

MONITORAMENTO DE COLMEIAS DE ABELHAS POR MEIO DA METODOLOGIA DE BOX E JENKINS

Data de submissão: 02/05/2020

Data de aceite: 12/05/2020

David Ferreira Mojaravski

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Ciências Exatas e da Terra
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/6521762631908215>

Nilton Cardoso Trindade

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Ciências Exatas e da Terra
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/8121411595028153>

Adriano Mendonça

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Estatística
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/5271075797851198>

Elódio Sebem

Instituto Federal de Santa Catarina, Departamento
Acadêmico da Construção Civil
Florianópolis – SC
<http://lattes.cnpq.br/7879588106056349>

Telmo Amado

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM),
Departamento de Ciências Exatas e da Terra
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/8591926237097756>

RESUMO: Este trabalho propõe uma nova perspectiva para o modelo de gestão apícola, através da análise temporal de dados de monitoramento de colmeias de abelhas. Partindo da análise de gestão existente na apicultura e em face da sua importância para o desenvolvimento e sustentação do modelo agrícola mundial de fruticultura em face da necessidade quase umbilical de ambos. A nova proposta de gestão apícola digital é baseada na utilização e coleta de dados através de sensores, cujos dados são transmitidos via satélite e armazenados numa nuvem que permitindo o acesso dos apicultores sobre as condições existentes interna e externamente nas colmeias. O apicultor poderá efetuar a gestão com base nas informações recebidas acerca da umidade e temperatura interna e externa da colmeia, bem como direção e velocidade dos ventos, além de quantidade de chuva e principalmente a massa das colmeias por intervalo de tempo decorrido. Essas informações permitirão ao apicultor saber o momento exato de fazer alguma intervenção na colmeia, sabendo com antecedência e não por especulação a necessidade de cada manejo apícola. Todos esses dados permitirão acompanhar o comportamento das Colônias, que poderão contribuir para estudo de um dos mais sérios problemas atuais que é o Distúrbio

do Colapso das Colônias.

PALAVRAS-CHAVE: Apicultura, DCC, Apicultura de Precisão, Apis melífera, Termorregulação.

MONITORING BEEHIVES USING BOX AND JENKINS METHODOLOGY

ABSTRACT: This study proposes a new perspective for the beekeeping management, thru time series analysis of monitoring data of beehives. Starting from the analysis of the current management on beekeeping and its importance for development and sustainability of the agricultural world model of fruit growing in the face of the almost umbilical need of both. The new view of digital beekeeping management is based on data collection based on sensors, whose data are transmitted by satellite and stored in a cloud that allows beekeepers access to the conditions existing inside and outside the hives. It's allow the beekeeper a management based in the received information about the humidity and internal and external temperature of the beehive, as well the direction and speed of wind, besides rainfall and mainly the mass of the hives by time elapsed. This information allows the beekeeper to know the exact moment of doing some intervention in the hive, knowing in advance and not by speculation the need for each beekeeping management. All these data will allow following the behavior of the Colonies, which may contribute to the study of one of the most serious current problems that is the Colony Collapse Disorder.

KEYWORDS: Beekeeping, CCD, Precision Beekeeping, Apis mellifera, Thermoregulation.

1 . INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2014) a agricultura familiar é responsável pela produção de 80% dos alimentos e também é responsável por cerca de 75% dos recursos agrícolas no mundo, portanto, mais vulneráveis às consequências do esgotamento dos recursos e as alterações climáticas. Sabe-se que as abelhas são responsáveis pela polinização de cerca de 85% das florestas no mundo.

A apicultura é uma atividade econômica de baixo impacto ambiental que possibilita a utilização permanente de recursos naturais (SEBRAE 2009).

Grande parte das colmeias fica localizada a muitos quilômetros de distância do apicultor, em face da disponibilidade de reservas naturais longe das cidades.

Um conceito recente, que continua o processo de transformação tecnológica da Apicultura, é a Apicultura Digital (*Digital Beekeeping*) é uma coleção de atividades tecnológicas relacionadas a apicultura que tem como objetivo expandir os limites do negócio, através de extração do valor de múltiplas fontes de dados para otimizar

a produção, prover rastreabilidade, reduzir a invasão durante o manejo, conhecer o entorno do apiário, criar históricos das colmeias e apiários para colaborar na tomada de decisão e utilizar esses dados para pesquisas (principalmente o DCC), sustentabilidade das operações agrícolas e por fim, prover uma gestão integrada do apiário onde clientes, fornecedores e parceiros fazem parte de todo o ciclo produtivo (MOJARAVSKI, 2018).

2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de literatura será dividida em relação à apicultura e à análise de séries temporais, pois serão os assuntos abordados neste artigo

2.1 Apicultura

Na evolução da vida, as abelhas surgiram há cerca de cem milhões de anos, junto com o desenvolvimento das flores. Desde então, esses dois grupos biológicos mantêm intensa relação de dependência recíproca (simbiose): à abelha encontra nas flores o néctar e o pólen indispensáveis à sua sobrevivência; por sua vez, uma parte do pólen adere ao seu corpo e é transportada para longe, onde irá fecundar outra flor (SANTOS, 2002).

Esta atividade desperta muito interesse em diversos segmentos da sociedade por se tratar de uma atividade que corresponde ao tripé da sustentabilidade: o social, o econômico e o ambiental. O social por se tratar de uma forma de geração de ocupação e emprego no campo (PAXTON, 1995).

As abelhas melíferas organizam-se em três castas principais: as operárias, que providenciam a alimentação, a rainha que põem ovos e o zangão, que se acasala com a rainha. Uma colônia de tamanho médio compreende uma rainha e cerca de cem zangões e sessenta mil operárias (SANTOS, 2002).

O Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC) é caracterizada pela ausência de abelhas vivas ou mortas na colônia ou em locais próximos a ela, mas com a presença de larvas, pupas e alimento, podendo ser encontradas, dentro da colmeia, uma pequena quantidade de operárias jovens e a rainha. Nas colônias em que está iniciando o DCC, observa-se uma quantidade de cria maior do que a capacidade das operárias as cuidarem, o crescimento na proporção de operárias novas na população de abelhas adultas da colônia, a presença da rainha e uma relutância da colônia em consumir o alimento energético ou proteico fornecido (EMBRAPA, 2010).

Termorregulação é o controle da temperatura em um sistema físico qualquer ou em um organismo vivo. Parte do sucesso ecológico de insetos sociais é que eles têm pelo menos alguma capacidade de regular a temperatura dentro de seus ninhos (WILSON, 1971). As abelhas conseguem manter a temperatura da colônia dentro do

intervalo de 33-36°C, com média de 34,5° C (JONES & OLDROYD, 2007).

A umidade relativa do ar, ou simplesmente umidade, pertence ao grupo de elementos climáticos que tem um importante papel na vida dos insetos, assim como à temperatura e o vento (MAVI; TUPPER, 2004). A umidade no ninho numa colônia forte e saudável situa-se entre os 50% e 60%. Raramente se encontra abaixo dos 40% ou acima dos 80%. Sabe-se que as colônias de abelhas regulam a umidade interna do ninho pelo batimento das asas, pelo transporte e depósito de água para o ninho, e pelos dissipadores de umidade, como o néctar e os casulos (ELLIS, 2008).

Dados contínuos de peso da colmeia mostraram fornecer informações sobre efeitos climáticos (Buchmann, Thoenes, 1990), enxameação (Meikle, et al 2006), crescimento e consumo de colônias (Meikle, et al 2008), abandono de colmeias (THOENES, BUCHMANN, 1992), hibernação (Stalidzans E, Zacepins A, et al. 2017).

Cada vez que o apicultor interfere na rotina de trabalho das abelhas, certamente também está prejudicando a produção sem afastar o perigo de promover um possível acidente com a rainha. Por esses motivos, o apicultor deve evitar mexer nas abelhas sem um motivo justo, sem esquecer que existem momentos em que é necessário abrir a colmeia para examinar a colônia e fazer algum serviço, além de observar o comportamento das abelhas (WIESE, 2005).

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo do peso, umidade e temperatura interna das colmeias e, prever por meio da análise de séries temporais o peso da colmeia de tal forma que possa dar subsídios de monitoramento em tempo real do apiário.

2.2 Análise de Séries Temporais

Uma das técnicas usadas pela econometria contemporânea para previsão do comportamento de variáveis se constitui no emprego de modelos univariados. A construção dos modelos de séries temporais univariados é fundamentada na teoria de que existe uma grande quantidade de informações presente na série de dados, sendo esses dados capazes de fornecer estimativas sobre o comportamento futuro da variável. Assim, será apenas o próprio comportamento da variável que responderá pela sua dinâmica futura. Este tipo de modelo é conhecido na literatura como modelo autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA – Auto Regressive Integrated Moving Average), ou definido simplesmente por modelo ARIMA, desenvolvido por Box e Jenkins em 1970 (SOUZA, F, 2016).

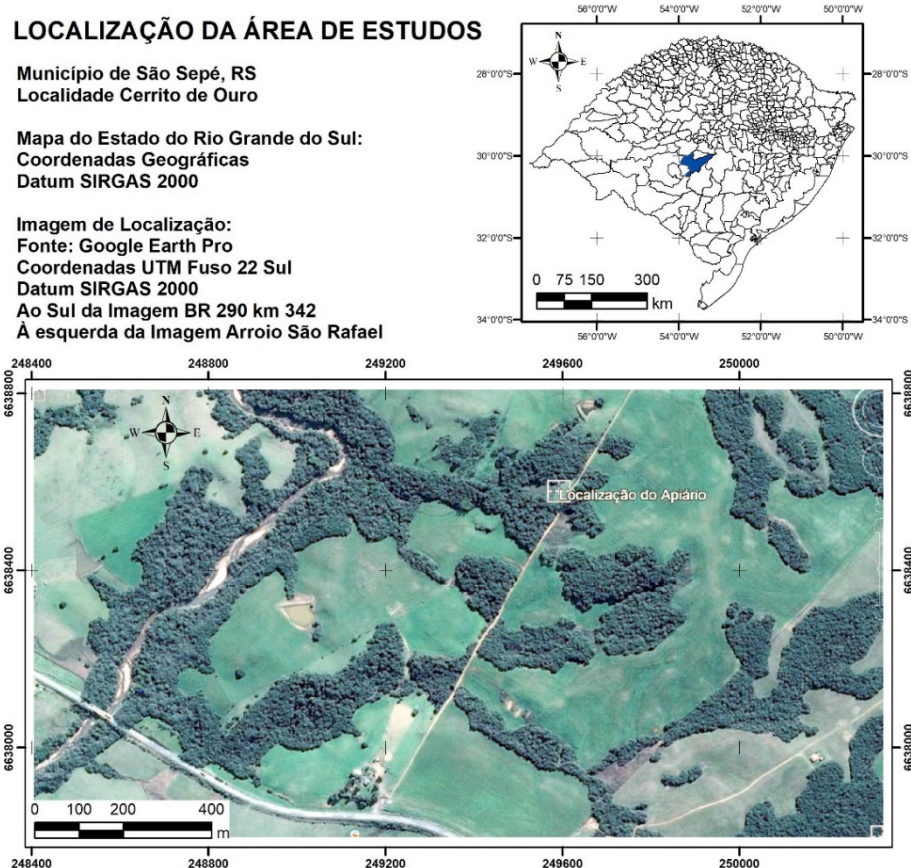
3 . MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

Foi realizado o experimento na propriedade rural Santa Esmeralda localizada no km 342,9 da BR390, na cidade de São Sepé, subdistrito Cerrito do Ouro. Dentro dos 85 hectares da propriedade foi destacada uma área em meio a mata de aproximadamente 1,000 m², à aproximadamente 900m da BR290. As coordenadas geográficas são 31°21'31" S e 53°36'18" O e na figura 1 podemos observar a localização do apiário.

Foram dispostas 12 colmeias em caixas padrão LANGSTROTH¹ com abelhas do tipo “Apis melífera”. Em três colmeias foram alocados internamente um sensor de temperatura, umidade e massa, os equipamentos utilizados podem ser observados nas figuras 2 e 3. Na parte externa das colmeias foram alocados sensores de temperatura, umidade durante o período de 1 a 17 de dezembro de 2016. (MOJARAVSCKI, 2018).

Figura 1 - Localização do Apiário.



3.2 Análise dos Dados

As colmeias foram monitoradas no período de 1 a 17 de dezembro de 2016, nesse período não houve nenhum manejo nas colmeias, esses dados foram coletados de forma autônoma, através de um equipamento protótipo de Apicultura Digital, 1 Lorenzo Lorraine Langstroth, apicultor americano, foi o criador do “padrão Langstroth” para abelhas melíferas.

onde um conjunto de equipamentos monitora o apiário constantemente e envia para Internet os dados coletados, objetivando neste trabalho a criação de histórico para descrever o comportamento das variáveis coletadas (MOJARAVSCKI, 2018). As variáveis monitoradas das colmeias foram: i) temperatura; ii) umidade; iii) massa (peso); e no entorno do apiário foram monitorados: i) temperatura; ii) umidade;

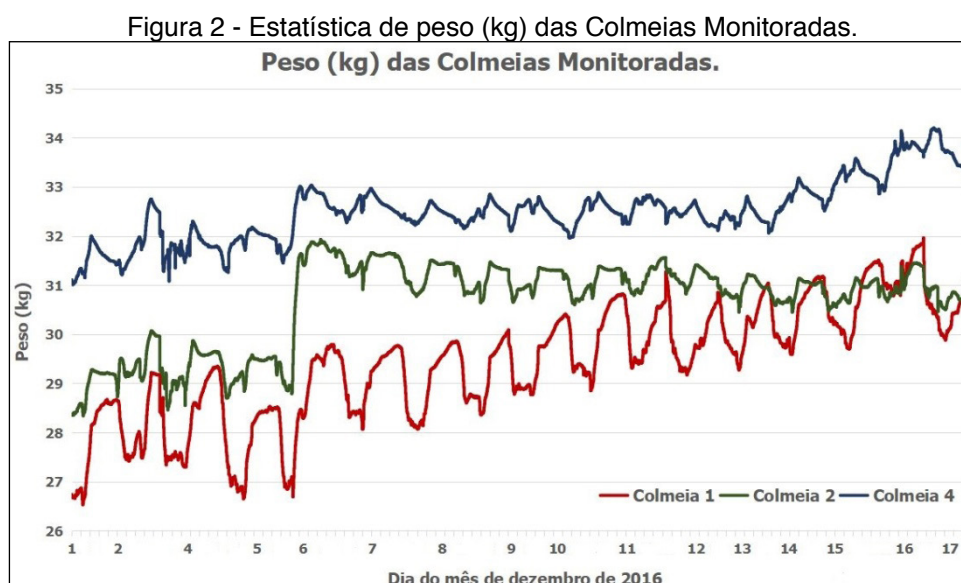
Para análise, organização e visualização dos dados foi utilizado o Microsoft Excel 2013 e o Assistat 7.7 para testes de normalidade.

Os dados foram demonstrados utilizando a estatística descritiva e análise de séries temporais.

Para análise estatística das séries temporais foi utilizado o sistema Eviews 9.0 SV.

4 . RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 2 ilustra a coleta de dados obtida entre os dias 1 e 17 de dezembro de 2016, referente ao acompanhamento e evolução da massa (peso) das colmeias 1, 2 e 4. É possível verificar o aumento de peso médio das colmeias o que equivale ao aumento de mel produzido no período.



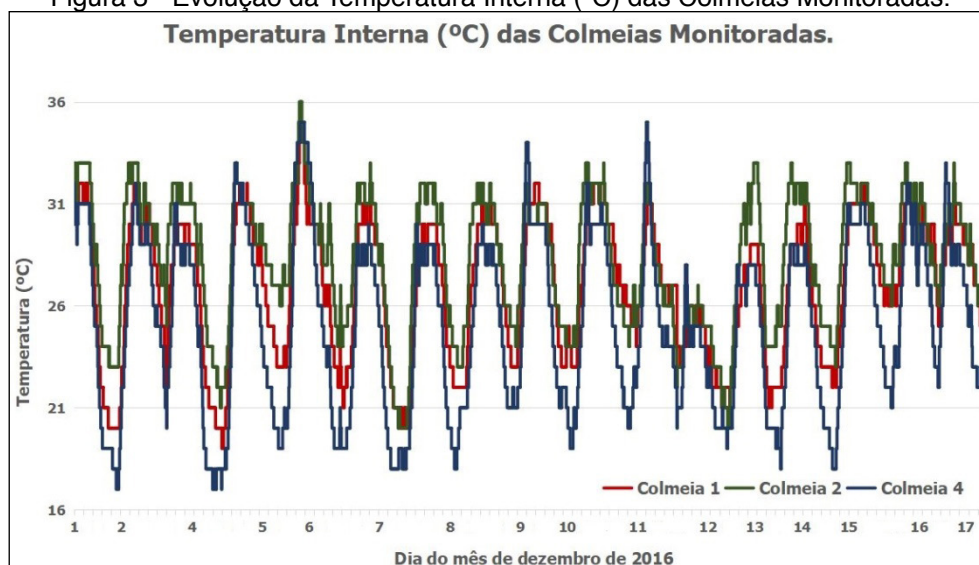
Fonte: Autor.

Destaca-se que no dia 6 ocorreu uma variação fora da curva normal na colmeia 2, em face de chuva, note-se que a colmeia 2 diminui o seu peso quando começou a secar.

A figura 3 ilustra a coleta de dados obtida entre os dias 1 e 17 de dezembro de 2016, referente ao acompanhamento da temperatura interna das colmeias 1, 2 e 4. É possível verificar uma média de 26,83°C nas colmeias o que equivale ao trabalho realizado pelas abelhas para a manutenção da temperatura necessária para a sobrevivência da colmeia. Os dados coletados mostram uma média de temperatura

menor que a indicada na revisão de literatura, que pode demonstrar a interferência da temperatura externa, bem como a quantidade de abelhas existente na colmeia.

Figura 3 - Evolução da Temperatura Interna (°C) das Colmeias Monitoradas.



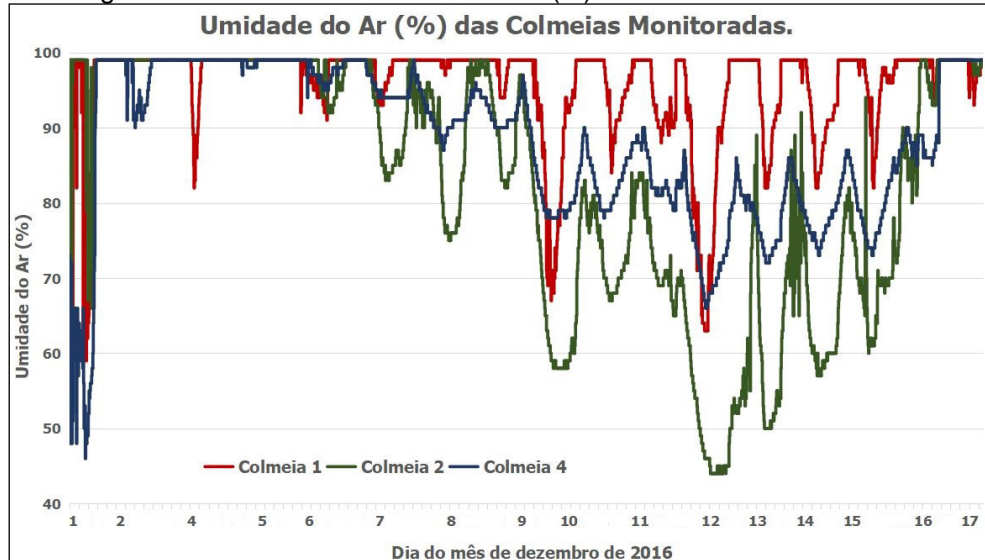
Fonte: Autor.

A figura 4 ilustra a coleta de dados obtida entre os dias 1 e 17 de dezembro de 2016, referente ao acompanhamento da umidade interna da colmeia nas colmeias 1, 2 e 4. É possível verificar uma média de 88% de umidade na colmeia o que equivale ao trabalho realizado pelas abelhas para a manutenção da temperatura necessária para a sobrevivência da colmeia. Os dados coletados mostram um índice de umidade muito alto o que pode gerar o aparecimento de ácaros se o apicultor não fizer uma intervenção, pois a umidade ideal conforme revisão de literatura é abaixo de 50%.

Esta informação é importante para o apicultor verificar se há presença do ácaro Varroa. Pois a umidade é um de seus principais aliados, especialmente com a elevação da temperatura na primavera. O que pode acarretar até a perda da colmeia.

Com o intuito de analisar a evolução do peso das colmeias em horas específicas do dia foram selecionados os seguintes horários que estão apresentados na tabela 10: 01:00; 04:00; 07:00; 10:00; 13:00; 16:00; 19:00 e 22:00.

Figura 4 - Estatística da Umidade do Ar (%) das Colmeias Monitoradas.



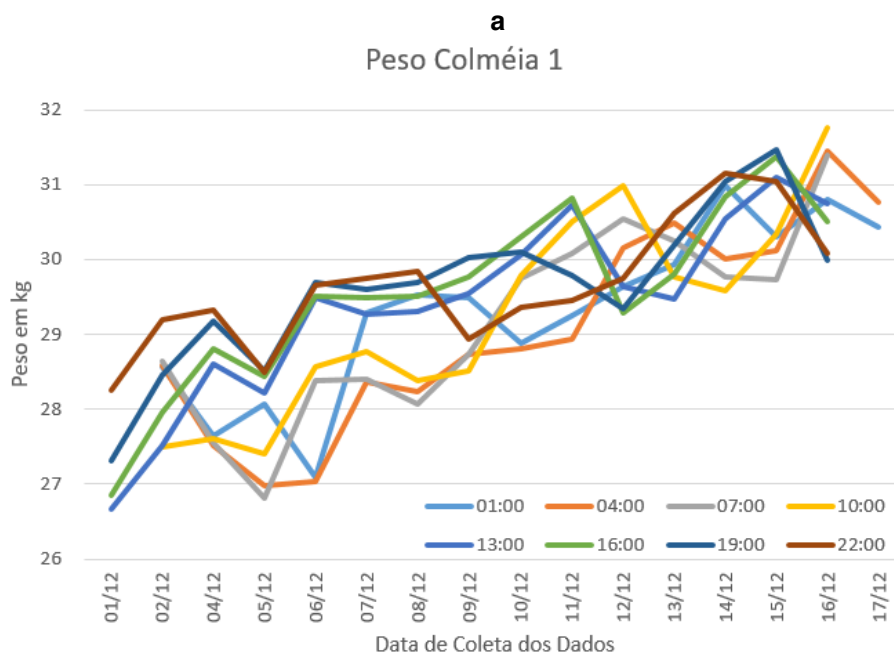
Fonte: Autor.

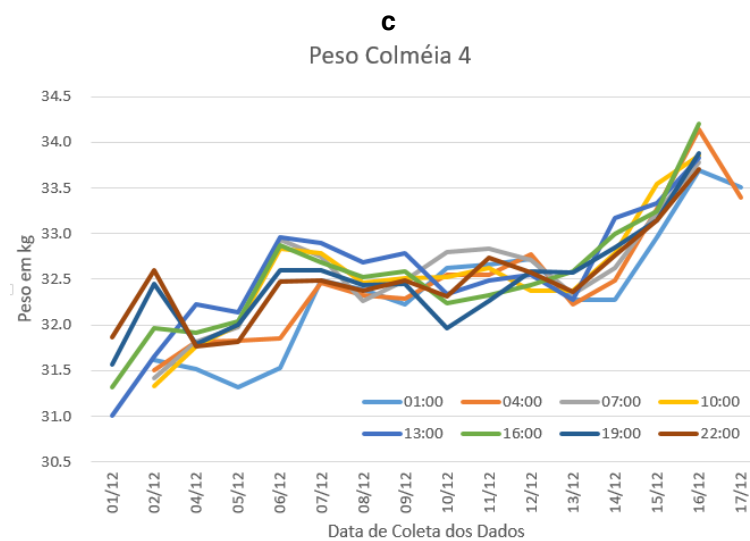
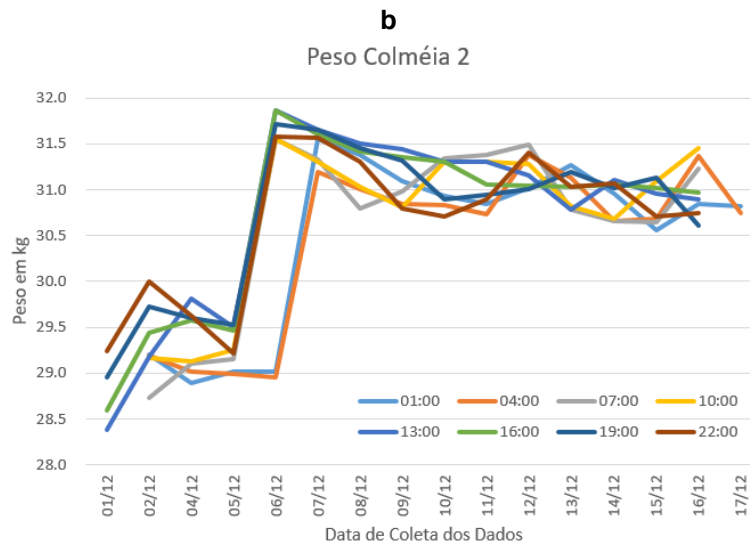
A Figura 5 ilustra a coleta de dados obtida no período de análise por intervalos horários de 3 horas. É possível verificar um incremento constante de peso da colmeia.

Esse incremento permite analisar o comportamento da colmeia, uma vez que demonstra o horário de saída e retorno das abelhas operárias encarregadas de buscar água, néctar e pólen. Entretanto nota-se um aumento de peso constante devido a produção de mel.

É possível inferir que nos horários de oscilação de pesos, coincide com a saída das abelhas operárias e as encarregadas da segurança, de buscar água, néctar e pólen em grupos diferentes. No início do período de análise o horário de menor peso aconteceu entre as 07:00 e as 10:00, passando a ser de madrugada no meio do período de análise e nos últimos dias acontecendo no período da tarde.

Figura 5 – Evolução do peso das colmeias a cada 3 horas durante o período de análise.

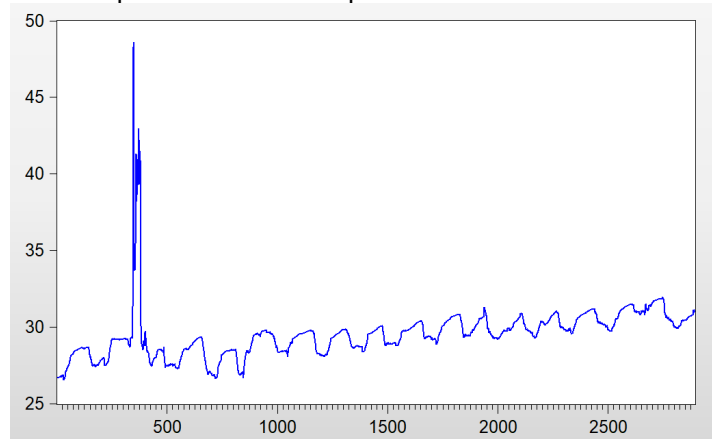




Fonte: Autor.

De acordo com a figura 6 observa-se que a série é não estacionária, pois com o passar do tempo há um acréscimo de peso. Como prerrogativa de modelagem de Box e Jenkins (1970) a série deve ser estacionária, portanto, há a necessidade de se tomar diferenças.

Figura 6 - Série temporal estatística do peso da colmeia 1 monitorada no trabalho.

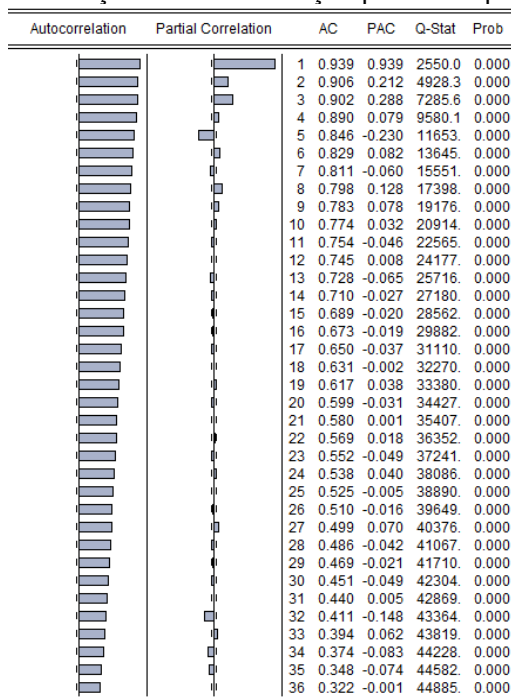


Fonte: Autor.

Observando a função de autocorrelação (FAC) e a função de autocorrelação

parcial (FACP), observa-se um decaimento lento do FAC o que corrobora a ideia de não estacionariedade da variável de peso.

Figura 7 - Autocorrelação e autocorrelação parcial do peso da colmeia 1.



Fonte: Autor.

O modelo ARIMA selecionado foi um ARIMA (3,1,0), isto é, 3 parâmetros autoregressivos nos lags 1, 2, e 4 respectivamente e uma diferença simples $d+1$ e nenhum parâmetro de médias móveis, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Modelo ARIMA (3,1,0) ajustado para a variável Peso, para colmeia 1

Modelo	Coefficiente	Erro padrão	t-Estatística	p-Valor
AR (1)	-0,314904	0,001597	-197,1788	0,0000
AR (2)	-0,254403	0,002027	-125,5186	0,0000
AR (4)	0,225392	0,001987	113,4594	0,0000

Fonte: Autor.

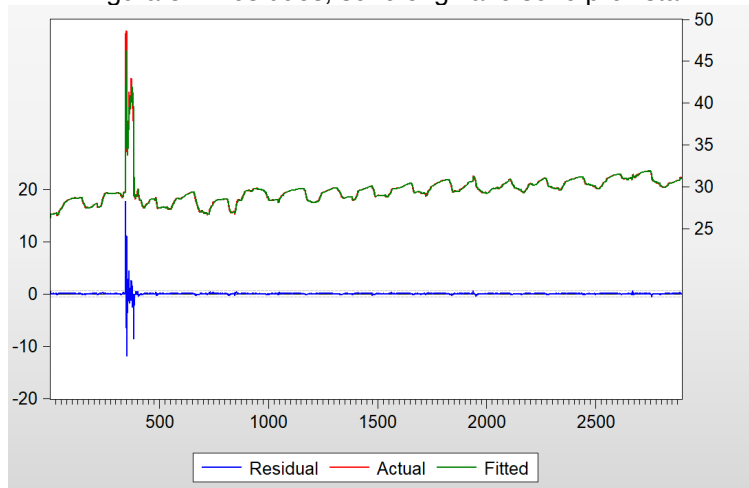
Observa-se da tabela 1, que todos os parâmetros são significativos, pois o valor de p é menor que zero ($p\text{-valor} < 0,00$). O modelo proporciona resíduos com características de ruído branco, com média zero, não autocorrelacionados e variância residual homocedástica.

A variável peso depende de instantes de tempo com uma defasagem A (1) que corresponde aos 10 minutos anteriores, representados pelo AR (2) e por uma defasagem de 40 minutos representados pelo AR (4), dado que os dados foram coletados em intervalos de 10 em 10 minutos.

As estatísticas de ajuste do modelo fora de $AIC = 1,520923$ e $BIC = 1,529185$ o que valida um modelo parcimonioso em relação aos demais que foram estimados, os quais são aptos para se realizar previsões.

Como validação do modelo apresenta-se a figura 11, a série original, a série prevista e os resíduos.

Figura 8 – Resíduos, série original e série prevista.



Fonte: Autor.

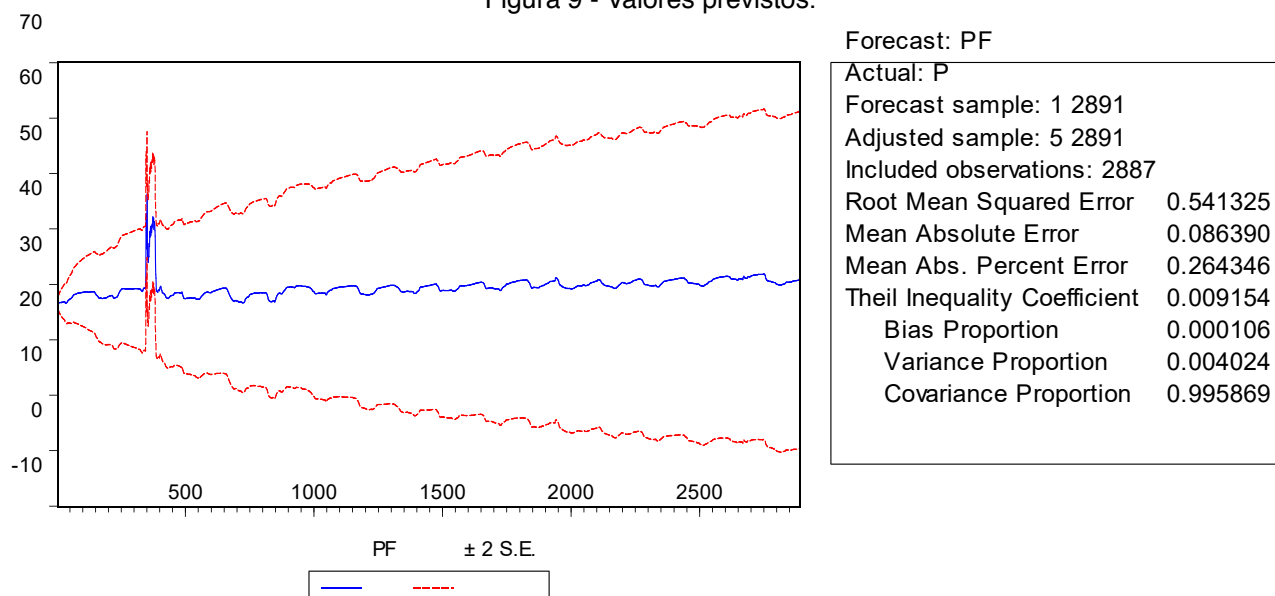
Observa-se na figura 8, que a série ajustada converge para a série original, de modo que a mesma está sobreposta, o que indica que o modelo foi capaz de captar todos os movimentos da série original.

Ao determinar a série de resíduos ($et = Y_t - Y^t$) ou ($et = Z_t - Z^t$) (real – previsto) real menos a ajustada. Desta forma observa-se que a série residual (azul) se desenvolve em torno de zero, por isso média zero, apresenta variabilidade apenas no início da coleta de dados, o que mostra variância constante (homocedasticidade).

Cumpridas as etapas de estimação e validação do modelo pelas estatísticas de ajuste (foi o AIC, BIC e o ruído branco) realiza-se a previsão que apresentou Estatísticas de *U-Theil* = 0,009154 o que mostra que o modelo estimado apresenta melhores condições de previsibilidade que a média da série, em *U-Theil* menor que 1 é bom indicativo para isso (figura 12).

Outra estatística para dar suporte para as previsões é o Erro Absoluto Médio – EAM ou *Mean Absolute Error* = 0,264346 que quanto menor este valor comparado a outros valores previstos de outros modelos melhor.

Figura 9 - Valores previstos.



Fonte: Autor.

Desta forma é possível afirmar que o modelo analisado reflete a realidade encontrada na pesquisa de campo.

5 . CONCLUSÃO

Entender os mecanismos de termorregulação, é uma forma útil para estudos de mecanismos de auto-organização das abelhas, por causa da temperatura, tanto do ambiente, como do interior do ninho. A regulação da temperatura em abelhas pode envolver uma série de mecanismos, seja de aquecimento em condições de baixas temperaturas, ou arrefecimento, se a temperatura estiver elevada. Todos os mecanismos envolvidos no controle da temperatura são coordenados pela colônia, a fim de manter a temperatura ideal do ninho. Embora o mecanismo de termorregulação das abelhas seja bastante conhecido nas abelhas do gênero *Apis* que conseguem manter com bastante eficiência o controle da temperatura interna de suas colônias, o mesmo não se verifica nas abelhas sem ferrão com o mesmo rigor observado nas *Apis mellifera*, sendo este tema ainda sujeito a mais estudos para uma melhor compreensão.

Com este estudo é possível entregar ao apicultor um sistema que lhe permita obter informações precisas, em tempo real sobre algumas condições essenciais para a sanidade das colmeias. Tais como a temperatura e a umidade interna e externa das colmeias, direção e velocidade dos ventos, quantidade de chuva diária e acumulada por período, peso e localização das colmeias, pois esses dados são extremamente importantes para o manejo racional das colmeias.

Durante o período de análise observou-se que o peso médio das colmeias aumentou de 26,83 kg para 31,63 kg, o que permite ao apicultor saber sobre a alimentação das colmeias.

Durante o período de análise observou-se que a temperatura média das colmeias variou de 22,65 °C até 30,53 °C, o que permite ao apicultor saber sobre a alimentação das colmeias, o que permite ao apicultor informação importante sobre o comportamento da colmeia.

Durante o período de análise observou-se que a umidade média das colmeias variou entre 54,98% e 99,00%, o que permite ao apicultor saber se há risco de infestação de *Varroa*, para fazer intervenção sanitária.

Durante o período de análise utilizando as séries temporais é possível afirmar que o modelo analisado reflete a realidade encontrada na pesquisa de campo, relativamente ao peso das colmeias e predição sugerida pelo modelo, podendo ser aplicado em outras colmeias.

Além da obtenção dessas informações à distância de forma não invasiva, o apicultor poderá perceber se há falta de alimento, se houve algum invasor predador das abelhas, comparar a produção entre colmeias, acessando um perfeito diário de

inspeções e finalmente poderá ser informado acerca do roubo de colmeias.

Espera-se um acompanhamento do comportamento das colônias que permitam coletar dados que possibilitem auxiliar no esclarecimento de um grande problema que é o desaparecimento das abelhas, chamado de Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC).

A viabilidade econômica do presente modelo demonstra inicialmente um custo acima do esperado, para os padrões conhecidos para investimento em novas tecnologias pelos apicultores brasileiros, porém quando produzido em larga escala demonstra viabilidade econômica com rápido retorno dos investimentos.

Dado que a delimitação do estudo reside no tamanho amostral, pois o modelo estimado não investigou as diferentes estações do ano e fenômenos climatológicos, tais como intensidade do vento, insolação e o índice pluviométrico.

Sugere-se também uma modelagem multivariada de modo a captar as influências simultâneas de temperatura, umidade e peso das colmeias.

REFERÊNCIAS

Buchmann SL, Thoenes S.C. **The electronic scale honey bee colony as a management and research tool.** Bee Sci 1: 40–47. 1990.

Ellis M.B. **Homeostasis: Humidity and Water Relation in Honeybee Colony, Master Thesis** (University of Pretoria), (2008).

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

FAO - **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura**, sites: <http://www.onu.org.br/rio20>, <http://faostat3.fao.org>

Jones, J.C. & Oldroyd, B.P. **Nest thermoregulation in social insects. Advances in Insect Physiology. 33:153-191. 2007.**

Mavi, H. S. & Tupper, G. J., **Agrometeorology. Principles and applications of climate studies in agriculture. Food Products Press. (2004).**

Meikle WG, Holst N, Mercadier G, Derouané F, James RR, **Using balances linked to dataloggers to monitor honey bee colonies**, J Apic Res 45(1): 39–4, 2006.

MOJARAVSCKI, David Ferreira, **Apicultura Digital. Dissertação de Mestrado, UFSM, 2018.**

PAXTON, R. Conserving wild bees. Bee World. N.76, v.2, p.53-55. Inglaterra, 1995.

SANTOS, A. S. **A vida de uma abelha solitária.** Disponível em: <http://www.abelhas.noradar.com/artigos.htm>. Jan 2002. Acesso: 17/05/2016.

SEBRAE, **Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas da Bahia.** SEBRAE, Bahia – BA, 2009.

Stalidzans E, Zacepins A, Kviesis A, Brusbardis V, Meitalovs J, Paura L, et al. Dynamics of weight change and temperature of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies in a wintering building with controlled temperature. J Econ Entomol 110(1): 13–23. doi: 10.1093/jee/tow282 [PubMed], 2017.

TENNANT, EMMA SARAH; CHADWICK, FERGUS, **The Bee Book – Discover the wonder of bees and how to protect them for generations to come**, Ed. Dorling Kindersley Limited, 2016.

Thoenes SC, Buchmann SL, **Colony abandonment by adult honey bees: A behavioral response to high tracheal mite infestation?** J Apic Res 31: 167–168. 1992.

WIESE, HELMUTH, **Apicultura Novos Tempos**. 2. Ed. – Guaíba : Agrolivros, 2005.

Wilson, E. O. (1971). **The Insect Societies**. Cambridge, MA: Harvard University Press.

SOBRE O ORGANIZADOR

Eduardo Eugênio Spers realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENSA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antrópica 73, 113
Agricultura 4, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 51, 52, 53, 61, 89, 90, 97, 99, 110, 113, 117, 127, 134, 135
Agricultura familiar 14, 21, 22, 99
Agromineral 157, 158
Alimentação 1, 3, 5, 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 26, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 57, 80, 82, 99, 100, 109, 110, 130, 136
Ambiente protegido 88, 90, 91, 92, 97
Amendoim 15, 16, 146, 147, 149
Apiários 23, 24, 27, 100
Apicultura 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 98, 99, 100, 103, 110, 111
Apicultura de Precisão 23, 27, 28, 99
Apicultura digital 23, 24, 27, 29, 30, 99, 103, 110
Apis melífera 99, 102
Arachis hypogaea 146, 147
Arecaceae 7, 79, 80
Aspergillus 129, 130, 133, 134

B

Biodiversidade 1, 2, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21

C

Capsicum frutescens 88, 91
Citrus 6, 9, 33, 34
Comunidades rurais 1, 4, 10, 80
Conhecimento Tradicional 1, 4, 14, 20, 21, 22, 79, 80, 83, 85
Conscientização 65, 67, 77, 117, 118
Consumo 5, 16, 20, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 82, 87, 89, 101, 113, 114, 136, 144
Controle da produção de mel 23
Cor 151, 152, 153
Crianças 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75, 77, 78, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118

D

DCC 25, 28, 99, 100, 110
Difusão de conhecimentos 66

E

Educação ambiental 71, 113
Educação infantil em solos 65
Engenharia Agrícola 60, 61, 62, 63, 97, 127
Erosão 16, 66, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 85, 115
Etnobotânica 1, 3, 12, 14, 85
Evasão 60, 61, 62, 63
Extinção de abelhas 23
Extrativismo 6, 79, 84, 85

F

Fertilizantes alternativos 157
Fibra 38, 152, 153, 154, 159, 160, 161
Fitossanidade 136
Fitossanitários 114, 135, 144
Formulário 42, 45, 52, 55

G

Germinação 19, 21, 97, 120, 122, 123, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134

H

Helianthus annuus 129, 130

L

Licuri 79, 80, 81, 82, 83, 85, 86

M

Manejo do solo 66, 70
Mata Atlântica 1, 4, 22
Minerais 136, 152, 154, 155
Moda 33, 34, 37, 39, 40
Monitoria 61, 62, 64

N

Natural 10, 33, 42, 43, 47, 52, 73, 81, 86, 113
Nutrição 11, 136, 145, 146, 150
Nutrição vegetal 146

P

Palmeiras 79, 84, 86

Perfil de consumidores 41, 51
Pimenta malagueta 87, 88, 89, 91, 92, 93, 96, 97
Plantas alimentícias 1, 3, 5, 6, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 22
Pó de rocha 157, 158, 159, 160, 161, 162
Polímero hidrorretentor 87, 88
População 6, 10, 13, 15, 18, 19, 21, 25, 41, 43, 47, 52, 54, 75, 100
Problemas 2, 4, 16, 19, 66, 68, 74, 77, 98, 135, 140, 144
Processos erosivos 68, 73
Produção 1, 3, 4, 10, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 46, 51, 52, 53, 65, 67, 70, 73, 80, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 93, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 105, 109, 110, 113, 114, 120, 122, 127, 130, 135, 137, 140, 144, 145, 146, 148, 149, 151, 152, 157, 162
Produtividade 17, 27, 38, 68, 73, 89, 92, 95, 120, 122, 127, 128, 130, 135, 136, 143, 145, 146, 147, 148, 159
produtos orgânicos 43, 45, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
Proteína 5, 152, 153, 154

Q

Questionário 42, 44, 45, 55, 62

R

Resíduo 37, 125, 152

Rochagem 157, 162

S

Saccharum spp 157, 158

Sanidade 109, 129, 130, 131, 132

Saúde 19, 20, 21, 25, 31, 42, 43, 47, 50, 53, 57, 59, 155

Sementes de girassol 129, 130, 131, 132, 133, 134

Semiárido brasileiro 79

Sericicultura 33, 34, 37, 40

Sistemas de cultivo conservacionistas 65

Solanum gilo Raddi 10, 121

Solos 16, 65, 67, 70, 73, 74, 77, 97, 113, 117, 149, 162

Survey 44, 52, 54

Sustentabilidade 28, 33, 36, 40, 78, 100

T

Termorregulação 99, 100, 109

Tomate 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

U

Urbanização 73

Usos 3, 20, 79, 80, 81, 82, 83, 85, 117, 118

V

Viabilidade 110, 121, 131

Vigor 121, 122, 126, 127, 130