

Produção não comercial de abelhas rainhas de *Apis mellifera* africanizada por pequenos produtores em Nova Petrópolis no Rio Grande do Sul

*Non-commercial production of queen bees *Apis mellifera* by small producers in Nova Petrópolis in Rio Grande do Sul*

*Producción no comercial de abejas reinas *Apis mellifera* por pequenos produtores en Nova Petrópolis en Rio Grande do Sul*

Recebido: 11/02/2025 | Revisado: 23/02/2025 | Aceitado: 24/02/2025 | Publicado: 26/02/2025

Aline de Fátima Santos de Mello

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1950-5020>

Universidade de Taubaté, Brasil

E-mail: alinemello137@gmail.com

Ricardo de Oliveira Orsi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8099-8277>

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

E-mail: ricardo.orsi@unesp.br

Resumo

As abelhas desempenham papel essencial na polinização de culturas de interesse comercial e, conseqüentemente, na manutenção dos ecossistemas, além de serem vitais para a atividade da apicultura. Para o sucesso da atividade, a substituição anual de abelhas rainhas é recomendada para manter o desenvolvimento populacional da colônia e, desta forma, a produtividade. Desta forma, foram selecionados apicultores que demonstraram interesse em participar da pesquisa. O objetivo da presente investigação é estudar a produção de realeiras por pequenos apicultores de forma não comercial em comparação aos percentuais de produtividade relatados pela comunidade científica, para verificar a viabilidade dessa estratégia. Para isto, foram selecionados apicultores que demonstraram interesse em participar da pesquisa. Em seguida, com base na produtividade individual, foram selecionadas colmeias para serem utilizadas como doadoras de larvas, as quais foram transferidas para realeiras artificiais (confeccionadas manualmente com cera de abelha) contendo uma gota de geleia real de único lote. Em seguida, estas realeiras artificiais foram transferidas para colmeias contendo colônias orfanizadas em diferentes períodos para a verificação da produção de rainhas. Após, quando as realeiras foram operculadas, determinou-se o número de realeiras aceitas e nascimento de princesas. Os dados foram analisados por análise descritiva. A pesquisa revelou que o método de produção de rainhas pode ser uma estratégia viável para pequenos apicultores, permitindo o melhoramento genético e a diversificação da produção. Contudo, mais pesquisas são necessárias para otimizar o processo e aumentar a eficiência.

Palavras-chave: Apicultura; Produção de abelhas rainhas; Melhoramento genético; Pequenos apicultores; Sustentabilidade apícola.

Abstract

Bees play an essential role in the pollination of crops of commercial interest and, consequently, in the maintenance of ecosystems, in addition to being vital for beekeeping activity. For the success of the activity, the annual replacement of queen bees is recommended to maintain the population development of the colony and, thus, productivity. Thus, beekeepers who showed interest in participating in the research were selected. The objective of the present investigation is to study the production of queen bees by small beekeepers in a non-commercial way in comparison to the productivity percentages reported by the scientific community, to verify the feasibility of this strategy. For this, beekeepers who showed interest in participating in the research were selected. Then, based on individual productivity, hives were selected to be used as larval donors, which were transferred to artificial queens (manually made with beeswax) containing a drop of royal jelly from a single batch. Then, these artificial queens were transferred to hives containing orphaned colonies at different periods to verify the production of queens. Then, when the queens were operculated, the number of accepted queens and the birth of princesses were determined. The data were analyzed by descriptive analysis. The research revealed that the queen production method can be a viable strategy for small beekeepers, allowing genetic improvement and diversification of production. However, more research is needed to optimize the process and increase efficiency.

Keywords: Beekeeping; Queen bee production; Genetic improvement; Small-scale beekeepers; Beekeeping sustainability.

Resumen

Las abejas juegan un papel esencial en la polinización de cultivos de interés comercial y, en consecuencia, en el mantenimiento de los ecosistemas, además de ser vitales para la actividad apícola. Para el éxito de la actividad, se recomienda la sustitución anual de abejas reinas para mantener el desarrollo poblacional de la colonia y, por ende, la productividad. Así, se seleccionó a los apicultores que mostraron interés en participar en la investigación. El objetivo de la presente investigación es estudiar la producción de árboles reina por parte de pequeños apicultores de manera no comercial en comparación con los porcentajes de productividad reportados por la comunidad científica, para verificar la factibilidad de esta estrategia. Para ello, se seleccionó a los apicultores que mostraron interés en participar en la investigación. Luego, con base en la productividad individual, se seleccionaron las colmenas para ser utilizadas como donantes de larvas, las cuales fueron transferidas a reinas artificiales (hechas manualmente con cera de abejas) que contenían una gota de jalea real de un solo lote. Luego, estas reinas artificiales fueron transferidas a colmenas que contenían colonias huérfanas en diferentes períodos para verificar la producción de reinas. Luego, cuando las reinas eran operculadas, se determinaba el número de reinas aceptadas y el nacimiento de princesas. Los datos fueron analizados por análisis descriptivo. La investigación reveló que el método de producción de reinas puede ser una estrategia viable para los pequeños apicultores, permitiendo el mejoramiento genético y la diversificación de la producción. Sin embargo, se necesita más investigación para optimizar el proceso y aumentar la eficiencia.

Palabras clave: Apicultura; Producción de abejas reinas; Mejora genética; Pequeños apicultores; Sostenibilidad apícola.

1. Introdução

As abelhas são essenciais a vida na Terra por meio de seus serviços de polinização, sendo responsáveis pela fertilização das plantas e perpetuação genética das espécies vegetais (Barbosa *et al.*, 2007). Portanto, a apicultura é uma atividade muito importante para a manutenção e preservação dos ecossistemas, pois as abelhas são os principais polinizadores da maioria das angiospermas, ou seja, as plantas com flores (Klein *et al.*, 2007), contribuindo para a propagação de espécies de plantas nativas e culturas agrícolas.

A apicultura desempenha também papel importante na agricultura mundial e familiar, e mostra-se como uma atividade relevante para o agronegócio, mesmo que sua profissionalização ainda esteja em desenvolvimento (Kloswski, Kuasoski, & Bonetti, 2020). Um dos entraves a este desenvolvimento se refere a preocupação constante dos apicultores em melhorar sua eficiência da relação lucro: investimento, atendendo às exigências de um mercado, cada vez mais competitivo e globalizado. Mesmo assim, a apicultura vem ganhando espaço entre pequenos produtores, principalmente por não necessitar de grandes investimentos e contribuir para a preservação do ambiente (Reis *et al.*, 2018).

Em uma colônia de abelhas *Apis mellifera* africanizadas é a abelha rainha quem determina a produtividade e o desenvolvimento da colônia, que depende de sua genética e idade, uma vez que quanto mais jovem melhor o seu desempenho em termos de taxa de postura de ovos. Em condições de floradas intensas e condições climáticas favoráveis as abelhas rainhas são estimuladas a oviposição constante, o que leva ao seu desgaste (Wiese, 1985). Logo, quando se compara rainhas jovens (até um ano), com rainhas mais velhas, as jovens apresentam melhor desempenho, sendo mais prolíferas, com menor mortalidade de ovos e larvas (Ravazzi, 1995) e menor tendência a enxamear (Silva, 2007). Considerando todos estes fatores, recomenda-se sua substituição anual ou a cada ciclo da abelha rainha (Pereira, 2006) para a garantia de bom desenvolvimento das colônias.

Além disso, para a obtenção de produtos apícolas (mel, pólen apícola, própolis, apitoxina, cera e geleia real) é necessário trabalhar com colônias populosas, o que depende de fatores que garantam as condições propícias para o desenvolvimento da colônia como qualidade dos favos, presença de alimento e de uma rainha jovem e saudável, além de uma colmeia livre de pragas e doenças (Kamel *et al.*, 2013). Por isso, a busca por maior eficiência e lucratividade das colmeias tem levado ao aumento da procura por novas colônias de abelhas melíferas (*A.mellifera*), gerando escassez de famílias com bom potencial genético e sanitário disponíveis para a compra, haja vista que a atividade apícola tradicional se baseia na captura de enxames silvestres (Chave *et al.*, 2020).

Porém, esta prática utilizada para repor e/ou aumentar o número de colônias dos apiários, possui inconveniências como a dependência da natureza para captura dos enxames, a heterogeneidade genética das colônias capturadas, consanguinidade e a possibilidade desses enxames serem portadores de doenças e parasitas prejudiciais à sanidade das abelhas, que normalmente afetam significativamente a produtividade das colônias. Mesmo assim essa prática continua sendo usada pela maioria dos apicultores para compensar a perda de colônias por enxameação, o que acarreta também em baixa produtividade nos apiários (Chave *et al.*, 2020). Portanto, a produção artificial de rainhas melhoradas geneticamente, técnica utilizada para preservar e multiplicar qualidades genéticas existentes em um determinado grupo de indivíduos, é indicada para assegurar que o potencial produtivo de colônias superiores seja bem aproveitado pelos apicultores, produzindo novas colônias com características semelhantes em seus apiários (Matusiewicz, 2016).

A substituição das rainhas nas colmeias busca reduzir os custos e aumentar a produção, o que contribui para o sucesso da atividade. Além disso, a produção de rainhas de abelhas melíferas pode ser uma boa alternativa de mercado para os pequenos apicultores que buscam diversificar sua produção e aumentar sua lucratividade, o que também pode contribuir para a produtividade e lucratividade da apicultura local. Tais pontos apresentam ainda mais relevância, considerando a redução das condições favoráveis para a multiplicação natural dos enxames, principalmente com o aumento das áreas desmatadas (Nandi & Karmarkar, 2018), uso de pesticidas, pragas, doenças e falta de recursos florais, além dos efeitos das mudanças climáticas, que podem exigir adaptação ainda mais intensas na apicultura (Zapata-Hernández *et al.*, 2024).

Porém, a viabilidade, produtividade e potencial de produção de abelhas rainhas por pequenos produtores ainda é muito insipiente, logo, não se conhecem os fatores que contribuem para o seu sucesso, os desafios e nem o real potencial desta prática para os produtores, o que torna sua implementação mais complexa. O objetivo da presente investigação é estudar a produção de realeiras por pequenos apicultores de forma não comercial em comparação aos percentuais de produtividade relatados pela comunidade científica, para verificar a viabilidade dessa estratégia. Os resultados desta pesquisa são relevantes ao estabelecer parâmetros fidedignos de produção que contribuem para sua produtividade e sobrevivência a longo prazo, pois permite que eles possam prover a reposição de suas abelhas rainhas anualmente, bem como multiplicar suas colônias com menor investimento financeiro.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa de campo, experimental, de natureza quantitativa (Pereira *et al.*, 2018), cujos resultados foram analisados com estatística descritiva, como médias e frequências (Shitsuka *et al.*, 2018). Para atender aos objetivos desta pesquisa, foram acompanhadas as colônias de seis apicultores de Nova Petrópolis, município localizado na Serra gaúcha durante os meses de janeiro a março de 2024. Localizado na região sul do Brasil, o estado possui uma área física de 281.707,1 km² (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022), sendo caracterizado por grande diversidade de ecossistemas, incluindo florestas subtropicais e áreas de campos naturais, típicos dos biomas Mata Atlântica e Pampa (IBGE, 2019). O clima predominante em Nova Petrópolis, de acordo com a classificação de Köppen, é o subtropical úmido – Cfb, caracterizado por chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperaturas médias anuais de 17°C, com precipitação anual em torno de 1.700mm concentrados entre os meses de setembro e janeiro, enquanto os meses de inverno apresentam menor precipitação (Alvares *et al.*, 2013).

Os apicultores foram selecionados a partir de seu interesse e disponibilidade em participar da pesquisa e que buscavam melhorar a produtividade de suas colmeias e expandir seus apiários, além de já realizarem rotineiramente a avaliação de produtividade de suas colônias com base na última safra de mel. Os produtores já possuíam colmeias estabelecidas (entre 30 e 250 colmeias), e as colônias foram escolhidos aleatoriamente de acordo com a quantidade de população de abelhas. O experimento foi desenvolvido no verão (janeiro a março) em virtude da temperatura mais favorável

para a produção de rainhas e da presença de zangões e durante o verão e primavera, identificados na região. Para a produção das abelhas rainhas foi utilizado o seguinte delineamento (Tabela 1).

Tabela 1 - Delineamento experimental da produção não comercial de abelhas rainhas (*A. mellifera*) no município de Nova Petrópolis, Rio Grande do Sul.

Produtores	Colônia 1	Colônia 2	Colônia 3	Repetições (Colônia 2)
API1	09/01/2024	09/01/2024	21/01/2024	21/01/2024
API2	17/01/2024	-	-	-
API3	05/02/2024	-	-	-
API4	09/02/2024	09/02/2024	-	-
API5	15/03/2024	15/03/2024	-	-
API6	20/03/2024	-	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores.

A produção de abelhas rainhas foi realizada conforme o método Doolittle, que consiste na transferência de larvas com menos de três dias de vida, para realeiras artificiais, denominadas cúpulas (Laidlaw & Page, 1997). Este método, amplamente reconhecido na apicultura, permite o controle e a facilitação da transferência de larvas jovens para cúpulas artificiais preparadas com cera de abelha com o auxílio de um bastão de madeira circular de 8 mm de diâmetro e 1 cm de altura (Laidlaw & Page, 1997). O material foi modelado artesanalmente para garantir o formato ideal para a recepção das larvas.

A orfanização das colmeias selecionadas foi realizada conforme descrito por Winston (1987), em diferentes dias. Após a orfanização, foram retirados quadros com larvas de até 3 dias de idade de enxames com a produtividade conhecida (doadoras de larvas), que foram cuidadosamente enroladas em panos úmidos e transportadas para uma sala fechada onde cada produtor realizou a transferência, acompanhado por responsável técnico capacitado.

Em cada sessão foi utilizado o mesmo lote de geleia real congelada, adquirida no comércio local e descongelada em banho-maria ($\approx 40^{\circ}\text{C}$), e uma gota foi depositada em cada cúpula utilizando uma seringa estéril. Posteriormente, uma larva foi transferida para o topo da geleia em cada cúpula, conforme descrito no método de Doolittle (Laidlaw & Page, 1997).

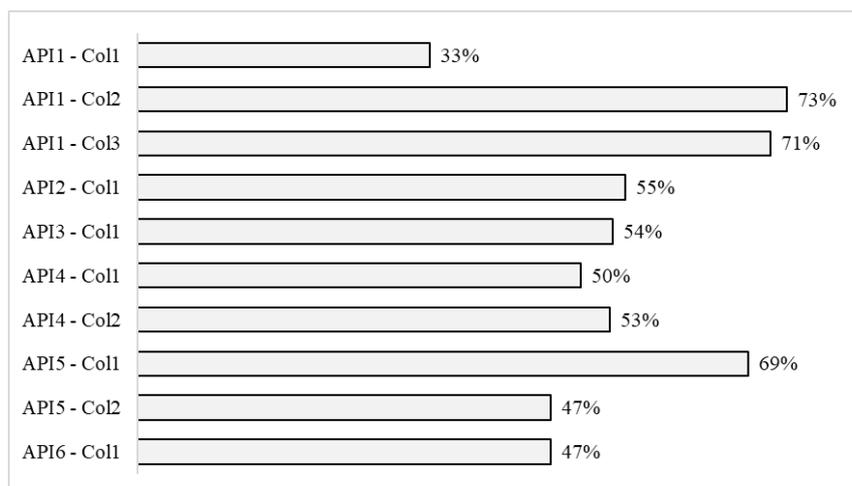
Nos enxames que já estavam órfãos por dois ou três dias, as realeiras naturais foram eliminadas e, os quadros contendo as realeiras artificiais com as larvas transferidas foram inseridas em posição central. Os quadros com as larvas restantes foram devolvidos aos enxames de origem para garantir o cuidado contínuo das colmeias. Nenhuma suplementação alimentar foi fornecida aos enxames durante a produção das realeiras, conforme prática comum em condições naturais (Winston, 1987) e a produção de realeiras foi monitorada até o momento da colheita, quando os quadros foram removidos, envoltos em panos secos e transportados de volta para a sala do produtor, onde foi realizada a contagem e destinação final das realeiras.

A análise dos dados foi realizada por meio de estatísticas descritivas e a eficácia do processo de criação de rainhas foi avaliada considerando o número de realeiras viáveis produzidas por colmeia. A correlação entre as condições de orfanização e o sucesso da produção de realeiras foi testada com base no modelo descrito por Laidlaw e Page (1997).

3. Resultados e Discussão

A partir do acompanhamento dos apicultores de Nova Petrópolis (RS) foi possível analisar a produção não comercial de abelhas rainhas *A. mellifera* africanizadas. A maioria das colmeias destes produtores produziu entre 40 e 60% de realeiras (Figura 1), o que indica uma estimativa interessante de produção independente por esses produtores.

Figura 1 - Distribuição percentual da produção de realeiras por enxame pelas colmeias de pequenos produtores.



Fonte: Elaborada pelos autores, conforme os dados da pesquisa.

As colmeias obtiveram entre 33 e 73% de aceitação das larvas enxertadas, produzindo em média de 53% de realeiras, muito parecido com o encontrado por Chaves *et al.* (2020), que foi de 50%. Estes resultados indicam uma oportunidade de aumento da produtividade de seus enxames e de aumento de seus apiários, sem depender da captura de enxames da natureza (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição percentual da produção de realeiras pelas colmeias de pequenos produtores.

Produtor	Médio (%)	Média de Cúpulas	Média Realeiras Produzidas	Dias Órfãos
API1	59,3	29,3	17,3	2
API2	55,0	36,0	20,0	2
API3	53,6	28,0	15,0	2
API4	51,7	33,0	17,0	1
API5	57,8	45,0	26,0	0
API6	46,7	30,0	14,0	0
Médias	55,19	33,80	18,70	1,2

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados da pesquisa.

Porém, os resultados observados foram inferiores aos obtidos por Medeiros *et al.* (2011), que realizaram dois períodos de testes, obtendo 76,66% de realeiras produzidas em média. Os autores também ressaltaram a importância do uso da geleia real para melhorar a aceitação das larvas. Porém, os resultados desta pesquisa foram superiores aos de Pereira *et al.* (2021), que encontraram 45,51% de aceitação das larvas no primeiro ciclo de produção em colmeias orfanadas; estes autores destacaram a importância do cuidado na transferência da larva para evitar o afogamento, o que melhora significativamente a produtividade de realeiras.

Por outro lado, Silva *et al.* (2020) encontraram entre 40 e 41% de aceitação das larvas com diferentes volumes de geleia real em cada cúpula. Com base nos resultados encontrados por esses autores podemos inferir que a produção de realeiras pode ser realizada de forma artesanal por pequenos produtores. Fatores como a capacitação destes para a transferência das larvas, quantidade de geleia real por cúpula, preparação da colmeia recria com um maior número de abelhas nutrizas e alimentação das colmeias recias antes e durante a produção das realeiras, contribuem para melhorar a produtividade de realeiras por colmeias. Logo, considera-se que o método utilizado e os resultados dos produtores deste estudo foram

satisfatórios, desde que seja utilizada uma geleia real de boa qualidade, os cuidados adequados sejam tomados na transferência das larvas (evitando o afogamento e/ou desidratação das larvas), realizando a transferência e logo em seguida a colocação do quadro no enxame órfão.

No API1, é possível que a baixa produção das realeiras da primeira colmeia em relação a segunda tenha sido ocasionada pelo tempo que o primeiro quadro com as larvas ficou aguardando até o segundo quadro estar pronto para ser levado até os enxames; além disso, a dificuldade na transferência das larvas foi maior no início da produção, tendo em vista que os produtores nunca haviam realizado estas tarefas anteriormente. Além disso, a genética pode influenciar também na produção de realeiras, o que deve ser observado na escolha das colônias em que as abelhas rainhas serão produzidas. Com base nesses fatores, ressalta-se a importância da capacitação dos produtores.

Não foram observadas diferenças na produção de realeiras em relação ao tempo de orfanção; porém, sugerem-se mais pesquisas com número maior de colmeias e de produtores diferentes para identificar possíveis influências do tempo de orfanção na produção de abelhas rainhas. Mesmo assim, caso o apicultor conheça a idade das rainhas ativas em suas colmeias, as rainhas velhas podem ser eliminadas no momento da transferência das larvas, já se forem rainhas novas, esta retirada deve ocorrer com pelo menos com 24 horas de antecedência, por causa dos feromônios presentes na colmeia. Outros autores também recomendam a orfanção 24h antes da transferência das larvas (Schafaschek, 2020; Pereira *et al.*, 2021).

Também não foram observadas diferenças na aceitação das cúpulas em relação aos dias de orfanidade, desde que as rainhas velhas sejam removidas. No entanto, a técnica de produção de rainhas por repetição de enxames também requer mais pesquisas, especialmente no que diz respeito a aspectos ambientais e biológicos envolvidos neste processo.

Além disso, a baixa captura de enxames nos últimos dois anos (2023 e 2024) também sugere a necessidade de maior monitoramento das populações de abelhas na região para sustentar a prática apícola, o que deve ser uma prática de monitoramento constante, até mesmo para acompanhar o serviço ecossistêmico de polinização das espécies naturais e de interesse econômico da região. Esta situação exige a divisão das colônias para o aumento dos apiários e da produção de rainha para o melhoramento genético das colônias.

Os pesquisadores utilizam em média um tempo de coleta de 9,2 dias. Pereira *et al.* (2021) recomendam a coleta de realeiras de acordo com a maneira escolhida para o nascimento das rainhas. Se for para introduzir em núcleos para a formação de enxames ou para a substituição de rainhas velhas, o recomendado é um tempo de coleta entre 8 e 9 dias. Se o desejado for que o nascimento das rainhas seja em estufa, o recomendado é de 10 dias a coleta. Para os produtores que optarem por introduzir realeiras, como é o caso desta pesquisa, indica-se a coleta entre os dias 9 e 10.

A escolha da época do ano (janeiro a março) para este experimento foi em virtude do período de entre safra na região de Nova Petrópolis, porém com grande presença de zangões e durante o verão a temperatura é mais favorável para a produção de rainhas. Comparando com os resultados encontrados por Garcia *et al.* (2005), que encontrou maior produção de geleia real e maior aceitação das larvas nos meses de fevereiro e março, no estado de São Paulo sendo também o intervalo entre as floradas principais da região. Já Ushoet *et al.* (2012) realizaram o experimento em dois períodos do ano no Piauí, outubro/novembro e fevereiro/março, sendo que o melhor resultado foi nos meses de fevereiro/março, quando as rainhas obtidas foram mais pesadas antes e depois da fecundação, atingindo maior produção de mel. Com base nesses dois artigos e nos resultados encontrados nesta pesquisa, sugere-se os meses de janeiro a março como a época ideal para a produção de abelhas rainhas na região de Nova Petrópolis/RS.

A substituição de rainhas velhas por novas, independentemente do número de dias de orfanidade, reforça a flexibilidade do manejo apícola, simplificando o processo de renovação dos enxames sem comprometimento da viabilidade das novas rainhas (Oliveira *et al.*, 2019). Segundo Toledo *et al.* (2013), que estudaram a longevidade das rainhas africanizadas, italianas, cárnicas e híbridas em dois períodos, o tempo médio de vida de uma rainha foi de 9 meses em africanizadas e menor

que esse período nas demais espécies analisadas, reforçando a necessidade de substituição anual das rainhas, evitando assim as enxameações e redução das populações, principalmente nas épocas de alta entrada de néctar nas colmeias.

Além de novos estudos que considerem uma amostra maior de produtores e de colmeias para a produção de abelhas rainhas, para pesquisas futuras, sugerimos também a análise dos custos de produção por realeira, que seria de altíssima importância para que os produtores possam comercializar o excedente da produção. Nestas pesquisas, deve ser considerado que os custos de produção incluem principalmente a mão de obra do próprio produtor, na confecção das cúpulas e na orfanção, além dos custos com geleia real. Mesmo assim, outros autores identificaram um custo de R\$ 15,11/por abelha rainha, com um preço de mercado de R\$ 25,00/rainha virgem (nascida), o que possibilita um lucro de 39,55%, no ano de 2021 (Pereira *et al.*, 2021).

Considerando os resultados desta pesquisa, pode se identificar que a produção não comercial de abelhas rainhas *Apis mellifera*. africanizadas por pequenos produtores apresenta-se como uma prática promissora em Nova Petrópolis/ RS para o melhoramento genético dos enxames. Essa técnica tem se mostrado eficaz ao permitir que os apicultores realizem a substituição regular das rainhas, favorecendo a seleção de características desejáveis, como docilidade, produtividade e resistência a doenças, diretamente em seus apiários (Farias *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2020). No entanto, a produção de rainhas por repetição do enxame, ainda que potencialmente vantajosa, carece de estudos mais aprofundados para compreender fatores como a periodicidade da divisão e a influência das condições climáticas locais para otimizar a produtividade e garantir a sustentabilidade da prática (Mendes *et al.*, 2021). Ademais, as condições observadas nos últimos dois anos (2023 e 2024), com uma menor captura de enxames naturais, podem ser indicativas de um impacto direto das mudanças climáticas na apicultura na região, o que também deve ser considerado em estudos futuros para avaliar a viabilidade da captura de enxames e planejar estratégias adequadas para garantir a produção contínua de rainhas (Silva *et al.*, 2022).

4. Conclusão

Este estudo confirmou a viabilidade do melhoramento genético de enxames por pequenos apicultores pela da substituição de rainhas utilizando o método Doolittle. A simplicidade e a eficiência do método demonstram que é possível implementá-lo sem a necessidade de grandes investimentos em infraestrutura, tornando a prática acessível para apicultores de diferentes escalas, especialmente em períodos complexos de captura de enxames.

Embora não tenham sido observadas diferenças na produção de realeiras em função dos dias de orfanidade, o estudo abre caminho para futuras investigações, como a repetição da produção de realeiras na mesma caixa recria e a análise de um número maior de produtores para compreender detalhes. Ademais, é essencial avaliar os custos envolvidos na produção de realeiras com vistas à comercialização do excedente, o que pode representar uma oportunidade econômica adicional para os apicultores. Esses aspectos reforçam a relevância de novas pesquisas para aperfeiçoar e expandir as aplicações do método Doolittle na apicultura.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek, G. (2013). *Köppen's climate classification map for Brazil*. Meteorologische Zeitschrift, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Barbosa, D. B., Crupinski, E. F., Silveira, R. N., & Limberger, D. C. H. (2017). As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 3(4), 694-703.
- Chaves, J. S., Junior, D. L., de Matos, S. M., Nascimento, J. P. S., Silva, H. S., Silva, O. X., ... & Silva, L. S. (2020). Produção de abelhas rainhas africanizadas *Apis Mellifera L.* pelo método de puxada artificial. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 80839-80847.
- Doolittle, G. M. (1889). *Scientific Queen-rearing as Practically Applied: Being a Method by which the Best of Queen-bees are Reared in Perfect Accord with Nature's Ways: for the Amateur and Veteran in Beekeeping*. Thomas G. Newman & Son, 923 & 925 West Madison Street.
- Farias, A. L., *et al.* (2018). Melhoramento genético em apicultura: uma revisão. *Revista Brasileira de Apicultura*, 35(1), 45-55.

- Garcia, R. C., & Couto, R. H. N. (2005). Produção de geléia real por abelhas *Apis mellifera* italianas, africanizadas e descendentes de seus cruzamentos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 27(1), 17-22.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: Compatível com a escala de 1:250 000*. IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Cidades e Estados: Rio Grande do Sul*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br>
- Kamel, S. M., Osman, M. A. M., Mahmoud, M. F., Mohamed, K. M., & Abd Allah, S. M. (2013). Morphometric study of newly emerged unmated queens of honeybee. *Apis mellifera L. in Ismailia Governorate, Egypt. Arthropods*, 2(2), 80.
- Kamel, S. M., Osman, M. A. M., Mahmoud, M. F., Mohamed, K. M., & Abd Allah, S. M. (2013). Morphometric study of newly emerged unmated queens of honeybee *Apis mellifera L.* in Ismailia Governorate, Egypt. *Arthropods*, 2(2), 80.
- Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 274(1608), 303-313. DOI: 10.1098/rspb.2006.3721
- Klosowski, A. L. M., Kuasoski, M., & Bonetti, M. B. P. (2020). Apicultura brasileira: inovação e propriedade industrial. *Revista de Política Agrícola*, 29(1), 41.
- Laidlaw, H. H., & Page, R. E. (1997). *Queen Rearing and Bee Breeding*. Wicwas Press.
- Medeiros, P. V. Q., Pereira, D. S., Maracajá, P. B., & Sakamoto, S. M. (2011). Produção de abelhas rainha *Apis mellifera spp.*, africanizadas, no semiárido cearense, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 6(5), 47.
- Mendes, J. P., et al. (2021). Divisão de enxames como estratégia para produção de rainhas em pequenas propriedades. *Apicultura no Sul do Brasil*, 7(2), 213-226.
- Oliveira, R. F., et al. (2019). Eficiência do método Doolittle na produção de abelhas rainhas. *Ciência Rural*, 49(4), 1032-1040.
- Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Editora UAB/NTE/UFSM.
- Pereira, D. S., Andrade, A. A., MULLER, P. D. M., & Venturieri, G. C. (2017). Produção de abelhas rainha (*Apis mellifera L.*) em colmeias não orfanadas na Embrapa Amazônia Oriental. In: II Encontro de Apicultores e Meliponicultores de Ouricuri. Tema: Criação de Abelhas e os Desafios Atuais no Nordeste, 23,24 e 25 de maio de 2017. Ouricuri – Pernambuco.
- Pereira, F. M. (2006). *Produção de rainhas*. - Teresina: Embrapa Meio-Norte. p. 37.
- Pereira, V. A., Arboitte, M. Z., Souza, T. H. S., Anastácio, M. D., Pires, J. N., Krause, C. A., & Melo, A. F. (2021). Produção de rainhas de *Apis mellifera L.* africanizadas em colônias com rainhas ou orfanadas. *Conjecturas*, 21(6), 927-947.
- Ravazzi, G. (1995). *Curso de Apicultura*. Barcelona: Editorial de Vecchi, S. A. p. 135.
- Reis, G. C. S., Ramos, B. S. P., Gomes, J. F., Santos, F. N. D., & Custodio, J. B. (2018). A apicultura na construção de saberes e geração de renda no Território Velho Chico. *Cadernos de Agroecologia*, 13(1).
- Santos, P. D. R., Souza, T. H. S. D., Rossoni, D. F., & Toledo, V. D. A. A. D. (2019). Royal jelly production with queens produced by single and double grafting in Africanized honeybee colonies. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 41, e45670.
- Schafaschek, T. P. (2020). Seleção e produção de rainhas de abelhas *Apis mellifera*. *Boletim Técnico*, (190).
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia*. (2ed.). Editora Erica.
- Silva, E. C. A. (2007). Produção comercial de abelhas rainhas - *Manual Prático*. Apicultura Etron. Uberlândia-MG.
- Silva, L. A., et al. (2022). Captura de enxames naturais: desafios e oportunidades para pequenos apicultores. *Boletim Técnico de Apicultura*, 42(3), 190-202.
- Silva, R. E., Sousa Muniz, V. I. M., Sousa, F. B., Farias, F. F. M., Felix, J. A., Melo Nascimento, J. E., ... & Alves, J. E. (2020). Influência de diferentes quantidades de geleia real no desenvolvimento de rainhas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera L.*). *Research, Society and Development*, 9(9), e994998071-e994998071.
- Souza, M. C., et al. (2020). Substituição de rainhas em enxames de *Apis mellifera*: uma abordagem prática. *Journal of Apicultural Research*, 59(3), 120-128.
- Toledo, V. D. A. A. et al. Produção de realeiras em colônias híbridas de *Apis mellifera L.* e longevidade de rainhas. *Global Science and Technology*5(2) 2012.
- Toledo, V. D. A. A., Neves, C. A., Alves, E. M., Oliveira, J. R., Ruvolo-Takasusuki, M. C. C., & Faquinello, P. (2010). Produção de geleia real em colônias de abelhas africanizadas considerando diferentes suplementos proteicos e a influência de fatores ambientais. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32(1), 101-108.
- Toledo, V. D. A. A., Nogueira-Couto, R. H., Malheiros, E. B., Faquinello, P., & Sereia, M. J. (2012). Produção de realeiras em colônias híbridas de *Apis mellifera L.* e longevidade de rainhas. *Global Science and Technology*, 5(2).
- Uchôa, F. D. A. B., Souza, D. C., Alves, A. A., Santos, F. A., Nunes, J. R. A., de Lima, C. J., & da Silva Sousa, J. (2012). Effect of weight of Africanized queens (*Apis mellifera L.*) at birth in honey production in semi-arid Piauiense. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 8(2), 01-06.
- Wiese, H. (1985). *Nova Apicultura*. 6. ed. Porto Alegre: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 1985. 493 p.
- Winston, M. L. (1987). *The Biology of the Honeybee*. Harvard University Press.
- Zapata-Hernández, G., Gajardo-Rojas, M., Calderón-Seguel, M., Muñoz, A. A., Yáñez, K. P., Requier, F., ... & Arrieta, H. (2024). Advances and knowledge gaps on climate change impacts on honey bees and beekeeping: A systematic review. *Global Change Biology*, 30(3), e17219.