

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

**CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FOLHAS DE  
COUVE MANTEIGA SUBMETIDAS AO HIDRORESFRIAMENTO**

**LAIANE TORRES SILVA**

**PETROLINA - PE  
2016**

**LAIANE TORRES SILVA**

**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FOLHAS DE  
COUVE MANTEIGA SUBMETIDAS AO HIDRORESFRIAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*  
Petrolina Zona Rural como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Engenheira Agrônoma.

**PETROLINA - PE  
2016**

S586

Silva, Laiane Torres.

Conservação e qualidade pós-colheita de folhas de couve manteiga submetidas ao hidrosfriamento / Laiane Torres Silva. - 2016.

31 f.: il. ; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2016.

Bibliografia: f. 29-31.

1. Pós-colheita. 2. Resfriamento. 3. Hortaliças folhosas. 4. Couve manteiga. I. Título.

CDD 631.56

**LAIANE TORRES SILVA**

**CONSERVAÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE FOLHAS  
DE COUVE MANTEIGA SUBMETIDAS AO  
HIDRORESFRIAMENTO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado  
ao IF SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona  
Rural como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 28 de Novembro de 2016.

---

Esp. Wagner Guedes Brito  
(Examinador I)

---

M.Sc. Rodrigo Marques da Costa  
(Examinador II)

---

M.Sc. Hélder César dos Santos Pinto  
(Orientador)

## RESUMO

A redução da taxa transpiratória é essencial para a manutenção da qualidade pós-colheita das hortaliças folhosas. A rápida remoção do calor através da técnica de pré-resfriamento proporciona a redução da taxa transpiratória. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do hidrosfriamento, como técnica de pré-resfriamento, na conservação e qualidade pós-colheita de folhas de couve manteiga, armazenadas a 5°C, ao longo de nove horas de comercialização. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 3 x 2 x 4, três tratamentos (com embalagem, sem embalagem e aspersão de água gelada), dois tipos de resfriamento (sem e com pré-resfriamento) e quatro tempos (0, 3, 6 e 9 h), com 4 repetições. Cada repetição foi composta por um maço com três folhas. Avaliou-se a perda de massa fresca (PMA), a quantidade de clorofila estimada pelo SPAD e teor relativo de água (TRA). Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram comparados pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e análise de regressão. O tempo ideal de pré-resfriamento das folhas de couve foi de 5 minutos. Para PMA só houve interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento, em que a menor taxa de PMA foi com o uso de embalagem (< 5 %) e a maior sem uso de embalagem (8 %). Quanto ao teor de clorofila, houve interação apenas entre os tratamentos e os tipos de pré-resfriamento, havendo manutenção do pigmento para todos os tratamentos das folhas hidrosfriadas. Ao final do período de armazenamento, pode-se observar que o maior TRA foi nos tratamentos com embalagem e com aspersão de água gelada, enquanto o menor teor foi constatado no tratamento sem uso de embalagem. O tratamento sem pré-resfriamento apresentou o menor TRA ao final do armazenamento, enquanto que o uso do pré-resfriamento foi eficiente em manter o TRA inicial das folhas até o final do armazenamento. Recomenda-se o hidrosfriamento a 5 °C por 5 minutos e uso de sacos plásticos de polietileno macroporados, associado ao armazenamento a 5°C, como prática eficiente em manter o balanço hídrico e proporcionar maior vida útil das folhas de couve.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *acephala*; pré-resfriamento; embalagem; refrigeração; vida útil.

## **DEDICO**

A pessoa mais importante de minha vida, que me amou desde o momento que soube que eu estava em seu ventre e me apoiou durante toda caminhada acadêmica, minha mãezinha **ILDETE COELHO TORRES SILVA** (*in memoriam*). Recentemente, foi morar ao lado de nosso Senhor Jesus e, infelizmente, não pôde ver a realização desse nosso sonho. Foi e sempre será minha referência de mãe, profissional, professora, amiga e de um ser humano único, com um coração enorme. Jamais vou esquecer de todo amor que me dedicaste, dos esforços financeiros para meus estudos, dos conselhos, dos comentários mais apaixonados nas fotos do Facebook e da alegria em ter visto realizar meu sonho, de ser professora do Instituto Federal do Sertão-PE. Serei sempre sua “princesa linda da mamãe”, “princesa agrônoma”, “benção”, “caçulinha linda” e “bicha linguaruda” (risos) e a senhora sempre será minha “mami linda” e “nenega do meu coração”. Sei que meus dias nunca mais serão os mesmos sem tua presença física, mas peço a DEUS que me fortaleça, para conseguir seguir a vida como a senhora disse, pouco tempo antes de partir: “Quero que sejas forte e determinada, mesmo quando eu não estiver nessa dimensão”.

**MÃE, EU TE AMO COM TODAS AS MINHAS FORÇAS!**

## AGRADECIMENTOS

Ao nosso maravilhoso **JESUS CRISTO**, o qual, nos momentos de dificuldade, veio ao meu encontro e me disse: “Não te hei dito que, se creres, verás a glória de Deus?” (João 11:40). És minha fortaleza e socorro, sempre presente na hora da angústia: “Porque um menino nos nasceu, um filho se nos deu e o principado está sobre os seus ombros; e se chamará o seu nome: Maravilhoso Conselheiro, Deus Forte, Pai da Eternidade, Príncipe da Paz.” (Isaías 9:6).

Aos meus avós paternos (*in memorian*), Almira Ferreira Silva e José Agostino Silva e maternos (*in memorian*), Ermelinda Coelho Torres e José Torquato Torres, pelo amor e carinho.

Às pessoas mais importantes de minha vida, meu paizinho **José Milton Silva** e minha mãezinha **Ildete Coelho Torres Silva** (*in memorian*). Muito obrigada pela vida, pelo amor, orações e esforços para que meu sonho se tornasse realidade.

Às minhas irmãs, Lílian Cristina, Poliana Márcia e Ilse Vânia, pelo carinho. Aos meus sobrinhos, Leonardo, Ítalo Cauã e José Lucas por alegrarem meus dias.

Aos meus tios-avós, Jonatas Torres e Belita Amorim, pelas orações e por todo amor e carinho.

Ao Instituto Federal do Sertão-PE, Campus Zona Rural, pela oportunidade de concluir o curso. A todos os queridos professores pelos ensinamentos e momentos felizes.

Ao meu orientador, Hélder César dos Santos Pinto, pela orientação e confiança.

Aos membros da banca, professor Wagner Guedes Brito e professor Rodrigo Marques da Costa, pela valiosa contribuição no trabalho.

Ao querido professor Fernando Luiz Finger, por ter permitido realizar esse experimento, no laboratório de Fisiologia Pós-colheita da Universidade Federal de Viçosa-MG e pela atenção. És um exemplo de vida de dedicação ao ensino e à pesquisa. Você me mostrou o maravilhoso mundo da Pós-colheita com “outros olhos”, e sem dúvida, é minha maior fonte de inspiração nessa área.

Aos funcionários do laboratório de Fisiologia Pós-colheita, Geraldo e José Maurício, pela contribuição durante a realização do experimento.

Às minhas queridas amigas, Christiane Martins, Maria Auxiliadora Freitas e Maria do Socorro Freitas, pela valiosa contribuição nas análises estatísticas.

Ao meu primo, Erich Costa, por toda atenção e contribuição na realização do estágio.

A Luiz Claudio Corrêa, pela contribuição em todas as etapas do curso. Ser humano incrível e parceiro de todas as horas. Obrigada por tudo!

À toda turma da AG-05, pelos momentos maravilhosos que tivemos ao longo de todo o curso.

À toda minha família TORRES e SILVA, em especial meus tios João Batista, Raimundo, Ivanite, Ivonete, Mariá, Neca e minhas primas Ane Caroline, Carla Cristina, Cícera Rejane, Eva Sinária, Geiciane, Indinara, Jéssica, Léa, Lozinha, Mara Lúcia, Patrícia, Priscila, Valdiléia e Valdimária por sempre estarem orando e torcendo por minha vitória.

Aos meus amigos, Aline Sousa, Edleuza Silva, Gesilda Rodrigues, Lecilda Oliveira, Valéria Borges, Valdimira Santos, Zezinho Azevedo (*in memoriam*) e Waleska Gondim, pela força, orações, incentivo, amizade e carinho.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desse trabalho, o meu sincero gesto de carinho e gratidão.

**LISTA DE FIGURAS****Página**

<b>Figura 1:</b> Temperatura das folhas de couve manteiga antes do tratamento pós-colheita e pré-resfriamento em água gelada e gelo.....	19
<b>Figura 2:</b> Folhas de couve manteiga armazenadas a 5 °C e 88% de U.R., durante nove horas.....	19
<b>Figura 3:</b> Avaliação do teor de clorofila utilizando o medidor portátil SPAD-502.....	20
<b>Figura 4:</b> Avaliação do teor relativo de água em folhas de couve manteiga...21	
<b>Figura 5:</b> Perda de massa fresca (5) em folhas de couve manteiga sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 °C (1: com embalagem; 2: sem embalagem; 3: aspersão em água gelada), *significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.....	25

## LISTA DE TABELAS

### Página

<b>Tabela 1:</b> Períodos de pré-resfriamento das folhas de couve manteiga na mistura a 4°C de água e gelo moído (3:1 v/v).....	23
<b>Tabela 2:</b> Análise de variância de perda de massa (PMA) e clorofila (CLO) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 °C ao longo de nove horas.....	24
<b>Tabela 3:</b> Médias do teor de clorofila (unidades SPAD) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 °C ao longo de nove horas.....	26
<b>Tabela 4:</b> Análise de variância do teor relativo de água (TRA) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 °C ao longo de nove horas.....	27
<b>Tabela 5:</b> Médias do teor relativo de água (%) em folhas de couve manteiga submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 5 °C ao longo de nove horas.....	28
<b>Tabela 6:</b> Médias do teor relativo de água (%) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento logo após a colheita e ao final de nove horas de armazenamento a 5 °C.....	28

## SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO GERAL.....	14
2.1. Objetivos específicos.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1. Material vegetal.....	18
4.2. Perda de massa fresca.....	20
4.3. Clorofila.....	20
4.4. Teor relativo de água .....	20
4.5 Análises estatísticas dos dados.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1 Tempo de pré-resfriamento.....	23
5.2 Perda de massa fresca.....	24
5.3 Clorofila.....	25
5.4 Teor relativo de água.....	27
6. CONCLUSÃO.....	29
7. REFERÊNCIAS .....	30

## 1. INTRODUÇÃO

Devido aos novos hábitos alimentares dos brasileiros se tornarem cada vez mais saudáveis, observa-se que o consumo de hortaliças tem aumentado no país. Seu cultivo é estratégico e importante para agricultura familiar, pois possui baixo investimento inicial e retorno a curto prazo (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2016).

No Brasil, são produzidas cerca de 18 mil toneladas de hortaliças, com uma área plantada de 800 mil hectares e produtividade média de 23 toneladas por hectare (SILVA, 2015). Dentre as hortaliças cultivadas no país, as folhosas merecem destaque, ocupando uma área plantada de 38.305 hectares no ano de 2015. A região sudeste é uma das mais importantes produtoras, tendo os estados de São Paulo e Minas Gerais posição de destaque, o que fomentou a manutenção da área cultivada estável em 2015 (HORTIFRUTI BRASIL, 2016).

A espécie couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pertencente à família Brassicaceae, é uma hortaliça arbustiva anual ou bienal, podendo ser consumida fresca como salada, refogada e em sucos. Além de ser um alimento que agrada o paladar, possui propriedades nutraceuticas, o que faz com que seu consumo aumente gradativamente no Brasil (NOVO et al., 2010). No Brasil, são plantadas apenas couves de folhas lisas, sendo as mais comuns as do grupo manteiga. Essas apresentam como características folhas de coloração verde-claras, tenras, lisas ou pouco onduladas, com pecíolo e nervuras verde-claras. Nesse contexto, para uma melhor apresentação do produto, as folhas devem estar com aspecto fresco, ou seja, sem apresentar manchas escuras ou amarelas, sem sinais de murchamento e com os talos firmes (LANA; TAVARES, 2010).

Diversos fatores influenciam em uma elevada taxa de perdas. Dentre esses, pode-se citar o inadequado manejo na colheita, a conservação inadequada, a falta de aplicação de adequadas tecnologias de refrigeração e da cadeia do frio, as embalagens dimensionadas sem

atender às exigências dos produtos e a inadequada logística (TERUEL, 2008).

Levando em consideração a etapa de pós-colheita, é nela que as hortaliças folhosas ficam suscetíveis à rápida perda de água, causando uma degradação do produto e conseqüentemente uma diminuição das chances de comercialização. A desidratação do produto promove diversas mudanças na aparência, metabolismo e composição, com conseqüentes alterações na coloração, qualidade nutricional e vitalidade (OLIVEIRA et al., 2015). Para aumentar a vida de prateleira das folhosas, recomenda-se o uso de métodos que retardem os processos de deterioração, como técnicas de pré-resfriamento, entre elas, o hidroresfriamento, antes do armazenamento refrigerado. As técnicas para remover o calor de campo de frutas e hortaliças recém-colhidas podem reduzir a atividade microbiana, as taxas respiratórias, transpiratórias, a senescência, assim como a produção de etileno (FINGER; FRANÇA, 2011).

A utilização do pré-resfriamento tem se mostrado eficiente em prolongar a conservação pós-colheita de vários produtos hortícolas. França (2011) observou que o hidroresfriamento a 4°C durante 10 minutos em alfaces do tipo repolhuda crespa, e durante 5 minutos em alfaces do tipo solta lisa, seguido de armazenamento a 5°C, é uma técnica eficiente em manter o balanço hídrico das folhas e em promover maior vida de prateleira das alfaces. O hidroresfriamento também foi eficiente para a vida útil de folhas de salsa (*Petroselinum crispum*), proporcionando a manutenção do maior teor de água nas folhas durante o armazenamento refrigerado e a diminuição a perda de massa fresca (ÁLVARES et al., 2007).

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al., (2015) em maços de coentro (*Coriandrum sativum*). Eles usaram pré-resfriamento seguido do armazenamento a 5 °C e obtiveram acréscimo de aproximadamente 4% no teor relativo de água das folhas. Em contrapartida, observaram que o hidroresfriamento acelerou o processo

de degradação da clorofila, concluindo que o tratamento hidrotérmico não foi ágil na conservação do coentro.

Dessa forma, é extremamente relevante a continuidade de pesquisa nessa linha envolvendo mais hortaliças. Nesse contexto, devido as vantagens do hidrosfriamento, é oportuno o estudo da aplicação dessa técnica para folhas de couve manteiga, visto que não se tem informação acerca do efeito do hidrosfriamento na duração das folhas durante seu armazenamento.

## **2. OBJETIVO GERAL**

- ✓ Avaliar o efeito do hidrosfriamento como técnica de pré-resfriamento, na conservação e qualidade pós-colheita de folhas de couve manteiga, armazenadas a 5°C, ao longo de nove horas de comercialização.

### **2.1. Objetivos específicos**

- ✓ Avaliar o efeito do hidrosfriamento associado ao uso de embalagem plástica de polietileno macroperfurada, durante o armazenamento refrigerado das folhas de couve manteiga.
- ✓ Avaliar o efeito do hidrosfriamento associado a aspersão de água gelada em intervalos de duas horas, durante o armazenamento refrigerado das folhas de couve manteiga.
- ✓ Avaliar a perda de massa fresca associada ao teor relativo de água das folhas de couve manteiga, durante o armazenamento refrigerado.
- ✓ Avaliar o teor de clorofila das folhas de couve manteiga, durante o armazenamento refrigerado.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

A couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), pertencente à família Brassicaceae, é uma hortaliça arbustiva anual ou bienal, podendo ser consumida fresca como salada, refogada ou sucos. Além de ser um alimento que agrada ao paladar, possui propriedades nutracêuticas, o que faz com que seu consumo venha aumentando gradativamente no Brasil (NOVO et al., 2010). No Brasil, são plantadas apenas couves de folhas lisas, sendo as mais comuns as do grupo manteiga. Essas apresentam como características folhas de coloração verde-claras, tenras, lisas ou pouco onduladas, com pecíolo e nervuras verde-claras. Nesse contexto, para uma melhor apresentação do produto, as folhas devem estar com aspecto fresco, ou seja, sem apresentar manchas escuras ou amarelas, sem sinais de murchamento e com os talos firmes (LANA; TAVARES, 2010).

As hortaliças folhosas são bastante perecíveis, iniciando acelerado processo de deterioração assim que colhidos, portanto, esses produtos têm potencial de conservação de poucos dias, fazendo-se necessário o consumo imediato ou o uso de técnicas de conservação a fim de reduzir as perdas pós-colheita (FINGER et al., 1999). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as perdas pós-colheita podem ser definidas como aquelas que ocorrem após a colheita em virtude da falta de comercialização ou do consumo do produto em tempo hábil, ou seja, é resultado de injúrias à cultura, ocorridos após a sua colheita, acumulada desde o local da produção, associada aos danos ocorridos durante as etapas de transporte, armazenamento, processamento e /ou comercialização do produto comercializável. As tecnologias aplicadas em pós-colheita de produtos hortícolas visam a manter a qualidade através da aparência, textura, sabor, valor nutritivo e segurança alimentar, além de reduzir perdas qualitativas e quantitativas entre o período de colheita e consumo do produto.

De acordo com a FAO (2011), em países em desenvolvimento, como o Brasil, mais de 40% das perdas de frutas e hortaliças ocorrem nas etapas de pós-colheita e processamento. Essas perdas podem ser de natureza quantitativa ou qualitativa, ocasionando assim, redução no seu valor comercial. Portanto, são

necessárias técnicas pós-colheita adequadas, programas de conscientização, melhoria das instalações de armazenamento e cadeia do frio (RINALDI, 2015).

Técnicas simples de pós-colheita podem prolongar a vida útil das hortaliças sem resultar em grandes custos ao produtor como: a utilização de embalagens plásticas e o pré-resfriamento (WILLS et al., 2004). As hortaliças, após colhidas, passam por um período expostas à temperatura ambiente, onde serão embaladas e, posteriormente, transportadas para os locais de comercialização. Nesse intervalo de tempo, esses vegetais podem estar propensos a condições de estresse que resultarão em menor vida útil. Logo que colhidas, as hortaliças apresentam temperatura próxima a ambiente, podendo atingir 40 °C nas horas mais quentes do dia. Portanto, é importante remover o calor do campo, a fim de evitar intensa perda de massa fresca, ocasionada pelas elevadas taxas de perda de água, as quais estão associadas a produtos com alta relação superfície/volume como as folhosas (FINGER; FRANÇA, 2011).

A perda de água por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas em geral dos produtos hortícolas. A temperatura e a umidade relativa do ar, são fatores determinantes no controle dessa perda de água após a colheita (FINGER et al., 2008). A redução da temperatura atua na diminuição da diferença de pressão de vapor entre o interior do vegetal e o meio circundante, reduzindo a perda de água e aumentando a conservação (WILLS et al., 2007).

A técnica de pré-resfriamento promove a manutenção da qualidade de muitas frutas e hortaliças, por retirar rapidamente o calor de campo antes de serem comercializadas, armazenadas ou processadas. A aplicação desta técnica antes da refrigeração, tem como objetivo o decréscimo da temperatura do produto proveniente do calor de campo bem como do calor vital, tendo como resultado o controle mais rápido das taxas de temperatura e transpiração. O hidroresfriamento possui alta eficiência devido à elevada condutividade térmica da água, além do contato uniforme entre a água e a superfície do produto que promove rápida redução da temperatura. Entre as vantagens desta técnica tem-se a não desidratação durante o processo bem como da absorção de água pelo produto (FRANÇA, 2011).

A utilização do pré-resfriamento tem se mostrado eficiente em prolongar a conservação pós-colheita de vários produtos hortícolas. O uso do hidioresfriamento com gelo picado em brócolis (*Brassica oleracea var. itálica*), hortaliça da mesma família da couve folha, retardou a perda de massa em 34,6% nas primeiras 24 h de armazenamento a 5°C (GALVÃO et al., 2008).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material Vegetal

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG, latitude 20°45' S, longitude 42° 52' O e altitude de 651 m. Utilizou-se folhas de couve manteiga produzidas na horta da Universidade. As plantas receberam todos os manejos culturais recomendados para a cultura até o ponto da colheita comercial.

A colheita foi realizada no período da manhã, entre 7:00 e 7:30 h, durante o mês de julho de 2016. Imediatamente após a colheita, as folhas foram levadas ao laboratório de Fisiologia Pós-colheita da UFV. No laboratório, as folhas foram selecionadas, sendo retiradas as que se apresentavam amareladas, deterioradas ou murchas. Foram necessárias aproximadamente 2 horas e meia da colheita até a aplicação dos tratamentos, incluindo-se a seleção do material vegetal.

Os tratamentos resultaram da combinação de um arranjo fatorial constituído por três tratamentos [uso de sacos plásticos de polietileno macroporados (furos de 11 mm espaçados a cada 10 cm, para evitar a perda de água excessiva)], sem uso de sacos plásticos e aspersão de água gelada em intervalos de 2 horas, dois tipos de resfriamento (sem pré-resfriamento e com pré-resfriamento) e quatro tempos (zero, três, seis e nove horas), dispostos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição foi composta por um maço com três folhas. Após a aplicação ou não do pré-resfriamento, as folhas foram armazenadas em refrigerador a 5 °C e a umidade relativa do ar foi acompanhada ao longo das 9h de armazenamento, obtendo-se média final de 88%.

O pré-resfriamento foi realizado por imersão dos maços de folhas em água misturada com gelo moído na proporção de 3:1 (v/v) a 4°C (Figura 1). O tempo de pré-resfriamento foi determinado em um pré-teste realizado quinze dias antes, com folhas da mesma variedade imersas nessa mistura de água com gelo, sendo que a cada 5 minutos as folhas foram retiradas e medida a temperatura de cada folha, com a utilização de termômetro infravermelho Manipa modelo MT - 360. A temperatura de cada maço após a aplicação do hidioresfriamento, era

então determinada pela média das três temperaturas. O tempo de pré-resfriamento foi determinado quando a temperatura dos maços estabilizasse.



**Figura 1:** Temperatura das folhas de couve manteiga antes do tratamento pós-colheita e pré-resfriamento em água gelada e gelo.

Antes e após a aplicação dos tratamentos foram realizadas as análises físicas, a cada 3 horas, até o final do armazenamento, simulando um dia de comercialização nos supermercados e hortifrutis.



**Figura 2:** Folhas de couve manteiga armazenadas a 5 °C e 88% de U.R., durante nove horas.

## 4.2 Perda de massa fresca

A perda de massa fresca foi estimada em relação à massa fresca inicial dos maços e os resultados expressos em porcentagem de perda de massa fresca conforme a expressão:

$$PMF = [(MFI - MFF) \times 100] / MFI,$$

Em que: PMF= perda de massa fresca (%)

MFI= massa fresca inicial (g)

MFF= massa fresca final (g)

Os dados foram transformados em perda de massa acumulada (%).

## 4.3 Clorofila

Os teores de clorofila foram determinados utilizando o medidor portátil SPAD-502 [Soil-Plant Analyses Development (SPAD) Section, Minolta Mino], por se tratar de método não destrutivo. Foram lidos quatro pontos de cada folha e a média expressa em unidades SPAD.



**Figura 3:** Avaliação do teor de clorofila utilizando o medidor portátil SPAD-502.

## 4.4 Teor relativo de água

O teor relativo de água das folhas de couve antes do tratamento e ao final do armazenamento foi avaliado pelo corte de 15 discos de 22 mm de diâmetro (5 seções por folha, uma superior, uma mediana e uma inferior), retiradas

manualmente (em cada repetição). As seções foram pesadas inicialmente obtendo-se a massa fresca (F). As mesmas seções das folhas foram hidratadas em espuma de poliuretano de 2 cm de espessura. A espuma, em recipiente, foi umedecida periodicamente com água deionizada, evitando-se o seu encharcamento e ressecamento, até o final do experimento. As seções das folhas foram mantidas em hidratação na espuma por duas horas, tempo em que as seções alcançaram a porcentagem máxima de hidratação. Após o período de hidratação, as seções das folhas foram pesadas novamente, obtendo-se a massa túrgida (T). Em seguida, foi determinada a massa seca (W) por secagem em estufa com fluxo de ar forçado a 70 °C, até massa constante. Procedeu-se então, o cálculo do teor relativo de água (TRA) conforme descrito por CATSKY (1974), com a equação descrita por WEATHERLEY (1950):

$$\text{TRA} = [(F - W) / (T - W)] \times 100,$$

Em que: TRA= teor relativo de água (%)

F = peso de massa fresca (g);

W = peso de massa seca (g) e

T = peso de massa túrgida (g).



**Figura 4:** Avaliação do teor relativo de água em folhas de couve manteiga.

#### 4.5 Análises estatísticas dos dados

Os dados foram submetidos a análise de variância. Quando significativo,

os fatores qualitativos e suas interações foram submetidos a teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) de significância, e os quantitativos e suas interações foram submetidos a análise de regressão. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Tempo de pré-resfriamento

Na escolha do tempo de pré-resfriamento, a temperatura das folhas decresceu ao longo do tempo de tratamento (Tabela 1), apresentando uma redução média de 15 °C na temperatura nos primeiros cinco minutos de imersão dos maços. O processo de resfriamento pode ocorrer em tempos razoavelmente curtos, que vão desde minutos até algumas horas (MITCHELL, 2002).

**Tabela 1:** Períodos de pré-resfriamento das folhas de couve manteiga na mistura a 4°C de água e gelo moído (3:1 v/v).

Tempo de pré-resfriamento (minutos)	Temperatura das folhas (°C)
0	20,0
5	5,3
10	5,0
15	5,7
20	5,5
25	5,8
30	5,4
35	5,6
40	5,8
45	5,2
50	5,8

A temperatura das folhas antes da aplicação do pré-resfriamento estava em 20 °C (Figura 1), sendo essas resfriadas para 5,3 °C, aos 5 minutos. Após esse tempo, houve estabilização da temperatura das folhas. Dessa forma, 5 minutos foi considerado como o tempo adequado para a aplicação do tratamento pós-colheita. Resultados próximos a este foram encontrados por Finger e França (2011), em folhas de alface americana, as quais passaram de 20 °C antes do pré-resfriamento, para 8 °C nos primeiros 5 minutos de tratamento, estabilizando-se em 5 °C, a partir de 10 minutos. A taxa de resfriamento do vegetal depende de vários fatores, fazendo com que aumente ou diminua o tempo necessário para atingir a temperatura ótima para cada produto (TERUEL, 2008).

## 5.2 Perda de massa fresca

Verificou-se pelo teste F efeito significativo dos tratamentos, resfriamento tempo e da interação tratamento *versus* tempo ( $p < 0,01$ ) sobre a perda de massa (PMA) (Tabela 2).

**Tabela 2:** Análise de variância de perda de massa (PMA) e clorofila (CLO) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 ° C ao longo de nove horas.

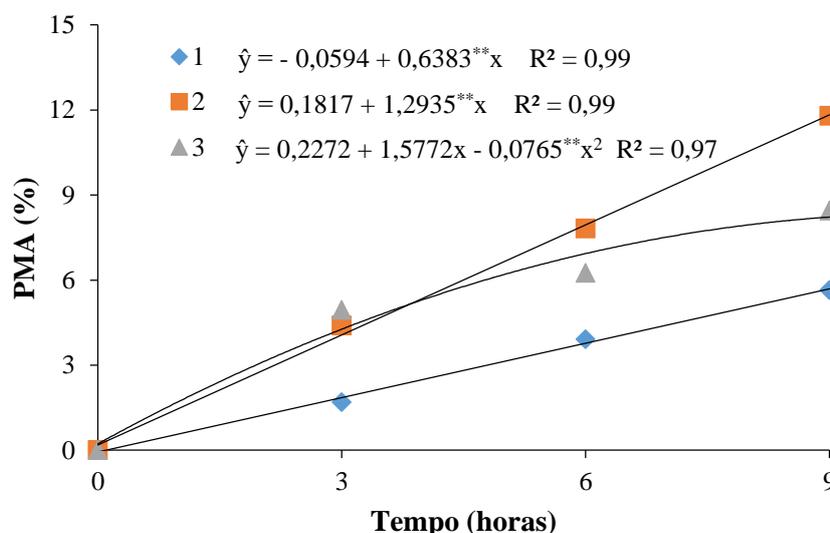
FV	gl	Quadrado médio	
		PMA	CLO
Trat	2	84,13**	37,03 <sup>ns</sup>
Resf	1	14,60**	34,43 <sup>ns</sup>
Trat x Resf	2	1,19 <sup>ns</sup>	156,90**
Tempo	3	321,47**	13,08 <sup>ns</sup>
Trat x Tempo	6	15,64**	1,98 <sup>ns</sup>
Resf x Tempo	3	2,61 <sup>ns</sup>	4,54 <sup>ns</sup>
Trat x Resf x Tempo	6	0,64 <sup>ns</sup>	2,45 <sup>ns</sup>
Erro	72	0,97	14,11
Total	95	-	-
CV (%)	-	21,61	9,17

Fv - fonte de variação; Cv - coeficiente de variação; gl - graus de liberdade; \*\* - significativo a 1%; ns - não significativo

Na figura 5, pode-se observar que o tratamento com uso de embalagem plástica de polietileno apresentou a menor taxa de perda de massa fresca, já o tratamento sem embalagem plástica foi o que apresentou a maior perda (8 %) ao

final das nove horas de armazenamento a 5 °C. Essa maior perda de massa fresca pode ser confirmada pelos valores verificados para TRA.

Para produtos hortícolas, o nível máximo de perda de massa aceitável varia em função da espécie vegetal e do grau de exigência do mercado consumidor. Para a maioria desses produtos frescos, a perda de massa máxima observada sem sinais de murcha ou enrugamento da superfície oscila entre 5 e 10% (FINGER; VIEIRA, 1997).



**Figura 5:** Perda de massa fresca (%) em folhas de couve manteiga sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 °C (1: com embalagem; 2: sem embalagem; 3: aspersão de água gelada), \*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

### 5.3 Clorofila

Verificou-se pelo Teste F ( $p < 0,01$ ) efeito significativo apenas da interação tratamentos *versus* tipos de pré-resfriamento sobre o teor de clorofila (Tabela 2).

Com o uso de pré-resfriamento não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 3). Esse resultado pode está associado ao fato de no tratamento sem pré-resfriamento, não ter havido absorção de água pelas

folhas como também a falta de embalagem ter proporcionado maior perda de água, criando assim, um efeito de concentração no teor de clorofila. Alvares et al., (2007) constataram que o uso do pré-resfriamento seguido do armazenamento a 5 °C em folhas de salsa (*Petroselinum crispum*), não estimulou degradação de clorofila. Já sem o pré-resfriamento, o tratamento que apresentou a maior concentração de clorofila foi sem uso de embalagem. Resultados próximos foram constatados por França (2011), observando que em alfaces armazenadas a 5 °C, o teor de clorofila nas folhas hidroresfriadas foi significativamente menor que seu controle, sem hidroresfriamento. Oliveira et al, (2015) observaram que em maços de coentro (*Coriandrum sativum*), as folhas que não foram submetidas ao pré-resfriamento, o teor de clorofila não foi alterado significativamente.

Com uso de embalagem não houve diferença entre a aplicação ou não do pré-resfriamento, mas sem o uso de embalagem, o tratamento sem aplicação de pré-resfriamento apresentou o maior teor de clorofila, o que também pode ser explicado, possivelmente, devido à maior perda de massa fresca e conseqüentemente a maior concentração do pigmento. A aspersão de água gelada em intervalos de duas horas, foi eficiente em manter os maiores teores de clorofila nas folhas de couve pré-resfriadas. Portanto, sugere-se que a aspersão de água gelada em folhas pré-resfriadas, além de manter as folhas mais túrgidas, preserva os teores de clorofila.

**Tabela 3:** Médias do teor de clorofila (unidades SPAD) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento sob diferentes tratamentos e armazenados a 5 °C ao longo de nove horas.

	Pré-resfriamento	
	Sem	Com
Com embalagem	41,65 Ba	40,37 Aa
Sem embalagem	44,85 Aa	39,22 Ab
Aspersão de H <sub>2</sub> O gelada	38,27 Cb	41,50 Aa

Médias seguidas de letras diferentes maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas diferem pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e teste F ( $p < 0,05$ ), respectivamente

#### 5.4 Teor Relativo de Água

Na tabela 4 verifica-se efeito significativos pelo teste F ( $p < 0,01$ ) dos fatores tratamentos, tipos de pré-resfriamento, tempo e das interações tratamento *versus* tempo de armazenamento e os tipos de pré-resfriamento *versus* tempo de armazenamento (Tabela 4).

**Tabela 4:** Análise de variância do teor relativo de água (TRA) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento sob diferentes tratamentos e armazenadas a 5 °C ao longo de nove horas.

FV	gl	Quadrado médio
		TRA
Trat	2	29,95**
Resf	1	56,83**
Trat x Resf	2	2,24 <sup>ns</sup>
Tempo	3	281,45**
Trat x Tempo	6	29,95**
Resf x Tempo	3	56,83**
Trat x Resf x Tempo	6	2,24 <sup>ns</sup>
Erro	72	2,94
Total	95	
CV (%)	-	1,9

Fv - fonte de variação; Cv - coeficiente de variação; gl - graus de liberdade; \*\* - significativo a 1%; ns - não significativo

Ao final do período de armazenamento, pode-se observar que o maior TRA foi nos tratamentos com embalagem e com aspersão de água gelada, enquanto o menor teor foi constatado no tratamento sem uso de embalagem. Barbosa et al., (2012) recomendam o hidioresfriamento e a embalagem plástica perfurada na pós-colheita de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata Mill*), pois evitou por maior período de tempo o murchamento das folhas. Tal efeito demonstra a importância do uso de embalagens plásticas perfurada em manter o teor de água e turgescência das folhas, assim como relatado por Finger e Vieira (1997).

Para todos os tratamentos, o teor relativo de água final foi menor em comparação ao tempo inicial, o que era esperado, já que as folhas logo após a colheita, estão mais túrgidas.

**Tabela 5:** Médias do teor relativo de água (%) em folhas de couve manteiga submetidas a diferentes tratamentos e armazenadas a 5 °C ao longo de nove horas.

	Tempo	
	Inicial	Final
Com embalagem	92,75 Aa	90,23 Ab
Sem embalagem	92,75 Aa	84,89 Bb
H <sub>2</sub> O gelada	92,75 Aa	88,59 Ab

Médias seguidas de letras diferentes maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas diferem pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e teste F ( $p < 0,05$ ), respectivamente.

O tratamento sem pré-resfriamento apresentou o menor TRA ao final do armazenamento, enquanto que o uso do pré-resfriamento foi eficiente em manter o TRA inicial das folhas até o final do armazenamento. Esse fato, pode ser explicado, possivelmente, por permitir a absorção da água durante a imersão e também por diminuir o gradiente de pressão de vapor entre o produto e o meio circundante, o que desfavorece o processo de transpiração (OLIVEIRA et al., 2015). Assim, o hidroresfriamento, aliado a armazenamento sob baixa temperatura, permitiu manter um balanço hídrico por maior período de tempo, sendo um dos principais fatores determinantes no prolongamento da vida útil das folhosas e retardamento da senescência (TAIZ; ZEIGER, 2004). Oliveira et al., (2015) observaram que em maços de coentro pré-resfriados, houve acréscimo de aproximadamente 4% no teor relativo de água das folhas, permitindo assim, a manutenção da turgescência durante os 4 dias de longevidade dos maços conservados a 5 °C.

**Tabela 6:** Médias do teor relativo de água (%) em folhas de couve manteiga sem e com pré-resfriamento logo após a colheita e ao final de nove horas de armazenamento a 5 °C.

Pré-resfriamento	Tempo	
	Inicial	Final
Sem resfriamento	92,75 Aa	85,73 Bb
Com resfriamento	92,75 Aa	90,08 Ab

Médias seguidas de letras diferentes maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas diferem pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) e teste F ( $p < 0,05$ ), respectivamente

## 6. CONCLUSÕES

- ✓ O tempo ideal de pré-resfriamento das folhas de couve manteiga foi de 5 minutos.
- ✓ O teor de clorofila das folhas não foi alterado durante o período de armazenamento, sob condições de pré-resfriamento.
- ✓ O tratamento que apresentou a menor taxa de perda de massa fresca foi com o uso de embalagem plástica de polietileno.
- ✓ O maior TRA foi observado nos tratamentos com embalagem e com aspersão de água gelada.
- ✓ O uso do pré-resfriamento foi eficiente em manter o TRA inicial das folhas até o final do armazenamento.

Assim, recomenda-se o hidioresfriamento e uso de sacos plásticos de polietileno macroporados, associado ao armazenamento a 5°C como prática eficiente em manter o balanço hídrico e proporcionar maior vida de prateleira das folhas de couve.

Sugere-se realizar o experimento na região do Vale do São Francisco, já que é um grande polo agrícola e possui temperaturas altas, na maior parte do ano.

## 7. REFERÊNCIAS

ÁLVARES, V. S. et al. Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 5, n. 2, p. 31-34, 2007.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS 2016**, Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.

**ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL - Retrospectiva 2015 & Perspectiva 2016**. Disponível em: <http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/capa/a-hortifruti-brasil-vai-para-a-rede-em-2016.aspx> Acesso em: 16 nov. 2016.

BARBOSA, C. K. R. et al. Manejo e conservação pós-colheita de *Pereskia aculeata* Mill. em temperatura ambiente. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, (Suplemento - CD Rom), julho 2012.

CATSKY, J. Water content. In: SLAVIK, B. **Methods of studying plants water relations**. Berlin: Springer – Verlag, 1974, p.121-131.

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

FINGER, F. L. et al. Influence of postharvest water replacement on shelf life of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.6, n.2, p. 116-118. 2008.

FAO. **Global food losses and food waste**. Internacional Congress Save Food. Rome, 2011.

FINGER, F. L; FRANÇA, C. F. M. Fisiologia e tratamentos pós-colheita em produtos hortícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51.

Anais... Viçosa: ABH. **Horticultura Brasileira**, v.29, n. 2 (Suplemento - CD ROM), julho 2011.

FINGER, F. L. et al. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p.1565-1569, 1999.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV. 1997. 29p.

FRANÇA, C.F.M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alfaces submetidas ao hidrosfriamento**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa – Viçosa- MG, 2011, 44f.

GALVÃO, H. L. et al. Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a conservação pós-colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**. 33: 101-106, 2008.

LANA, M. M; TAVARES, S. A. **50 Hortaliças como comprar, conservar e consumir**. 2ª ed. rev. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2010, 209p.

MITCHELL, F.G. Cooling of horticultural commodities. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Division of Agriculture and Natural Resources. Davis: University of California, n. 3311, 2002. 295p.

NOVO, M. C. S. S. et al. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**. 28: 321-325, 2010.

OLIVEIRA, L. S. et al. Efeito do hidrosfriamento na conservação pós-colheita de coentro. **Horticultura Brasileira** 33: 448-452. 2015

RINALDI, M. M. **Perdas pós-colheita devem ser consideradas**. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/artigos/perdas-pos-colheita-devem-ser-consideradas>. Acesso em: 20 nov. 2016.

SILVA, W. F. et al. Diagnóstico da Produção de hortaliças na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Hortic. Bras.** , v. 33, n. 3, 368-372, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Trad. Santarém, E. R. et. al. Porto Alegre: Artmed. 719 p., 2004.

TERUEL, J. M. B. Tecnologias de resfriamento de frutas e hortaliças. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.199-220, abr-jun, 2008.

WEATHERLEY, P.E. Studies in the water relation of cotton plant. In: The field measurement of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v.49, n.1, p.81-97, 1950.

WILLS, R. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. New York: CAB International. 2007. 252p.

WILLS, R. et al. **Postharvest: na introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4. ed. Wallingford: New South Wales University Press, 262p. 2004.