

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**

**HIDRORRESFRIAMENTO E  
ATMOSFERA MODIFICADA NA  
PÓS-COLHEITA DE AZEDINHA,  
UMA HORTALIÇA NÃO  
CONVENCIONAL**

**Bianca Almada Ferreira Gomes  
Elisângela Nunes Carvalho  
Eduardo Valério de Barros Vilas Boas**

**Lavras/ MG, 2025**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

# HIDRORRESFRIAMENTO E ATMOSFERA MODIFICADA NA PÓS- COLHEITA DE AZEDINHA, UMA HORTALIÇA NÃO CONVENCIONAL

Lavras/ MG, 2025

## APRESENTAÇÃO

As frutas e hortaliças são importantes fontes de nutrientes essenciais na alimentação humana. O consumo diário desses alimentos pode atuar na redução do risco de doenças como câncer, diabetes, cardiovasculares, obesidade, catarata, Alzheimer, entre outras. Fazem parte desse grupo as hortaliças não convencionais (HNC), espécies rústicas, de fácil cultivo e grande potencial de comercialização no país. As HNC são aquelas presentes em determinadas localidades apresentando considerável significância na alimentação de populações tradicionais. No entanto, mudanças no padrão alimentar mundial levaram a um processo de esquecimento e desvalorização dessas espécies. Logo, apesar de apresentarem alto potencial alimentício, ainda são subutilizadas por não estarem organizadas enquanto cadeia produtiva.

Dentre as HNC, cabe destacar a espécie *Rumex acetosa* L. conhecida no Brasil como azedinha. Suas folhas são muito apreciadas pelo sabor, propriedades nutricionais e apelo funcional. Após a colheita, a azedinha tende a manter o seu metabolismo ativo o que pode culminar na redução de sua vida útil, caso técnicas apropriadas não sejam aplicadas. Essas técnicas permitem melhor gerenciamento da produção agrícola garantindo o acesso justo e igualitário a alimentos de qualidade por toda a população. A principal técnica que deve ser utilizada durante o armazenamento de hortaliças é a refrigeração. Além disso, técnicas complementares como o prerresfriamento e a atmosfera modificada podem ser aplicadas a fim de potencializar a conservação dos vegetais. Nesse sentido, faz-se fundamental o estudo da aplicação de técnicas de conservação em hortaliças folhosas como a azedinha.

Considerando os desafios do setor em garantir a conservação e qualidade das hortaliças folhosas, esta cartilha foi desenvolvida como resultado de um trabalho de pesquisa desenvolvido pelo setor de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Ciência dos Alimentos e Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, MG com o objetivo de determinar os parâmetros para aplicação do hidrorresfriamento e da atmosfera modificada no armazenamento da azedinha.

## INTRODUÇÃO

A azedinha (*Rumex acetosa* L.) é uma HNC folhosa da família Polygonaceae, que possui elevada capacidade antioxidante e altos teores de minerais, vitaminas, fibras e proteínas.

As folhas da azedinha, após a colheita, são altamente perecíveis, porque apresentam atividade metabólica elevada, culminando em modificações indesejáveis nas suas características físicas e químicas, conduzindo aos processos de deterioração. Esse processo pode levar a consideráveis perdas caso providências não sejam tomadas a fim de evitar ou minimizar os efeitos do metabolismo vegetal após a colheita.

A ineficiência na logística da cadeia de produção e distribuição dos vegetais é o principal fator causador de perdas pós-colheita levando ao desperdício de recursos e prejuízos financeiros. Estima-se que 40 % a 50 % das perdas alimentares no mundo são de frutas e hortaliças e 54 % acontecem nas etapas de produção, pós-colheita, manuseio e armazenamento, enquanto 45 % ocorrem durante a distribuição e consumo (FAO, 2021).

Logo, a aplicação e o desenvolvimento de técnicas de conservação conspiram a favor da redução das perdas e aumento na disponibilidade dos vegetais. Técnicas pós-colheita, como o prerresfriamento e a atmosfera modificada, podem ser utilizadas visando-se a ampliação da vida útil e manutenção dos atributos de qualidade de hortaliças. Nesse sentido, o objetivo deste material é apresentar as etapas e os fatores envolvidos na aplicação do hidrorresfriamento e da atmosfera modificada em hortaliças, de forma a estimular o consumo das HNC e reduzir as perdas observadas após a colheita.

## AZEDINHA

A azedinha (*Rumex acetosa* L.) é uma planta herbácea perene da família Polygonaceae, que pode atingir de 25 a 55 cm de altura e formar touceira com dezenas de propágulos (SEGNEANU et al., 2017). É normalmente encontrada em regiões da América do Norte, Ásia e Europa e foi provavelmente introduzida no Brasil por colonos europeus (VASAS et al., 2015). Por ser uma planta naturalizada ou subespontânea, se adaptou às condições locais sendo capaz de se reproduzir espontaneamente e sustentar populações por muitas gerações.

Além disso, possui pequena exigência nutricional e adapta-se a solos de média e baixa fertilidade (Fig. 1).

Figura 1 - Folha de azedinha (*Rumex acetosa* L.)



Fonte: Da autora (2021)

É considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC) e possui propriedades terapêuticas tais como antioxidante, antibacterianas, cicatrizantes, antineoplásicas, antiescorbútica, antidiarreica, anti-inflamatória e anticancerígena, auxiliando também na modulação do sistema imunológico (JÚNIOR et al., 2019). Essa hortaliça pode ser consumida crua ou cozida, normalmente em refogados, ou ainda, utilizada em drinks e sucos. Entretanto, a presença de ácido oxálico, um fator antinutricional, limita o consumo in natura por pessoas com problemas renais. Isso porque a presença de ácido oxálico pode levar à formação cálculos renais, na forma de cristais de oxalato de cálcio. Além disso, sua precipitação no organismo diminui a disponibilidade de minerais, importantes na realização de inúmeros processos fisiológicos (LIMA et al., 2019).

Apesar de sua importância, existe elevada carência de informações sobre a azedinha, evidenciando a necessidade de pesquisas envolvendo a produção,

cultivo e pós-colheita dessa hortaliça. Estudos indicam que essa espécie possui elevada capacidade antioxidante e altos teores de nutrientes, com destaque para minerais, vitaminas e proteínas, além de fibras. Os principais macrominerais encontrados na parte aérea das plantas de azedinha são potássio, magnésio, fósforo e cálcio, enquanto os microminerais são ferro, manganês, zinco e cobre. Além disso, suas folhas apresentam teores de vitamina C e carotenoides (SILVA et al., 2013).

## **TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA**

As perdas pós-colheita referem-se às perdas de alimentos durante a colheita, armazenamento, transporte, processamento e preparação antes do consumo e podem ocorrer como resultado de contratempos técnicos e gerenciais. Além do impacto econômico, as perdas pós-colheita geram impactos negativos ao meio ambiente e ao clima, como consequência das emissões de gases desnecessários durante a produção, processamento e transporte das frutas e hortaliças. Dessa forma, as técnicas de conservação são utilizadas com o intuito de reduzir as perdas do setor, aumentando a vida útil de frutas e hortaliças e garantindo a oferta de produtos de qualidade aos consumidores. Logo, o investimento necessário para um melhor gerenciamento da produção custa menos quando comparado aos prejuízos, aos custos de produção e aos impactos ao meio ambiente gerados pelas perdas pós-colheita (MORE et al., 2020; YAHIA, 2019).

A principal técnica utilizada durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a refrigeração. Temperaturas elevadas aceleram o desenvolvimento e a reprodução de microrganismos, aumentam a taxa respiratória do produto, além de aumentar a transpiração e as modificações fisiológicas associadas à senescência. Logo, o armazenamento refrigerado reduz a velocidade das modificações aumentando a vida útil dos vegetais. Cada fruta e hortaliça apresenta uma temperatura ideal de armazenamento e a eficiência da técnica depende do menor índice de flutuação da temperatura na câmara fria. Fatores como o empilhamento adequado e a circulação apropriada de ar na câmara fria diminuem as flutuações de temperatura, aumentando a eficiência da refrigeração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O armazenamento refrigerado deve ser

respeitado durante toda a pós-colheita das frutas e hortaliças. Entretanto, técnicas como o prerresfriamento e atmosfera modificada podem ser utilizadas de forma complementar, aumentando o potencial de conservação das frutas e hortaliças.

### **PRERRESFRIAMENTO: HIDRORRESFRIAMENTO**

Com o intuito de retirar o calor do campo e reduzir a temperatura de frutas e hortaliças até a de armazenamento, o prerresfriamento é largamente utilizado como técnica pós-colheita, antes das etapas de armazenamento, processamento e comercialização. Em uma câmara fria tradicional, a redução da temperatura ocorreria de forma lenta comprometendo a qualidade e segurança dos alimentos. Dessa forma, o prerresfriamento permite uma redução mais rápida da temperatura das frutas e hortaliças e atua reduzindo a atividade microbiana, taxas respiratórias, produção de etileno e a senescência (OLIVEIRA et al., 2015).

Quando a água é utilizada no prerresfriamento, seja por imersão ou pulverização, ele é denominado hidrorresfriamento. Os métodos de refrigeração que utilizam a água tendem a ser mais eficientes, promovendo o resfriamento em menos tempo. Pode ser realizada por pulverização da água sobre o produto ou imersão do produto em água refrigerada (GROSS; WANG; SALTVEIT, 2016).

As principais vantagens do hidrorresfriamento são a alta eficiência, devido à condutividade térmica da água e do seu contato direto com o produto, o baixo custo, graças à possibilidade de reuso da água, após tratamento adequado, além da redução da desidratação superficial do produto por efeito da absorção de água durante a aplicação da técnica (TERUEL; KIECKBUSCH; CORTEZ, 2004).

### **ATMOSFERA MODIFICADA**

A atmosfera modificada envolve a redução da disponibilidade de O<sub>2</sub> e aumento na concentração de CO<sub>2</sub> no interior das embalagens reduzindo a atividade metabólica, com ênfase para a taxa respiratória das hortaliças, aumentando sua vida útil. Existem dois tipos de atmosfera modificada (AM), sendo elas a AM ativa e a AM passiva. Em ambos sistemas, o equilíbrio de gases no interior da embalagem é alcançado após determinado período, de acordo com



o efeito sinérgico da permeabilidade do filme e da respiração do vegetal, dependentes da temperatura de armazenamento. A diferença é que na AM ativa a concentração de gases no interior da embalagem tende a ser rapidamente estabilizada pela injeção inicial de uma quantidade predeterminada dos gases, de acordo com as características do produto embalado. Essa injeção de gases não ocorre na AM passiva. Logo, a principal vantagem da AM ativa consiste na rápida estabilização da atmosfera apresentando impacto imediato sobre o armazenamento do produto, entretanto, consiste em uma técnica de maior custo, devido ao valor dos equipamentos e gases utilizados (GHIDELLI; PEREZ-GAGO, 2018; MUDAU et al., 2018).

A resistência à difusão dos gases, respiração dos produtos frescos, produção e sensibilidade do produto ao etileno, temperatura ótima de armazenamento, concentrações dos gases e a umidade relativa do ar podem afetar a eficiência da técnica. Além disso, o efeito benéfico da AM em frutas e hortaliças frescas depende de incontáveis fatores como espécie, cultivar, práticas de cultivo, estágio de desenvolvimento, além de fatores controláveis como as práticas pós-colheita, permeabilidade da embalagem utilizada, taxa respiratória e condições de armazenamento do produto (ZAGORY; KADER, 1988).

A exposição das frutas e hortaliças a níveis de  $\text{CO}_2$  acima do limite de tolerância de cada produto pode provocar o surgimento de desordens fisiológicas. Já baixos níveis de  $\text{O}_2$  podem induzir os tecidos à respiração anaeróbica com formação e acúmulo de etanol e acetaldeído. Esses processos estão relacionados ao surgimento de desordens fisiológicas e modificações das características sensoriais do produto, como o surgimento de odores e sabores indesejáveis. O uso inadequado da técnica pode ainda induzir o escurecimento enzimático indesejável e o aparecimento de manchas na superfície dos frutos. Níveis de dióxido de carbono entre 5 % e 10 % e níveis de oxigênio abaixo de 5 % podem apresentar efeito fungistático, entretanto, seu uso deve ser cuidadosamente avaliado (GHIDELLI; PEREZ-GAGO, 2018).

Logo, as principais variáveis consideradas para o sucesso do armazenamento sob AM são a duração, temperatura, umidade relativa e concentrações de  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$  e etileno. Para garantia da conservação e aumento da vida útil das hortaliças, o ambiente de armazenamento deve ser mantido

dentro de um conjunto de limites estabelecidos de acordo com cada fruta e hortaliça. Para manutenção da composição dos gases em torno dos alimentos armazenados sob AM, é fundamental a escolha de embalagens que apresentem características de permeabilidade ao vapor de água, O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> adequadas ao objetivo desejado. A escolha da embalagem deve ainda levar em consideração a proteção fornecida aos alimentos, além de aspectos econômicos e garantia da qualidade e segurança dos alimentos (BOERZHJIN et al., 2020).

Embalagens plásticas flexíveis ou rígidas fechadas com tampa ou seladas com filmes plásticos são utilizadas para o acondicionamento e armazenamento de frutas e hortaliças in natura. Os polímeros utilizados nessas embalagens podem apresentar diferentes composições, sendo o policloreto de vinila (PVC), polipropileno (PP) e polietileno (PE) os mais utilizados na indústria de alimentos (BADILLO; SEGURA-PONCE, 2020).

## **PÓS-COLHEITA DA AZEDINHA**

### **Qualidade da matéria-prima**

Para maior vida útil de produtos perecíveis, o gerenciamento da temperatura deve ser realizado desde a colheita. Sendo assim, as hortaliças devem ser colhidas, quando possível, nas primeiras horas da manhã, considerando a menor temperatura ambiente. Hortaliças folhosas devem ser irrigadas antes da colheita, auxiliando na manutenção de sua umidade. Além disso, deve-se considerar um bom padrão de higiene no campo, com a utilização de embalagens adequadas (normalmente caixas plásticas), limpas, desinfetadas e empilhadas de forma a não estar em contato com o solo. Os instrumentos e equipamentos utilizados na colheita e no manuseio também devem ser higienizados, utilizando-se produtos adequados. A lavagem criteriosa com água e sabão neutro e a sanitização com álcool 70% ou produtos a base de cloro, são opções simples e viáveis.

As hortaliças folhosas devem ser colhidas em seu estágio ótimo de crescimento, quando apresentarem folhas verdes e macias. O cuidado para manutenção da integridade dos vegetais é fundamental visto que danos

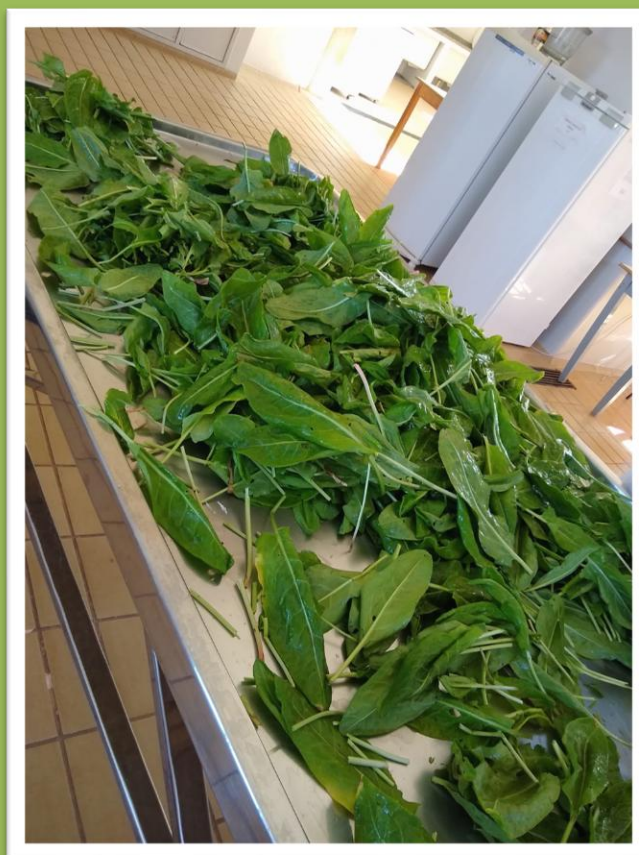
mecânicos provenientes da colheita podem servir como porta de entrada para patógenos, comprometendo a segurança biológica dos alimentos.

Após a colheita, o produto deve ser mantido em local sombreado protegido do ganho de calor solar. Além disso, o tempo entre a colheita e o prerresfriamento deve ser otimizado, já que esses alimentos tendem a manter o metabolismo ativo.

### **Recepção, seleção e estocagem**

Durante todas as etapas, desde a recepção até a distribuição das hortaliças, as boas práticas de fabricação devem ser empregadas visando garantir a segurança química, física e microbiológica do produto. Na recepção é feita a verificação da qualidade das hortaliças, seleção quanto a ausência de danos mecânicos, podridões, manchas, uniformidade de tamanho e coloração conforme ilustrado pela Figura 2.

Figura 2 – Recepção e seleção da hortaliça



Fonte: Da autora (2021)  
**Pré-lavagem**

O objetivo desta etapa é eliminar resíduos físicos, como restos de terra e sujidades superficiais provenientes do campo, garantindo a eficiência das próximas etapas. A pré-lavagem deve ser realizada em água corrente, utilizando jatos de água pressurizada ou ainda em tanques de aço inoxidável, pias ou tanques revestidos com materiais resistentes ao ataque de ácidos, com torneiras ou bicos aspersores e água potável.

### **Sanitização**

Essa etapa tem como objetivo eliminar microrganismos patogênicos e alteradores. Deve ser realizada pela imersão das hortaliças pré-lavadas em uma solução de água clorada na concentração de 100 mg /litro de água. Por exemplo, ao utilizar hipoclorito de sódio a 5% deve-se adicionar 2 mL do sanitizante para cada litro de água. O volume da solução a ser preparada dependerá da quantidade de hortaliças a serem sanitizados, porém, é importante que todas as hortaliças fiquem imersas na água e que se aguarde tempo mínimo de 10 minutos para ação do sanitizante. No caso desta cartilha, a sanitização pode ser realizada de forma concomitante ao hidrorresfriamento.

### **Hidrorresfriamento**

Tanques de aço inox com controle de temperatura são ideais para aplicação do hidrorresfriamento (Fig. 3). Entretanto, caso não estejam disponíveis, o hidrorresfriamento pode ser realizado em tanques comuns de aço inox e o controle de temperatura realizado de forma manual. A temperatura da água pode ser ajustada utilizando água e gelo. Após atingida a temperatura, as folhas serão imersas e a temperatura monitorada utilizando termômetro digital. A temperatura ideal para hidrorresfriamento da azedinha é 20 °C durante 10 minutos. Temperaturas de 0, 5 e 10°C, no hidrorresfriamento tendem a provocar injúrias fisiológicas na azedinha. Ao final, o excesso de água deve ser retirado das folhas utilizando centrifuga manual e papel toalha.

Figura 3 – Hidrorresfriamento da azedinha



Fonte: Da autora (2021)

### **Embalagem (Atmosfera modificada)**

Após o hidrorresfriamento, as hortaliças podem ser armazenadas em embalagens plásticas, visando maior conservação e segurança durante a comercialização. Podem ser utilizadas embalagens flexíveis de polietileno com espessura de 100  $\mu\text{m}$  com fechamento zip lock ou embalagens flexíveis de polietileno de baixa densidade de 50  $\mu\text{m}$  seladas, utilizando seladoras de pedal.

### **Estocagem**

Após acondicionadas em embalagens apropriadas, as hortaliças seguem para comercialização ou podem ser armazenadas em câmara fria à temperatura de 5 °C  $\pm$ 1, com umidade relativa de aproximadamente 99 % por até 10 dias (Fig. 4).

Figura 4 – Azedinha embalada e armazenada em câmara fria



Fonte: Da autora (2021)

### **Distribuição e comercialização**

Durante a distribuição e comercialização as hortaliças devem ser mantidas constantemente na faixa de temperatura de 5°C e umidade relativa de aproximadamente 99 %. Sendo assim, é fundamental a utilização de sistemas que mantenham essa temperatura, evitando oscilações que comprometam a qualidade.

### **REFERÊNCIAS**

BADILLO, G. M.; SEGURA-PONCE, L. A. Classic and Reaction-Diffusion Models Used in Modified Atmosphere Packaging (MAP) of Fruit and Vegetables. *Food Engineering Reviews*, v.12, n. 2, p. 209-228, jun. 2020.

BOERZHIJIN, S et al. Effect of perforation -mediated modified atmosphere packaging on the quality and bioactive compounds of soft kale (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* (DC) Alef. var. *sabellica* L.) during storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 23, p. 7, mar. 2020.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

FAO. 2021. Food waste index. Report 2021. <  
<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35280/FoodWaste.pdf>>  
Acesso em: 25 maio 2023.

Gomes, Bianca F. G. 2022, 88 f. Qualidade pós-colheita de azedinha (*Rumex acetosa* L.) submetida ao hidrorresfriamento e ao armazenamento sob atmosfera modificada. Dissertação (Mestrado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais.

GROSS, K. C.; WANG, C. Y.; SALTVEIT, M. E. The commercial storage of fruits, Vegetables, and florist and nursery stocks: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service., 2016.

GHIDELLI, C.; PEREZ-GAGO, M. B. Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58, n. 4, p. 662-679, 2018.

JÚNIOR, P. R. S et al. Unconventional food plants as functional food: literatura review. *An Fac Med Olinda*, v. 2, n. 2, p. 52, 2019.

LIMA, M. A. S. S et al. Vegetative Development and Nutrient Absorption March of Sorrel (*Rumex acetosa* L.). *Journal of Agriculture Science*, v. 11, n.4, 2019.

MORE, A. S et al. Biomarkers associated with quality and safety of fresh-cut produce. *Food Bioscience*, v. 34, p.10, 2020.

MUDAU, A. R et al. Influence of Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Baby Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Leaves. *Hortscience*, 53, n. 2, p. 224-230, Feb 2018.

OLIVEIRA, L. S et al. Effect of hydrocooling in the postharvest shelf life of coriander leaves. *Horticultura Brasileira*, 33, n. 4, p. 448-452, out/dez. 2015

SEGNEANU, A. E et al. Some Less Unknown Application of Perennial Plants from Romania. *Food & Nutrition Journal*, v. 2017, n. 3, p. 1-5, 2017.

SILVA, E.C et al. Characterization of two types of azedinha in the region of Sete Lagoas, Brazil. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 2, p. 328-331, 2013.

TERUEL, B.; KIECKBUSCH, T.; CORTEZ, L. Cooling parameters for fruits and vegetables of different sizes in a hydrocooling system. *Scientia Agricola*, v. 61, n. 6, p. 655-658, nov/dez. 2004.

VASAS, A.; ORBÁN-GYAPAI, O.; HOHMANN, J. The Genus *Rumex*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 175, n. 4, p. 198-228, 2015.

YAHIA, E. M. Introduction. In: *Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities*, 2019. p. 1-41.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce. Food Technology, 42, n. 9, p. 70-77, set. 1988.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras, pela infraestrutura disponibilizada e às agências de fomento à pesquisa, FAPEMIG (PPM-00355-17), CNPq (404716/2021-0; 307157/2022-9) e CAPES (88881.068456/2014-01; 8881.200497/2018-01), pelo suporte financeiro, utilizado na aquisição de equipamentos e material de custeio, bem como na forma de bolsas de iniciação científica, apoio técnico, mestrado, doutorado e pós-doutorado.





