

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**MARIANA KRAFT SOARES**

**BEEFARM - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA GESTÃO DE  
COLMÉIAS E SELEÇÃO DE ABELHAS**

**PONTA GROSSA**

**2022**

**MARIANA KRAFT SOARES**

**BEEFARM - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA GESTÃO DE  
COLMÉIAS E SELEÇÃO DE ABELHAS**

**BEEFARM - APP DEVELOPMENT FOR HIVE MANAGEMENT AND BEE  
SELECTION**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia do Curso de Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana Vitória Messias Bittencourt

**PONTA GROSSA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**MARIANA KRAFT SOARES**

**BEEFARM - DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA GESTÃO DE  
COLMÉIAS E SELEÇÃO DE ABELHAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia de  
Bioprocessos e Biotecnologia do Curso de  
Bacharelado em Engenharia de Bioprocessos  
e Biotecnologia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná.

Data de aprovação: 04/julho/2022

---

Juliana Vitória Messias Bittencourt  
Doutora  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Jonathon Viana Silva  
Especialista  
Instituto Federal do Tocantins

---

Safi Amaro Monteiro  
Doutora  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA  
2022**

## RESUMO

O Brasil está se destacando pela produção de mel de alta qualidade e pode se tornar um dos maiores produtores de mel mundial. Mesmo assim, vários fatores limitam um desenvolvimento no mercado produtor de mel, como o baixo acesso à tecnologia especializada e assistência técnica, bem como a dificuldade de coleta de dados para centros de pesquisa. Assim, foi desenvolvido o aplicativo BeeFarm, que tem como proposta principal oferecer a possibilidade de ranqueamento das abelhas rainhas por meio da correlação estatística da produção de mel e de características morfométricas dos animais, além de oferecer o módulo de gestão de apiário. O aplicativo também coleta, registra e gerencia todas as principais informações para cada uma das colônias, possibilitando sua consulta a qualquer momento, apesar de esse não ser o objetivo principal dele. Para a validação do aplicativo foi testada a correlação de Spearman, correlação utilizada como critério para seleção de abelhas por meio do ranqueamento. Então foram simulados conjuntos de valores em R que possuíssem correlações positivas e negativas, em paralelo, foram testadas essas listas no aplicativo Beefarm e no software Jamovi, usualmente utilizado para fazer avaliações estatísticas. Comparado os resultados das correlações realizadas pelo software e pelo aplicativo é possível constatar que eles são equivalentes, validando a funcionalidade das correlações realizadas pelo aplicativo e permitindo realizar a simulação dos ranqueamentos. Assim, o desenvolvimento do aplicativo BeeFarm se mostra promissor diante aos desafios que os pequenos apicultores passam, além de possibilitar uma parceria entre centros de pesquisas e apicultores de forma facilitada, uma vez que registrar e retirar os dados do aplicativo pode ser feito de forma simples e rápida.

**Palavras-chave:** ranqueamento; abelhas; aplicativo; colônias; spearman.

## ABSTRACT

Brazil is standing out for the production of high-quality honey and could become one of the largest honey producers in the world. Even so, several factors limit development in the honey-producing market, such as low access to specialized technology and technical assistance, as well as the difficulty in collecting data for research centers. Thus, the BeeFarm app was developed, which the main purpose is to offer the possibility of ranking queen bees through the statistical correlation of honey production and morphometric characteristics of the animals, in addition to offering the apiary management module. The application also collects, records and manages all the main information for each of the colonies, making it possible to consult it at any time, although this is not its main purpose. To validate the application, the Spearman correlation was tested, a correlation used as a criterion for the selection of bees through ranking. Then, sets of values in R that had positive and negative correlations were simulated, in parallel, these lists were tested in the Beefarm app and in the Jamovi software, usually used to make statistical evaluations. Comparing the results of the correlations performed by the software and the application, it is possible to verify that they are equivalent, validating the functionality of the correlations performed by the application and allowing the simulation of rankings. Thus, the development of the BeeFarm app shows promise in the face of the challenges that small beekeepers face, in addition to enabling a partnership between research centers and beekeepers in an easy way, since recording and removing data from the application can be done in a simple fast and simple way.

**Keywords:** ranking; bees; app; hive; spearman.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem do módulo de registro das abelhas rainhas do aplicativo BeeFarm. . . . .	26
Figura 2 – Imagem do módulo de registro dos zangões do aplicativo BeeFarm. . . . .	27
Figura 3 – Demonstração de ramificação de famílias de Rainhas. Fonte: Autoria própria.	28
Figura 4 – Imagem do módulo da seleção de animais para acasalamento do aplicativo BeeFarm. . . . .	29
Figura 5 – Fluxograma da seleção da 1ª variante para ranqueamento. . . . .	30
Figura 6 – Fluxograma da seleção da 2ª variante para ranqueamento. . . . .	31
Figura 7 – Valores de dependencia entre variaveis resultantes da correlação de Spearman.	32
Figura 8 – Imagem dos resultados da seleção de abelhas rainhas realizadas pelo aplicativo BeeFarm. . . . .	33
Figura 9 – Principais valores do ranqueamento da lista de correlação positiva realizado pelo app BeeFarm. . . . .	35
Figura 10 – Valores do ranqueamento da lista de correlação negativa realizada pelo app BeeFarm. . . . .	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de origem animal e custo de produção, por tipo, em 2020. . . . .	12
Tabela 2 – Matriz gerada pelo software Jamovi com os valores de correlação de Spearman positivas com a produção de mel. . . . .	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	Objetivo geral	11
1.2	Objetivos específicos	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>12</b>
2.1	APICULTURA NO BRASIL	12
2.2	GESTÃO APÍCOLA	13
2.3	INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA AGROPECUÁRIA	14
2.4	MONITORAMENTO ANIMAL	15
2.5	MELHORAMENTO GENÉTICO	17
2.6	TROCA E SELEÇÃO DE RAINHAS	17
2.6.1	Seleção de abelhas e variabilidade genética	19
2.6.2	Características morfológicas para parâmetros de correlação	19
2.6.3	Correlação de Spearman	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>21</b>
3.1	MATERIAIS	21
3.1.1	Visual Studio Code	21
3.2	MÉTODOS	21
3.2.1	Desenvolvimento do Aplicativo	21
3.2.1.1	Gestão de Apiário	22
3.2.1.2	Seleção de Rainhas e zangões para acasalamento	22
3.2.1.3	Ranqueamento de Rainhas	22
3.2.2	Validação do Aplicativo	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>24</b>
4.1	PROTÓTIPO DO APLICATIVO	24
4.1.1	Gestão do apiário	25
4.1.2	Seleção de abelhas e zangões para acasalamento	27
4.1.3	Ranqueamento de Abelhas rainhas	28
4.1.3.1	Escolha das características mais relevantes para o ranqueamento	30
4.2	VALIDAÇÃO DO APLICATIVO	32
4.3	SELEÇÃO DE ABELHAS RAINHAS A PARTIR DO BEEFARM	34



<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>37</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>38</b>
	<b>APÊNDICE A LISTA DE CONJUNTO DE VALORES SEM CORRELAÇÃO PARA VALIDAÇÃO DO BEEFARM . . . . .</b>	<b>44</b>
	<b>APÊNDICE B LISTA DE CONJUNTO DE VALORES COM CORRELAÇÃO POSITIVA PARA VALIDAÇÃO DO BEEFARM . . . . .</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE C LISTA DE CONJUNTO DE VALORES COM CORRELAÇÃO NEGATIVA PARA VALIDAÇÃO DO BEEFARM . . . . .</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil ganhou destaque mundial como produtor de mel nas últimas duas décadas, ele não só está entre os países que mais exportam o produto, mas também se destaca pelo mel de alta qualidade. Com potencial para ser um dos maiores produtores de mel do mundo, em 2019 a produção nacional representou apenas 4,8% das exportações globais e isso porque além da falta de tecnologia, a maioria dos apicultores brasileiros são de pequeno porte (VIDAL, 2021).

A apicultura vem tendo alto impacto social no Nordeste do país, uma vez que 94% dos apicultores desta região estão na região semiárida e não possuem muitas alternativas rentáveis no meio rural. Apesar disso, existem ainda muitos fatores que limitam o desenvolvimento no setor apícola, como a falta de profissionalização, baixo acesso à tecnologia e assistência técnica, limitado acesso a laboratórios de controle de qualidade ou coleta de dados para centros de pesquisa (VIDAL, 2021).

Portanto, a apicultura se mostra como um empreendimento de agronegócio com alto potencial de faturamento, sendo assim, necessita da aplicação de práticas de gestão para conseguir se inserir no mercado de forma significativa. A gestão adequada do negócio, a coleta de dados, controle de qualidade e boas práticas de manejo e o desenvolvimento de novas tecnologias são essenciais para que a apicultura no Brasil alcance todo o seu potencial (GOLYNSKI, 2009).

Devido à falta de conhecimento e de acessibilidade, infelizmente a maior parte dos apiculturistas ainda não conseguem maximalizar seus rendimentos. Além da escassez de tecnologia, nem todos conseguem utilizá-las seja por razões financeiras, ou porque grande parte dos apiários ficam localizados em regiões com pouco acesso à internet (VIDAL, 2019; BOLFE *et al.*, 2020).

Com essa demanda, surgiu o termo "Apicultura de precisão", que se refere a estratégias de gestão apícola através do monitoramento individual de colônias de abelhas, visando a minimização dos recursos utilizados e a maximização produtiva das abelhas. A implementação desta tecnologia consiste em três pilares: coleta de dados, análise e aplicação. Porém o primeiro pilar, a coleta de dados precisa ser realizada de maneira eficiente (ZACEPINS; STALIDZANS, 2013).

Apesar da coleta de dados da colônia ser importante, ainda existem outros fatores que influenciam grandemente na produção, como as características da abelha rainha. Sabe-se que a produção e a qualidade do mel também estão relacionadas diretamente a rainha, que influencia a produtividade do apiário, no tempo e nos custos de produção de mel (JONG, 1996; SOARES; ALMEIDA; BEZERRA-LAURE, 1996; PEGORARO; MARQUES; CHAVES-NETO, 1997). Uma seleção das rainhas que tenham características adequadas permite que uma linhagem de interesse seja escolhida para a produção comercial de produtos, como mel, própolis e geleia real. (SEABRA-FILHO, 1996; SOARES; ALMEIDA; BEZERRA-LAURE, 1996; CUNHA, 2002).

As informações sobre a “Apicultura de Precisão” no Brasil são escassas, assim como as tecnologias para a adoção de coleta de dados das colônias de maneira individualizada por meio dos apicultores, o ranqueamento de abelhas considerando as características da rainha e a análise de parentalidade para escolha de linhagem.

Nesse sentido, o desenvolvimento de novas tecnologias que ajudem com as atividades apícolas, a gestão e práticas de manejo, bem como com a seleção de rainhas são necessárias e possibilitariam aos apicultores realizarem o monitoramento de suas colônias e direcionar o desenvolvimento e aplicação de novas propostas tecnológicas para a apicultura nacional.

### **1.1 Objetivo geral**

Desenvolver um aplicativo para gestão de colônias, bem como para seleção de rainhas por ranqueamento e análise parental das rainhas e dos zangões.

### **1.2 Objetivos específicos**

1. Selecionar as principais necessidades que apiculturistas e quais são os dados mais relevantes para a produção de mel, bem como informações necessárias para pesquisas.
2. Ranqueamento das abelhas rainhas e dos zangões utilizando a correlação de Spearman.
3. Análise de parentalidade para seleção de rainhas e zangões.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 APICULTURA NO BRASIL

O Brasil atualmente está entre os maiores fornecedores de mel do mundo, mesmo que em 2019 tenha fornecido apenas 4,8% desse total. Considerando que os apicultores brasileiros são, em sua grande maioria, de pequeno porte e este grupo representa aproximadamente 60% da produção nacional, é possível afirmar que o Brasil possui um grande potencial para produção de mel e outros derivados de abelhas (VIDAL, 2021).

De acordo com o IBGE, em 2020 a produção de mel além de superar em quantidade produzida, em relação ao custo de produção ela foi financeiramente mais viável do que produtos como lã, ovos de codorna e casulos bicho de seda, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Produção de origem animal e custo de produção, por tipo, em 2020.**

Produção de origem animal, por tipo, 2020		
Tipo de produto de origem animal	Produção de origem animal	Valor da produção (Mil Reais)
Total	-	R\$ 75.446.688,00
Leite (Mil litros)	35.445.059,00	R\$ 56.510.848,00
Ovos de galinha (Mil dúzias)	4.767.338,00	R\$ 17.813.252,00
Ovos de codorna (Mil dúzias)	295.904,00	R\$ 374.567,00
Mel de abelha (Quilogramas)	51.507.862,00	R\$ 621.447,00
Casulos do bicho-da-seda (Quilogramas)	2.742.372,00	R\$ 55.590,00
Lã (Quilogramas)	7.978.317,00	R\$ 70.984,00

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal

Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

No Nordeste apicultura tem um alto impacto social, uma vez que cerca de 94% dos apicultores dessa região estão localizados nos estados da Bahia, Piauí e Ceará onde o clima é semiárido. Devido a carência de água dessas regiões, não existem muitas alternativas para produção rural e, para os apicultores de pequeno porte, a apicultura acabou de tornando uma atividade de complementação de renda. Em 2017 existiam 101.797 estabelecimentos de apicultura, onde 80% eram de agricultura familiar e 24.150 estavam localizados no Nordeste (VIDAL, 2021).

Apesar da região sul continuar sendo a responsável pela maior produção de mel do país, o mel proveniente da região nordestina é o que mais tem competitividade comercial. O mel produzido na região nordeste se destaca pela sua alta qualidade uma vez que, em sua maioria, o mel é produzido a partir da vegetação nativa. Uma vez que a maior fonte de pólen e néctar é a vegetação nativa, a quantidade de contaminação por pesticidas e antibióticos é mais baixa. Além disso, o clima mais seco dificulta o surgimento de doenças nas colônias e, conseqüentemente, o uso de antibióticos é menor (VIDAL, 2019).

Apesar da apicultura ser uma atividade consolidada no Nordeste, ainda existem muitas dificuldades que limitam essa região de desenvolver e alcançar seu potencial. Alguns dos maiores problemas são a falta de profissionalização dos apicultores, a carência de casas de mel

equipadas, difícil acesso a tecnologias e difícil acesso a laboratórios para pesquisa e controle de qualidade (VIDAL, 2021).

## 2.2 GESTÃO APÍCOLA

No final do século XX o mundo passou por uma grande transformação nas áreas política, econômica e social, trazendo novos desafios para a gestão de organizações e influenciando diversos seguimentos como o agronegócio. Diante de um cenário de mercado cada vez mais disputado e concorrido, era necessário adotar estratégias que fossem criativas, inovadoras e diferentes para alcançarem suas metas. Independente da organização, o desempenho desta está diretamente relacionado a sua gestão e, conseqüentemente, torna-se indispensável a formulação de um modelo de gestão que se aplique a todo empreendimento que busque ser bem-sucedido (SOARES, 2016).

Entre os processos de gestão utilizados na apicultura pode-se destacar o planejamento estratégico, onde são estabelecidos objetivos e metas que proporcionem ferramentas para tomadas de decisões e avaliações do desempenho ao decorrer do tempo. Esse conjunto de atividades e técnicas de gestão é um processo que pode ser dividido em duas etapas, denominadas de formulação e implementação (OLIVEIRA, 1991; CERTO; PETER, 1993).

A fase de formulação é onde se realiza um diagnóstico para análise e criação de metas para o alcance do objetivo pretendido. A fase de implementação ocorre através do desdobramento dos indicadores e metas que são obtidos por meio dos objetivos estratégicos para, enfim, ser elaborado um plano de ação (OLIVEIRA, 1991; CERTO; PETER, 1993).

Quando praticado nas empresas, o planejamento estratégico contribui com o aumento da competitividade e crescimento do negócio. Esses mesmos benefícios são alcançados quando o planejamento estratégico é aplicado na apicultura, além de possibilitar melhorias na realização do manejo das colmeias e da flora apícola, além de trazer suporte para investimentos de produção, financeiro e comercial (SOARES, 2016).

O planejamento que é composto pelas metas e planos de ação, deve ser coerente com a realidade de cada empreendimento, atender os resultados esperados pelo financeiro e,

incluir, os processos, os recursos e as pessoas, relacionando eficiência, eficácia e efetividade. Por isso, no caso da apicultura também deve haver metas para balizar as atividades de manejo das abelhas, produtividade, conservação de produtos e melhoria da flora apícola, disponibilidade de recursos hídricos, entre outros." (SOARES, 2016, p. 48).

O produtor é capaz de definir sua competitividade através da escolha das técnicas que serão utilizadas diante das restrições impostas pela sua capacidade no gerenciamento, financiamento e tecnologia (SEREIA; NOGUEIRA; CAMARA, 2015). Portanto a competitividade é definida pela escolha e utilização das técnicas, sendo que a consequência de adoção tecnológica,

gerenciamento, planejamento financeiro e comercial proporciona um desempenho satisfatório no mercado.

### 2.3 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA AGROPECUÁRIA

Na década de 1990, uma nova perspectiva sobre a inovação e o desenvolvimento do AKIS – Sistema de conhecimento agrícola – como uma alternativa aos modelos de inovações lineares antes utilizados, permitiram um avanço importante no setor de produção animal (RÖLING, 1992; KLERKX; MIERLO; LEEUWIS, 2012). Esse sistema introduziu uma abordagem política intervencionista de que as inovações precisavam ser fortemente coordenadas para alcançar a modernização na agricultura de forma acelerada (ENGEL, 1995; KLERKX; MIERLO; LEEUWIS, 2012).

Desta forma o AKIS aplica uma visão de extensão concentrando-se em quatro fatores principais na produção conjunta de conhecimento e tecnologias: pesquisa, serviços de extensão, educação e treinamento de sistemas de apoio (KLERKX; MIERLO; LEEUWIS, 2012). Nesse sistema os fatores trabalham em conjunto para atender as demandas dos agricultores gerando tecnologias de acordo com o meio de subsistência individual de cada um (KNICKEL *et al.*, 2009; KLERKX; MIERLO; LEEUWIS, 2012).

Contudo, esse tipo de sistema especialista reagia lentamente às mudanças nas condições de interesse público e do próprio setor (PLOEG; MARSDEN *et al.*, 2008; KNICKEL *et al.*, 2009). Então, paralelamente ao AKIS, um novo conceito de Sistemas de Inovação Agrícola (AIS) surgiu englobando uma perspectiva mais holística e tendo como foco processos de “desenvolvimento conjunto ao longo das cadeias de valor, processos de aprendizagem interativos e a noção de que a comunicação é estruturada em torno de ações (HALL, 2003; KLERKX; MIERLO; LEEUWIS, 2012)”.

Assim, surgiu uma perspectiva de sistema dinâmico com múltiplas ligações entre diferentes estágios de inovações e com interação entre os fatores, proporcionando um fortalecimento na capacidade inovadora através de uma troca mútua de conhecimento. Esse novo modelo de sistema permite o desenvolvimento de inovações que apresentam soluções satisfatórias de acordo com as especificidades apresentadas por cada setor (CARLSSON, 2002; HALL, 2003; MEYNARD; CASABIANCA, 2012).

Para TORNATZKY e FLEISCHER (1990) a inovação tecnológica é definida pelo desenvolvimento de novas situações através de conhecimento novo, o autor ainda relaciona a competitividade do produtor a sua facilidade em adaptação, flexibilização na produção e a competitividade sistêmica referente a todos os outros integrantes dessa cadeia produtiva. Assim a exploração das oportunidades de mercado através da introdução e adaptação de novos produtos é definida por BLAKE e SALEH (1992) como uma estratégia de inovação tecnológica.

Hoje, a tecnologia da informação se tornou um grande diferencial no agronegócio por ser capaz de proporcionar ao setor vantagens competitivas, apresentando resultados confiáveis

com rapidez e eficiência. O uso de inovações tecnológicas proporciona aumento da produção, otimização do processo e maior lucro, sendo utilizada como ferramenta de desenvolvimento econômico (COCARO; JESUS, 2008).

Seguindo essa linha de raciocínio LIMA, PARTELI e LOOSE (2015) destacam a necessidade da implementação do empreendedorismo e tecnificação na agricultura como forma estratégica de desenvolvimento da propriedade, para potencialização dos recursos disponíveis, podendo criar produtos e serviços novos ou até mesmo aperfeiçoar os disponíveis.

## 2.4 MONITORAMENTO ANIMAL

Mundialmente, o setor de produção animal vem enfrentando desafios referentes as exigências dos consumidores quanto a questões que envolvem o bem-estar animal, rastreabilidade alimentar e sustentabilidade ambiental (PETERSEN *et al.*, 2002; BRACKE; GREEF; HOPSTER, 2005; BERCKMANS, 2006; BERCKMANS; BOCQUIER, 2008). Para se manterem competitivos no mercado, este setor vem utilizando de inovações tecnológicas para otimizar esse processo e enfrentar esses desafios (MEYNARD; CASABIANCA, 2012).

As tecnologias AM podem ser implementadas como soluções autônomas ou como componentes integrados de sistemas mais complexos, utilizando a coleta de dados de monitoramento para fornecer auxílio nas tomadas de decisões sobre processos de produção e, assim, atendendo as demandas sociais e dos consumidores (BERCKMANS, 2006; BERCKMANS; BOCQUIER, 2008; BANHAZI; BLACK, 2009). A sua evolução pode ser classificada em vários estágios, como a forma simples de identificação animal até a recente terceira geração, que inclui sistemas avançados e complexos (ERADUS; JANSEN, 1999).

As áreas de desenvolvimento tecnológico, aplicação, funcionalidade, experiência prática ou recomendações dentro da AM são termos bastante disseminados e que exercem a função de modernização do sistema produtivo (PETERSEN *et al.*, 2002; EIGENBERG; BROWN-BRANDL; NIENABER, 2008). Seguindo esta linha de utilização de inovações tecnológicas para o monitoramento animal surgiu o termo “Zootecnia de Precisão” (SILVA; NAAS, 1998; SILVA, 1998).

Para BANDEIRA (2003), o termo pode ser definido como surgimento de novas ferramentas que auxiliem na realização de manejos específicos presentes no campo, bem como uma forma de utilização de técnicas especiais. A utilização dessas técnicas e ferramentas disponíveis devem facilitar as tomadas de decisões, tornando mais precisas as ações que antes eram baseadas em “valores médios” ou “valores típicos”.

O conceito ainda se relaciona com a otimização da redução das perdas, através do gerenciamento de processos que utilizam de tecnologias de informação para realização de coletas de dados, análises e tomadas de decisões (INAMASU *et al.*, 2011). O intuito da “Zootecnia de Precisão” é ofertar ao produtor maneiras práticas de monitoramento dos animais e dos empreendimentos, alcançando índices produtivos desejados através das informações que são geradas por diversos sistemas especializados.

Essas mudanças fizeram com que houvesse a necessidade de criar ou disponibilizar instrumentos e ferramentas capazes de coletar e ofertar dados precisos para realização de análises que darão suporte as tomadas de decisões futuras (SILVA, 2007). Portanto, a utilização de tecnologias é de extrema necessidade por ser capaz de ofertar soluções simples e eficientes para grandes problemas que podem estar presente no ambiente, nos equipamentos, no manejo dos animais e no controle de sistemas produtivos (PANDORFI; ALMEIDA; GUISELINI, 2012).

A apicultura enfrenta um grande desafio quando se refere ao monitoramento da população, da saúde das colônias e atividades biológicas. Uma das maiores dificuldades é a falta de tecnologia para monitoramento e, conseqüentemente, a falta de coleta de dados e informações de situações comuns como a perda de colônias, falta ou excesso de alimentação, perda da rainha ou alterações incomuns nas condições ambientais (ZACEPINS; STALIDZANS, 2013).

O manejo realizado em apiários preza pela minimização da inspeção manual das colônias e a maximização da saúde das colônias, fazendo com que o uso de tecnologias de informação seja essencial. O uso dessas ferramentas de monitoramento permite que seja coletado e organizado os dados dos apiários, aumenta o conhecimento dos apicultores quanto ao comportamento individual de suas colônias no decorrer do tempo e aumenta a eficiência da atividade, otimizando o processo e coletando dados que podem ser relevantes para seu empreendimento.

Além disso, quando não se tem o uso de tecnologias os apicultores precisam fazer as avaliações do estado, saúde e desenvolvimento das colônias através de observações visuais e de forma manual. Essas observações costumam ser realizadas constantemente dentro do apiário, consumindo tempo e podendo ocasionar um estresse na colônia, dando uma margem maior para erros durante o processo de coleta de dados (FAHRENHOLZ; LAMPRECHT; SCHRICKER, 1989; SEELEY; BUHRMAN, 1999).

Pensando nessas melhorias que o monitoramento de apiários necessita, surgiu o termo “apicultura de precisão”. Baseando-se no monitoramento individual das colônias, o objetivo é a diminuição do consumo de recursos e aumento de produção através da implementação de inovações tecnológicas. A principal vantagem apresentada pela apicultura de precisão é a possibilidade de detectar de forma rápida possíveis mudanças ou problemas nas colônias, proporcionando ao apicultor uma vantagem na tomada de decisão sobre medidas que podem salvar as colônias (ZACEPINS, 2012; ZACEPINS; STALIDZANS, 2013).

Contudo, a apicultura de precisão encontra-se em fase de desenvolvimento inicial principalmente no Brasil, e apesar de existirem disponíveis no mercado vários sistemas de monitoramento em tempo real de colônias, a fase de análise de dados e desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão ainda precisam ser aprimoradas. (MEIKLE; HOLST, 2015; ZOGOVIĆ; MLADENOVIC; RASIĆ, 2017).



## 2.5 MELHORAMENTO GENÉTICO

No Brasil, Apesar de ainda muito pouco utilizada, a “Apicultura de Precisão” tem ênfase na parte de parâmetros individuais relacionados à abelha. Algumas práticas da apicultura racional são realizadas no meio apícola brasileiro, entre elas destacam-se as “pesquisas para linhagens com alta produtividade em mel, alta prolificidade, baixa agressividade, seletivas para pólen, seletivas para própolis e etc.” (MEIKLE; HOLST, 2015; ZOGOVIĆ; MLADENOVIC; RASÍĆ, 2017).

Alguns cuidados podem ter impacto direto no sucesso do melhoramento genético de abelhas, como a seleção de colônias que permitam o potencial da população parental e a variabilidade genética, o controle dos parâmetros genéticos e o controle de acasalamentos (PAGE; LAIDLAW, 2012; COSTA-MAIA *et al.*, 2011).

A qualidade da produção animal tem ligação direta com a sua origem genética e com as influências do ambiente, assim, para alcançar um alto nível de produção é necessário sempre buscar o melhoramento genético dos animais, além das relações indivíduo/ambiente. A parte genética é fundamental para qualquer programa de melhoramento genético, mas a resposta de cada indivíduo é maximizada pelas condições ambientais e, portanto, tanto a genética quanto a influência ambiental influenciam nos níveis de produção (CAMPOS, 2008). O melhoramento genético tem como principal objetivo selecionar características genéticas para que esses indivíduos produzam mais que a média e tenham valor econômico (RINDERER, 1986).

Entre vários fatores, um dos que mais tem impacto na produção é a troca recorrente de rainhas em uma colônia, que permite modificar a genética da colmeia em pouco tempo e fornece respostas mais rápidas a seleção. As características da abelha rainha, como: longevidade, capacidade de postura, cria homogênea, entre outras, influenciam diretamente a produção da colônia. Uma seleção das rainhas que tenham características adequadas permite que uma linhagem de interesse seja escolhida para a produção comercial de produtos, como mel, própolis e geleia real. (SEABRA-FILHO, 1996; SOARES; ALMEIDA; BEZERRA-LAURE, 1996; CUNHA, 2002). Rainhas velhas perdem a qualidade e isso reflete na colmeia, onde a produtividade diminui e passam a ter colônias improdutivas. Isso aumenta o tempo de produção e os custos de produção de mel (JONG, 1996; SOARES; ALMEIDA; BEZERRA-LAURE, 1996; PEGORARO; MARQUES; CHAVES-NETO, 1997).

## 2.6 TROCA E SELEÇÃO DE RAINHAS

Sabendo que o rendimento da colmeia depende diretamente da rainha, é sempre interessante manter rainhas novas e com características desejadas para que sejam transmitidas para as futuras gerações de rainhas e prole. A prática de troca de abelhas proporciona colônias fortes e homogêneas, além de aumentar a produção do apiário (KOSTARELOU-DAMIANIDOU *et al.*, 1995).

A produção de mel, pólen, geleia real e cria são resultados do trabalho combinado de todas as abelhas operárias. Isso faz com que uma colônia seja uma unidade de seleção e assim, seja possível avaliar as rainhas melhoradas pelo rendimento da produção da progênie (COLLINS *et al.*, 1984; BRANDEBURGO; GONÇALVES; LOBO, 1989; RINDERER, 1977).

Em uma pesquisa realizada por KERR (1994), quando as rainhas com menor rendimento foram substituídas por rainhas descendentes das que mais produziam, o rendimento aumentou cerca de 20%. Se a substituição da rainha for feita juntamente com o melhoramento genético, o rendimento da colmeia pode ter um aumento de até 50% na produção de mel (DUAY, 1996; SOARES; ALMEIDA; BEZERRA-LAURE, 1996).

Assim, a avaliação de rainhas é feita a partir de uma análise onde tanto as variações genéticas como as fenotípicas e ambientais são utilizadas como parâmetros. Essa seleção genética é feita para a distinção de animais geneticamente superiores e consideram uma estimativa de parâmetros genéticos e covariância (MOURO; TOLEDO, 2004; FALCONER, 1987).

Apesar da seleção e melhoramento genético fazer a escolha do animal a partir de uma característica genética de interesse, não é possível mensurar essa característica de forma direta e, por isso, a avaliação fenotípica é feita. Assim, o cálculo da herdabilidade é necessário, calcula a proporção de efeitos aditivos dos genes que influenciam uma característica e indica a confiabilidade do valor fenotípico como guia do valor genético. A herdabilidade depende majoritariamente da amplitude de variação nos ambientes e o cálculo desse indicador se dá pela razão entre a variação genotípica pela fenotípica (COLLINS, 1986; RINDERER, 1977).

Um exemplo da importância da heritabilidade e correlação de características morfológicas são os resultados da pesquisa realizada por COSTA-MAIA (2009), onde o valor de heritabilidade para o peso à emergência da rainha foi de 0,76, enquanto para a produção de mel foi de 0,36. Isso demonstra que o peso pode ser utilizado como critério de seleção para aumento de produção de mel.

Alguns parâmetros permitem a avaliação das rainhas, entre eles, as medidas morfológicas das rainhas adultas já foram relacionadas a qualidade reprodutiva. Dentro dessas características temos comprimento do abdômen (CABD), largura do abdômen (LABD), comprimento da Asa (CASA) e largura da asa (LASA), além do peso a emergência. Algumas estimativas de parâmetros genéticos a partir dessas características demonstraram ter um grande potencial para seleção de animais de nível superior para maior produção de mel e geleia real (COSTA, 2005; FAQUINELLO, 2007; COSTA-MAIA, 2009).

Portanto, uma das formas de avaliação e seleção de abelhas rainhas é por meio de correlação dessas características, visto que essa técnica permite realizar uma seleção indireta a partir da quantificação da relação entre aspectos morfológicos (RINDERER, 1986; CRUZ, 1998). Contudo, devido as influências do ambiente, os parâmetros genéticos podem variar dependendo da população e por isso, é preciso avaliar estes parâmetros separadamente em cada população. A correlação de Spearman é uma alternativa válida para fazer a estimativa dessas correlações

genéticas e o ranqueamento de animais (MUCARI; OLIVEIRA, 2003; SILVA; NETO; RIBEIRO, 2020).

Essas pesquisas e trocas de rainhas precisam ser monitoradas corretamente, caso contrário podem acarretar linhagens endogâmicas e ocasionar uma uniformidade genética. Linhagens Endogâmicas levam ao aumento da susceptibilidade a patógenos, podem predispor a abelha a uma situação que apresente baixa imunidade e alta sensibilização as variações ambientais, contribuindo assim com o risco de aumento de incidência de doenças e baixa produtividade (THOMPSON; BROWN, 1999).

### 2.6.1 Seleção de abelhas e variabilidade genética

Uma colônia de abelhas geralmente possui apenas uma rainha, que será a fêmea reprodutora, gerando milhares de abelhas operarias e zangões e, por isso, são essenciais na colônia. Assim, uma única abelha rainha consegue produzir milhares de progênies em uma mesma geração e fazendo com que a variabilidade genética seja menor (WINSTON, 2003).

Geralmente é utilizado o rendimento da colônia para avaliar o desempenho da rainha, contudo, se o manejo não for adequado é possível que a falta de variabilidade genética leve endogamia. O aumento de alelos em homozigose faz com que linhagens endogâmicas possuam características indesejáveis, como maior suscetibilidade a doenças, diminuição de adaptabilidade e menor sobrevivência dos descendentes (POVH *et al.*, 2007).

Em vista disso, programas de melhoramento genético evitam que linhagens endogâmicas sejam produzidas e, portanto, a variabilidade genética é fundamental para ele ser bem-sucedido (FALCONER, 1987). Assim, durante o acasalamento, a seleção de abelhas e zangões que não tenham parentesco é fundamental para a manutenção da variabilidade genética, evitando o efeito fundador e o acúmulo de endogamia (TOLEDO-FILHO, 1999).

### 2.6.2 Características morfológicas para parâmetros de correlação

Uma forma de determinar a qualidade reprodutiva da rainha é utilizar parâmetros para fazer uma correlação, entre esses parâmetros os mais interessantes são as características morfológicas da abelha rainha adulta. Esses parâmetros já foram relacionados com o sucesso reprodutivo e fecundidade da rainha, além do aumento da produção de mel e geleia real (COSTA, 2005; FAQUINELLO, 2007; COSTA-MAIA, 2009).

O comprimento da Asa (CASA) e largura da asa (LASA) podem ser relacionadas com o voo nupcial, dado que podem reduzir a turbulência e diminuir a resistência do voo. A maior parte da força exercida para o voo nupcial é feita pela musculatura do tórax, portanto, as características do segmento torácicos e das asas são uma adaptação para o voo (DADE, 2009; WINSTON, 2003).

O comprimento do abdômen (CABD) e largura do abdômen (LABD) são relacionados ao tamanho dos ovários da abelha rainha, uma vez que esses ovários são grandes e ocupam a maior parte do abdômen. Assim, um possível indicador de qualidade são as características morfológicas do abdômen, já que quanto maior o ovário e espermatecas, maior a quantidade de ovariolos e espermatozoides (WINSTON, 2003).

O peso da rainha (peso a emergência) também já foi relacionado com a maior produção de mel, além de indicar que rainhas mais pesadas conseguem acasalar com um número maior de zangões e, portanto, são mais eficientes no acasalamento. Uma das possíveis explicações para o peso da rainha ser relacionado a eficiência do acasalamento pode ser a melhor emissão de feromônios e as tornando mais atrativas (TARPY; JR, 2000; KAHYA; GENÇER; WOYKE, 2008).

É importante lembrar que a produção de derivados de abelhas, como a produção de mel, pólen, geleia real e cria são o trabalho combinado de todas as abelhas operárias, descendentes da rainha. Isso permite utilizar a colônia de abelhas como uma unidade de seleção e avaliar a qualidade da rainha pelo rendimento da produção da progênie (COLLINS *et al.*, 1984; BRANDEBURGO; GONÇALVES; LOBO, 1989; RINDERER, 1977).

### 2.6.3 Correlação de Spearman

A correlação de spearman, ou rho de Spearman, é uma quantificação não paramétrica, ou seja, que não necessita de dados com parâmetros característicos, que avalia a dependência de duas variáveis. Essa correlação faz a avaliação de relações monótonas, independente de serem lineares, e permite a correlação entre variáveis contínuas, discretas e ordinais. Na correlação de Spearman, as variáveis podem ter uma variação juntas, mas não necessariamente de forma constante (SPEARMAN, 1961).

É possível utilizar duas equações para o cálculo de correlações, onde a primeira pode ter variantes repetidas e a segunda é utilizada caso os valores sejam únicos e não se repetem, como demonstrado a seguir:

$$r_s = 1 - \frac{6 - \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

$r_s$  = Coeficiente de correlação de Spearman.

$d_i = rgX_i - rgY_i$  = Distância entre os rankings de cada variável X e Y.

$n$  = número de elementos comparados.

A correlação de spearman tem um valor entre -1 e +1, onde quanto mais próximo o valor de +1, maior a correlação entre as duas variáveis e, quanto mais próximo de -1, maior é a correlação inversa entre elas. Caso o valor seja muito próximo a 0, não existe uma correlação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto tem 3 etapas principais, onde a primeira é o desenvolvimento do aplicativo para gestão de colônias dentro de apiários, que permita fazer um ranqueamento de abelhas rainhas de acordo com as suas características morfológicas e a análise de parentalidade. A segunda etapa é a validação do aplicativo por meio da comparação de resultados da correlação de Spearman realizadas paralelamente aplicativo desenvolvido BeeFarm e por um software já validado, o software Jamovi. A terceira etapa é realizar a simulação do ranqueamento no BeeFarm para avaliar os seus resultados a partir da proposta do aplicativo.

#### 3.1 MATERIAIS

##### 3.1.1 Visual Studio Code

Para esse projeto foi utilizado o software Visual Studio Code, um software de ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) para edição de códigos simples com suporte para desenvolvimento.

#### 3.2 MÉTODOS

##### 3.2.1 Desenvolvimento do Aplicativo

Primeiramente, foram coletados dados de quais seriam as informações mais relevantes para a gestão, manejo e controle de colônias de apiários, tanto um apiário de pequeno porte quanto um apiário comercial que utilizasse melhoramento genético. Também foram considerados os dados e informações tanto de colônias, como de características morfológicas de abelhas rainhas que os programas de melhoramento genético mais levam em conta.

Esses dados foram coletados a partir livro guia para apiculturistas comerciais (UZUNOV *et al.*, 2021) e com o grupo de pesquisa de melhoramento genético da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em Dois Vizinhos, que fazem o manejo das colônias e criação de abelhas rainhas e zangões utilizados para as pesquisas.

Com essas informações foi possível iniciar o desenvolvimento do aplicativo utilizando o software Visual Studio Code. O software permitiu a programação e a depuração do código de forma eficiente e simplificada. O software foi desenvolvido com servidor em python com Django, o aplicativo utilizando React com a linguagem JavaScript.

Baseado nos dados obtidos, o aplicativo foi desenvolvido para que o usuário possa cadastrar o apiário e em seguida cadastrar cada uma das colônias, além de fazer o cadastro das

rainhas e dos zangões, possibilitando registrar suas características morfológicas mais relevantes.

#### 3.2.1.1 Gestão de Apiário

A parte do aplicativo responsável pela gestão do apiário permite o cadastro de informações relevantes para as colônias, tais como: Qual a produção desejada (Mel, própolis, geleia real); tamanho da população; cria operculada; oviposição; pólen; quantidade de mel; registro de casualidades (Enxameação, Morte, formigas, marcação de rainhas) e o registro de qual rainha está na colmeia.

#### 3.2.1.2 Seleção de Rainhas e zangões para acasalamento

O aplicativo permite ainda, caso o usuário tenha interesse, o registro das rainhas e zangões. Entre as informações do cadastro das rainhas, é possível registrar: o número de registro da rainha; a cor (referente a ano); a idade; qualidade da cria e a presença de asas.

É possível registrar quais abelhas são da primeira geração de rainhas e, a partir dessa informação, selecionar quais outras rainhas e zangões que são seus descendentes e fazer o encadeamento da família. Se o usuário optar por registrar as rainhas e zangões que são descendentes da primeira geração, o aplicativo dará a opção de parceiros para o acasalamento que não tenham nível de parentesco.

#### 3.2.1.3 Ranqueamento de Rainhas

Caso o usuário tenha interesse no ranqueamento de rainhas, é solicitado o registro das informações morfométricas das rainhas, sendo: O comprimento da Asa (CASA), a largura da asa (LASA), O comprimento do abdômen (CABD), largura do abdômen (LABD) e o peso à emergência.

O registro dos zangões também é possível e permite o registro das mesmas informações morfométricas que as rainhas, contudo, não utiliza essas informações para cálculo de ranqueamento. Assim, as informações dos zangões servem para fins de registro e organização do apiário.

### 3.2.2 Validação do Aplicativo

Para fazer a validação do aplicativo e verificar que o aplicativo consegue fazer o ranqueamento das rainhas, é necessário verificar se ele faz o cálculo da correlação de Spearman de forma correta, uma vez que essa é a base para o ranqueamento. Assim, foi primeiramente realizada uma simulação de conjuntos de valores com correlações positivas e negativas em lin-

guagem R e, em seguida, essas listas com valores foram utilizadas para fazer a simulação da correlação de Spearman.

Para a verificação da correlação de Spearman foi utilizado as mesmas listas de conjunto de valores, em paralelo, no módulo de ranqueamento de rainhas do aplicativo BeeFarm e em um software já validado e em uso, o software Jamovi. Por fim, foi feita uma comparação entre os resultados da correlação das listas fornecidas pelo aplicativo Beefarm e pelo software Jamovi para verificar se os valores de ambos eram correspondentes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar da gestão de um negócio ser fundamental para que o empreendimento seja bem-sucedido, as características das abelhas rainhas tem impacto direto na produção de mel e, conseqüentemente, no rendimento da produção do apiário. A escolha da rainha é essencial para uma boa produção, mas infelizmente são poucos os pequenos apiários que fazem esse controle uma vez que falta conhecimento sobre o assunto e a difícil acessibilidade a centros de pesquisa.

Um dos fatores que dificulta a aplicação de melhoramento genético em pequenos apiários é a dificuldade de seleção e cadastro de abelhas rainhas, tanto por parte do apiário quanto do centro de pesquisa. Para que um centro de pesquisa consiga auxiliar um apicultor, esse tem que considerar diversos fatores que influenciam a produção do apiário, além do controle das rainhas das colônias, o rendimento, a incidência de doenças entre outros. Fazer esse levantamento de cada um dos pequenos apiários e manter todo o controle das informações é muito difícil se levar em consideração que existem muitos apiários e poucos centros de pesquisa.

A falta de tecnologia voltada para apiários é significativa, apesar disso, ainda existem algumas alternativas para cadastro e organização de apiários. Contudo, uma tecnologia que possa coletar e registrar as informações do apiário e, especialmente, as características das rainhas que sejam relevantes para melhoramento genético e centros de pesquisa ainda não existe.

Assim, foi desenvolvido um aplicativo que, além de coletar informações básicas de gestão, ainda coletam dados que sejam relevantes para aplicação de melhoramento genético nesses pequenos apiários. O aplicativo permite o registro fácil e intuitivo do apiário e suas colônias, além de registrar características morfológicas das rainhas e zangões.

Sabendo que nem todos esses pequenos apiários teriam acesso a esses centros de pesquisa, o aplicativo proporciona a seleção de animais para acasalamento utilizando apenas a árvore genealógica. O aplicativo ainda permite que, se as características morfológicas das abelhas rainhas estiverem registradas, ele possa fazer um ranqueamento das rainhas com as características mais promissoras para produção.

O desenvolvimento do aplicativo foi separado em etapas, além de seguir alguns critérios em relação ao ranqueamento e a seleção de abelhas para acasalamento. Nesse tópico, será descrito quais foram essas etapas, a justificativa por trás delas e qual os fatores do ranqueamento e os critérios que ele tem como prioridade.

### 4.1 PROTÓTIPO DO APLICATIVO

O aplicativo tem três funções principais: A gestão do apiário, a seleção das abelhas e zangões para acasalamento e o ranqueamento das abelhas Rainhas. Como citado anteri-



ormente, o desenvolvimento do app foi feito por meio do software Visual Studio Code, com o servidor em python com Django e o aplicativo utilizando React com a linguagem JavaScript.

#### 4.1.1 Gestão do apiário

O módulo de gerenciamento do apiário coleta dados fundamentais para o controle do apiário, além de registrar também informações relevantes para, caso o usuário tenha interesse, enviar a centros de pesquisa. Entre as informações do apiário, são coletadas informações relevantes para a produção como quais são os produtos produzidos, como mel, geleia real e própolis, qual a flora apícola, se há ou não o uso de proteção contra ventos, acesso à água, sombreamento ou suporte para colônias.

Para a gestão das colônias e para realizar a estimativa de rendimento delas, é possível cadastrar cada uma e registrar o tamanho de população, cria operculada, oviposição, presença de pólen e de mel, se há ou não suplementação de alimentos e se há animais doentes. O cadastro das colônias também permite associar qual é a rainha e, caso o usuário tenha as rainhas registradas, ter acesso ao cadastro e as informações dela de forma rápida e fácil, como mostrado na Figura 1. Ainda é disponível no cadastro marcar alguma eventualidade, como enxameação, morte da rainha, presença de formigas, abandono e caso seja necessário marcar a rainha. No caso de o usuário marcar uma eventualidade, é dada a opção de enviar uma notificação para o usuário lembrando-o de verificar essa eventualidade até ela ser desmarcada, impedindo que ele se esqueça.

Uma mesma colônia é verificada diversas vezes, dado que os animais vão crescer, reproduzir e fazer a produção naquele local. Por isso, o cadastro das colônias é feito uma única vez, contudo, é possível abri-lo e registrar as novas condições da colônia sempre que preciso e os dados anteriores, bem como as alterações feitas, ficam salvas e podem ser consultadas livremente.

Além disso, o aplicativo disponibiliza um acesso rápido para registro de quantidade de mel, própolis ou geleia real produzida pela colônia, temperatura do dia e a data. Isso permite um registro rápido e um acesso facilitado para o usuário, além de fornecer uma média de produção.

Sabe-se que a qualidade de uma abelha rainha pode ser avaliada pelo desempenho de sua colmeia e, por isso, as informações das rainhas e suas colônias têm grande importância para o produtor e para centros de pesquisa. Um dos maiores diferenciais do aplicativo é permitir o cadastro das rainhas, bem como organizá-las de forma intuitiva e associá-las as colônias.

O cadastro das rainhas possui desde informações mais básicas e que pequenos apiários já utilizam, até informações morfométricas das abelhas para estudos de melhoramento genético. Entre as informações mais básicas e de fácil acesso, está a marcação da rainha por cor, a idade, a qualidade da cria e se possui ou não asas. Essas informações permitem ter um controle sobre a rainha que está na colmeia e, dessa forma, quando está muito velha ou não está produzindo o suficiente e saber quando é hora de trocá-la.

**Figura 1 – Imagem do módulo de registro das abelhas rainhas do aplicativo BeeFarm.**

The image displays two sequential screens of the BeeFarm application for queen bee registration. The left screen, titled 'BeeFarm', contains the following steps:

- 1. Informe o código da abelha:** A text input field labeled 'Código'.
- 2. Deseja marcar a rainha por cor?** Radio buttons for 'Sim' (selected) and 'Não'. Below is a dropdown menu showing 'Branco'.
- 3. Idade da abelha:** A text input field labeled 'Idade'.
- 4. Qualidade da cria:** Radio buttons for 'Falhada' (selected) and 'Uniforme'.
- 5. Possui asas?** Radio buttons for 'Sim' (selected) and 'Não'.
- 6. Peso à emergência:** A text input field labeled 'Peso'.

A yellow 'PRÓXIMO' button is at the bottom. The right screen continues the process:

- 7. Características Morfométricas:** Four text input fields for 'Comprimento da Asa', 'Largura da Asa', 'Comprimento do Abdômen', and 'Largura do Abdômen'.
- 8. Família:** Radio buttons for 'Registrar a família desta rainha?' (selected 'Sim') and 'Não'. Below, radio buttons for 'Esta Rainha é de primeira geração?' (selected 'Sim') and 'Não'. A dropdown menu for 'Selecione a rainha da primeira geração' shows 'rainha 1'.

A yellow 'FINALIZAR' button is at the bottom.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Mesmo de nem todo pequeno apicultor ter acesso a centros de pesquisa para aplicar melhoramento genético em seu negócio, ainda é possível tomar alguns cuidados para que se ter um bom rendimento como evitar linhagens endogâmicas. Sabendo que muitos dos usuários não tem conhecimento aprofundado de genética e que, por isso, é difícil ter um controle sobre quais abelhas podem acasalar, é disponível também a associação de uma rainha ou zangão a outro, através de parentesco. O usuário pode marcar quais são as rainhas e zangões da primeira geração e associar a eles seus descendentes, sem registrar um nível de parentesco.

Caso o usuário tenha interesse em registrar dados que possam ser usados para melhoramento genético, ainda é possível registrar o peso a emergência, além de características morfométricas como o comprimento da Asa (CASA), a largura da asa (LASA), O comprimento do abdômen (CABD) e a largura do abdômen (LABD). Essas informações morfométricas são muito utilizadas em centros de pesquisa para avaliação das rainhas, além disso, são utilizadas pelo aplicativo para realizar o ranqueamento das abelhas, que será explicado mais adiante.

Como o rendimento da colônia está associada a rainha, a avaliação da qualidade de um zangão geralmente se dá pelo desempenho de suas irmãs. Assim, apesar do aplicativo cadastrar o zangão e permitir o registro de dados morfométricos dos mesmos, neste aplicativo o registro do zangão serve apenas para fazer a seleção de animais para acasalamento e impedir linhagens monogâmicas.

O registro do zangão permite o cadastro simples, com identificação do zangão e se é descendente ou não de algum outro animal já registrado, ou o registro mais completo onde pode incluir o peso a emergência, além de características morfométricas como o comprimento da Asa (CASA), a largura da asa (LASA), O comprimento do abdômen (CABD) e a largura do abdômen (LABD), como mostrado na Figura 2. A coleta de dados morfométricos dos zangões é opcional para caso algum usuário tenha interesse em levar a algum centro de pesquisa, mas não é utilizado para o ranqueamento.

**Figura 2 – Imagem do módulo de registro dos zangões do aplicativo BeeFarm.**

The image displays two sequential screenshots of the BeeFarm mobile application's drone registration module. The left screenshot shows the initial form with the following sections: 1. 'Informe o código do zangão:' with a text input field labeled 'Código'. 2. 'Familia:' with radio buttons for 'Registrar a família deste zangão?' (selected 'Sim') and 'Este zangão é de primeira geração?' (selected 'Sim'). Below are dropdown menus for 'Selecionar a rainha e zangãoda primeira geração' (selected 'rainha 1') and 'zangão 1'. 3. 'Características Morfométricas:' with input fields for 'Peso à emergência', 'Comprimento da Asa', and 'Largura da Asa'. The right screenshot shows the same form with the 'Sim' radio buttons selected and the dropdown menus populated with 'rainha 1' and 'zangão 1'. A yellow 'FINALIZAR' button is visible at the bottom of the second screenshot.

Fonte: Autoria própria (2022).

#### 4.1.2 Seleção de abelhas e zangões para acasalamento

Infelizmente a acessibilidade de todos os pequenos apiários a grupos de pesquisa para melhoramento genético ainda está longe de se tornar realidade, seja pelos custos ou pelos poucos grupos de pesquisa. Assim, algumas medidas simples podem ajudar o pequeno apicultor a, pelo menos, evitar que o rendimento de seu apiário caia devido a Linhagens endogâmicas.

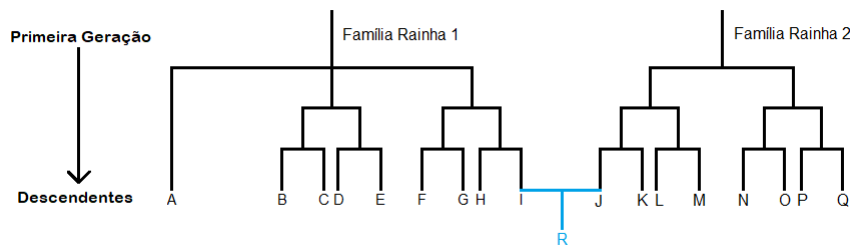
Sabe-se que o aumento de alelos em homozigose faz com que linhagens endogâmicas possuam características indesejáveis, como maior suscetibilidade a doenças, diminuição de adaptabilidade e menor sobrevivência dos descendentes. Por isso, evitar que linhagens endo-

gâmicas sejam produzidas e manter a variabilidade genética é uma forma de manter a qualidade e o rendimento do apiário.

A seleção de abelhas e zangões que não tenham parentesco é a base para a manutenção da variabilidade genética, evitando o efeito fundador e o acúmulo de endogamia. Para uma seleção de animais que seja simples o suficiente para um pequeno apicultor fazer sem a ajuda de um grupo de pesquisa, o aplicativo oferece a opção de relação de parentesco entre animais.

Essa relação de animais é feita por parentesco, onde o usuário pode cadastrar o animal como sendo da primeira geração ou seus descendentes. A relação entre animais marcados como descendentes e a primeira geração é feita por ramificação, como mostrado na Figura 3.

**Figura 3 – Demonstração de ramificação de famílias de Rainhas. Fonte: Autoria própria.**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Como demonstrado, a ramificação é feita por famílias, onde qualquer animal pode ser relacionado a um ancestral. Quando um usuário selecionar uma abelha e fizer uma seleção de animais para acasalamento, apenas os zangões que não têm nenhum nível de parentesco serão apresentados como resultados, como mostrado na Figura 4. No entanto, a escolha desse animal que o aplicativo sugere não é obrigatória e o uso desse recurso no aplicativo também é totalmente opcional.

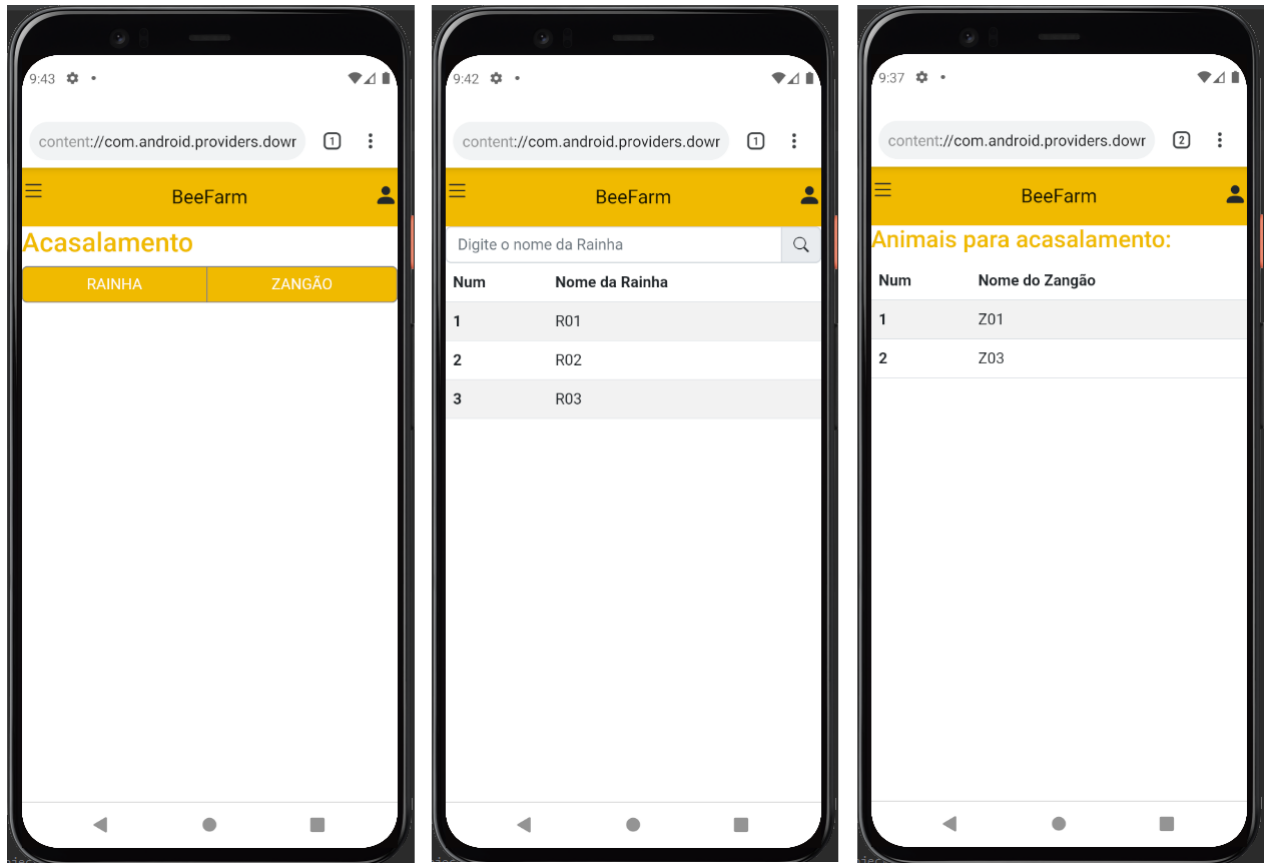
Como o público-alvo do aplicativo são pequenos apicultores, com recurso financeiro limitado e pouco conhecimento em melhoramento genético, a usabilidade e a precificação são fundamentais para esse aplicativo. Para processar a ancestralidade seriam necessários mais recursos computacionais, gerando custos mais elevados e tornando o aplicativo menos acessível. Caso o sistema de ramificação fosse muito complexo, a usabilidade poderia dificultar a interação com o sistema e a precificação do produto poderia subir muito.

#### 4.1.3 Ranqueamento de Abelhas rainhas

Uma das dificuldades que centros de pesquisa de melhoramento genético enfrentam hoje é a coleta de dados de forma simples, padronizada e em grande quantidade, visto que são poucos os apiários que conseguem fazer a coleta e o registro por conta da falta de conhecimento dos apicultores.

Uma forma de suprir essa demanda seria o treinamento de pequenos apicultores para a obtenção desses dados, uma vez que os dados requerem equipamentos relativamente simples

Figura 4 – Imagem do módulo da seleção de animais para acasalamento do aplicativo BeeFarm.



Fonte: Autoria própria (2022).

para obtenção. Ainda assim, há uma diferença desproporcional entre a quantidade de apiários e centros de pesquisa, o que faz com que mesmo que haja esse treinamento e os dados sejam fornecidos a centros de pesquisa, nem todo apicultor tenha o auxílio necessário.

Tendo em vista a necessidade de mais dados para centros de pesquisa e, ao mesmo tempo, o auxílio ao pequeno apicultor que poderia aumentar seus rendimentos com o melhoramento genético, foi feito um módulo no aplicativo de ranqueamento de abelhas rainhas.

Com treinamento e auxílio técnico, é possível coletar características morfométricas das abelhas que tenham relevância para uma correlação e um ranqueamento, tornando isso mais acessível para os pequenos apicultores. O aplicativo também permite que esses dados sejam transformados em arquivo PDF caso o usuário deseje utilizá-los para outras finalidades. Assim, o aplicativo possibilita um ranqueamento de Abelhas rainhas para o apicultor, além de proporcionar a coleta de dados em vários apiários diferentes e a possibilidade do envio desses dados de forma prática e fácil para centros de pesquisas.

O Brasil é de tamanho continental e possui seis biomas diferentes, assim, é necessário considerar as influências do ambiente nas características animais para que o aplicativo possa atender a todos os usuários. A correlação feita entre as características morfométricas das abelhas podem variar de uma região para outra e, por isso, o ranqueamento precisa considerar a possibilidade de um parâmetro se aplicar em uma região e não em outra.

Assim, para realizar um ranqueamento que considerasse essas possíveis variações, foi utilizada a correlação de Spearman. Essa correlação não necessita de dados com parâmetros característicos e possibilita avaliação de dependência entre duas variáveis.

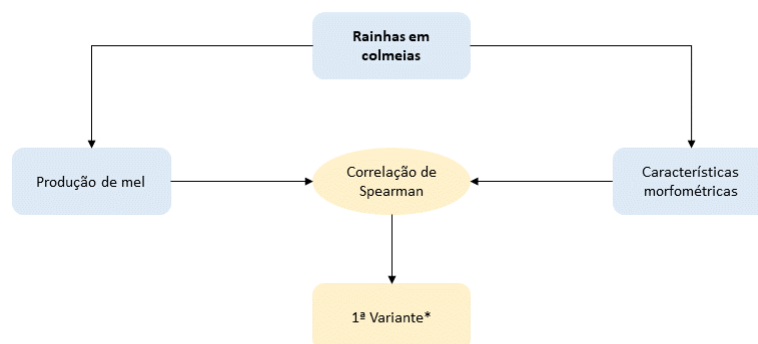
#### 4.1.3.1 Escolha das características mais relevantes para o ranqueamento

Para realizar o ranqueamento foram escolhidos quais dados seriam correlacionados, dos quais foram escolhidos o peso a emergência, além de características morfométricas como o comprimento da Asa (CASA), a largura da asa (LASA), O comprimento do abdômen (CABD) e a largura do abdômen (LABD). No caso das abelhas rainhas que estão presentes em colônias, também é considerada a produção média de mel daquela colônia para correlação.

Alguns critérios foram necessários como base para o ranqueamento e para a correlação, onde o critério com mais importância foi a quantidade média de produção de mel. A produção de mel pode ser correlacionada somente com as abelhas rainhas que estão em colônias e, por isso, o aplicativo primeiramente realiza a correlação de Spearman entre a produção de mel e cada uma das características morfométricas, além do peso a emergência, dessas abelhas em produção.

O resultado dessa primeira correlação de Spearman, apenas com abelhas de colônias, é a característica morfométrica com a correlação mais relevante com a produção de mel, como mostrado no fluxograma da Figura 5. Sabe-se a 1ª variante relevante para a produção de mel, mas para realizar um ranqueamento e ter uma maior confiabilidade, é interessante que se tenha mais uma característica relacionada a produção de mel.

**Figura 5 – Fluxograma da seleção da 1ª variante para ranqueamento.**



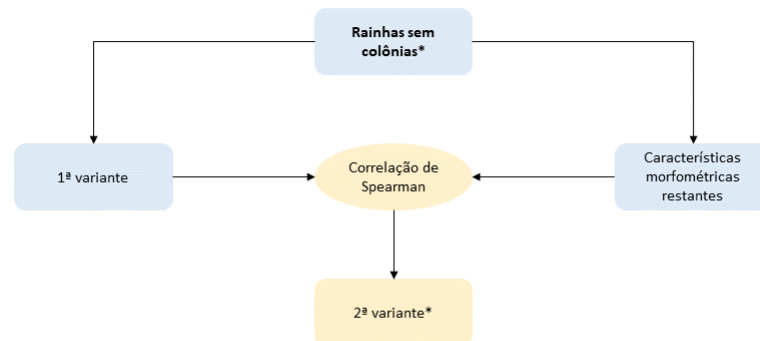
\*1ª Variante: Peso ou característica morfométrica que tem maior dependência com a produção de mel.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Geralmente um apiário possui uma criação de abelhas além das que estão presentes nas colônias, em caso de imprevistos ou necessidade de substituição da Rainha. Considerando as abelhas que não estão inseridas em colônias, a amostragem fica maior e a acurácia dos resultados fica mais precisa.

Assim, para verificar qual característica tem maior correlação com a produção de mel e que, ao mesmo tempo, esta presente em todas as abelhas do apiário, uma segunda correlação de Spearman é feita. Nessa segunda correlação, a variante a ser correlacionada é a resultante da primeira correlação, com maior dependência com a produção de mel. Essa característica é correlacionada com todas as características restantes, e a 2ª variante para o ranqueamento de abelhas é determinado, como mostra o fluxograma na Figura 6.

**Figura 6 – Fluxograma da seleção da 2ª variante para ranqueamento.**



\* Rainhas que não estão em colmeias e não estão produzindo

\*\*2ª Variante: Peso ou característica morfométrica que tem maior dependência com a 1ª variante.

**Fonte: Autoria própria (2022).**

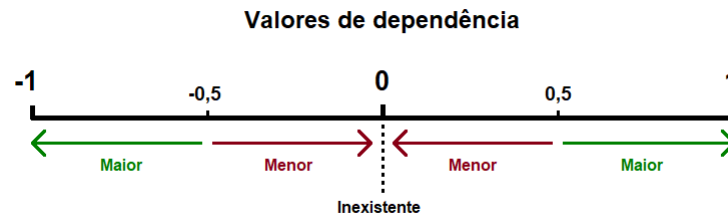
A partir dessas duas variantes é feito o ranqueamento das abelhas, onde o primeiro critério para as melhores abelhas será a 1ª variante e em seguida é utilizada a 2ª variante. Assim, independente da região e das influências ambientais, as características vão ser escolhidas de acordo com o nível de dependência delas e da produção de mel.

Uma vez que o objetivo é obter a maior produção de mel, em caso de não haver um valor de correlação significativo no cálculo da 2ª variável, ela será determinada utilizando o segundo valor com maior correlação com a produção de mel.

Com o resultado da correlação de Spearman o aplicativo consegue determinar, primeiramente, qual das características tem mais dependência com a produção de mel e, então, qual é a característica mais relevante de acordo com a sua dependência entre o restante das variáveis. Essa correlação avalia a dependência de duas variáveis e resulta em um valor entre -1 e +1 onde, quanto mais próximo dos extremos, maior a dependência entre as variáveis e, quanto mais próximo de 0, menor a dependência (Figura 7).

É importante notar que tantos valores positivos quanto valores negativos podem representar uma alta dependência entre duas variáveis e, por isso, ambas foram consideradas no desenvolvimento do módulo de ranqueamento das abelhas. O aplicativo faz o ranqueamento escolhendo variáveis que tenham valores de dependência significativos, onde o valor sugerido é acima de 0,7 ou menor que -0,7. Apesar disso, o aplicativo permite que o usuário escolha fazer o ranqueamento com valores acima de 0,5 ou abaixo de -0,5 de dependência, uma vez que variantes com valores acima desses já são considerados dependentes.

Figura 7 – Valores de dependência entre variáveis resultantes da correlação de Spearman.



Fonte: Autoria própria (2022).

## 4.2 VALIDAÇÃO DO APLICATIVO

O principal diferencial do BeeFarm, quando comparados com outros aplicativos de gestão de apiários, é a possibilidade de realizar o ranqueamento de abelhas a partir de características morfológicas relacionadas a produção de mel.

Ao finalizar o software é necessário fazer a validação dele com dados, no entanto, essa fase para o BeeFarm foi feita com correlações já existentes. Assim, utilizou-se o cálculo da correlação de Spearman para a validação do aplicativo, visto que ele é fundamental para a realização do ranqueamento independente da característica testada.

Assim, é necessário verificar se o aplicativo faz o cálculo da correlação de Spearman de forma correta, dado que essa é a base para o ranqueamento. Primeiramente, era necessário um conjunto de valores para serem utilizados no teste onde foram consideradas três possibilidades: a correlação positiva, a correlação negativa e que não houvesse correlação. Para que fosse possível verificar as três possibilidades o mais interessante é que o conjunto de valores fosse simulado, de forma que se garantisse que houvesse pelo menos uma característica positiva, negativa e não correlacionada.

O conjunto de valores necessários para o teste no BeeFarm foi montado a partir de três simulações de conjuntos de valores em linguagem R para cada uma das possibilidades. Isso garantiu que houvesse características com correlação positiva e negativa, além de características não correlacionadas.

Com os conjuntos de valores simulados em R, a próxima etapa era verificar se a correlação de Spearman que o aplicativo BeeFarm realizava para o ranqueamento estava correto e, para isso, foi realizada a mesma correlação em paralelo no software Jamovi.

As listas com conjuntos de valores foram utilizadas para fazer as correlações de Spearman primeiramente no software Jamovi, para então as mesmas listas serem testadas no aplicativo BeeFarm. Abaixo é possível ver a matriz gerada a partir da lista de valores com correlação positiva pelo aplicativo Jamovi (Tabela 2)

Então a mesma lista de valores foi testada no aplicativo BeeFarm, no módulo de seleção de abelhas rainhas, de forma que o aplicativo apresentasse os resultados da correlação de Spearman. A matriz completa de correlação que o aplicativo BeeFarm forneceu pode ser vista na Figura 8.



**Tabela 2 – Matriz gerada pelo software Jamovi com os valores de correlação de Spearman positivas com a produção de mel.**

	MEL	PESO	LASA	CASA	LABD	CABD
MEL	—					
PESO	-0.318	—				
LASA	0.122	0.266	—			
CASA	0.755	-0.455	0.450	—		
LABD	-0.692	0.206	0.080	-0.396	—	
CABD	0.582	0.506	0.262	0.249	-0.559	—

Fonte: (JAMOVI, 2009).

**Figura 8 – Imagem dos resultados da seleção de abelhas rainhas realizadas pelo aplicativo BeeFarm.**

The image shows a smartphone screen displaying the BeeFarm application. The app's interface includes a yellow header with the name 'BeeFarm' and a user profile icon. Below the header, the text 'Correlação com Mel:' is displayed in yellow. A table shows the correlation coefficients for various products: MEL, CASA, LABD, CABD, PESO, and LASA. The values are: MEL (0.755, -0.692, 0.582, -0.318, 0.122). Below this, the app identifies 'Comprimento da Asa' as the best correlation and provides a sub-table of its correlations with other variables: PESO (-0.455), LASA (0.45), LABD (-0.396), and CABD (0.249). It also identifies 'LABD' as the best correlation for this characteristic. A red warning message states: 'O valor da correlação da segunda característica foi menor que 0,5.' At the bottom, a full Spearman correlation matrix is displayed, matching the data in Tabela 2.

Produto	CASA	LABD	CABD	PESO	LASA
MEL	0.755	-0.692	0.582	-0.318	0.122

Melhor Correlação: Comprimento da Asa  
Correlação com Comprimento da Asa:

Característica Principal	PESO	LASA	LABD	CABD
Comprimento da Asa	-0.455	0.45	-0.396	0.249

Melhor Correlação: LABD  
O valor da correlação da segunda característica foi menor que 0,5.

	MEL	PESO	LASA	CASA	LABD	CABD
MEL	1.0					
PESO	-0.318	1.0				
LASA	0.122	0.266	1.0			
CASA	0.755	-0.455	0.45	1.0		
LABD	-0.692	0.206	0.08	-0.396	1.0	
CABD	0.582	0.506	0.262	0.249	-0.559	1.0

Fonte: Autoria própria (2022).

Comparando os resultados das matrizes apresentados pelo aplicativo BeeFarm e o software Jamovi é possível verificar que os valores obtidos são correspondentes, validando assim a funcionalidade da correlação de Spearman no aplicativo. Também é possível notar que a simulação mostrou que a correlação com mel obteve um valor positivo com CASA e CABD, uma correlação negativa com LABD e, por fim, Peso e LASA se mostraram não correlacionadas.

É importante notar que o objetivo principal do aplicativo BeeFarm não é simplesmente fornecer a matriz da correlação de Spearman, mas utilizar seus resultados para selecionar características de interesse e então realizar o ranqueamento das abelhas com maior probabilidade de aumentar a produção de mel.

Por isso, apesar de fornecer a matriz completa, o aplicativo mostra primeiramente os valores de interesse para o usuário, conforme a proposta do aplicativo. Assim, quando o aplicativo BeeFarm foi testado, ele forneceu primeiramente os valores de correlação com o mel, para então selecionar a primeira e a segunda característica com relevância para o ranqueamento.

Nos resultados de correlação com a produção de mel, fornecido pelo aplicativo BeeFarm, também é possível comparar os valores com os resultados do software Jamovi e verificar que os valores de correlação são iguais. Nesse teste, propositalmente, a 1ª variável não possui correlação com a 2ª variável. O aplicativo então explica que não haver variável com correlação significativa com a primeira variável e faz o a escolha da 2ª variável selecionando a segunda característica com maior correlação com a produção de mel.

Pode-se observar na Figura 8 que, na simulação, a 2ª variável considerada com maior relevância foi a LABD, mesmo com o valor negativo. Isso porque o nível de dependência dela é maior que das outras características e o sinal do valor apenas mostra que ele é inversamente proporcional, ou seja, nessa simulação quanto maior for a produção de mel, menor será LABD.

Isso demonstra que o aplicativo está fazendo a correlação de Spearman corretamente e, além disso, está considerando as correlações negativas e positivas e dispensando os valores não correlacionados. Para o ranqueamento, esse fator é fundamental, uma vez que as correlações positivas e negativas têm uma relação de dependência com a produção de mel e podem ser usadas no ranqueamento, enquanto as características com valores não correlacionados estão sendo desconsiderados.

### **4.3 SELEÇÃO DE ABELHAS RAINHAS A PARTIR DO BEEFARM**

O ranqueamento das abelhas é a parte fundamental do BeeFarm, uma vez que isso que o diferencia de tantos aplicativos de gestão de apiários. O ranqueamento utiliza os valores resultantes da correlação de Spearman como critério para a classificação, considerando a correlação positiva e a correlação negativa, desconsiderando os valores que não forem correlacionados.

Com os valores de correlações testados e validados, é importante observar que o aplicativo considera as correlações positivas e negativas. Isso é essencial para o ranqueamento, uma vez que ambas possuem um nível de dependência com o que está sendo correlacionado e é a base para a classificação das abelhas.

É importante lembrar que o número de abelhas em colônias que estão ativamente produzindo mel geralmente é menor que o número de abelhas rainhas totais do apiário. Como citado anteriormente, é comum a prática de troca de abelhas rainhas e, por isso, muitos produtores têm abelhas rainhas sendo criadas separadamente ou compram abelhas rainhas de produtores.

Assim, são realizadas duas correlações de Spearman, a primeira entre a produção de mel e as características morfológicas, onde é escolhida a característica que tenha maior valor de dependência como 1ª variável para ser utilizada como critério de ranqueamento. A segunda correlação de Spearman é feita entre a 1ª variável e as outras quatro características restantes,

para achar uma 2ª variável com dependência com a 1ª variável, ou seja, indiretamente dependente com a produção de mel (ver Figura 2 e Figura 3).

Como existe a possibilidade de que o número de abelhas rainhas de amostragem para correlação com a produção de mel seja menor que o número total de abelhas do apiário, os valores podem não ser tão precisos quanto se considerasse todas as abelhas. Assim, foi utilizada a 1ª variável, resultado da correlação com a produção de mel, para fazer a correlação de dependência uma segunda característica, 2ª variável, que considera todas as abelhas do apiário, aumentando a amostragem e conseqüentemente a precisão da correlação.

A princípio o aplicativo oferece apenas um tipo de ranqueamento realizado por desempate, onde a 1ª variante é utilizada para o ranqueamento e a 2ª variante é utilizada como critério de desempate. Um exemplo pode ser visto no ranqueamento abaixo, onde CASA é considerado critério principal para ranqueamento e o critério para desempate é o valor do LABD (ver Figura 9).

**Figura 9 – Principais valores do ranqueamento da lista de correlação positiva realizado pelo app BeeFarm.**

POSICÃO	ABELHA	CASA	LABD	PESO	LASA	CABD
01	241	1,945	0,859	-0,119	1,313	0,977
02	103	1,808	1,068	0,46	1,361	0,879
03	1	1,767	0,799	0,543	1,012	1,257
04	291	1,692	1,008	0,992	1,416	1,021
05	298	1,687	0,889	1,144	1,285	1,198
06	214	1,602	1,015	0,579	1,176	0,933
07	257	1,576	0,943	0,601	1,152	1,008
08	283	1,573	0,961	0,707	1,149	1,048
09	81	1,565	0,981	1,385	1,164	1,159
10	68	1,564	0,844	1,327	1,404	1,217
11	221	1,525	0,834	-0,113	0,933	0,977
12	215	1,524	0,769	-0,089	0,953	1,082
13	76	1,518	0,868	2,465	1,321	1,548
14	282	1,51	0,972	1,528	1,344	1,257
15	278	1,501	0,843	0,396	0,995	0,994

**Fonte: Autoria própria (2022).**

O ranqueamento é feito dessa maneira porque a 1ª variante é diretamente relacionada a produção de mel, enquanto a segunda variante é apenas indiretamente relacionada. É importante observar que alguns valores de peso estão negativos, sendo impossível na prática. Era necessário simular um conjunto de valores sem correlação e, quando utilizada a linguagem R, a simulação gera números aleatórios e por isso alguns valores são negativos. Como citado anteriormente, a validação do aplicativo é sobre testar o método Spearman e não precisa utilizar dados reais, uma vez que é um método estatístico, ou seja, um cálculo matemático.

Ainda é possível observar a situação de desempate na Figura 10, onde mostra uma parte do ranqueamento com correlação negativa. Nessa simulação, as duas variáveis escolhidas pelo aplicativo BeeFarm, onde a 1ª variável é o Peso e a 2ª variável é LASA, tem correlações negativas e, por isso, estão organizadas de forma decrescente. Nesse ranqueamento há empate nos valores de Peso nas abelhas ranqueadas na posição 45, 46 e 47 e é possível notar que os valores de LASA, considerada nessa simulação a 2ª Variável, realizam esse desempate.

**Figura 10 – Valores do ranqueamento da lista de correlação negativa realizada pelo app BeeFarm.**

POSICÃO	ABELHA	PESO	LASA	CASA	LAAB	CAAB
40	221	0,744	1,188	0,839	1,098	1,041
41	215	0,765	1,192	0,921	1,042	1,196
42	191	0,768	1,164	1,151	1,019	1,107
43	237	0,811	0,809	1,565	1,008	0,925
44	15	0,817	1,128	0,758	0,935	1,086
45	7	0,819	1,074	1,215	1,071	1,121
46	83	0,819	1,187	0,45	0,92	1,107
47	18	0,819	1,314	1,274	1,209	1,307
48	91	0,823	1,134	1,207	1,122	1,15
49	60	0,824	1,148	1,926	1,107	1,268
50	253	0,85	1,096	1,293	1,06	1,14
51	112	0,85	1,396	0,708	1,003	1,323
52	144	0,861	1,162	0,759	1,148	1,012
53	185	0,871	1,013	1,093	1,1	0,944
54	204	0,875	1,156	0,945	0,925	1,079

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Os valores de correlação negativos foram testados porque era necessário garantir que o software entenda que o valor negativo representa o valor inversamente proporcional, ou seja, que ele diminui enquanto o outro aumenta. Como observado nas figuras do ranqueamento, o BeeFarm consegue processar isso e organizar de forma adequada os valores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de mel está ganhando destaque no mercado nacional e internacional nas últimas duas décadas e o Brasil está se destacando pelo mel de alta qualidade e podendo se tornar um dos maiores produtores de mel mundial. Além disso, no Nordeste do país onde a produção rural é escassa devido ao clima semiárido, a apicultura está se mostrando promissora e tendo alto impacto social especialmente na produção de mel de alta qualidade. Mesmo assim, vários fatores limitam um desenvolvimento no mercado produtor de mel, como o baixo acesso à tecnologia especializada e assistência técnica, bem como a dificuldade de coleta de dados para centros de pesquisa.

Assim, foi desenvolvido o aplicativo BeeFarm, que tem como proposta principal oferecer a possibilidade de ranqueamento das abelhas rainhas por meio da correlação estatística da produção de mel e de características morfométricas dos animais, além de oferecer o módulo de gestão de apiário. O aplicativo também coleta, registra e gerencia todas as principais informações para cada uma das colônias, possibilitando sua consulta a qualquer momento, apesar de esse não ser o objetivo principal dele.

Portanto, o desenvolvimento do aplicativo BeeFarm se mostra promissor diante aos desafios que os pequenos apicultores passam, além de possibilitar uma parceria entre centros de pesquisas e apicultores de forma facilitada, uma vez que registrar e retirar os dados do aplicativo pode ser feito de forma simples e rápida.

Ainda assim, essa é a primeira versão do aplicativo. Existem várias atualizações que podem ser feitas para melhorar o desempenho do ranqueamento, como a combinação das duas variantes escolhidas, parcerias com grupos de pesquisa para coleta de dados e o desenvolvimento de um modelo de aprendizagem de máquinas para automatizar a seleção de rainhas.

## REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, F. J. J. e. a. **Sistema de interconexão de equipamentos eletro/eletrônicos para zootecnia de precisão**. 2003.
- BANHAZI, T. M.; BLACK, J. L. Precision livestock farming: a suite of electronic systems to ensure the application of best practice management on livestock farms. **Australian Journal of Multi-disciplinary Engineering**, v. 7, n. 1, p. 1–14, 2009.
- BERCKMANS, D. Automatic on-line monitoring of animals by precision livestock farming. **Livestock production and society**, v. 287, 2006.
- BERCKMANS, D.; BOCQUIER, F. Precision livestock farming. **Comput. Electron. Agric**, v. 62, n. 1, 2008.
- BLAKE, C. G.; SALEH, S. D. A model of entrepreneurial venture performance. **Journal of Small Business & Entrepreneurship**, v. 9, n. 4, p. 19–26, 1992.
- BOLFE, É. L. *et al.* Precision and digital agriculture: adoption of technologies and perception of brazilian farmers. **Agriculture**, v. 10, n. 12, p. 653, 2020.
- BRACKE, M. B. M.; GREEF, K. H. D.; HOPSTER, H. Qualitative stakeholder analysis for the development of sustainable monitoring systems for farm animal welfare. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 18, n. 1, p. 27–56, 2005.
- BRANDEBURGO, M. A. M.; GONÇALVES, L. S.; LOBO, R. B. Heritability estimates of biological and behavioral traits of apis mellifera bee colonies. **Ciência e cultura**, v. 41, n. 5, p. 496–499, 1989.
- CAMPOS, J. C. P. **Melhoramento genético aplicado a produção animal**. [S.l.]: FEPMVZ Editora., 2008. 617 p.
- CARLSSON, B. e. a. Sistemas de inovação: questões analíticas e metodológicas. **Política de pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 233–245, 2002.
- CERTO, S. C.; PETER, P. J. **Administração Estratégica: planejamento e Implantação da Estratégia**. [S.l.]: Pearson Universidades, 1993.
- COCARO, H.; JESUS, J. C. d. S. A agroinformática em empresas rurais: Algumas tendências. 2008-07, n. 1349-2016-106829, p. 22, 2008. Disponível em: <http://ageconsearch.umn.edu/record/102898>.
- COLLINS, A. *et al.* Heritabilities and correlations for several characters in the honey bee. **J. Hered.**, v. 75, 03 1984.
- COLLINS, A. M. Quantitative genetics. **Bee genetics and breeding**, Academic Press, Orlando, v. 283, p. 304, 1986.
- COSTA, F. M. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para o peso e medidas morfométricas em rainhas Apis mellifera africanizadas**. 2005. 39 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade estadual de Maringá, Maringá, 2005.
- COSTA-MAIA, F. M. **Aspectos genéticos da produção de mel e comportamento higiênico em abelhas Apis mellifera africanizadas**. 2009. 77 p. Tese (Doutorado) — Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

- COSTA-MAIA, F. M. *et al.* Estimates of covariance components for hygienic behavior in africanized honeybees (*apis mellifera*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, SciELO Brasil, v. 40, p. 1909–1916, 2011.
- CRUZ, C. D. Programa genes: Aplicativo computacional em estatística aplicada à genética (genes - software for experimental statistics in genetics). **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, 03 1998.
- CUNHA, J. G. C. Melhoramento de abelhas e produção de rainhas. **CONGRESSO NACIONAL DE APICULTURA**, p. 185–187, 2002.
- DADE, H. **Anatomy and Dissection of the Honeybee**. [S.l.]: International Bee Research Association, 2009. ISBN 9780860982142.
- DUAY, P. R. A troca de abelhas rainhas e sua implicação com a produtividade. **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, 1996.
- EIGENBERG, R.; BROWN-BRANDL, T.; NIENABER, J. Sensors for dynamic physiological measurements. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 62, n. 1, p. 41–47, 2008. ISSN 0168-1699. Precision Livestock Farming (PLF). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169907001871>.
- ENGEL, P. Facilitating innovation: an action-oriented approach and participatory methodology to improve innovative social practice in agriculture. **Prof.dr.ir. N.G. Röling, prof.dr.ir. J.L. Simons (supervisors). Wageningen Agricultural University, The Netherlands (1995) 300 pp.**, 01 1995.
- ERADUS, W. J.; JANSEN, M. B. Animal identification and monitoring. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 24, n. 1, p. 91–98, 1999. ISSN 0168-1699. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169999000393>.
- FAHRENHOLZ, L.; LAMPRECHT, I.; SCHRICKER, B. Thermal investigations of a honey bee colony: thermoregulation of the hive during summer and winter and heat production of members of different bee castes. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 159, p. 551–560, 09 1989.
- FALCONER, D. **Introdução à genética quantitativa**. [S.l.]: UFV, 1987.
- FAQUINELLO, P. **Avaliação genética em abelhas *Apis mellifera* africanizadas para produção de geléia real**. 2007. 54 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.
- GOLYNSKI, A. **Avaliação da Viabilidade Econômica e Nível Tecnológico da Apicultura no Estado do Rio De Janeiro**. 2009.
- HALL, A. e. a. Da medição do impacto à aprendizagem das lições institucionais: uma perspectiva dos sistemas de inovação na melhoria da gestão da pesquisa agrícola internacional. **Sistemas agrícolas**, v. 78, n. 2, p. 213–241, 2003.
- INAMASU, R. *et al.* **Agricultura de Precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro**. [S.l.: s.n.], 2011. 14 - 26 p. ISBN 978-85-86463-31-0.
- JAMOVI. **Jamovi (versão 1,6) [Software]**. 2009. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- JONG, D. D. Africanized honey bees in brazil, forty years of adaptation and success. **Bee World**, v. 77, p. 67–70, 04 1996.

- KAHYA, Y.; GENÇER, H. V.; WOYKE, J. Weight at emergence of honey bee (*apis mellifera caucasica*) queens and its effect on live weights at the pre and post mating periods. **Journal of Apicultural Research**, v. 47, p. 118–125, 01 2008.
- KERR, W. E. Progresso na genética de insetos. **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, p. 264–277, 1994.
- KLERKX, L.; MIERLO, B. V.; LEEUWIS, C. **Evolução das abordagens sistêmicas à inovação agrícola: conceitos, análises e intervenções**. [S.l.]: Springer, 2012. 457–483 p. (Pesquisa de sistemas agrícolas no século 21: a nova dinâmica.).
- KNICKEL, K. *et al.* Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: From linear models to systemic approaches. **Journal of agricultural education and extension** **15 (2009) 2**, v. 15, 06 2009.
- KOSTARELOU-DAMIANIDOU, M. *et al.* Brood and honey production of honey bee colonies requeened at various frequencies. **Journal of Apicultural Research**, v. 34, p. 9–14, 01 1995.
- LIMA, C. C. D.; PARTELI, L. F.; LOOSE, C. E. O empreendedorismo rural e a agroindústria familiar na gestão da atividade agropecuária em rondônia. **REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE-RAC (CNEC)**, v. 14, n. 27, 2015.
- MEIKLE, W. G.; HOLST, N. **Aplicativo de monitoramento contínuo de colônias de abelhas**. 2015.
- MEYNARD, J. M.; CASABIANCA, F. **Agricultural systems and the innovation process**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2012. 17–26 p. (New trends for innovation in the Mediterranean animal production). ISBN 978-90-8686-726-4. Disponível em: [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-726-4\\_1](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-726-4_1).
- MOURO, G.; TOLEDO, V. Arnaut de. Evaluation of *apis mellifera carniolan* and africanized honey bees in royal jelly production. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 469–476, 08 2004.
- MUCARI, T. B.; OLIVEIRA, J. A. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1604–1613, 2003.
- OLIVEIRA, D. P. **Estratégia empresarial: uma abordagem empreendedora**. [S.l.]: Atlas, 1991. ISBN 9788522407231.
- PAGE, R. E.; LAIDLAW, H. H. Honey bee genetics and breeding. In: \_\_\_\_\_. **The hive and the honey bee**. Illinois: Dadant and Sons, 2012. p. 253–267.
- PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 13, p. 558–568, 06 2012.
- PEGORARO, A.; MARQUES, E. N.; CHAVES-NETO, A. Renovação de rainha *apis mellifera scutellata*. **SIMPÓSIO PARANAENSE DE APICULTURA**, v. 32, p. 73–79, 1997.
- PETERSEN, B. *et al.* Computerised food safety monitoring in animal production. **Livestock Production Science**, v. 76, p. 207–213, 09 2002.
- PLOEG, J. D. v. d.; MARSDEN, T. *et al.* Unfolding webs: the dynamics of regional rural development. **Assen, the Netherlands: Van Gorcum**, v. 262, 2008.



- POVH, J. *et al.* Monitoreo genético en programas de repoblamiento de peces mediante marcadores moleculares. **Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura**, ISSN 0718-1620, Vol. 35, Nº. 1, 2008, pags. 5-15, v. 35, p. 5–15, 10 2007.
- RINDERER, T. E. Measuring the heritability of characters of honeybees. **Journal of Apicultural Research**, Taylor & Francis, v. 16, n. 2, p. 95–98, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00218839.1977.11099867>.
- RINDERER, T. E. (Ed.). **Bee Genetics and Breeding**. Academic Press, 1986. 426 p. ISBN 978-0-12-588920-9. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780125889209500224>.
- RÖLING, N. The emergence of knowledge systems thinking: A changing perception of relationships among innovation, knowledge process and configuration. **Knowledge and Policy**, v. 5, p. 42–64, 1992.
- SEABRA-FILHO, J. R. Geleia real. **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, p. 117–119, 1996.
- SEELEY, T.; BUHRMAN, S. Group decision making in swarms of honey bees. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 45, p. 19–31, 01 1999.
- SEREIA, V.; NOGUEIRA, J.; CAMARA, M. R. As exportações paranaenses e a competitividade do complexo agroindustrial. 01 2015.
- SILVA, I. J. D. O. **Contribuições à zootecnia de precisão na produção industrial de aves e suínos no brasil**. 2007.
- SILVA, I. J. O. **Zootecnia de Precisão e Ambiência, as novidades da atividade**. 1998. 15 p.
- SILVA, I. J. O.; NAAS, I. A. **Zootecnia de Precisão: um novo conceito e um desafio para a ambiência na engenharia agrícola**. 1998. 6 p.
- SILVA, M.; NETO, J. L.; RIBEIRO, N. Correlação de parâmetros biométricos e produtivos em colônias de melipona scutellaris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v. 72, n. 2, p. 637–640, 2020.
- SOARES, A. E. E.; ALMEIDA, R.; BEZERRA-LAURE, M. A. Avanços no melhoramento genético e na inseminação instrumental em apis mellifera. **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, p. 59–61, 1996.
- SOARES, D. M. A. e. a. O planejamento estratégico na apicultura: uma contribuição para a sustentabilidade. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 26–30, 2016.
- SPEARMAN, C. The proof and measurement of association between two things. Appleton-Century-Crofts, 1961.
- TARPY, D.; JR, P. No behavioral control over mating frequency in queen honey bees ( apis mellifera L.): Implications for the evolution of extreme polyandry. **The American naturalist**, v. 155, p. 820–827, 07 2000.
- THOMPSON, H. M.; BROWN, M. The role of the national bee unit in controlling statutory bee diseases. **Bee World**, Taylor & Francis, v. 80, n. 3, p. 132–139, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0005772X.1999.11099442>.
- TOLEDO-FILHO, S. A. e. a. Projeto de bancos genéticos na piscicultura brasileira. **Cadernos de Ictiogenética**, v. 5, 1999.

TORNATZKY, L.; FLEISCHER, M. **O processo de inovação tecnológica.** [S.l.]: Lexington Books, 1990.

UZUNOV, A. *et al.* **EurBeST BOOK OF METHODS COMMERCIAL BEEKEEPERS.** [S.l.]: EURBEST project (AGRI-2017-0346), 2021.

VIDAL, M. F. Evolução da produção de mel na área de atuação do bnb. **Caderno Setorial ETENE.**, n. 62, 2019.

VIDAL, M. F. Mel natural: Cenário mundial e situação da produção na área de atuação do bnb. **Caderno Setorial ETENE.**, n. 157, 2021.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha.** [S.l.]: FUNPEC, 2003.

ZACEPINS, A. Application of bee hive temperature measurements for recognition of bee colony state. **Applied Information and Communication Technologies**, p. 216–221, 01 2012.

ZACEPINS, A.; STALIDZANS, E. Information processing for remote recognition of the state of bee colonies and apiaries in precision beekeeping (apiculture). **Biosystems and Information Technology**, v. 2, p. 6–10, 05 2013.

ZOGOVIĆ, N.; MLADENOVIC, M.; RASIĆ, S. Da apicultura primitiva à ciberfísica. **7ª Conferência Internacional sobre Sociedade e Tecnologia da Informação**, 2017.

**APÊNDICE A – Lista de conjunto de valores sem correlação para  
validação do beefarm**

ABELHA	MEL	PESO	LASA	CASA	LABD	CABD
1	13,322	2,528	2,004	2,781	1,221	2,633
2	15,769	2,879	2,973	2,660	1,682	2,504
3	14,432	1,748	2,124	2,941	2,866	2,362
4	14,419	1,961	2,151	1,516	2,120	1,869
5	13,871	1,277	1,788	1,450	2,372	1,037
6	15,701	1,239	1,847	2,419	2,834	2,666
7	17,712	1,223	2,978	1,096	2,481	1,174
8	16,835	2,882	2,067	1,617	1,955	2,550
9	13,419	2,879	1,259	2,842	1,528	1,627
10	15,467	2,489	2,921	2,599	2,791	1,123
11	16,686	1,619	1,478	2,727	2,629	2,712
12	13,078	2,916	1,185	2,521	1,685	2,915
13	16,682	2,486	2,714	1,874	2,662	2,420
14	12,576	1,047	1,959	2,051	1,881	2,193
15	12,810	2,221	2,506	2,367	1,124	2,174
16	17,943	1,649	2,164	2,895	2,572	1,590
17	14,777	2,924	2,530	1,608	2,838	2,003
18	12,246	1,578	2,859	2,795	1,474	1,159
19	16,861	1,333	2,999	1,553	2,954	1,690
20	15,941	2,474	2,119	1,265	2,974	2,218
21	13,517	1,009	2,297	2,241	1,754	1,917
22	17,026	2,839	2,908	2,581	2,918	1,637
23	14,810	1,455	1,086	1,759	2,930	1,183
24	14,624	1,438	1,673	2,358	1,045	1,318
25	15,725	1,026	1,230	1,709	2,394	1,468
26	14,676	1,384	1,503	2,236	2,505	2,251
27	17,781	1,118	1,435	2,379	1,359	2,667
28	13,355	1,538	1,601	1,146	2,218	1,316
29	15,046	2,562	2,750	1,858	1,502	2,482
30	17,754	2,342	1,813	1,995	1,948	1,893
31	17,484	1,116	2,285	2,346	1,109	2,748
32	13,632	2,006	1,450	2,447	1,796	1,651
33	12,351	1,506	2,202	2,222	1,374	2,064
34	14,492	1,769	2,788	2,767	2,053	2,872
35	16,831	2,777	1,420	2,949	2,188	2,191
36	13,998	1,564	1,661	2,510	1,586	1,004
37	13,991	1,361	2,232	1,722	2,932	1,140
38	14,071	2,755	2,396	1,993	2,449	1,297
39	16,181	2,623	1,342	1,068	2,516	2,187
40	16,117	2,153	2,678	1,748	1,732	1,753
41	13,512	2,008	1,341	1,790	2,442	1,301
42	12,320	2,093	1,577	2,167	1,589	1,259
43	13,988	1,488	2,610	1,633	2,696	2,365
44	17,711	2,203	1,408	1,783	1,487	1,990
45	14,680	2,662	1,438	2,152	1,960	1,749
46	13,198	2,593	2,882	1,755	2,410	1,662
47	17,585	1,553	2,430	1,327	1,164	1,119
48	15,926	1,257	2,259	1,756	1,856	2,585
49	12,109	2,651	1,392	1,439	2,935	1,628

50	14,090	1,973	1,171	1,372	1,204	2,496
51	14,856	2,590	1,177	1,732	1,648	1,384
52	12,668	2,421	2,375	1,155	1,902	2,643
53	12,437	2,426	1,325	2,601	2,935	1,638
54	12,762	1,492	2,453	2,776	2,059	2,871
55	12,112	2,882	2,239	2,534	2,406	1,754
56	13,532	1,947	1,202	1,903	1,869	2,983
57	15,773	2,323	2,696	2,860	2,815	2,348
58	14,452	2,539	2,170	1,655	1,770	2,849
59	17,487	1,475	1,629	2,418	2,712	1,116
60	16,598	2,079	1,841	2,571	1,974	2,076
61	14,603	1,507	2,676	2,271	2,563	1,535
62	12,693	2,497	2,013	1,264	1,775	2,655
63	17,979	2,818	1,975	1,950	1,359	1,954
64	17,490	2,720	2,384	1,221	1,457	1,415
65	12,879	1,688	2,844	2,785	1,976	2,623
66	12,056	2,828	2,635	2,831	1,809	2,114
67	17,753	1,714	2,772	1,742	2,421	2,974
68	17,727	2,794	2,185	2,866	2,769	1,359
69	14,013	1,288	2,045	2,399	1,902	1,921
70	14,403	1,139	2,516	1,355	2,097	1,008
71	12,577	2,783	1,440	2,074	2,195	1,050
72	17,922	2,362	2,450	1,159	1,800	1,337
73	17,162	1,487	2,084	2,414	2,871	2,861
74	12,662	2,139	2,050	1,498	2,307	1,995
75	17,479	1,878	1,406	2,059	1,705	1,566
76	13,237	1,962	1,656	2,549	2,968	1,980
77	12,397	2,840	1,262	1,409	2,339	1,697
78	14,248	2,938	2,222	2,714	1,226	1,345
79	13,782	1,239	1,464	2,273	1,899	2,206
80	17,563	2,447	2,382	2,105	2,901	1,461
81	16,387	2,931	1,025	2,437	1,306	1,329
82	17,413	2,068	2,368	2,692	2,747	1,618
83	16,185	1,432	1,606	2,867	1,773	2,474
84	16,754	2,848	2,304	1,153	2,545	2,623
85	17,054	1,392	2,990	2,141	1,081	2,868
86	15,313	1,260	2,130	2,078	2,001	1,097
87	17,423	2,811	1,882	2,148	2,996	2,408
88	12,005	2,662	2,163	1,824	2,597	2,687
89	17,558	1,937	2,917	1,009	1,671	2,101
90	16,643	2,637	1,092	2,036	2,411	2,975
91	13,788	1,529	2,658	2,957	1,829	1,081
92	12,626	1,586	2,652	2,371	1,963	1,257
93	14,535	1,795	1,900	2,637	1,488	2,322
94	13,657	2,805	2,056	1,873	1,744	1,772
95	16,881	1,666	2,555	2,779	1,377	1,991
96	15,953	2,895	1,629	1,723	2,441	1,780
97	14,573	1,548	1,189	2,431	2,079	1,628
98	12,941	2,105	1,687	1,290	1,687	2,698
99	14,919	2,547	1,788	2,039	2,486	1,476

100	14,911	1,496	2,211	2,918	1,088	2,695
101	14,580	2,724	1,295	1,264	2,005	2,297
102	14,422	2,604	1,663	1,463	1,911	1,369
103	17,379	1,318	2,928	1,012	2,349	1,354
104	15,808	1,930	2,264	2,369	2,368	2,794
105	17,714	1,483	2,829	2,345	2,907	2,863
106	17,725	2,544	1,227	1,084	2,501	2,859
107	16,072	2,302	1,363	1,996	1,150	1,812
108	15,961	1,489	1,648	2,606	2,782	2,590
109	16,969	1,011	2,245	2,435	1,462	1,061
110	16,125	1,756	1,110	1,488	2,512	2,685
111	17,434	2,902	2,961	2,731	2,453	1,364
112	16,614	1,323	1,549	1,312	2,815	1,818
113	16,990	2,218	1,614	2,592	1,082	1,599
114	17,495	1,922	2,509	1,815	1,491	2,845
115	17,913	2,625	1,934	1,422	2,277	1,312
116	14,858	2,996	1,937	2,470	2,969	2,866
117	16,284	2,035	1,742	1,057	1,403	2,553
118	12,824	1,829	1,570	1,994	2,747	1,941
119	15,565	1,228	2,564	1,612	2,815	2,765
120	13,161	1,800	1,404	2,040	1,783	2,107
121	17,465	2,561	2,553	1,112	1,452	2,804
122	16,540	2,005	1,586	1,511	1,233	2,982
123	17,871	1,916	1,361	1,974	1,152	1,089
124	16,647	2,192	1,563	1,003	1,600	2,222
125	16,570	2,805	2,747	1,140	1,848	1,447
126	17,059	1,115	2,206	1,368	2,986	1,052
127	13,946	2,250	2,591	2,473	1,600	2,720
128	12,198	2,202	1,680	1,848	1,258	1,166
129	14,775	1,731	1,980	2,889	1,639	2,509
130	17,902	1,816	2,076	1,513	2,572	2,544
131	14,850	2,499	1,826	2,432	2,065	2,279
132	14,168	2,192	1,577	1,488	2,709	2,932
133	14,003	1,442	2,049	1,617	2,339	2,054
134	16,034	1,760	1,436	1,181	1,499	2,730
135	17,761	1,430	1,038	2,772	2,372	2,191
136	15,337	1,769	2,740	1,373	1,806	2,971
137	17,175	2,678	2,479	2,945	1,565	2,489
138	14,768	2,940	2,637	1,805	1,738	2,063
139	15,540	1,006	2,232	1,104	1,261	2,245
140	12,639	1,181	1,606	1,467	1,738	2,954
141	15,909	2,106	2,198	2,818	1,695	1,345
142	15,408	2,365	1,964	1,079	2,937	1,414
143	13,605	2,325	2,495	2,614	2,409	2,629
144	14,782	2,984	2,847	2,122	1,624	1,465
145	16,340	1,822	1,232	2,097	1,741	2,594
146	15,776	1,250	1,897	1,653	2,333	1,583
147	14,192	1,150	1,149	1,931	1,718	2,930
148	12,522	2,804	1,522	1,092	1,705	2,981
149	12,756	1,393	1,860	1,894	2,639	1,798

150	13,920	1,647	1,159	2,824	1,512	2,256
151	15,573	2,197	2,031	1,411	1,638	1,326
152	14,638	2,210	1,401	1,489	2,224	2,869
153	17,166	1,990	2,497	1,730	2,645	1,032
154	13,570	2,790	1,452	1,505	2,465	2,070
155	16,266	1,103	1,032	1,793	1,503	1,918
156	17,320	1,193	2,093	2,632	2,127	2,706
157	13,347	2,660	2,015	2,835	2,610	1,143
158	16,324	2,046	2,709	1,847	2,962	2,367
159	17,548	1,799	1,945	1,342	2,028	1,001
160	17,872	1,032	1,803	1,192	1,490	2,414
161	16,201	1,033	1,660	2,123	2,099	2,443
162	12,184	1,495	1,812	2,674	2,762	2,015
163	14,398	2,306	1,368	2,909	1,776	1,765
164	13,870	2,524	2,047	1,697	1,001	2,818
165	12,347	2,475	1,508	2,399	1,686	1,251
166	14,115	1,067	2,357	1,837	2,477	1,175
167	13,135	1,938	1,896	1,561	2,013	1,473
168	13,245	2,811	2,406	1,870	2,048	2,062
169	16,065	1,939	1,608	2,148	2,090	2,261
170	14,217	1,774	2,674	2,055	2,521	2,902
171	12,603	1,875	2,779	1,950	2,530	2,652
172	16,851	2,904	2,395	2,234	2,886	2,859
173	13,631	1,376	2,530	1,803	2,292	2,442
174	17,724	1,711	2,903	1,720	1,120	2,796
175	13,640	2,221	2,348	2,984	2,293	1,022
176	15,585	1,800	1,977	1,011	1,069	2,978
177	15,624	2,283	1,830	1,209	2,322	2,541
178	14,433	1,156	1,309	1,456	2,709	1,220
179	16,984	2,172	1,415	2,089	2,219	1,536
180	17,397	1,607	1,025	2,591	2,004	1,742
181	12,324	2,444	2,466	1,978	1,537	1,731
182	16,942	2,401	2,752	2,931	1,674	2,910
183	14,438	2,115	2,497	1,558	2,020	2,598
184	15,013	2,027	2,490	2,452	1,604	2,923
185	14,296	1,065	2,547	2,333	2,229	1,828
186	12,896	2,916	2,908	1,228	1,398	1,987
187	13,855	2,246	1,372	2,699	2,548	2,363
188	12,284	2,173	2,158	2,636	2,034	1,038
189	16,334	2,897	2,115	1,791	2,711	2,217
190	12,142	2,220	2,379	2,648	2,214	2,302
191	14,121	2,636	2,432	2,948	2,820	1,297
192	12,451	2,676	1,399	2,843	1,855	2,299
193	14,233	1,383	2,021	2,634	2,972	2,910
194	12,816	1,101	2,198	1,940	2,961	2,045
195	16,192	2,892	1,190	1,182	1,532	2,835
196	17,801	1,559	1,943	2,333	2,690	1,142
197	17,325	1,545	2,685	2,681	1,295	1,770
198	14,970	2,675	1,995	1,119	1,597	1,671
199	12,254	2,586	2,216	2,027	1,552	1,226

200	17,901	2,425	2,410	1,932	2,901	1,250
201	16,561	1,348	1,773	2,112	2,078	2,466
202	14,366	1,645	2,139	1,842	1,777	2,181
203	14,818	2,611	2,306	2,478	1,999	2,654
204	15,335	1,650	2,044	1,246	1,861	2,603
205	14,070	2,937	1,610	2,397	2,536	2,774
206	16,739	1,934	2,994	2,756	2,197	1,567
207	15,905	1,488	1,388	2,232	1,486	1,637
208	16,685	2,867	1,678	2,122	2,227	1,330
209	17,147	1,255	2,614	1,977	2,755	1,566
210	15,548	2,430	1,794	1,479	1,791	1,854
211	12,448	1,769	2,237	2,405	2,633	2,599
212	15,973	2,878	1,362	1,119	2,243	2,225
213	12,150	1,675	1,377	2,598	1,875	2,302
214	17,753	2,323	1,739	1,748	2,725	2,063
215	17,468	2,219	2,995	1,446	1,121	1,280
216	13,637	2,352	1,897	1,683	1,991	1,340
217	17,530	2,611	1,638	1,764	1,452	1,597
218	16,605	1,703	2,903	1,300	1,073	1,742
219	14,452	2,689	1,624	1,396	2,414	2,806
220	16,028	1,191	2,565	2,804	2,928	2,324
221	16,753	2,623	1,039	2,456	1,407	1,655
222	15,571	1,787	1,907	2,400	1,808	2,411
223	15,590	1,886	1,366	1,335	2,058	1,072
224	13,414	1,708	2,922	2,283	1,828	2,455
225	15,470	2,683	1,575	2,986	1,209	2,248
226	12,642	1,583	2,779	1,675	1,937	2,483
227	15,410	2,289	2,977	2,341	2,783	1,611
228	15,556	1,388	1,295	1,943	1,748	1,795
229	15,776	1,232	1,955	1,460	2,168	1,416
230	16,463	2,295	1,326	2,623	1,374	2,964
231	12,907	1,821	1,091	2,446	2,948	2,415
232	12,615	2,623	1,510	1,983	1,548	2,864
233	12,461	2,836	2,619	1,310	1,387	2,603
234	17,198	1,789	1,273	1,570	2,917	1,707
235	17,175	2,077	1,213	2,413	1,392	1,146
236	16,349	2,797	2,634	1,971	2,766	1,829
237	12,147	1,716	2,595	2,369	1,776	1,086
238	13,023	2,583	1,917	2,973	1,627	2,189
239	16,470	2,771	1,445	1,222	1,941	1,444
240	17,029	2,271	1,009	1,367	2,081	1,551
241	17,128	1,875	1,273	1,457	2,178	2,585
242	16,231	1,659	1,641	1,184	2,961	1,781
243	14,158	1,426	2,715	2,523	1,919	2,622
244	17,470	1,545	2,879	1,898	1,346	2,901
245	13,387	2,149	1,123	1,307	1,900	2,968
246	14,906	1,026	1,773	1,649	2,489	1,990
247	12,054	2,039	1,726	2,545	1,266	2,560
248	15,988	2,412	1,924	2,755	1,248	2,234
249	14,874	2,932	1,550	1,890	1,513	1,892



250	14,704	1,499	2,549	1,537	1,298	2,000
251	14,225	1,383	2,188	2,822	1,310	2,846
252	12,696	1,199	2,997	2,079	2,914	1,465
253	15,958	1,031	2,607	2,697	1,358	2,366
254	15,124	1,707	2,378	1,954	1,674	1,137
255	15,108	1,466	1,033	1,659	2,938	2,803
256	16,686	2,760	1,572	1,870	1,988	1,646
257	13,356	1,240	1,763	2,788	2,554	1,827
258	16,877	2,968	2,644	2,419	1,280	2,937
259	15,295	1,661	2,846	2,841	1,871	2,125
260	14,158	1,937	2,467	1,241	1,970	2,373
261	15,387	2,117	2,094	1,076	1,860	2,254
262	13,930	2,778	2,895	1,022	2,132	2,686
263	12,652	2,323	1,930	1,785	1,138	2,143
264	15,083	1,172	2,229	2,103	1,207	2,893
265	17,350	2,178	2,968	1,340	1,406	2,233
266	14,176	1,477	1,788	2,245	1,380	2,895
267	12,297	1,824	2,330	2,365	2,060	2,605
268	13,389	1,276	1,208	1,917	2,545	2,664
269	16,571	2,204	2,415	1,130	2,106	2,922
270	14,542	2,938	1,688	1,755	2,663	1,313
271	17,290	2,837	1,171	2,319	1,469	1,499
272	17,817	1,991	2,515	2,086	2,050	2,613
273	17,466	1,626	1,736	1,884	1,013	1,929
274	14,577	2,736	2,954	1,024	1,254	1,699
275	15,232	2,557	2,790	2,845	2,403	2,481
276	12,328	2,239	2,458	2,746	2,985	1,471
277	12,487	2,276	2,705	2,315	2,040	2,712
278	17,877	2,704	1,215	1,004	1,185	1,417
279	15,377	2,759	1,362	1,539	1,166	2,260
280	14,253	2,042	2,384	2,063	2,114	2,104
281	16,397	2,978	2,116	1,554	2,106	2,723
282	12,850	1,584	1,228	1,702	2,327	2,963
283	15,861	2,602	1,887	2,790	2,437	1,470
284	12,231	2,070	2,071	1,916	2,410	2,591
285	14,881	2,049	2,364	2,685	2,474	2,856
286	14,762	1,880	1,492	1,809	2,084	2,168
287	15,229	1,713	2,884	2,255	1,099	2,927
288	16,578	2,589	1,971	1,966	2,765	2,705
289	15,864	1,661	1,382	2,826	1,616	2,578
290	16,671	1,772	1,157	1,088	1,043	1,738
291	13,627	2,807	2,149	1,053	2,224	1,606
292	13,618	1,732	1,237	2,349	1,327	1,351
293	16,135	1,219	2,552	1,747	2,411	1,301
294	16,655	2,640	1,282	2,675	2,713	1,661
295	15,443	2,694	1,955	2,116	1,797	2,658
296	15,495	2,793	2,462	2,465	2,245	2,866
297	14,778	2,423	1,386	2,415	1,014	2,770
298	17,070	2,155	1,288	1,109	1,339	1,101
299	17,592	2,112	2,548	2,753	1,676	1,236

300	16,289	2,089	2,670	2,772	2,724	2,308
-----	--------	-------	-------	-------	-------	-------

**APÊNDICE B – Lista de conjunto de valores com correlação positiva para  
validação do beefarm**

ABELHA	MEL	PESO	LASA	CASA	LABD	CABD
1	20,462	0,543	1,012	1,767	0,799	1,257
2	13,953	0,238	0,806	0,997	0,903	0,721
3	15,274	1,165	0,858	0,858	0,993	0,933
4	14,073	0,882	1,003	1,107	1,075	0,76
5	18,055	1,067	0,985	1,251	0,806	1,213
6	14,308	-0,165	0,673	0,937	1,04	0,534
7	15,712	0,127	0,878	1,276	1,124	0,67
8	14,297	3,128	1,087	0,751	1,022	1,319
9	16,144	0,833	0,634	0,939	0,789	1,051
10	13,86	2,05	1,127	1,056	1,125	0,988
11	13,215	2,828	1,008	0,57	1,072	1,155
12	13,756	1,497	1,082	0,954	1,056	0,905
13	15,277	1,6	0,9	1,017	0,912	1,076
14	11,787	1,306	1,181	0,809	1,147	0,651
15	13,815	1,385	1,032	0,916	1,105	0,86
16	13,699	2,058	1,212	1,078	1,057	1,006
17	16,196	2,064	1,117	1,149	0,897	1,262
18	14,508	0,105	0,747	1,053	1,142	0,554
19	11,205	1,852	1,102	0,884	1,252	0,688
20	16,104	0,484	1,208	1,318	1,036	0,817
21	16,149	1,409	0,638	0,847	0,891	1,133
22	10,217	1,644	0,941	0,508	1,175	0,624
23	16,189	1,674	1,385	1,448	0,932	1,134
24	12,394	3,472	1,015	0,503	1,117	1,205
25	12,747	1,421	0,95	0,864	1,073	0,818
26	13,954	2,127	1,004	0,783	1,019	1,049
27	16,589	0,649	0,925	1,211	0,917	0,969
28	17,03	1,516	1,009	1,13	0,893	1,204
29	11,523	2,275	1,183	0,719	1,144	0,89
30	14,712	1,018	1,327	1,249	1,138	0,804
31	14,707	2,322	1,161	0,709	1,102	1,069
32	19,707	1,939	1,338	1,408	0,949	1,432
33	19,424	0,538	0,946	1,392	0,81	1,188
34	13	2,002	1,078	0,626	0,922	1,009
35	15,211	1,776	1,046	0,935	0,883	1,137
36	16,703	1,592	1,329	1,354	1,005	1,117
37	15,507	1,249	0,531	0,681	0,999	0,958
38	15,849	0,895	1,117	1,305	1,009	0,903
39	11,757	0,63	0,819	0,738	1,104	0,495
40	15,627	2,715	1,07	0,919	0,892	1,378
41	15,215	1,673	0,939	0,877	1,14	0,977
42	16,121	1,215	1,225	1,16	0,944	1,022
43	15,754	1,923	0,916	1,058	1,016	1,157
44	13,345	2,02	1,141	0,938	1,125	0,95
45	15,545	2,495	1,308	1,131	0,878	1,327
46	14,798	1,327	1,086	1,057	1,068	0,909
47	15,921	1,249	0,801	1,049	0,963	1,049
48	14,359	1,861	0,968	1,008	1,087	0,99
49	12,03	0,974	0,772	0,85	1,109	0,631

50	15,66	0,962	1,208	1,447	1,074	0,907
51	16,279	2,36	1,246	1,092	1,011	1,274
52	16,59	1,824	1,091	1,074	0,919	1,227
53	12,015	1,764	0,796	0,69	1,03	0,853
54	17,076	1,227	0,879	1,216	0,893	1,134
55	12,981	2,25	1,002	0,711	1,09	0,978
56	15,731	2,376	1,224	1,207	0,905	1,294
57	15,715	2,383	0,695	0,725	0,993	1,288
58	14,482	1,527	1,247	1,233	1,114	0,946
59	18,357	1,128	1,052	1,348	0,895	1,182
60	18,202	2,054	1,187	1,278	0,876	1,425
61	14,257	2,129	1,155	0,898	1,029	1,062
62	11,148	1,231	0,732	0,551	1,063	0,636
63	18,498	0,229	0,891	1,481	0,761	1,062
64	13,749	2,164	1,084	0,814	1,063	1,011
65	15,889	1,654	0,872	0,926	0,922	1,142
66	15,853	0,916	0,824	1,181	1,048	0,884
67	13,955	1,962	1,115	0,857	1,086	0,985
68	17,44	1,327	1,404	1,564	0,844	1,217
69	12,205	2,335	0,993	0,695	1,112	0,949
70	16,583	0,683	0,899	0,995	0,786	1,009
71	15,293	1,706	1,1	1,025	1,087	1,024
72	12,85	1,49	0,57	0,263	0,995	0,832
73	13,003	3,336	1,279	0,814	1,163	1,209
74	13,43	1,269	1,276	1,189	1,094	0,805
75	12,667	1,824	0,91	0,573	1,051	0,862
76	18,371	2,465	1,321	1,518	0,868	1,548
77	17,359	-0,172	0,817	1,346	0,985	0,789
78	15,646	1,744	1,095	1,091	0,965	1,126
79	13,288	1,801	1,082	1,086	1,153	0,91
80	12,821	1,032	0,688	0,564	1,07	0,702
81	17,673	1,385	1,164	1,565	0,981	1,159
82	13,413	1,891	0,829	0,644	1,067	0,951
83	13,946	1,738	0,629	0,321	0,996	0,949
84	15,38	-0,362	0,852	1,275	0,951	0,648
85	12,695	1,833	0,9	0,826	1,125	0,883
86	15,832	1,658	1,011	1,225	1,078	1,05
87	16,646	0,735	1,284	1,458	0,834	1,029
88	15,497	-0,038	1,031	1,462	1,032	0,681
89	14,745	2,082	0,964	0,826	1,008	1,076
90	13,566	2,085	1,194	0,895	1,023	1,043
91	16,798	0,806	1,151	1,448	0,853	1,05
92	14,001	0,936	0,956	0,929	0,989	0,816
93	15,263	0,46	0,761	1,139	1,013	0,777
94	16,833	1,339	0,84	1,079	0,968	1,088
95	18,284	0,612	0,867	1,32	0,895	1,098
96	13,9	2,193	1,001	0,707	1,122	1,011
97	12,519	0,332	0,948	0,769	1,06	0,521
98	16,437	1,536	1,131	1,166	1,005	1,095
99	12,99	1,718	0,86	0,762	1,042	0,929

100	11,768	1,824	0,714	0,361	0,945	0,879
101	14,284	2,058	1,102	1,012	1,004	1,089
102	13,808	0,921	1,045	0,869	1,048	0,706
103	17,001	0,46	1,361	1,808	1,068	0,879
104	15,2	1,953	1,441	1,428	0,976	1,143
105	17,963	0,679	0,892	1,088	0,82	1,084
106	14,623	2,019	0,826	0,785	1,036	1,099
107	15,941	1,062	1,146	1,191	1,002	0,959
108	16,414	1,556	0,862	0,909	0,922	1,149
109	14,864	1,496	0,842	0,901	0,96	1,025
110	15,024	0,671	0,831	1,109	1,047	0,806
111	16,132	0,973	0,544	0,824	0,99	0,964
112	16,925	0,651	1,029	1,271	0,799	1,067
113	16,027	2,303	1,227	1,053	1,055	1,217
114	12,88	2,151	0,863	0,492	1,015	0,997
115	15,082	0,895	1,128	1,187	0,99	0,897
116	14,536	1,076	0,606	0,711	0,991	0,888
117	14,538	1,004	1,168	1,213	1,189	0,75
118	17,825	0,421	1,16	1,454	0,83	1,031
119	19,242	2,023	1,018	1,171	0,729	1,543
120	14,441	2,266	1,143	0,845	1,133	1,067
121	15,879	1,962	1,206	1,285	0,97	1,181
122	20,276	2,238	0,938	1,259	0,782	1,612
123	14,594	-0,041	0,933	0,956	1,026	0,586
124	17,173	0,337	0,868	1,288	0,957	0,89
125	16,453	1,657	1,422	1,34	0,936	1,185
126	14,627	1,387	0,923	0,932	1	0,919
127	15,037	2,405	1,151	1,007	1,106	1,155
128	13,973	1,991	1,125	1,017	1,061	1,006
129	14,74	2,817	1,142	0,813	0,956	1,295
130	15,339	1,417	1,279	1,332	0,925	1,07
131	15,807	0,551	0,76	1,126	1,087	0,809
132	14,284	1,135	0,974	0,821	1,065	0,817
133	16,291	1,356	1,031	1,238	0,919	1,097
134	14,207	0,834	0,615	0,659	0,971	0,786
135	14,208	2,269	1,04	0,981	0,987	1,122
136	14,199	2,301	1,037	0,781	1,079	1,095
137	11,915	1,939	1,186	0,906	1,066	0,836
138	17,758	0,588	0,762	1,109	0,898	1,012
139	14,116	2,272	1,06	1,019	1,17	1,06
140	13,177	1,68	1,228	0,903	1,037	0,851
141	13,546	1,533	0,96	0,91	1,029	0,9
142	13,743	2,387	1,006	0,751	1,082	1,057
143	16,513	0,638	0,942	1,19	0,975	0,912
144	13,59	1,566	0,802	0,618	0,983	0,915
145	14,255	1,582	1,208	1,236	0,989	1,033
146	12,071	-0,024	0,582	0,544	1,116	0,354
147	13,414	1,644	0,871	0,749	1,028	0,921
148	16,548	1,722	1,243	1,323	1,012	1,142
149	13,543	1,541	1,314	1,119	1,121	0,819

150	16,077	0,989	0,944	0,975	1,066	0,876
151	13,076	2,313	1,119	0,821	1,046	1,026
152	15,728	2,814	1,301	0,904	0,973	1,373
153	10,922	2,664	1,078	0,529	1,25	0,885
154	13,243	2,342	0,904	0,709	1,074	1,019
155	13,536	1,892	0,704	0,593	1,075	0,926
156	12,391	1,376	0,918	0,669	0,996	0,81
157	13,557	1,629	0,961	0,762	1,023	0,905
158	15,179	1,829	1,13	1,206	0,998	1,096
159	16,127	0,372	1,052	1,361	0,993	0,803
160	16,987	2,165	1,034	1,061	0,948	1,347
161	13,01	1,758	0,673	0,456	0,965	0,953
162	15,733	2,281	0,941	0,849	0,955	1,259
163	16,558	0,663	0,619	0,767	0,807	0,973
164	15,071	0,759	0,771	0,99	0,947	0,899
165	16,393	1,363	1,033	1,273	0,992	1,105
166	15,812	1,619	0,784	0,867	0,881	1,139
167	12,754	2,337	0,955	0,61	1,037	1,028
168	11,458	2,137	0,735	0,251	1,13	0,835
169	12,802	2,081	0,648	0,48	1,015	0,994
170	12,521	1,66	0,933	0,747	1,101	0,807
171	12,09	1,021	0,914	0,926	1,075	0,63
172	15,087	2,88	1	0,786	0,984	1,338
173	17,477	1,724	0,524	0,91	0,973	1,25
174	14,358	2,118	1,407	1,139	0,931	1,182
175	11,657	1,146	0,839	0,868	1,186	0,622
176	12,891	1,783	0,92	0,607	1,017	0,891
177	12,553	0,918	1,013	0,799	1,105	0,643
178	15,984	0,676	0,684	1,018	0,821	0,957
179	16,728	0,781	1,012	1,33	1,006	0,966
180	12,573	2,646	1,151	0,669	1,2	0,994
181	13,362	1,5	0,667	0,647	0,992	0,938
182	15,289	2,197	0,976	0,824	0,858	1,244
183	14,403	1,292	0,968	0,922	1,054	0,85
184	13,991	1,294	0,95	1,068	1,084	0,844
185	13,872	1,256	0,619	0,72	0,886	0,96
186	15,298	1,786	1,324	1,229	0,969	1,079
187	13,635	1,122	0,84	0,953	1,082	0,803
188	13,897	1,493	1,116	1,208	0,926	0,993
189	18,391	0,838	0,914	1,445	0,885	1,142
190	15,638	0,198	0,624	1,209	0,938	0,794
191	12,805	1,954	1,223	1,058	1,18	0,906
192	14,831	1,441	1,208	1,093	1,034	0,934
193	11,949	0,998	0,874	0,649	1,148	0,565
194	17,032	1,825	1,021	0,94	0,937	1,277
195	18,039	2,113	1,131	1,01	0,788	1,45
196	11,123	2,9	1,224	0,448	1,132	0,993
197	13,529	2,31	1,042	0,761	1,104	0,983
198	15,006	1,462	1,229	1,148	0,972	1,03
199	14,789	1,332	1,128	1,255	1,021	0,939

200	16,608	1,542	0,695	0,897	0,865	1,175
201	13,369	1,415	0,886	0,782	1,092	0,827
202	17,547	2,036	0,704	0,942	0,92	1,339
203	8,714	1,953	1,349	0,667	1,252	0,546
204	18,824	1,372	0,728	0,908	0,803	1,317
205	18,576	1,939	1,052	1,208	0,871	1,424
206	14,566	1,19	1,239	1,048	1,06	0,86
207	13,752	1,805	0,886	0,715	1,047	0,955
208	16,496	1,196	1,119	1,311	0,9	1,106
209	13,518	2,112	0,904	0,639	1,095	0,961
210	16,896	2,166	1,064	1,212	1,004	1,268
211	19,181	1,021	1,184	1,484	0,864	1,255
212	14,778	2,301	0,855	0,791	1,019	1,189
213	12,559	1,83	0,412	0,243	1,002	0,924
214	17,152	0,579	1,176	1,602	1,015	0,933
215	19,91	-0,089	0,953	1,524	0,769	1,082
216	16,596	0,537	0,598	0,88	0,861	0,947
217	15,251	0,743	0,998	0,942	0,928	0,826
218	13,906	2,683	1,081	0,895	1,147	1,122
219	14,098	2,039	1,153	1,165	1,091	1,045
220	14,783	0,501	1,376	1,495	1,175	0,649
221	19,126	-0,113	0,933	1,525	0,834	0,977
222	16,565	1,807	1,182	1,309	1,072	1,159
223	15,773	2,889	1,039	0,794	1,116	1,331
224	15,767	1,065	0,83	1,044	0,985	0,929
225	15,6	1,702	0,813	0,846	0,858	1,144
226	13,189	1,367	1,001	0,764	0,983	0,84
227	16,667	1,812	1,278	1,33	0,987	1,2
228	15,991	2,127	0,871	0,928	0,984	1,2
229	14,028	1,637	1,065	0,896	1,001	0,932
230	15,317	0,987	1,301	1,279	1,003	0,889
231	14,544	1,361	1,204	1,156	1,101	0,842
232	14,844	2,597	1,276	1,062	0,955	1,28
233	14,858	2,353	1,076	0,774	0,912	1,232
234	12,396	1,567	1,111	0,88	1,052	0,848
235	14,645	0,851	1,092	1,138	0,992	0,832
236	14,096	2,11	1,017	0,516	1,039	1,02
237	13,812	2,004	1,055	0,961	0,958	1,067
238	14,87	1,156	1,27	1,234	1,124	0,858
239	10,888	2,004	0,839	0,272	1,103	0,767
240	15,033	0,524	0,956	1,174	1,037	0,777
241	19,313	-0,119	1,313	1,945	0,859	0,977
242	15,119	1,146	1,181	1,164	0,962	0,948
243	16,117	1,882	1,123	1,06	0,996	1,156
244	14,7	1,321	1,186	1,066	1,029	0,937
245	13,839	2,216	1,251	0,847	1,026	1,045
246	16,817	0,951	0,867	1,093	0,922	1,015
247	15,435	1,069	1,113	1,136	0,911	0,95
248	15,434	0,919	1,17	1,442	0,9	0,985
249	17,152	2,541	1,194	0,971	0,888	1,45



250	14,159	2,324	1,16	0,96	1,058	1,133
251	13,812	1,76	1,037	0,509	1,016	0,933
252	15,855	2,32	1,353	1,181	1,051	1,239
253	16,07	0,999	1,216	1,343	1,024	0,904
254	15,851	2,223	1,24	1,183	0,863	1,309
255	15,165	2,049	0,911	0,812	0,949	1,179
256	12,598	1,219	0,78	0,881	1,11	0,73
257	17,385	0,601	1,152	1,576	0,943	1,008
258	18,199	1,415	0,877	1,203	1,01	1,192
259	17,355	1,115	1,077	1,349	0,866	1,163
260	16,862	0,659	0,75	1,141	1,032	0,913
261	12,404	2,017	0,899	0,684	1,112	0,891
262	16,598	1,221	0,802	1,148	0,952	1,1
263	14,564	1,225	0,803	0,882	0,976	0,923
264	13,834	1,868	0,912	0,699	0,941	1,043
265	16,557	1,758	0,929	1,104	0,909	1,187
266	14,683	1,647	1,137	1,063	1,223	0,876
267	14,343	0,981	0,78	1,016	1,037	0,856
268	15,229	1,418	0,958	0,865	1,033	0,968
269	14,432	0,279	0,706	1,108	1,108	0,611
270	15,037	1,9	0,991	0,911	0,92	1,122
271	14,969	1,275	0,98	1,181	1,028	0,925
272	12,426	1,808	0,735	0,56	1,087	0,852
273	15,363	1,424	1,067	1,163	0,978	1,044
274	14,312	1,064	1,003	0,802	0,901	0,894
275	13,53	1,376	0,896	0,715	1,114	0,814
276	13,492	1,485	0,855	0,861	1,047	0,862
277	14,219	2,038	1,232	0,988	0,935	1,104
278	17,061	0,396	0,995	1,501	0,843	0,994
279	11,892	2,298	1,128	0,69	1,021	0,926
280	15,681	0,159	1,063	1,49	1,009	0,729
281	14,393	1,864	0,953	0,724	0,85	1,115
282	18,155	1,528	1,344	1,51	0,972	1,257
283	18,203	0,707	1,149	1,573	0,961	1,048
284	18,962	1,232	0,805	1,42	0,87	1,264
285	16,129	0,829	0,66	1,099	0,837	1,021
286	19,806	1,434	0,93	1,421	0,78	1,389
287	15,788	2,001	1,113	1,078	0,994	1,187
288	12,838	1,352	0,913	0,785	1,09	0,771
289	10,485	2,662	0,755	0,14	1,122	0,889
290	14,763	1,566	0,799	0,777	1,081	0,945
291	16,93	0,992	1,416	1,692	1,008	1,021
292	13,83	1,636	0,993	0,758	1,082	0,902
293	13,425	2,04	0,984	0,726	0,949	1,033
294	14,699	1,956	1,104	0,843	1,051	1,049
295	12,36	1,476	0,918	0,731	1,088	0,788
296	13,275	2,21	1,06	0,64	1,107	0,982
297	15,608	1,955	0,829	0,852	0,94	1,175
298	18,181	1,144	1,285	1,687	0,889	1,198
299	14,288	1,035	0,819	0,928	1,003	0,883

300	20,325	0,699	0,664	1,263	0,779	1,322
-----	--------	-------	-------	-------	-------	-------

**APÊNDICE C – Lista de conjunto de valores com correlação negativa para  
validação do beefarm**

ABELHA	MEL	PESO	LASA	CASA	LABD	CABD
1	15,50	1,228	1,270	1,002	0,989	1,269
2	15,730	1,509	0,791	1,199	1,032	0,874
3	14,073	1,616	1,197	0,468	1,145	0,856
4	17,852	0,621	1,289	1,485	0,995	1,474
5	16,141	1,786	0,941	0,604	0,870	1,008
6	14,639	1,595	0,747	1,161	0,822	0,775
7	16,900	0,819	1,074	1,215	1,071	1,121
8	12,719	2,456	0,829	1,106	0,825	0,885
9	13,779	1,304	0,791	1,157	1,061	0,718
10	14,527	1,285	0,779	1,297	1,072	0,824
11	15,290	1,423	0,857	1,219	0,953	0,936
12	13,764	1,806	0,732	1,079	0,958	0,746
13	14,373	1,748	0,786	0,899	0,957	0,702
14	17,742	0,729	0,861	1,570	0,960	1,088
15	17,721	0,817	1,128	0,758	0,935	1,086
16	17,452	0,538	1,149	0,873	1,029	1,090
17	17,244	0,975	0,900	0,998	0,906	0,894
18	16,108	0,819	1,314	1,274	1,209	1,307
19	11,452	3,058	0,567	0,676	1,011	0,586
20	15,794	1,553	1,057	0,615	0,958	1,062
21	13,604	1,727	0,995	0,827	1,125	0,915
22	12,444	2,251	0,718	1,005	0,821	0,803
23	19,198	-0,244	1,422	1,317	1,061	1,375
24	14,468	2,247	0,736	0,526	0,942	0,666
25	16,329	0,707	1,280	1,083	1,152	1,147
26	16,661	1,003	1,023	0,839	0,996	1,017
27	16,532	0,896	0,995	1,128	0,924	1,070
28	14,500	2,213	1,177	0,641	0,992	1,156
29	15,835	1,271	1,067	0,800	1,022	0,896
30	15,069	1,880	0,911	1,035	0,930	0,965
31	16,705	0,993	1,076	1,149	1,040	1,211
32	14,009	1,871	1,245	0,842	0,973	1,134
33	19,173	-0,346	1,205	1,916	1,097	1,407
34	15,345	1,414	0,969	0,921	1,012	0,873
35	13,891	1,532	1,047	1,266	1,098	1,109
36	20,216	-1,082	1,383	1,829	1,200	1,454
37	13,608	2,277	0,891	0,902	0,976	0,945
38	14,237	2,141	0,693	1,068	0,919	0,800
39	13,110	2,055	0,955	0,719	0,983	0,897
40	12,709	2,002	1,082	1,044	1,066	0,983
41	14,759	2,040	0,797	1,057	0,948	0,952
42	13,666	1,696	0,965	1,134	1,097	1,047
43	17,546	1,575	1,123	0,988	0,884	1,290
44	9,796	3,265	0,482	1,011	0,924	0,566
45	13,626	1,884	1,065	1,212	1,096	1,144
46	16,362	0,948	1,012	0,972	1,050	0,936
47	13,700	1,828	0,779	1,325	0,923	0,888
48	15,723	1,045	1,379	1,251	1,099	1,381
49	14,041	1,793	0,842	0,909	1,029	0,884

50	17,292	1,605	1,095	0,511	0,835	1,069
51	15,579	1,498	0,776	1,075	1,043	0,847
52	11,325	2,760	0,701	0,879	1,047	0,661
53	15,374	1,217	0,917	1,268	0,986	0,974
54	16,364	1,175	1,160	0,978	0,920	1,116
55	15,637	1,364	0,992	0,687	0,975	0,939
56	15,309	1,517	1,016	0,776	1,060	0,941
57	17,275	0,371	1,671	0,735	1,136	1,467
58	15,395	1,505	1,418	0,196	1,083	1,147
59	13,171	1,800	1,077	1,024	0,971	1,109
60	14,515	0,824	1,148	1,926	1,107	1,268
61	10,867	3,159	0,983	0,469	1,059	0,879
62	12,649	2,325	0,490	1,318	0,918	0,685
63	13,283	2,146	0,791	0,897	0,953	0,737
64	16,109	0,949	0,966	1,000	0,853	0,936
65	13,354	2,364	0,855	0,832	0,832	0,971
66	14,281	1,485	0,783	0,813	1,066	0,700
67	17,325	0,899	1,048	1,240	0,933	1,087
68	12,989	1,961	0,972	1,107	1,113	0,952
69	13,607	2,299	0,886	1,162	0,971	1,014
70	12,888	2,430	0,670	1,068	0,934	0,757
71	15,650	1,196	1,022	0,785	1,006	0,944
72	17,311	0,928	1,079	0,966	0,990	1,066
73	14,503	1,817	1,163	0,923	0,993	1,234
74	14,599	2,216	0,772	0,657	0,909	0,683
75	12,388	2,394	0,813	0,896	0,901	0,697
76	14,175	1,124	0,921	0,908	1,092	0,797
77	10,877	3,397	0,900	0,672	0,844	0,967
78	12,935	1,548	0,747	1,330	1,004	0,820
79	15,804	1,530	0,891	1,196	0,869	1,045
80	12,361	1,670	0,976	1,256	1,150	0,996
81	14,095	2,621	0,824	0,375	0,773	0,816
82	11,944	2,598	0,596	0,856	0,921	0,591
83	19,039	0,819	1,187	0,450	0,920	1,107
84	12,947	2,517	0,938	0,381	0,908	0,828
85	15,455	1,019	1,377	1,110	1,134	1,434
86	11,544	1,935	0,872	1,333	1,083	0,858
87	15,410	1,237	0,882	0,938	1,069	0,829
88	14,834	2,233	0,830	1,070	0,905	1,005
89	18,591	0,521	1,293	0,659	1,010	1,148
90	14,606	0,936	1,244	1,075	1,193	1,147
91	16,461	0,823	1,134	1,207	1,122	1,150
92	18,050	0,993	0,965	1,141	0,958	0,996
93	14,059	1,978	0,899	0,532	0,995	0,759
94	12,213	1,994	0,899	1,058	1,059	0,830
95	12,731	2,405	0,763	0,742	1,024	0,682
96	15,137	1,427	0,906	0,933	1,053	0,912
97	14,442	1,795	0,724	1,278	0,943	0,792
98	16,516	1,221	1,126	0,758	0,884	1,132
99	14,318	1,354	0,892	1,381	1,003	0,938

100	15,348	1,964	1,025	0,684	0,875	1,032
101	13,133	1,323	0,954	1,256	1,281	0,861
102	16,765	0,612	1,191	1,293	1,003	1,285
103	15,201	1,720	1,249	0,379	0,975	1,133
104	15,909	1,398	0,987	1,124	0,834	1,016
105	12,281	2,238	0,693	1,072	1,037	0,759
106	16,632	1,344	0,808	0,876	0,766	0,781
107	14,872	1,213	1,368	0,832	1,086	1,176
108	14,150	2,236	0,950	0,892	1,050	0,975
109	15,290	1,631	0,559	1,099	0,745	0,637
110	12,025	2,767	0,671	0,735	0,977	0,686
111	17,031	1,495	1,261	0,805	0,865	1,409
112	16,532	0,850	1,396	0,708	1,003	1,323
113	14,019	1,746	0,833	0,870	0,996	0,610
114	12,573	2,371	0,989	0,959	0,977	0,990
115	13,809	1,149	0,847	1,153	1,052	0,704
116	16,567	1,182	1,226	0,873	0,991	1,226
117	13,851	2,053	0,856	1,393	0,915	0,977
118	11,914	1,552	0,744	1,401	1,189	0,754
119	15,806	1,323	1,084	1,065	1,058	1,198
120	14,414	1,164	0,983	0,968	1,001	0,861
121	15,353	0,981	1,141	1,108	1,116	1,086
122	16,785	0,575	1,053	1,544	1,013	1,148
123	13,394	2,024	0,791	0,926	0,949	0,811
124	14,260	1,741	0,999	0,945	0,963	1,035
125	14,802	1,622	1,041	0,802	0,989	1,016
126	14,456	1,864	0,743	1,198	0,890	0,853
127	13,805	1,991	1,155	0,720	0,963	1,057
128	13,318	2,551	0,830	0,956	0,914	0,859
129	13,081	1,691	1,070	1,576	1,136	1,264
130	14,497	1,838	1,009	0,853	0,980	1,060
131	17,153	0,539	1,147	1,155	1,075	1,112
132	16,453	0,516	1,040	1,154	1,053	0,937
133	16,813	1,232	1,127	1,031	0,976	1,260
134	15,253	0,900	1,253	1,185	1,095	1,229
135	14,541	1,717	0,914	0,965	1,016	0,984
136	16,661	1,217	1,015	0,841	0,927	0,932
137	15,641	1,406	1,101	1,080	0,962	1,202
138	13,028	1,898	1,032	0,892	0,998	0,887
139	18,847	1,248	1,107	0,483	0,825	1,127
140	15,752	1,060	1,198	1,321	1,039	1,229
141	11,547	2,414	0,996	1,093	1,056	1,039
142	18,053	0,651	0,977	1,167	0,912	1,026
143	11,933	1,910	1,257	0,762	1,203	1,100
144	15,685	0,861	1,162	0,759	1,148	1,012
145	12,484	2,168	1,182	0,831	1,028	1,143
146	15,319	1,241	0,900	1,382	0,857	0,890
147	19,102	0,125	1,089	1,405	0,990	1,185
148	15,675	1,059	1,307	0,951	1,077	1,245
149	15,654	1,283	1,038	1,093	1,046	1,049

150	17,490	1,314	0,983	1,028	0,867	1,160
151	11,505	2,724	0,680	0,990	0,940	0,736
152	12,796	1,839	0,901	1,130	1,018	0,836
153	13,896	1,728	1,088	1,473	0,988	1,183
154	16,320	1,283	1,297	0,568	0,986	1,060
155	12,608	2,303	0,685	0,989	1,019	0,760
156	14,699	1,484	0,871	1,012	1,001	0,879
157	11,235	2,885	0,714	0,747	0,914	0,605
158	16,082	1,278	1,231	0,534	1,098	1,092
159	11,454	2,193	0,744	1,080	0,990	0,676
160	18,338	0,576	0,982	1,213	0,976	1,098
161	14,806	1,150	0,934	1,496	0,976	1,083
162	13,560	1,616	0,786	1,118	1,027	0,709
163	12,307	1,742	1,015	1,332	1,097	1,027
164	18,439	0,294	1,106	1,227	0,999	1,226
165	13,530	2,244	0,773	0,963	0,949	0,782
166	15,106	1,432	0,764	1,058	1,022	0,773
167	14,915	1,661	0,937	0,954	0,887	1,013
168	15,011	2,215	0,933	0,481	0,958	0,906
169	12,333	2,051	1,182	0,531	1,049	1,122
170	13,204	2,007	1,037	1,058	1,041	1,046
171	15,322	0,124	0,994	1,478	1,379	0,954
172	13,623	1,803	1,038	0,690	1,025	0,996
173	13,937	2,039	0,979	0,565	1,048	0,854
174	16,315	1,388	0,940	0,810	0,945	0,874
175	12,372	2,336	1,109	0,781	1,013	1,006
176	15,331	1,593	1,154	0,752	0,882	1,072
177	12,748	2,039	0,591	1,288	0,916	0,622
178	18,266	0,476	1,136	0,876	0,963	1,059
179	15,193	1,690	1,114	0,947	1,045	1,194
180	15,680	1,647	0,985	1,380	0,808	1,141
181	17,493	0,670	1,032	1,497	1,047	1,122
182	14,462	0,912	1,195	1,499	1,175	1,277
183	15,200	1,028	1,099	1,399	1,114	1,167
184	17,361	0,074	1,195	1,149	1,233	1,100
185	14,873	0,871	1,013	1,093	1,100	0,944
186	19,598	0,385	0,930	0,948	1,053	1,000
187	13,063	1,642	0,667	1,484	0,979	0,761
188	16,826	1,741	1,071	0,560	0,833	1,106
189	13,210	1,529	0,856	0,988	0,961	0,758
190	14,500	1,964	1,230	0,954	1,095	1,217
191	17,100	0,768	1,164	1,151	1,019	1,107
192	14,055	1,519	1,070	0,507	1,016	0,792
193	14,319	1,880	1,102	0,642	1,015	1,064
194	17,942	0,921	1,155	1,036	1,027	1,226
195	13,423	1,755	0,817	1,539	1,021	0,980
196	16,453	1,037	1,214	1,095	1,021	1,205
197	17,212	0,921	1,322	0,932	0,921	1,298
198	11,797	1,872	0,954	1,481	1,207	1,000
199	12,796	2,307	0,747	0,940	1,038	0,689

200	16,341	0,546	1,013	1,082	0,993	0,867
201	15,009	1,025	0,912	1,506	0,936	0,934
202	18,203	0,258	1,339	1,521	1,057	1,503
203	14,979	1,474	0,799	1,021	1,102	0,776
204	16,213	0,875	1,156	0,945	0,925	1,079
205	14,928	2,060	1,027	0,759	0,915	1,114
206	13,195	2,033	1,087	1,123	1,045	1,115
207	16,838	1,604	1,173	0,270	0,746	1,006
208	15,779	1,469	0,986	0,946	0,992	0,967
209	20,897	-0,514	1,623	1,239	1,043	1,579
210	16,316	1,439	0,995	0,943	0,846	1,038
211	18,400	0,939	1,399	0,494	1,053	1,299
212	14,881	1,993	0,732	0,764	1,017	0,727
213	15,749	1,846	0,877	0,886	0,997	0,945
214	15,273	1,730	0,872	0,863	0,971	0,837
215	17,738	0,765	1,192	0,921	1,042	1,196
216	18,304	1,427	1,053	0,632	0,818	1,056
217	17,060	0,464	1,182	1,261	1,120	1,226
218	18,516	0,583	1,328	0,672	0,972	1,313
219	16,342	1,158	1,172	0,908	1,098	1,192
220	16,913	0,741	1,152	1,039	1,109	1,107
221	15,919	0,744	1,188	0,839	1,098	1,041
222	17,501	1,092	0,824	0,994	0,849	0,845
223	13,364	2,763	1,155	0,696	0,839	1,143
224	19,246	0,313	1,393	0,958	0,996	1,360
225	16,548	0,635	1,255	1,293	1,057	1,329
226	16,416	0,671	1,344	0,647	1,048	1,102
227	13,955	2,220	0,762	0,794	0,909	0,764
228	13,060	1,869	0,715	1,182	1,102	0,720
229	13,078	1,629	0,726	1,422	1,015	0,982
230	15,962	1,184	1,044	0,979	1,035	0,945
231	15,358	1,165	1,092	1,083	1,073	1,087
232	13,286	1,594	1,028	1,295	1,052	1,138
233	16,707	0,584	1,154	1,376	1,023	1,143
234	13,622	1,867	1,152	0,964	1,017	1,198
235	14,149	1,023	1,068	1,001	1,051	0,910
236	14,586	1,843	0,921	1,160	0,966	0,982
237	16,434	0,811	0,809	1,565	1,008	0,925
238	12,791	2,184	0,818	0,942	0,986	0,790
239	13,073	2,336	0,627	0,662	0,994	0,579
240	13,797	2,255	1,022	0,842	1,001	1,082
241	14,664	1,707	0,608	1,281	1,055	0,793
242	15,516	1,100	1,070	1,384	1,012	1,135
243	13,818	2,330	0,754	0,966	0,862	0,838
244	14,364	1,511	1,043	1,223	1,200	1,097
245	18,967	0,122	1,254	1,244	1,152	1,346
246	14,018	1,475	1,192	1,366	1,157	1,212
247	13,417	1,447	0,800	1,602	1,067	0,958
248	12,842	2,628	0,744	0,728	0,901	0,747
249	16,091	1,401	1,025	0,573	0,973	0,890



250	15,699	1,218	1,093	1,213	1,026	1,145
251	17,471	1,357	1,121	0,903	0,887	1,199
252	10,548	3,227	0,754	0,327	0,933	0,696
253	16,036	0,850	1,096	1,293	1,060	1,140
254	13,671	1,466	1,092	1,414	1,102	1,124
255	14,872	1,472	0,898	1,346	0,936	1,092
256	15,404	1,155	1,112	1,101	0,960	1,099
257	17,186	0,237	0,841	1,599	1,129	0,963
258	15,100	1,234	0,939	0,807	0,914	0,840
259	12,884	1,840	0,984	0,808	1,029	0,890
260	14,853	2,049	0,875	0,768	0,889	0,826
261	17,876	0,646	1,166	0,997	1,098	1,138
262	18,240	0,112	1,324	0,868	1,194	1,192
263	16,690	0,967	1,167	1,158	1,035	1,245
264	19,184	1,109	1,020	0,757	0,729	1,063
265	12,965	1,832	0,946	0,914	1,023	0,872
266	15,409	1,706	1,255	0,601	0,955	1,183
267	11,537	2,605	0,583	0,583	0,995	0,350
268	18,825	0,932	0,858	1,025	0,877	0,894
269	13,658	1,596	1,043	1,170	1,151	1,014
270	16,471	1,321	0,810	1,232	0,842	0,978
271	16,958	0,613	1,245	1,128	1,162	1,198
272	12,101	3,369	0,835	0,536	0,733	0,829
273	15,737	1,605	1,033	0,710	0,825	0,956
274	16,086	0,547	0,835	1,110	1,159	0,722
275	10,645	2,987	0,917	0,469	1,021	0,775
276	14,329	1,350	1,089	1,278	1,023	1,160
277	12,029	2,100	0,705	1,206	1,155	0,761
278	12,907	1,876	0,949	1,037	1,052	0,884
279	15,828	1,500	1,203	0,864	0,964	1,238
280	17,843	1,125	1,356	0,640	0,948	1,245
281	16,702	1,093	1,244	0,554	0,953	1,141
282	13,801	2,710	0,945	0,888	0,900	1,056
283	12,820	1,781	0,963	1,161	1,095	1,035
284	12,751	3,034	0,856	0,631	0,798	0,895
285	15,446	0,643	1,070	1,595	1,117	1,178
286	14,229	1,521	1,139	1,047	1,047	1,106
287	16,096	1,323	0,585	1,168	0,834	0,665
288	13,408	2,515	0,903	0,691	0,968	0,834
289	13,973	2,275	1,006	0,537	0,962	0,900
290	14,875	1,062	1,177	1,266	1,099	1,171
291	16,890	1,213	1,094	1,122	0,874	1,359
292	12,446	1,163	0,890	1,577	1,182	0,883
293	14,309	1,788	0,962	0,570	0,851	0,806
294	15,496	1,327	1,263	0,900	1,059	1,163
295	15,709	1,179	1,244	1,275	1,064	1,319
296	11,435	2,864	0,875	0,989	1,006	0,909
297	14,686	1,060	0,937	1,292	1,141	0,937
298	15,556	2,149	0,887	0,190	0,925	0,859
299	13,267	2,218	0,761	0,546	0,894	0,731

300	15,825	1,584	1,115	1,032	0,907	1,187
-----	--------	-------	-------	-------	-------	-------