

# Sistemas e Dispositivos de Monda Automatizada de Fruta – Estado da Arte

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho insere-se no projeto +pêssego (Inovação e desenvolvimento na cultura do pessegueiro na região da Beira Interior) tendo como objetivo contribuir para a valorização global da fileira através da atuação a nível de diversas técnicas culturais e valorização do seu produto, o pêssego. A qualidade dos frutos está muito dependente da carga de uma árvore. O calibre do fruto, i.e., a sua dimensão, é um parâmetro de qualidade com valorização económica. Este parâmetro encontra-se intimamente relacionado com o correto ajustamento da carga. Caso a poda seja pouco severa para garantir maior produção e o vingamento dos frutos (transformação das flores em frutos) for elevado, obtém-se um excesso de carga caso se verifiquem condições climáticas favoráveis. Nesta condição, resta aos produtores fazer o correto ajustamento da carga através da monda dos frutos. A monda manual é o método mais utilizado mas requer elevada disponibilidade de mão-de-obra, facto muitas vezes limitativo, e por ser moroso torna-se bastante dispendioso. A monda química dos frutos, e em particular do pessegueiro, não é uma prática corrente porque os resultados não têm sido muito consistentes. As menores dimensões das propriedades e, mais concretamente da área de cada cultivar dentro de uma exploração, podem tornar o uso de equipamentos de grandes dimensões em algo pouco funcional e desajustado. Assim, mostra-se necessária a criação de soluções que permitam a realização da monda de frutos num tempo mais curto e de forma mais económica que a monda manual, tendo em consideração as condições locais, particularmente no que respeita à versatilidade que é necessária de acordo com a heterogeneidade das plantas, resultante também da heterogeneidade das parcelas e do solo. Esta revisão de literatura descreve os diferentes conceitos que

têm vindo a ser desenvolvidos e explorados para a mecanização da monda do fruto e os resultados obtidos com recurso aos mesmos, apresenta também alguns exemplos de tecnologias de sensorização já aplicadas a produtos hortícolas e frutícolas. Pretende-se assim contribuir para a análise da exequibilidade tecnológica e económica do desenvolvimento e utilização de equipamentos portáteis para a monda do fruto.

## 2. EQUIPAMENTOS DE MONDA MECÂNICA

### 2.1. Dispositivos Acoplados a Veículos

A maior parte dos estudos existentes na literatura, relativos a equipamento para este fim, recorre ao acoplamento a tratores ou a máquinas agrícolas semelhantes, para a sua alimentação.

Inicialmente começaram-se por explorar equipamentos cuja atuação consistia em exercer movimentos oscilatórios ou vibratório sobre os outros e/ou ramos das árvores de frutos. Estes equipamentos e ainda que com oscilações de baixa frequência, tendem a remover fruto em excesso, e em particular os frutos de maior calibre e mais próximo à copa

das árvores, o que vai contra o pretendido, dado que os frutos de maior calibre apresentam um maior valor comercial e aqueles mais junto à copa, por terem uma maior exposição solar, terão um maior probabilidade de vingar [1-4].

Nos estudos mais recentes tem-se vindo a explorar a utilização de tambores rotativos com elementos de impacto flexíveis, para a monda da flor e do fruto, recorrendo a equipamento previamente existente. Nomeadamente, o Darwin da empresa Alemã Fruit-Tec de hastes rotativas, este foi concebido para a monda da flor em macieiras. Para a monda do fruto recorreu-se a um tambor vibratório desenvolvido pelo Departamento de Agricultura do Estados Unidos (USDA). O veio e as hastes deslocam-se sobre o plano horizontal através de um motor hidráulico, sendo a frequência de oscilação regulável. Nestes ensaios, foram variados parâmetros como a velocidade de rotação dos veios, velocidade de avanço do trator, o ângulo de ataque do tambor face à linha das árvores, a condução das próprias árvores (forma conferida pela poda) e aplicação ou não de uma monda manual complementar. Contudo, tem-se verificado ao longo de vários ensaios com uma duração de 3 anos cada um, por norma, que em determinados locais e colheitas a aplicação destes equipamentos em determinadas modalidades, se apresenta como uma vantagem económica enquanto noutros casos isso não verifica. Contudo, a sua aplicação resulta sempre na redução do tempo investido na operação, o que possibilita uma mais rápida e versátil tomada de decisões por parte dos produtores. Tornou-se no também evidente, que os melhores resultados emergiam com a aplicação de uma monda manual complementar e que a janela temporal em que a monda é aplicada apresentava uma maior correlação com a produção do que o tipo de condução das árvores. É sugerido que a pes-



**Figura 1.** Máquina vibratória de monda do pêssego sem acoplamento mecânico ao ramo (Rosa *et al.* [4]).



(a) Darwin, equipamento de monda de hastes flexíveis.



(b) Tambor de hastes vibratórias.

**Figura 2.** Equipamentos para a monda mecânica da flor e do fruto, respetivamente, acoplados a tratores ([www.fruit-tec.com](http://www.fruit-tec.com); <http://ucanr.edu/>).

quisa relativa a este tipo de equipamento se deveria na utilização de sensores e estratégias de controlo de forma a posicionar automaticamente o tambor e os elementos flexíveis para que se aumente a precisão da monda [5-10]. Foi ainda desenvolvido na Universidade de Bonn, na Alemanha, um equipamento que assenta no mesmo princípio de atuação, mas que possui vários eixos de rotação. Este facto poderá permitir uma configuração mais precisa, já que para cada eixo é possível regular de forma independente o seu ângulo de ataque.

No entanto, os custos da sua utilização revelaram ser da mesma ordem da poupança em mão de obra, o que sugere um balanço económico nulo [11].

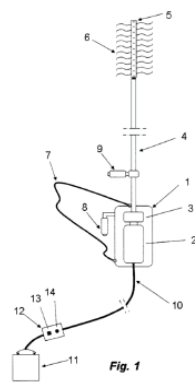
## 2.2. Dispositivos Portáteis

Todos os estudos encontrados na literatura, referentes a equipamentos portáteis para a monda de fruto, pertencem a um mesmo grupo de investigadores espanhóis. Estes começaram por testar dois equipamentos comercialmente disponíveis, destinados a outras

aplicações. O modelo Giulivo da empresa italiana Volpi S.p.A, tem como meio de atuação uma cabeça rotativa, movida por um motor elétrico, com 6 dedos flexíveis. O segundo dispositivo consiste num agitador pneumático de ramos portátil, fabricado pela Campagnola P.E.S, Itália. Ambos permitiram reduzir significativamente o tempo necessário para a monda. Tendo em conta os valores médios, o número e carga de frutos vingados não diferem significativamente entre o processo de monda exclusivamente manual, mas aparentam existir algumas inconsistências, como o facto de em algumas colheitas a utilização do equipamento sem monda manual complementar, se aproximar mais dos números obtidos através do processo de controlo, do que a monda mecânica com uma monda manual suplementar [12]. Os autores reafirmaram num segundo estudo que apesar de a monda mecânica acelerar o processo de monda, o número de fruto e lucro por árvore, para a monda exclusivamente mecânica, exclusivamente manual ou a combinação das duas técnicas apresentam valores semelhantes. Ainda que a diferença seja reduzida, a monda manual tende a gerar uma maior quantidade de fruto colhido e com um maior calibre [13]. Os mes-



(a) Fotografia com o protótipo e operador



(b) Figura contida na respetiva patente

**Figura 3. Protótipo de um equipamento para a monda mecânica da flor e fruto de pessegueiro [14, 15].**

mos autores desenvolveram e patentearam o seu próprio equipamento, cuja particularidade é o facto de as hastes serem facilmente substituíveis, para que o equipamento possa ser utilizado tanto para a monda da flor como do fruto, recorrendo a hastes de diferentes níveis de rigidez. Os ensaios realizados com este, não permitem também afirmar que exista uma vantagem económica resultante da sua utilização [14]. Existem já soluções semelhantes disponíveis para venda ao público, são no entanto dirigidas à monda da flor. É o caso do Electro'flor modelo da empresa francesa Infaco e do Cinch, inventado pelo Norte-Americano Phill Miller que consiste num veio com filamentos flexíveis compatível com os acoplamentos de berbequins convencionais, elétricos ou pneumáticos.

### 3. CONCLUSÕES

Pode-se afirmar que as soluções exploradas até à data se dividem essencialmente em duas categorias de atuação: equipamentos com membros flexíveis dispostos num veio rotativo e equipamentos vibratórios. O principal motivo impeditivo da adoção destes equipamentos é a inconsistência de resultados económicos positivos. Estes resultam a aleatoriedade resultante dos mecanismos de atuação aplicados. Para que se consiga obter uma maior seletividade e consistência de resultados, existem essencialmente duas abordagens possíveis: a utilização de atuadores sem qualquer tipo de feedback, cujos parâmetros de controlos sejam regulados de forma iterativa pela observação e tentativa de otimização de métricas

estatísticas; ou a utilização de elementos de sensorização que permitam detetar a presença e determinar a posição dos frutos, operando em conjunto com atuadores com uma linha de atuação bem definida. Tendo em conta a literatura encontrada, apenas a primeira alternativa foi explorada. A segunda opção demonstra dificuldades inerentes associadas às condições de operação, no entanto não deve ser descartada, uma vez que se aplicada com sucesso, pode produzir os melhores resultados possíveis. No sentido de avaliar a exequibilidade e facilitar o desenvolvimento de novos equipamentos, é portanto importante que se tenha noção das tecnologias e técnicas de sensorização de produtos hortícolas e frutícolas, já desenvolvidas e aplicadas na indústria e no campo. Para se obter uma seletividade máxima é necessário produzir um sensor que permita tornar “invisíveis” os obstáculos que rodeiam os frutos (ramos e folhas) e permita identificar, localizar e avaliar cada fruto individual.

### REFERÊNCIAS

[1] Berlage, A.; Langmo, R.: “Machine-vs hand-thinning of peaches.” Transactions of the ASAE [American Society of Agricultural Engineers], n.º (1982);

[2] Glenn, D.M.; Peterson, D.L.; Giovannini, D.; Faust, M.: “Mechanical thinning of peaches is effective postbloom” HortScience, Vol. 29 n.º 8 (1994), pp. 850–853;

[3] Diezma, B.; Rosa, U.: “Monitoring of fruit removal for mechanical thinning of peaches” Frutic, Vol. 5 n.º (2005), pp. 12–16;

[4] Rosa, U.; Cheetancheri, K.; Gliever, C.; Lee, S.; Thompson, J.; Slaughter, D.: “An electro-me-

chanical limb shaker for fruit thinning” computers and electronics in agriculture, Vol. 61 n.º 2 (2008), pp. 213–221;

[5] Schupp, J.; Baugher, T.A.; Miller, S.; Harsh, R.; Lesser, K.: “Mechanical thinning of peach and apple trees reduces labor input and increases fruit size” HortTechnology, Vol. 18 n.º 4 (2008), pp. 660–670;

[6] Baugher, T.A.; Schupp, J.; Lesser, K.; Hess-Reichard, K.: “Horizontal string blossom thinner reduces labor input and increases fruit size in peach trees trained to open-center systems” HortTechnology, Vol. 19 n.º 4 (2009), pp. 755–761;

[7] Baugher, T.A.; Schupp, J.; Ellis, K.; Remcheck, J.; Winzeler, E.; Duncan, R.; Johnson, S.; Lewis, K.; Reighard, G.; Henderson, G.; others: “String blossom thinner designed for variable tree forms increases crop load management efficiency in trials in four United States peach-growing regions” HortTechnology, Vol. 20 n.º 2 (2010), pp. 409–414;

[8] Miller, S.S.; Schupp, J.R.; Baugher, T.A.; Wolford, S.D.: “Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches” HortScience, Vol. 46 n.º 1 (2011), pp. 43–51;

[9] Johnson, R.S.; Phene, B.; Slaughter, D.; DeJong, T.; Day, K.; Duncan, R.; Norton, M.; Hasey, J.: “Mechanical Blossom Thinning Using a Darwin String Thinner” CTF Annual Research Report , n.º (2010);

[10] Glozer, K.; Hasey, J.: “Mechanical thinning in cling peach” HortScience, Vol. 41 n.º 4 (2006), pp. 995–995;

[11] Blanke, M.; Damerow, L.: A novel device for precise and selective thinning in fruit crops to improve fruit quality. [International Symposium on Application of Precision Agriculture for Fruits and Vegetables 824], pp. 275–280;

[12] Martin, B.; Torregrosa, A.; Brunton, J.G.: “Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices” Scientia horticulturae, Vol. 125 n.º 4 (2010), pp. 658–665;

[13] Martin-Gorriz, B.; Torregrosa, A.; Brunton, J.G.: “Post-bloom mechanical thinning for can peaches using a hand-held electrical device” Scientia Horticulturae, Vol. 144 n.º (2012), pp. 179–186;

[14] Martin-Gorriz, B.; Mira, A.T.; Brunton, J.G.; Pallares, R.A.: A Hand-held Mechanical Blossom and Post-bloom Thinning Device for Peach Trees. [Power and Machinery. International Conference of Agricultural Engineering-CIGR-AgEng 2012: agriculture and engineering for a healthier life, Valencia, Spain, 8-12 July 2012], pp. P-0154;

[15] Patent ES2372105 (A1), Dispositivo mecánico portátil para el aclareo de flores y frutos recien- cience cuajados en árboles y arbustos, Sep 14, 2012. 📄