

O APICULTOR[®]



REVISTA DE APICULTURA

ISSN - 0873-2981 • ANO 28 N.º 107 - Jan./ Mar. 20 - € 7,00 (iva incl.) Periodicidade Trimestral

- Composição genética das abelhas dos Açores revelada pelo ADN mitocondrial e pela morfometria geométrica das asas
- Programa Nacional Apícola 2020-2022
- Boas Práticas em Sanidade e Alimentação de Colmeias
- Coexistências
- Consultório apícola

PORTUGUESE
BEEKEEPING
MAGAZINE

ÍNDICE

3 Composição genética das abelhas dos Açores

9 Legislação

17 Boas Práticas em Sanidade e Alimentação das Colmeias

33 Coexistências (8)

35 Consultório Apícola

36 Notícias

39 Mel na Culinária

EDITORIAL

2020 o ano capicua.

2019 Deixou-nos com um sabor agridoce, 2020 chega repleto de esperança.

O que nos reserva o novo ano, ninguém sabe, mas estamos certos que é um ano de constante batalha no que às nossas abelhas diz respeito.

Reiterando que a apicultura é todo um mundo de conhecimento, não deixem de ler o trabalho Composição genética das abelhas dos Açores revelada pelo ADN mitocondrial e pela morfometria geométrica das asas.

Como tem vindo a ser habitual, publicamos a segunda parte do Programa Nacional Apícola 2020-2022 a terminar na próxima edição.

E iniciamos a publicação de um manual de Boas Práticas em Sanidade e Alimentação das Colmeias.

Continuamos a contar com a preciosa colaboração dos nossos parceiros Aidos da Vila na pessoa do Sr. Valdemiro Gonçalves Pereira que além da sua habitual presença com as Coexistências e o Mel na Dieta Mediterrânica, lança também o convite a todos os que queiram participar na celebração do **Dia Mundial das Abelhas a 20 de Maio** próximo.

Até lá, um excelente ano 2020!

Publicação Trimestral n.º 107 (Janeiro / Março) 2020

PROPRIETÁRIO: EDICAIS-Publicidade Exterior, Lda • Sede Redação e de Edição: Lg. Fontainhas, Lt.1-B, 2.º Dt.º - 2750-623 CASCAIS
• Cont. 504344374 Tel. 214 835 286 • e-mail: oapicultor@oapicultor.com • www.oapicultor.com • Director: A.França Gouveia • Membros do conselho de administração / Detentores de mais de 5% do capital: A.França Gouveia; Marta França • Coordenadores: Carlos Paixão, Patrícia Ferreira • Editores: A.França Gouveia • Colaboraram neste Número: Dora Henriques, Helena Ferreira, Cátia J. Neves, Clycie A. S. Machado, João C. Azevedo, Tiago M. Franco, M. Alice Pinto; A. Gomez Pajuelo; Valdemiro Gonçalves Pereira; Hifarmax • Publicidade: A.Pissarra Tel.: 214 835 286 • Grafismo: Paixão Design • Impressão Gráfica: MX3 Artes Gráficas, Lda. Parque Ind. Alto Bela Vista, Pav. 50 2735-340 Cacém • Reg. Publicação n.º 116913 • Reg. Empresa Jornalística n.º 216912 • Depósito Legal n.º 84876/94 • ISSN - 0873-2981 Tiragem: 2.500 exemplares

Os conceitos em artigos ou outros escritos assinados, são da responsabilidade dos seus autores e podem não reflectir a opinião da revista.

É permitida a reprodução dos trabalhos publicados, desde que citada a fonte e informada a revista.

ESTATUTO EDITORIAL

A REVISTA O APICULTOR define-se como publicação periódica informativa independente e pluralista relacionada com a temática da Apicultura. A REVISTA O APICULTOR, para além da responsabilidade de informar, pretende ser um auxiliar de consulta no dia-a-dia dos Apicultores e Associados.

A REVISTA O APICULTOR é independente de qualquer tipo de poder, económico ou político, ou de qualquer grupo de pressão.

A REVISTA O APICULTOR rege-se pelo escrupuloso cumprimento das normas éticas e deontológicas que regulamentam o jornalismo.

Composição genética das abelhas dos Açores revelada pelo ADN mitocondrial e pela morfometria geométrica das asas



Dora Henriques¹, Helena Ferreira¹, Cátia J. Neves¹, Cláudia A. S. Machado², João C. Azevedo¹, Tiago M. Franco³, M. Alice Pinto¹

¹Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Sta. Apolónia, 5300-253 Bragança

²Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Av Bandeirantes, 3900, 14040-900 Ribeirão Preto, SP, Brazil

³Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, Rua Arlindo Bettio, 1000, 03828-000 São Paulo, SP, Brazil
Autor correspondente: Maria Alice Pinto, apinto@ipb.pt

As ilhas têm sido um local importante de diversificação da abelha melífera, *Apis mellifera*. Das 31 subespécies de abelha melífera até hoje descritas (agrupadas em quatro linhagens principais: A-Africana, M-Europeia Ocidental, C-Europeia Oriental e O-Médio Oriente), cinco são endêmicas de ilhas. Dessas cinco subespécies, quatro evoluíram em várias ilhas do Mediterrâneo (*Apis mellifera* siciliana na Sicília, *Apis mellifera ruttneri* em Malta, *Apis mellifera cypria* no Chipre e *Apis mellifera adami* em Creta) e uma (*Apis mellifera unicolor*) em Madagáscar, ilha do Oceano Índico. A abelha melífera também colonizou as ilhas da Macaronésia (região biogeográfica constituída pelos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde), com e sem a ajuda dos humanos, mas nenhuma delas alberga subespécies endêmicas.

Diferentes marcadores genéticos têm sido usados para estudar as populações de abelha melífera dos arquipélagos da Macaronésia, principalmente o das Canárias. Os primeiros estudos genéticos recorreram à morfometria para caracterizar as populações das Canárias (Álvarez *et al.* 1997). Os estudos mais recentes têm usado marcadores do ADN mitocondrial, que é passado à descendência apenas pela rainha, e marcadores do ADN nuclear, os quais são transmitidos à descendência por ambos os progenitores (Álvarez *et al.* 1997; De la Rúa *et al.* 1998; De la Rúa *et al.* 2001; De la Rúa *et al.* 2006; Muñoz *et al.* 2013).

Os primeiros estudos morfológicos das abelhas das Canárias sugerem uma maior proximidade genética com as abelhas da Península Ibérica do que com as abelhas do norte de África (Álvarez *et al.* 1997). Porém, os resultados do ADN mitocondrial mostram a coexistência de abelhas pertencentes a duas linhagens: A e C (De la Rúa *et al.* 1998; Figura 1). Entre as colónias de origem Africana, as pertencentes à sub-linhagem AIII são as mais comuns e estão presentes em todas as ilhas das Canárias (De

la Rúa *et al.* 1998; Figura 1). As colónias pertencentes à linhagem C (provavelmente com origem na introdução de rainhas *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera carnica* ou *buckfast*) são menos frequentes e foram detetadas nas ilhas de Tenerife, Gran Canaria, La Gomera e El Hierro. As proporções dos diferentes tipos de ADN mitocondrial são bastante heterogéneas entre ilhas (De la Rúa *et al.* 1998), sendo que, por exemplo, Tenerife tem uma elevada proporção de colónias pertencentes à linhagem C, enquanto na ilha de La Palma apenas foram identificadas colónias da linhagem A (Figura 1). A utilização pelos apicultores das Canárias de rainhas importadas pertencentes à linhagem C constitui uma ameaça à integridade das populações das Canárias, tipicamente de origem africana, cuja genética tem sido moldada pela seleção natural ao longo de muitas gerações, o que as torna melhor adaptadas ao ambiente local.

As populações de abelhas da Madeira e de São Miguel também foram alvo de um estudo genético levado a cabo em 2001 (De la Rúa *et al.* 2006). Este estudo mostra que enquanto na Madeira a linhagem C era praticamente inexistente, em São Miguel 35% das colónias descendiam de rainhas desta linhagem exótica (De la Rúa *et al.* 2006; Muñoz *et al.* 2013; Figura 1). A elevada frequência de colónias descendentes da linhagem C nesta ilha dos Açores foi confirmada em amostras colhidas em 2011 (Muñoz *et al.* 2013). Perante estes resultados queríamos saber se as populações das outras ilhas também continham genes da linhagem C e se os genes Africanos comuns nas Canárias também estavam presentes nos Açores e em que proporções. Estas perguntas foram respondidas num estudo recentemente publicado na revista científica internacional *Apidologie* (Ferreira *et al.* 2019).

Neste estudo, analisamos 638 colónias, das quais 164 foram amostradas entre 2009 e 2011, e 474 entre 2014 e 2015, com a inestimável colaboração dos

Composição genética das abelhas dos Açores

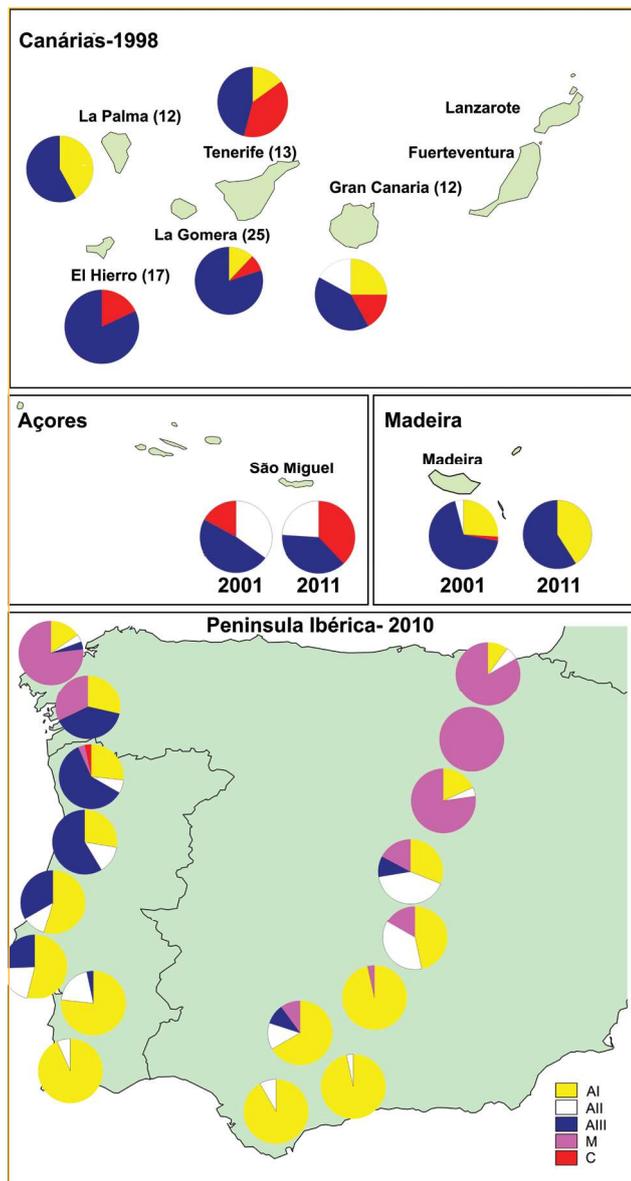


Figura 1: Resultados obtidos em amostragens genéticas realizadas na Macaronésia e na Península Ibérica. Os gráficos circulares mostram as proporções das diferentes linhagens (A, M, e C) e sub-linhagens Africanas (AI, AII, AIII) nas Canárias (De la Rúa *et al.* 1998), São Miguel, Madeira (Muñoz *et al.* 2013) e na Península Ibérica (Chávez-Galarza *et al.* 2017). Observa-se uma elevada prevalência de colónias pertencentes à sub-linhagem AIII (azul) nas ilhas da Macaronésia, tal como no norte de Portugal continental.

Veterinários e Técnicos das Divisões de Intervenção Veterinária dos Açores, Direção Regional da Agricultura. As 638 colónias estavam distribuídas por 320 apiários localizados nas oito ilhas onde havia abelhas antes de 2015 (Figura 2). Para identificarmos cada uma das colónias recorremos a dois marcadores genéticos. Um dos marcadores

era do ADN mitocondrial e por isso é partilhado por todos os indivíduos da colónia (rainha, obreiras e zangãos). Assim, bastou analisar uma obreira para identificarmos o ADN mitocondrial de toda a colónia. O outro marcador era morfológico (e por isso identifica o ADN nuclear) e foi avaliado em todas as colónias amostradas em 2014-2015 pela aplicação de uma técnica designada por morfometria geométrica de asas. Esta técnica consiste em marcar 19 pontos (Figura 3) na asa anterior direita das obreiras, os quais são depois analisados através de métodos estatísticos sofisticados. Dada a reprodução poliândrica (uma rainha é fecundada por muitos zangãos) na abelha, foi necessário analisar-se múltiplas asas (neste estudo analisamos 5) para uma melhor representação da genética da colónia.

O resultado das análises do ADN mitocondrial mostra que, apesar da distribuição heterogénea entre ilhas, a maioria das colónias dos Açores é de origem africana (69,5% na amostragem de 2009-2011 e 65,4% na amostragem de 2014-2015; Figura 4), sendo a sub-linhagem Africana a mais abundante, com 65,2 % das colónias em 2009-2011 e 62,5% em 2014-2015. Curiosamente, esta sub-linhagem é também a mais abundante nas Canárias, Madeira e no norte de Portugal continental (De la Rúa *et al.* 1998; De la Rúa *et al.* 2001; De la Rúa *et al.* 2006; Muñoz *et al.* 2013; Pinto *et al.* 2012; Pinto *et al.* 2013; Figura 1). Por outro lado, a sub-linhagem AI, que é muito comum na Madeira (26% em 2001 e 41% em 2010; Muñoz *et al.* 2013) e nas Canárias (25% em 1998 e 22% em 2006-2011; Muñoz *et al.* 2013), não foi encontrada em 2009-2011 e em 2014-2015 apenas 2 colónias do Faial pertenciam a essa sub-linhagem. A segunda linhagem mais comum foi a C, com 29,9 % das colónias em 2009-2011 e 33,1% em 2014-2015 (Figura 4). A linhagem M também se encontra representada nos Açores, estando presente na Graciosa, com cerca de 20% das colónias pertencendo a esta linhagem nativa da Europa ocidental. A percentagem de colónias descendentes da linhagem exótica C é muito diferente entre ilhas (Figura 2). Enquanto em São Jorge, Terceira, e Santa Maria praticamente não foram detetadas colónias da linhagem C, na Graciosa, Faial e Pico a maioria das colónias tem origem nesta linhagem (Figura 2).

As asas anteriores de 5 obreiras por colónia das 474 amostradas em 2014-2015 foram examinadas usando a técnica de morfometria geométrica. De forma a ser possível saber quais as subespécies mais próximas das abelhas dos Açores, às 474 foram adicionadas 707 colónias de *A. m. iberiensis* provenientes da Península Ibérica, 26 colónias da linhagem C (11 *A. m. ligustica* e 15 *A. m. carnica*) e 12 *A. m. caucasia*. Os resultados mostram que as populações de abelhas da maioria das ilhas, apesar de apresentarem uma componente

Composição genética das abelhas dos Açores

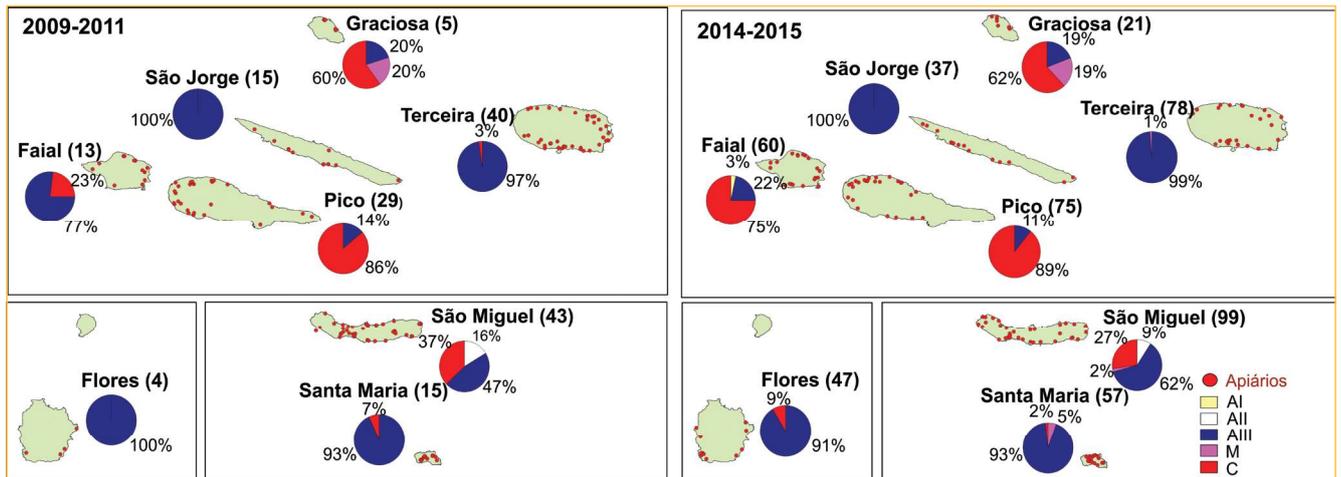


Figura 2. Localização dos apiários que foram amostrados entre 2009 e 2011 e entre 2014 e 2015. O número de colónias amostradas por ilha é indicado entre parenteses. Os gráficos circulares mostram a distribuição das diferentes linhagens (A, M, e C) e sub-linhagens Africanas (AI, AII, AIII).

genética materna da linhagem C bastante elevada (Figura 2), estão mais próximas da abelha ibérica, *A. m. iberiensis*, do que da *A. m. ligustica*, *A. m. carnica* e *A. m. caucasica* (Figura 5). A população geneticamente mais próxima das subespécies exóticas *A. m. ligustica* e *A. m. carnica* é a da Graciosa, ilha em que também foi encontrada uma elevada percentagem (62%) de indivíduos com ADN mitocondrial da linhagem C (Figuras 2 e 5). Por outro lado, as ilhas com abelhas geneticamente mais próximas das populações da Península Ibérica foram São Miguel e Santa Maria. A subespécie caucasiana, *A. m. caucasica* (linhagem O), alegadamente importada na década de 1980 no âmbito de um programa de melhoramento apoiado pelo governo regional, não está geneticamente próxima das populações de nenhuma das ilhas (Figura 5), o que poderá ser explicado ou pelo desaparecimento

destes genes exóticos (por seleção natural ou deriva genética) ou então, contrariamente ao que se pensa, nunca foi introduzida nos Açores.

A sub-linhagem Africana AIII é muito abundante no norte de Portugal continental (Pinto *et al.* 2012 e 2013) e é rara no resto da Península Ibérica (Chavez-Galarza *et al.* 2017; Henriques *et al.* 2019) e em África (Frank *et al.* 2001). Assim, a predominância nos Açores, e também na Madeira e Canárias (De la Rúa *et al.* 1998; De la Rúa *et al.* 2001; De la Rúa *et al.* 2006; Muñoz *et al.* 2013), de ADN mitocondrial pertencente a esta sub-linhagem Africana sugere que a origem histórica mais provável da abelha Açoriana seja o norte de Portugal continental. Por outro lado, a elevada proporção de colónias da linhagem C pode ser explicada pela introdução recente de rainhas das

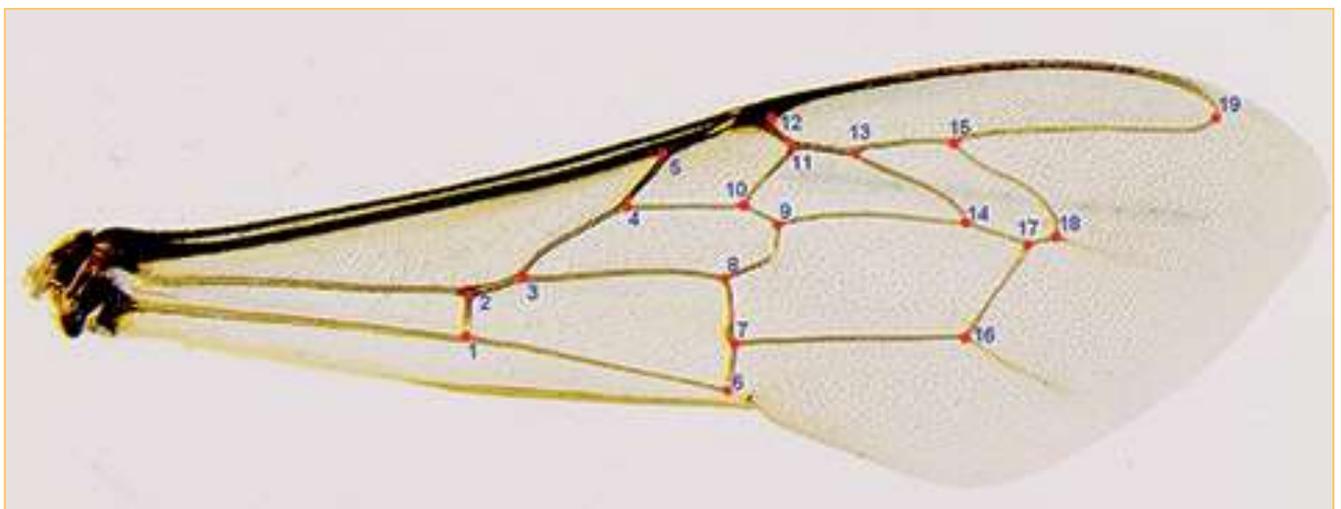


Figura 3. Para realizar as análises de morfometria é necessário marcar 19 pontos nos nós das nervuras da asa anterior direita, pela ordem indicada na fotografia.

Composição genética das abelhas dos Açores

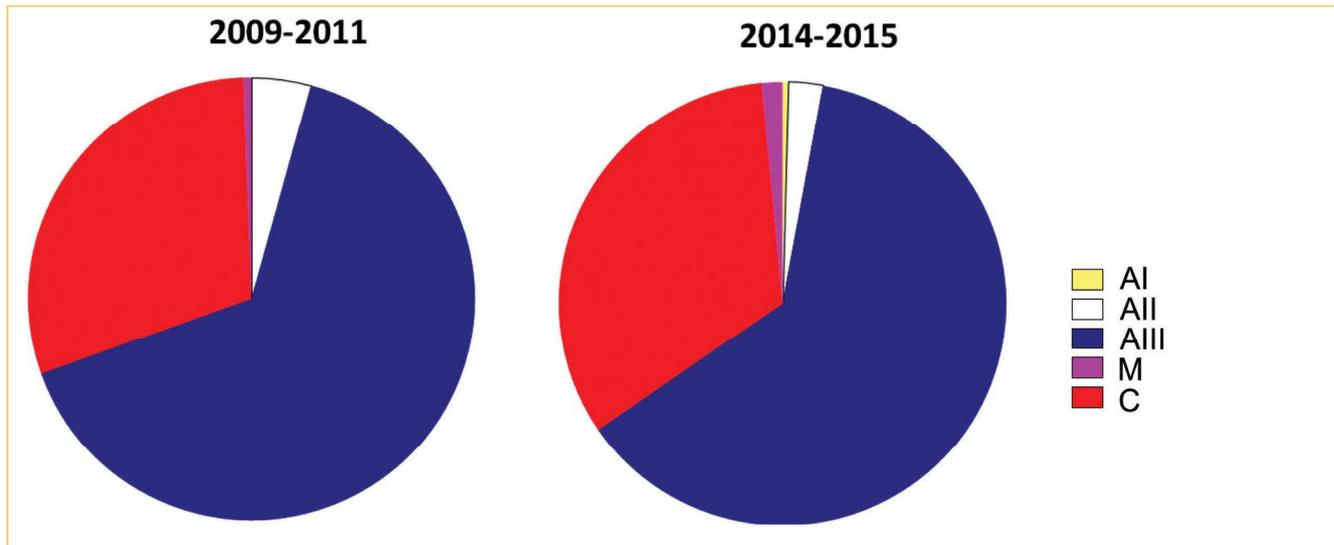


Figura 4. Os gráficos circulares mostram as proporções das diferentes linhagens (A, M, e C) e sub-linhagens Africanas (AI, AII, AIII) existentes nos Açores nos anos 2009-2011 e 2014-2015.

subespécies *A. m. ligustica* e supostamente *A. m. caucasica*, no âmbito do programa de melhoramento implementado na década de 1980. As rainhas exóticas foram alegadamente multiplicadas nas ilhas de Santa Maria e Graciosa, cruzadas na ilha do Pico e disseminadas pelo arquipélago (Lhéreté 1987). Para além da introdução de material genético exótico no âmbito do programa de melhoramento, foram feitas outras importações, legais e ilegais, de rainhas da linhagem C da Europa e da Oceânia. O objetivo destas importações era melhorar a genética da abelha dos Açores. Porém, este tipo de iniciativas, que à partida pareciam ser benéficas para o setor apícola, acabaram não só por alterar a composição genética (com consequências para a diversidade) das populações dos Açores, como estão na origem da introdução do principal inimigo das abelhas, *Varroa destructor*, no Pico em 2000, e mais tarde nas Flores (2001) e Faial (2008). É possível que a introdução da *V. destructor* no Faial esteja associada à mudança drástica da composição genética da população nesta ilha que na amostragem de 2009-2011 era dominada pela linhagem Africana (77%) e na amostragem de 2014-2015 era dominada pela linhagem C (75%, Figura 2).

Entre as ilhas com menor percentagem de colónias com ADN mitocondrial (transmitido entre gerações apenas pela rainha) da linhagem C (São Jorge, Terceira, Flores e Santa Maria; Figura 2), os dados morfométricos (que representam o ADN nuclear, transmitido entre gerações pelos dois progenitores) mostram que Santa Maria é a ilha que possui a população geneticamente mais próxima da abelha Ibérica, *A. m. iberiensis*. Esta é uma descoberta inesperada, visto que Santa Maria foi alegadamente o centro de criação de *A. m. ligustica* durante o programa de melhoramento na década de 1980.

Este estudo mostra que, com exceção do Faial, a composição genética das populações de abelhas dos Açores não mudou entre 2009-2011 e 2014-2015. Porém, o programa de melhoramento implementado na década de 1980, associado a importações subsequentes levadas a cabo pelos apicultores, teve um grande impacto nas populações locais, havendo ilhas onde a abelha local, provavelmente introduzida em tempos históricos a partir da Península Ibérica, foi quase totalmente substituída por abelhas exóticas da linhagem C. No entanto, existem ainda ilhas que contêm predominantemente variantes da abelha ibérica e que por isso merecem ser conservadas e estudadas em profundidade.

Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem a colaboração e a boa vontade de inúmeros Veterinários e Técnicos das Divisões de Intervenção Veterinária (Direcção Geral de Alimentação e Veterinária), incluindo Nuno Salvador, Janyne Sousa, Ivan Castro, Alcino Silva, Célia Mesquita, Ana Jorge, José Dias, Paulo, Rico, Pedro Leal, Vagner Paulos, Luis Xavier, Luís Silva, Martins Silva, Carlos Gouveia, Ana Carina Coimbra, João Ramos, João Arruda, Edgardo Melo, João Luís, e Moniz da Ponte. Um agradecimento muito especial aos Veterinários Paula Vieira e Frank Aguiar por terem coordenado a amostragem de todas as ilhas e participado neste estudo de forma tão ativa e entusiasta. Este trabalho teve o apoio financeiro do programa COMPETE 2020 – POCI (Programa Operacional para a Competividade e Internacionalização) e da FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) através do projeto “BeeHappy: Bee (*Apis mellifera* L.) Health in the Azores: comparing ePIdemiological Patterns in a unique natural laboratory” (POCI-01-0145-FEDER-029871).

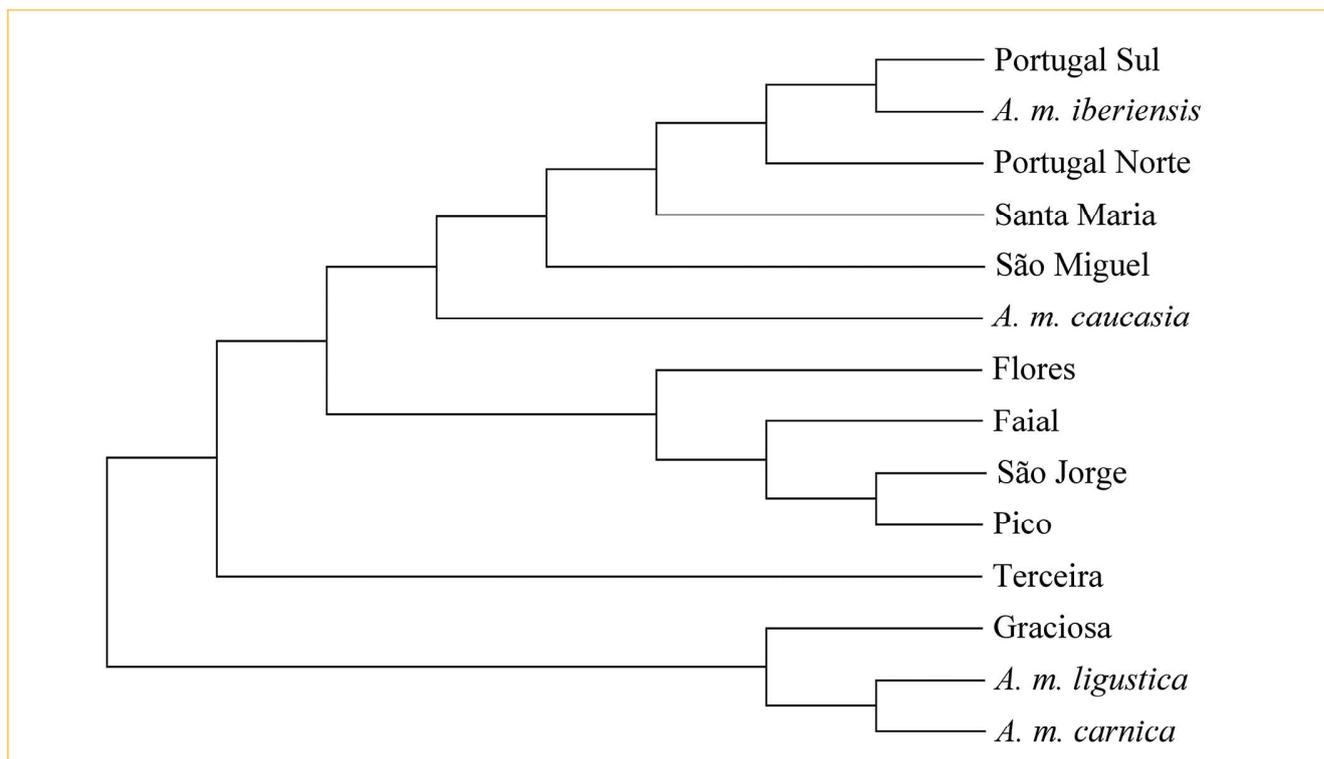


Figura 5- O dendrograma, efetuado com os dados de morfometria geométrica das asas, mostra as relações genéticas existentes entre as diferentes ilhas dos Açores, a abelha ibérica (*A. m. iberiensis*) e as subespécies das linhagens C (*A. m. ligustica*, *A. m. carnica*) e O (*A. m. caucasia*).

Referências Bibliográficas

Álvarez PF, Hernández FR, Reyes López J, Puerta F, Flores Serrano J, Bustos M. 1997. Estudio morfológico de las abejas melíferas del archipiélago canario (Gran Canaria, Tenerife, La Palma, Gomera). *Arch Zootec.* 47:451-459.

Chávez-Galarza J, Garnery L, Henriques D, Neves CJ, Loucif-Ayad W, Jonhston JS, Pinto MA. 2017. Mitochondrial DNA variation of *Apis mellifera iberiensis*: further insights from a large-scale study using sequence data of the tRNA leu-cox2 intergenic region. *Apidologie.* 48(4):533-544.

De la Rúa P, Galián J, Pedersen BV, Serrano J. 2006. Molecular characterization and population structure of *Apis mellifera* from Madeira and the Azores. *Apidologie.* 37(6):699-708.

De la Rúa P, Galián J, Serrano J, Moritz RF. 2001. Genetic structure and distinctness of *Apis mellifera* L. populations from the Canary Islands. *Molecular Ecology.* 10(7):1733-1742.

De la Rúa P, Serrano J, Galián J. 1998. Mitochondrial DNA variability in the Canary Islands honeybees (*Apis mellifera* L.). *Molecular ecology.* 7(11):1543-1547.

Ferreira H, Henriques D, Neves C, Machado C, Azevedo JC, Franco T, Pinto MA. 2019. Historical and contemporaneous human-mediated processes left

a strong genetic signature on honey bee populations from the Macaronesian archipelago of the Azores. *Apidologie.*

Franck P, Garnery L, Loiseau A, Oldroyd B, Hepburn H, Solignac M, Cornuet JM. (2001) Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data *Heredity* 86:420-430

Henriques D, Chávez-Galarza J, Quaresma A, Neves CJ, Lopes AR, Costa C, Costa F, Pinto MA. (2019). From the popular tRNA leu-COX2 intergenic region to the mitogenome: insights from diverse honey bee populations of Europe and North Africa. *Apidologie,* 50(2), 215-229.

Lhéréte, J.-P. (1987) Missão técnica-Apicultura. Relatório Técnico.

Muñoz I, Pinto MA, De la Rúa P. 2013. Temporal changes in mitochondrial diversity highlights contrasting population events in Macaronesian honey bees. *Apidologie.* 44(3):295-305.

Pinto MA, Henriques D, Neto M, Guedes H, Muñoz I, Azevedo JC, De la Rúa P. 2013. Maternal diversity patterns of Ibero-Atlantic populations reveal further complexity of Iberian honeybees. *Apidologie.* 44(4):430-439.

Pinto MA, Muñoz I, Chávez-Galarza J, De la Rúa P. 2012. The Atlantic side of the Iberian Peninsula: a hot-spot of novel African honey bee maternal diversity. *Apidologie.* 43(6):663-673.