, possibilitando uma configuração de períodos mais, ou menos chuvosos.

A insolação é um indicador de suma importância, visto a necessidade de sombreamento que as colmeias têm. Em períodos de maior insolação há também o risco de abandono das colmeias, ou seja, um dos motivos de migração das abelhas é o impacto do sol sobre sua produção, causando um aumento da temperatura interna da colmeia e, conseqüentemente, a percepção instintiva das abelhas da necessidade de buscar outro ambiente. No caso específico da região pesquisada, existem ações para a criação de ambientes sombreados artificialmente, em caso de épocas do ano em que a as árvores secam com o rigor do sol.

Analisando os dados de insolação, percebe-se uma variação que acompanha os indicadores de temperatura e pluviometria, ou seja, nas épocas do ano com temperaturas mais baixas e maior índice de chuvas, menor o grau de insolação e vice-versa.

Acerca da umidade relativa do ar, a variação ocorre concomitantemente aos períodos de chuva e insolação. Tal variação tem importância fundamental na produção de mel, pois o mel é uma substância higroscópica, ou seja, absorve a umidade do ambiente para sua composição e, no caso desta pesquisa, vale ressaltar que a umidade do mel é um dos fatores de capazes de proporcionar um bioprocessamento degradante, no caso a Fermentação.

O monitoramento da umidade do ar e, conseqüentemente, do mel deve ocorrer durante todos os processos da cadeia produtiva, a fim de manter os níveis exigidos pela legislação. Para isso o mel passa constantemente por análises de umidade, para entender qual o impacto da umidade do ar em sua composição, assim como para fazer intervenções físicas, como a desumidificação e garantir as medidas de umidade capazes de conservar o mel, nos padrões orgânicos.

Seguindo esta constância de análises dos indicadores naturais, foi possível a documentação dos valores médios de umidade do mel, nos referidos períodos.

TABELA 05: Documentação dos valores médios da umidade do mel, durante os anos pesquisados
Fonte: Relatórios de Análises FQM – Embrapa / Casa Apis (2015)

	UMIDADE DO MEL						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
DEZ	16	17	17	18	16	18	18
NOV	16	18	18	19	15	19	18
OUT	14	13	14	15	14	13	13
SET	13	14	15	14	13	13	14

AGO	14	13	13	14	13	13	13
JUL	14	13	14	15	14	15	14
JUN	18	17	19	20	17	18	18
MAI	19	19	18	18	18	18	18
ABR	19	19	18	18	19	18	18
MAR	18	19	19	18	19	19	19
FEV	18	18	18	18	19	18	18
JAN	18	17	17	18	19	18	19

Seguindo a metodologia utilizada para a umidade, foi possível documentar os valores de HMF nos períodos estudados, por meio do histórico de análises.

TABELA 06: Documentação dos valores médios de HMF no mel, durante os anos pesquisados.

Fonte: Relatórios de Análises FQM – Embrapa / Casa Apis (2015)

	HMF PRESENTE NO MEL						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
DEZ	5,0	4,5	4,0	5,0	5,0	4,5	5
NOV	5,5	6,0	4,0	5,0	5,0	7,0	6,0
OUT	9,0	9,5	10	12	9,0	15	11
SET	12	13	12	13	12	11	12
AGO	14	15	14	16	15	14	14
JUL	7,0	6,3	7,0	7,0	6,5	6,0	6,0
JUN	4,2	5,5	4,5	4,5	5,0	3,9	4,5
MAI	5,0	4,5	4,0	5,0	4,0	6,0	4,0
ABR	5,0	4,5	4,0	5,0	4,0	4,0	5,0
MAR	3,5	1,5	1,0	4,0	3,0	5,0	1,9
FEV	2,0	2,5	2,5	3,6	3,2	5,5	3,6
JAN	5,0	2,0	3,5	3,0	2,0	2,0	3,2

Com o registro dos valores de HMF ao longo do mesmo período, passa a ser possível identificar relações entre os indicadores, sobretudo da influência da temperatura, que quando aumenta favorece a formação do Hidroximetilfurfural.

A pesar do principal fator de formação de HMF ser as altas temperaturas, Alcázar *et al.* (2006) afirmaram que o HMF é formado durante uma hidrólise ácida de hexoses, formado a partir de açúcares simples, como glicose e frutose que são quebrados na presença de ácido glucônico e outros ácidos do mel. Com isso, passa-se a perceber a importância do tipo de flor utilizada pela abelha para a coleta do néctar e, por sua vez, a presença maior ou menor da frutose.

Por conta deste indicador, existem méis com maior resistência ao aumento do HMF, em virtude da composição do néctar colhido pela abelha e transformado pelo processo bioquímico natural. Assim, esta metodologia buscou também dados que demonstrassem a predominância das floradas, em suas respectivas épocas e como essa atuação botânica influencia na formação de mel com maior disposição de formação do HMF. As floradas foram assim documentadas:

TABELA 07: Documentação das floradas predominantes, durante os anos pesquisados.

Fonte: SILVA (2014)

		FLORADAS PREDOMINANTES							
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
DEZ							Jetirana-branca		
	Sete-sangrias			Sete-sangrias	Sete-sangrias	MELA-BODE	Jetirana-de-mocó	Juazeiro	
	Santa Luzia	Pinto	Santa Luzia	Santa Luzia	Santa Luzia	Juazeiro	Feijão-de-porco	Canelinha	
	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Jequitirana	Marmeleiro	
	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Juazeiro	Mussambê	
	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Canelinha	Velame	
	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Marmeleiro	Pinhão-roxo	
	Velame	Velame	Velame	Velame	Velame	Velame	Mussambê	Unha –de-gato	
	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Velame	Pega-pinto	
	Unha –de-gato	Unha –de-gato	Unha –de-gato	Unha –de-gato	Unha –de-gato	Unha –de-gato	Pinhão-roxo	Vassourinha	
	Pega-pinto	Pega-pinto	Pega-pinto	Pega-pinto	Pega-pinto	Pega-pinto	Unha –de-gato	Juremabranca	
	Vassourinha	Vassourinha	Vassourinha	Vassourinha	Vassourinha	Vassourinha	Pega-pinto	Maracujá-de-estralo	
	Jurema branca	Juremabranca	Juremabranca	Juremabranca	Juremabranca	Juremabranca	Vassourinha	Ranca-estipe	
	Maracujá-de-estralo	Maracujá-de-estralo	Maracujá-de-estralo	Maracujá-de-estralo	Maracujá-de-estralo	Maracujá-de-estralo	Juremabranca	Unha-de-gato	
	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Maracujá-de-estralo	Bamburral;	
	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Ranca-estipe		
	Bamburral;	Bamburral;	Bamburral;	Bamburral;	Bamburral;	Bamburral;	Unha-de-gato		
							Bamburral;		
	NOV	Aroeira	Aroeira						Juazeiro
		Mussambê	Mussambê	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Canelinha	Aroeira
Velame		Velame	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Mussambê	
Canelinha		Pau- d’arco-roxo.	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Velame	
Marmeleiro		Canelinha	Aroeira	Aroeira	Calumbi-miúdo	Jetirana	Jetirana	Pau- d’arco-roxo.	
Mussambê		Marmeleiro	Mussambê	Mussambê	Jurubeba	Corda-de-viola	Corda-de-viola	Canelinha	
Juazeiro		Mussambê	Velame	Velame	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Marmeleiro	
Aroeira		Juazeiro	Pau- d’arco-roxo.	Pau- d’arco-roxo.	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Mussambê	
		Aroeira							
OUT		Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Juazeiro	Asa-de-pato	Juazeiro	

	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira
	Umburana	Umburana	Umburana	Umburana	Umburana	Umburana	Umburana
	Carnaubeira	Carnaubeira	Carnaubeira	Carnaubeira	Carnaubeira	Carnaubeira	Carnaubeira
	Pinhão-Bravo	Pinhão-Bravo	Pinhão-Bravo	Pinhão-Bravo	Pinhão-Bravo	Pinhão-Bravo	Pinhão-Bravo
	Angico	Angico			Angico	Angico	Angico
	Carnaubeira	Aroeira	Angico	Angico	Carnaubeira	Aroeira	Carnaubeira
	Aroeira	Favela	Aroeira	Carnaubeira	Aroeira	Favela	Aroeira
	Favela	Velame	Favela	Aroeira	Favela	Velame	Favela
MAI	Velame	Carnaubeira	Velame	Favela	Velame	Carnaubeira	Velame
	Pau- D'arco	Pau- D'arco	Carnaubeira	Velame	Pau- D'arco	Pau- D'arco	Pau- D'arco
	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Aroeira
	Catanduva	Catanduva	Catanduva	Catanduva	Catanduva	Catanduva	Catanduva
	Moringa	Favela	Quebra tijela-de-brejo	Jurema preta	Quebra tijela-de-brejo	Jurema preta	Moringa
	Favela	Velame	Canela-de jacú	Favela	Canela-de jacú	Favela	Favela
ABR	Velame	Angico	Unha-de-gato	Velame	Unha-de-gato	Velame	Velame
	Quebra tijela-de-brejo	Carnaubeira	Camaratuba	Angico	Camaratuba	Angico	Quebra tijela-de-brejo
	Canela-de jacú	Pau- D'-arco	Moringa	Carnaubeira	Moringa	Carnaubeira	Canela-de jacú
			Favela	Pau- D'-arco	Favela	Pau- D'-arco	
	Moringa				Moringa		
	Mussambê	Moringa	Moringa	Moringa	Mussambê	Moringa	Moringa
	Mufumbo	Mussambê	Mussambê	Mufumbo	Mufumbo	Mufumbo	Pinhão-roxo
	Pinhão-roxo	Mufumbo	Mufumbo	Mufumbo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Canela-de-jacú
MAR	Quebra-tijela-de-brejo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Quebra-tijela-de-brejo	Pinhão-roxo	Unha-de-gato
	Canela-de-jacú	Canela-de-jacú	Unha-de-gato	Camaratuba	Canela-de-jacú	Camaratuba	Camaratuba
	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Camaratuba	Marmeleiro	Canela-de-jacú	Camaratuba	Marmeleiro
	Camaratuba	Marmeleiro	Marmeleiro		Marmeleiro	Marmeleiro	
	Marmeleiro						
	Marmeleiro	Bamburral	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Bamburral
	Canelinha	Marmeleiro	Bamburral	Canelinha	Canelinha	Aroeira	Marmeleiro
FEV	Aroeira	Canelinha	Canelinha	Bamburral	Aroeira	Mussambê	Canelinha
	Mussambê	Aroeira	Aroeira	Aroeira	Mussambê	Velame	Aroeira
	Velame	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Velame	Pinhão-roxo	Mussambê

JAN	Bamburral	Velame	Velame	Velame	Pinhão-roxo	Bamburral	Velame
	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Vassourinha	Vassourinha	Pinhão-roxo
	Pega-pinto	Pega-pinto	Vassourinha	Pega-pinto	Bamburral	Pinhão-roxo	Vassourinha
	Vassourinha	Vassourinha	Pinhão-roxo	Vassourinha	Pinhão-roxo	Quebra-tijela-de-brejo	Pinhão-roxo
	Pinhão-roxo	Pinhão-roxo	Quebra-tijela-de-brejo	Pinhão-roxo	Quebra-tijela-de-brejo	Pega-pinto	Pega-pinto
	Quebra-tijela-de-brejo	Quebra-tijela-de-brejo	Pega-pinto	Pega-pinto	brejo	Pega-pinto	Ranca-estipe
	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Ranca-estipe	Unha-de-gato	Ranca-estipe	Unha-de-gato
	Unha-de-gato	Ranca-estipe	Unha-de-gato	Unha-de-gato	Cangaieiro	Unha-de-gato	Cangaieiro
	Cangaieiro	Unha-de-gato	Cangaieiro	Cangaieiro		Cangaieiro	
		Cangaieiro	Cangaieiro				
					Tigela-de-brejo		
	Tigela-de-brejo	Tigela-de-brejo	Canela-de-jacú	Tigela-de-brejo			Tigela-de-brejo
	Canela-de-jacú				Canela-de-jacú	Moringa	
	Moringa	Moringa	Moringa	Canela-de-jacú		Mussambê	Moringa
	Mussambê	Mussambê	Mussambê	Moringa	Moringa	Mufumbo	Mussambê
	Mufumbo	Mufumbo	Mufumbo	Mufumbo	Mussambê	Pinhão	Mufumbo
	Pinhão	Pinhão	Pinhão	Pinhão	Mufumbo	Cangaieiro	Pinhão
	Cangaieiro	Cangaieiro	Cangaieiro	Cangaieiro	Pinhão	Jetirana	Cangaieiro
	Jetirana	Jetirana	Jetirana	Jetirana	Cangaieiro		Jetirana
	Marmeleiro	Marmeleiro	Marmeleiro	Jetirana	Jetirana	Marmeleiro	Jetirana
	Malva branca	Malva branca	Malva branca	Marmeleiro		Malva branca	Marmeleiro
				Malva branca	Marmeleiro		Malva branca
					Malva branca		

Dando continuidade à busca de dados a partir de análises laboratoriais, com a finalidade de concluir a **Etapa 01** desta metodologia, buscou-se a documentação dos resultados das análises físico-químico-microbiológicas.

Este passo metodológico buscou estabelecer um protocolo de documentação das médias dos resultados de análises físico-químico-microbiológicas do mel colhido nas UEPAS escolhidas como amostras dessa metodologia e, dessa forma, possibilitar a criação de um histórico, para confrontar os resultados e buscar padrões após a caracterização e parametrização das informações necessárias para assegurar sua organicidade.

TABELA 08: Registros das Análises Físico-Químicas-Microbiológicas

Fonte: Casa Apis (2015)

INDICADOR	PARÂMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO
De Maturidade	Umidade em % (máximo)	16,30	18,49
	Açúcares Redutores em % (mínimo)	60	65
	Sacarose Aparente em % (máximo)	5	5

De Pureza	Sólidos Insolúveis em água em % (máximo)	0,006	0,017
	Conteúdo mineral (Cinzas) em % (máximo)	0,075	0,185
De Deteriorização	pH	3,65	4,21
	Acidez em mEq.kg ⁻¹ (máximo)	15	20,25
	Atividade de Diastase em U.D.* (mínimo)	0,58	0,60
	Hidroximetilfurfural em mg kg ⁻¹ (máximo)	1,10	5,43
Microbiológicos	Bolores e Leveduras: (100 ufc/ml)	1,24	2,31
	Coliformes a 35°C	0,0	0,0
	Coliformes a 45°C	0,0	0,0
	Salmonella sp	Ausente	Ausente

Os resultados apresentados ao longo desta etapa comprovam a organicidade do mel desta região e tais análises servem como o desfecho desta primeira etapa, que objetivava coletar o máximo de dados possíveis sobre os indicadores que compõem a cadeia do mel, na busca de delimitar parâmetros para a previsão e impedimento da ocorrência dos bioprocessos degradantes do mel.