

SIDILENE APARECIDA SILVA GONÇALVES

**EFEITO DO HIDRORRESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-
COLHEITA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da
Biblioteca Central da UFV

T

G635e
2013
Gonçalves, Sidilene Aparecida Silva, 1970-
Efeito do hidrorresfriamento na conservação pós-
colheita de hortaliças folhosas / Sidilene Aparecida Silva
Gonçalves. - Viçosa, MG, 2013.
xxi, 72 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Fernando Luiz Finger.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 60-66.

1. Alface - Fisiologia pós-colheita. 2. Chicória
- Fisiologia pós-colheita. 3. Couve - Fisiologia pós-
colheita. 4. Rúcula - Fisiologia pós-colheita.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

II. Título.

CDD 22. ed. 635.52

SIDILENE APARECIDA SILVA GONÇALVES

EFEITO DO HIDRORRESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 18 de setembro de 2013.

José Roberto de Paula

Paulo Roberto Cecon

Tânia Pires da Silva

Vicente Wagner Dias Casali
(Coorientador)

Fernando Luiz Finger
(Orientador)

DEDICO...

A Maria Aparecida e José Oliveira, que me deram a vida e me ensinaram o valor do trabalho...

A Angelo Augusto, Luan Caio e Nildimar, com quem compartilho as alegrias desta vida e me farto de amor pleno...

A Sidinéia, minha querida irmã, pelo apoio e incentivo de sempre...

"Convém não esquecer, contudo, que a realização nobre exige três requisitos fundamentais, a saber: primeiro, desejar; segundo, saber desejar; e, terceiro, merecer, ou, por outros termos, vontade ativa, trabalho persistente e merecimento justo."

(Nosso Lar – Chico Xavier)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder mais esta página em minha vida, dando-me ainda, sabedoria e forças para que nela eu escrevesse mais uma história de conquista. Obrigada Senhor!

Àqueles que me fazem ver as cores, flores e amores nos encantos e nas dores desta vida. Obrigada Luan, Ângelo e Nildimar pelo apoio, compreensão e amor incondicional. Amo muito vocês.

Aos meus pais que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade e respeito. Sem seus ensinamentos, não teria caminhado até aqui. Minha gratidão e amor eterno.

Aos meus irmãos e irmã, sobrinhos e sobrinhas, cunhados, cunhadas e demais familiares, agradeço pelo apoio, pela torcida e pelas orações.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia e ao Instituto Federal Minas Gerais - Campus São João Evangelista pela oportunidade oferecida.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento do programa DINTER.

Ao meu orientador, Professor Fernando Finger, que aceitou o desafio de me orientar, obrigada por sua disponibilidade e ensinamentos. Aos coorientadores Professor Salomão e Professor Casali. Muito obrigada.

Aos professores da UFV que aceitaram a dura tarefa de se deslocar e oferecer as disciplinas no *Campus* São João Evangelista. Vocês foram fundamentais, obrigada.

Aos colegas do Laboratório de pós-colheita, pelo convívio e ajuda. De maneira muito especial agradeço a Christiane França, a Chris, por ter

compartilhado comigo seu precioso tempo e seus conhecimentos. Obrigada pelo apoio integral e principalmente por sua amizade. Meu reconhecimento e gratidão.

Aos funcionários dos laboratórios, Geraldo e Sebastião na UFV, Patrícia e Joseane e Tião no IFMG-SJE.

À minha sobrinha Laiany e meu irmão Felipe pela preciosa ajuda no trabalho de campo e laboratório. A cunhada Juliana e ao colega de trabalho Alisson Carvalho pela valiosa colaboração.

À minha funcionária Valdenice, que em minhas ausências cuidou, como mãe, de meus filhos e de meu lar. Obrigada Val.

A todos os amigos e companheiros do DINTER pelo convívio, pela colaboração em estudos, pelos momentos de diversão e pela força nos momentos de fraqueza e incertezas. Em especial agradeço a Eloísa, Celma, Eliane, Simone, Luiz Roque, Jackson e Nailton pelos momentos de estudo, trabalho e viagens compartilhados.

A Dona América por abrir as portas de sua casa nos períodos de permanência em Viçosa. Obrigada “Mãezona”.

Meu mais sincero agradecimento e minha gratidão a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Agradeço ainda, a todos que me incluíram em suas orações.

Deus abençoe a todos vocês.

BIOGRAFIA

SIDILENE APARECIDA SILVA GONÇALVES, filha de José Oliveira da Silva e Maria Aparecida de Almeida Silva, nascida em 18 de maio de 1970 na cidade de São João Evangelista, MG.

Graduada em Licenciatura em Economia Doméstica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em agosto de 1993,

Em outubro de 1993 começou a lecionar na então Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista, hoje Instituto Federal Minas Gerais *Campus* São João Evangelista no qual se encontra até os dias de hoje.

Concluiu o curso de Especialização em Nutrição Humana e Saúde na Universidade Federal de Lavras, MG em 2000.

Concluiu o Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade no Centro Universitário de Caratinga, em junho de 2006.

Iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa em 2010, submetendo-se à defesa da tese em setembro de 2013.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xvi
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xx
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1. Aspectos gerais das culturas	4
2.1.1. Alface	4
2.1.2. Chicória	5
2.1.3. Couve	5
2.1.4. Rúcula	6
2.2. Perda de água	7
2.3. Hidrorresfriamento	9
2.4. Feira-livre e a agricultura familiar.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Tempo de pré-resfriamento	14
3.2. Perda acumulada de massa de matéria fresca.....	15
3.3 Teor relativo de água	15
3.4. Teor de carboidratos.....	16
3.4.1. Açúcares Solúveis Totais	16
3.4.2. Amido	17

3.5. Murcha aparente.....	18
3.6. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Tempo de pré-resfriamento	21
4.2. Perda acumulada de massa – PMA.....	24
4.2.1. Alface	24
4.2.2. Chicória	26
4.2.3. Couve.....	28
4.2.4. Rúcula	30
4.3. Teor relativo de água – TRA.....	33
4.3.1. Alface	33
4.3.2. Chicória	35
4.3.3. Couve.....	37
4.3.4. Rúcula	39
4.4. Teor de Carboidratos	41
4.4.1. Alface	41
4.4.2. Chicória	43
4.4.3. Couve.....	45
4.4.4. Rúcula	46
4.5. Murcha aparente.....	49
4.5.1. Alface	49
4.5.2. Chicória	52
4.5.3. Couve.....	54
4.5.4. Rúcula	56
5. CONCLUSÕES.....	59
6. REFERÊNCIAS	60
APÊNDICES	67

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Barraca usada na exposição de produtos na feira-livre de São João Evangelista, vista de frente.....13
- Figura 2 – Etapas do procedimento de pré-resfriamento em pés de chicória (*Cichorium endívia L.*), cultivar Escarola.14
- Figura 3 - Características para avaliação de rúcula Folha Larga. Nota 4 = maços sem sinais de murcha ou enrugamento; nota 3 = maços com leves sinais de murcha ou enrugamento; nota 2 = maços com sinais moderados de murcha ou enrugamento; nota 1 = maços murchos ou enrugados; nota 0 = maços com sinais extremos de murcha ou enrugamento.....19
- Figura 4 - Valores médios das temperaturas internas e externas de (A) alface crespa 'Vanda', (B) chicória 'Escarola', em função do tempo de pré-resfriamento.....22
- Figura 5 - Valores médios das temperaturas internas e externas de (A) couve 'Comum' e (B) rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de pré-resfriamento.....23
- Figura 6 - Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) de alface crespa cultivar Vanda em função do tempo de exposição (8 horas) sem hidrorresfriamento (T1), hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).25
- Figura 7 - Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) de chicória cultivar Escarola em função do tempo de exposição (8 horas) sem hidrorresfriamento (T1) e

	hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).	27
Figura 8 -	Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) de couve 'Comum' em função do tempo de exposição (8 horas) sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).	29
Figura 9 -	Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) da rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).	31
Figura 10 -	Estimativa do teor relativo de água (%) de alface crespa 'Vanda' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1); com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2); e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.	34
Figura 11 -	Estimativa do teor relativo de água (%) de chicória 'Escarola' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1); com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2); e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.	36
Figura 12 -	Estimativa do teor relativo de água (%) de maços de couve 'Comum' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas.	38
Figura 13 -	Estimativa do teor relativo de água (%) de maços de rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1); com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2); e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.	39
Figura 14 -	Estimativa do teor de amido (%) de alface crespa 'Vanda' em função do tempo de exposição por 8 horas.	42

Figura 15 - Estimativa do teor de amido (%) de chicória 'Escarola' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e em água com gelo a 5 °C (T3).	44
Figura 16 - Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais (%) da rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e em água com gelo a 5 °C (T3).	47
Figura 17 - Estimativa do teor de amido (%) da rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e em água com gelo a 5 °C (T3).	48
Figura 18 - Murcha aparente de pés de alface crespa cultivar Vanda, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.	50
Figura 19 - Aparência dos pés de alface crespa cultivar Vanda com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3)....	51
Figura 20 - Murcha aparente de pés de chicória cultivar Escarola, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.	52
Figura 21 - Aparência dos pés de chicória cultivar Escarola com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1),	

- com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3)....53
- Figura 22 - Murcha aparente de pés de couve cultivar Comum, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.54
- Figura 23 - Aparência das folhas de couve 'Comum' com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3).55
- Figura 24 - Murcha aparente de maços de rúcula cultivar Folha Larga, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.56
- Figura 25 - Aparência dos maços de rúcula cultivar Folha Larga com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3)....57
- Figura 26 - Aparência das hortaliças folhosas: alface crespa 'Vanda', chicória 'Escarola', couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga' após 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidas aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3)....68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Períodos de pré-resfriamento de pés/maços de alface crespa 'Vanda', chicória 'Escarola', couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga' na mistura a 5 °C de gelo moído e água (1:3 v/v)	21
Tabela 2 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em folhas de alface crespa cultivar Vanda, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)	26
Tabela 3 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em folhas de chicória cultivar Escarola, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)	28
Tabela 4 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em folhas de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)	30
Tabela 5 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em rúcula 'Folha Larga', exposta por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)	32

- Tabela 6 - Valores médios do teor relativo de água (%) em alface crespa Vanda, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)35
- Tabela 7 - Valores médios do teor relativo de água (%) de chicória cultivar Escarola, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)37
- Tabela 8 - Valores médios do teor relativo de água (%) de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)38
- Tabela 9 - Valores médios do teor relativo de água (%) em folhas de rúcula 'Folha Larga', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)40
- Tabela 10 - Valores médios do teor de açúcares solúveis totais (%) em folhas de alface crespa 'Vanda', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)41
- Tabela 11 - Valores médios do teor de amido (%) em folhas de alface crespa 'Vanda', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)43
- Tabela 12 - Valores médios do teor de açúcares solúveis totais (%) em folhas de chicória 'Escarola', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com

	hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)	43
Tabela 13 - Valores médios do teor de amido (%) em folhas de chicória 'Escarola', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)		45
Tabela 14 - Valores médios açúcares solúveis totais (%) em folhas de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)		45
Tabela 15 - Valores médios do teor de teor de amido (%) em folhas de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)		46
Tabela 16 - Valores médios do teor de açúcares solúveis totais (%) em rúcula 'Folha Larga', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)		47
Tabela 17 - Valores médios do teor de amido (%) em rúcula 'Folha Larga', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)		48

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **alface crespa cultivar Vanda**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 20,5 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)69
- Quadro 2 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **chicória cultivar Escarola**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 21,2 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)70
- Quadro 3 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **couve ‘Comum’**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 20,7 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)71

Quadro 4 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **rúcula 'Folha Larga'**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 20,8 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)72

RESUMO

GONÇALVES, Sidilene Aparecida Silva, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2013. **Efeito do hidrorresfriamento na conservação pós-colheita de hortaliças folhosas.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Coorientadores: Luiz Carlos Chamhum Salomão e Vicente Wagner Dias Casali.

Uma das principais causas de perda de qualidade das hortaliças folhosas é a alta suscetibilidade à perda de água. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do hidrorresfriamento como técnica de pré-resfriamento na conservação da qualidade pós-colheita de quatro hortaliças folhosas - alface crespa (*Lactuca sativa* L.) da cultivar Vanda, chicória (*Cichorium endivia* L.) da cultivar Escarola, couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) da cultivar Comum e rúcula (*Eruca sativa* Miller) da cultivar Folha Larga - cultivadas por agricultores familiares na cidade de São João Evangelista, MG, e comercializadas em feira-livre local. As hortaliças, imediatamente após a colheita e seleção, foram pesadas, separadas e submetidas aos tratamentos: T1 – sem hidrorresfriamento (controle), T2 – hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente e T3 – hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C. Após o pré-resfriamento, as hortaliças foram expostas em bancadas de barraca de feira-livre e acompanhadas por um dia, analisando-as com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição. Avaliou-se a perda de massa fresca, o teor relativo de água, o teor de carboidratos e a murcha aparente. O experimento foi conduzido no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de avaliação, no delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições para todas as variáveis analisadas. Observou-se que o tempo apropriado de pré-

resfriamento para as quatro hortaliças foi de aproximadamente 6 minutos para alface crespa 'Vanda' e chicória 'Escarola' e de 5 minutos para couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga'. O hidrorresfriamento contribuiu para menores perdas de massa fresca e maiores teores relativos de água durante o período de exposição para alface, chicória e rúcula. Também contribuiu para manutenção da turgescência das hortaliças estudadas. Não se observou uma tendência consistente na influência do hidrorresfriamento na conservação dos teores de carboidratos. Recomenda-se a utilização do hidrorresfriamento como técnica de conservação da qualidade pós-colheita das hortaliças folhosas estudadas.

ABSTRACT

GONÇALVES, Sidilene Aparecida Silva, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2013. **The effect of hydrocooling in postharvest preservation of leafy vegetables.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Co-Advisers: Luiz Carlos Chamhum Salomão and Vicente Wagner Dias Casali.

One of the main causes on the postharvest quality loss of leafy vegetables is because they are highly susceptible to water loss. The aim of this study was to evaluate the effect of hydrocooling as a technique to prolong the shelf of four leafy vegetables - lettuce (*Lactuca sativa* L.), chicory root (*Cichorium endívia* L.), kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) and arrugola (*Euruca sativa* Miller), grown by family farmers in the city of São João Evangelista (MG) and commercialized at the local farmers market. The vegetables were weighed and submitted to treatments immediately after harvest . T1 – without hydrocooling (control), T2 – hydrocooling with water room temperature and T3 – hydrocooling in iced water at 5 °C. The vegetables were kept on outdoor benches and analyzed after 0 , 2, 4 and 8 h of exposition. It has assessed the loss of fresh mass, the leaf relative water content, the carbohydrate content and the apparent wilting stage. The experiment was conducted in split plot, having in the plots at treatments and in the subplots the evaluation time, by a completely randomized design with three repetitions for all analyses. The appropriate time for pre-cooling for the four vegetables was approximately 6 minutes to crisp lettuce 'Vanda' and chicory 'Escarole' and 5 minutes for kale 'Common' and arugula 'Broad Leaf'. The hydrocooling treatments contributed to lower rates of the fresh mass loss and higher relative water content during the exposure period for lettuce, chicory and arrugola. The hydrocooling treatments also contributed to the turgidity of the

leafy vegetables studied. There was no consistent trend in the influence of hydrocoolings on the changes on carbohydrates content. It is recommended the use of hydrocooling to prolong the postharvest quality of the studied leafy vegetables.

1. INTRODUÇÃO

Hortaliças são alimentos que agrupam todos os vegetais cultivados em horta, podendo ter como parte de interesse econômico, caules, folhas, flores, frutos, raízes ou sementes. O consumo das hortaliças proporciona vários benefícios, entre eles, destaca-se o fato de serem pouco calóricas e de fácil digestão, auxiliam na saciedade, fornecem bom aporte de água, além de minerais e vitaminas importantes ao bom funcionamento do organismo e ao combate a doenças, sendo ainda, consideradas ricas em fibras que auxiliam o bom funcionamento do intestino (BRASIL, 2010).

O Brasil destaca-se como um grande produtor de hortaliças alcançando uma produção total em 2011, de 19,235 milhões de toneladas em uma área plantada de aproximadamente 809 mil ha (IBGE, 2012). Entretanto, Brasília (2009) assegura que o Brasil está entre os 10 países que mais desperdiçam alimentos no mundo e que, aproximadamente 35% de toda produção agrícola do país vai parar no lixo, ou seja, milhões de toneladas de alimentos deixam de estar na mesa dos brasileiros.

Soares (2009) afirma que as perdas de frutas e hortaliças distribuem-se em 10% no campo, 50% no manuseio e transporte, 30% nas centrais de abastecimento e comercialização e 10% nos supermercados e consumidores. Constata ainda, que as causas vão desde o manuseio inadequado e transporte ineficiente até a não utilização da cadeia do frio em todas as etapas, além do excesso de toque, manuseio promovido pelos consumidores ao escolherem seus produtos nas gôndolas dos supermercados.

A cadeia do frio consiste, basicamente, no resfriamento dos produtos hortícolas desde a colheita, mantendo-os refrigerados até o consumo final (CORTEZ *et al.*, 2002a).

Uma das principais causas de perda de qualidade das hortaliças folhosas é o fato de as mesmas serem altamente suscetíveis à perda de água, o que pode ainda ser intensificado por um inadequado manejo da temperatura e da umidade do ar nos locais de armazenamento, o que deriva na redução da vida de prateleira e aumento do custo final desses produtos para o consumidor (ÁLVARES *et al.*, 2007). Segundo Finger *et al.* (2008), em geral as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos hortícolas, são em grande medida, determinadas pela perda de água por transpiração.

A transpiração é a evaporação de água a partir da superfície das plantas (MARENCO e LOPES, 2007). Transpiração ou perda de água para o ambiente acontece constantemente após a colheita, não podendo ser repostada pela planta, com exceção a flores e algumas folhosas, o que gera perda de massa e a defeitos visíveis como a perda de turgor das células (NEVES FILHO, 2002; KADER, 1992).

Altas temperaturas são prejudiciais à qualidade de frutos e hortaliças, pois afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais da maturação, respiração, perda de peso e podridões. Portanto, quanto mais rapidamente a temperatura do produto for trazida para próximo da temperatura ótima de armazenamento, maior será a qualidade e a vida pós-colheita deste produto (BROSNAN e SUN, 2001).

Estudos têm demonstrado resultados positivos com a utilização do pré-resfriamento na conservação pós-colheita de vários produtos hortícolas, constatando-se que, quanto maior o tempo de espera para a aplicação do método de resfriamento, menor será a qualidade e a vida de prateleira do alimento. Álvares *et al.* (2007) obtiveram resultados positivos com o pré-resfriamento em folhas de salsa, com efeitos benéficos para a vida de prateleira, manutenção de maior teor de água nas folhas e redução da perda de massa fresca durante o armazenamento refrigerado.

Devido à importância da agricultura familiar na oferta de hortaliças folhosas por meio de feiras locais, tem se tornado evidente e necessária a realização de projetos de pesquisas relacionados à aplicação de métodos

simples e acessíveis que visem a conservação pós-colheita desses produtos por tempo que permita ao agricultor apresentar à comercialização, hortaliças folhosas com mais turgor e qualidade.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente e hidrorresfriamento em água com gelo a 5° C como técnica de pré-resfriamento na conservação da qualidade pós-colheita de quatro hortaliças folhosas (rúcula, chicória, couve e alface) cultivadas por agricultores familiares na cidade de São João Evangelista e comercializadas na feira-livre local.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. Aspectos gerais das culturas

2.1.1. Alface

Originária da Bacia Ocidental do Mediterrâneo, a alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta de clima temperado, pertencente à família Asteraceae (*Compositae*) (SANTI *et al.*, 2010). A alface apresenta grande diversidade nas características morfológicas e fisiológicas, que entre outras, tem-se cultivares repolhudas lisas e crespas, de folha solta lisa e crespas, de cor roxa e verde. É consumida *in natura* durante a sua fase vegetativa, sendo amplamente utilizada na culinária para o preparo de saladas e decoração de pratos (LUENGO e CALBO, 2001).

É fonte de vitaminas A, B1, B2, B5 e C, e de fibras e minerais (SEDIYAMA *et al.*, 2007b). É a hortaliça folhosa de maior importância, tanto para o comércio, quanto para o consumo, por sua facilidade de aquisição, variedade e produção durante o ano inteiro, além de fácil preparo (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

A colheita da alface deve acontecer quando atingir seu máximo desenvolvimento vegetativo, o que ocorre entre 60 e 80 dias após a semeadura. A maioria das cultivares tem aspecto frágil sendo sensíveis a ferimentos e à desidratação (LUENGO e CALBO, 2001). Por ser um produto altamente perecível após a colheita, devido ao seu alto teor de água, geralmente é produzida nos chamados 'cinturões verdes' próximos a grandes centros consumidores (SANTOS *et al.*, 2001).

2.1.2. Chicória

Conhecida popularmente como chicória ou escarola, a espécie *Cichorium endivia* L, é uma hortaliça herbácea pertencente à família Asteraceae. De acordo com Filgueira (2007), existem dois grupos de cultivares segundo a forma de suas folhas - *Cichorium endivia* var. *Crispa* que tem folhas muito divididas e retorcidas com seus bordos dentados; e *Cichorium endivia* var. *Latifolia*, também conhecida como escarola, que possui folhas amplas e lisas e que tem no Brasil maior consumo e valor comercial.

A chicória apresenta quantidades consideráveis de vitaminas A, C, B1, B2, B6, K, proteínas, cálcio, fosforo, ferro e açúcares (SEDIYAMA *et al.*, 2007a). Segundo Leite *et al.* (2004) a chicória possui nas suas raízes, o ingrediente funcional inulina, geralmente empregado na indústria alimentícia substituindo o açúcar ou a gordura, não fornecendo grandes quantidades de calorias, atuando no organismo de modo similar às fibras dietéticas.

É uma hortaliça que se adapta melhor a temperaturas amenas, embora tenha cultivares que toleram bem temperaturas mais elevadas. A semeadura ocorre geralmente no outono-inverno, entretanto, pode ser plantada durante todo ano em regiões de altitude (FILGUEIRA, 2007). A colheita, segundo Sedyama *et al.* (2007a), inicia-se aos 70-80 dias após a semeadura.

2.1.3. Couve

A couve comum (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) é a brássica que mais se assemelha ao ancestral silvestre. É planta herbácea de caule ereto, cilíndrico, liso e carnoso que sustenta bem a planta e emite, continuamente, novas folhas, sendo essas pecioladas, espessas e pouco carnosas. As folhas são distribuídas ao redor do caule e nas axilas surgem brotações que são as mudas usadas para propagação. É cultura típica de outono-inverno, adapta-se bem ao frio intenso e resiste bem à geada (FILGUEIRA, 2007; VIDIGAL e PEDROSA, 2007).

A couve é uma hortaliça muito apreciada na culinária da Amazônia e Mineira, compondo diversos pratos. Também tem seu uso citado como planta medicinal, no combate da gastrite e anemia (LUZ, 2001). Muito rica em nutrientes, especialmente cálcio, ferro e vitaminas A, C, K e B5. É escassa em calorias, mas promove boa sensação de saciedade, podendo assim, ser aproveitada em regimes contra obesidade (LANA e TAVARES, 2010).

A produção de couve de folha concentra-se, principalmente, no entorno das cidades, em pequenas propriedades e nas hortas caseiras. Minas Gerais produz em torno de 99% da couve comercializada em suas Centrais de Abastecimentos durante todo o ano (VIDIGAL e PEDROSA, 2007).

De acordo com Filgueira (2007), a colheita da couve pode ser iniciada já aos 50-60 dias do transplântio, sendo recomendado que não se colham as primeiras folhas, o que favorece o maior desenvolvimento da planta, tanto da parte aérea, como do sistema radicular, promovendo aumento da longevidade e possibilitando colheitas escalonadas ao longo dos meses.

2.1.4. Rúcula

A rúcula (*Eruca sativa* Miller), hortaliça herbácea da família *Brassicaceae*, apresenta porte baixo (15 a 20 cm) e folhas tenras, relativamente espessas e divididas. É uma cultura originária da Região Mediterrânea e no Brasil é muito popular nas regiões de colonização italiana (SEDIYAMA, *et al.* 2007c). Segundo Henz e Mattos (2008), é uma hortaliça de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, que tem apresentado aumento crescente de produção em razão da facilidade de seu cultivo e aceitação popular. A espécie mais cultivada no Brasil é a *Eruca sativa* Miller, principalmente das cultivares Cultivada e Folha Larga. Encontra-se ainda, cultivos em menor escala da espécie *Diplotaxis tenuifolia* (L) DC, conhecida como rúcula Selvática (SALA *et al.*, 2004).

A rúcula é uma das hortaliças mais nutritivas, rica em vitaminas A e C e minerais como cálcio, ferro, potássio e enxofre. Além de nutritiva, a rúcula

possui propriedades nutracêuticas importantes no tratamento da anemia ferropriva, no estímulo do apetite, além de possuir efeito anti-inflamatório e desintoxicante do organismo (LANA e TAVARES, 2010).

A colheita da rúcula é pode ser iniciada entre 30 a 40 dias após a semeadura. As folhas deverão estar com 15 a 20 cm de comprimento, com bom desenvolvimento, verdes e frescas. Colhidas tardiamente, as folhas ficam endurecidas e com sabor amargo, semelhante ao da mostarda. A colheita pode ser realizada cortando-se a planta acima do nível do solo, o que faz com que outras folhas sejam formadas. Dependendo do clima, tratos culturais e da adubação, pode-se realizar o segundo corte 20 dias após o primeiro. Pode-se também, colher arrancando-se as plantas inteiras, com raiz, como nos cultivos hidropônicos (SEDIYAMA *et al.*, 2007c; HENZ e MATTOS, 2008).

2.2. Perda de água

As hortaliças possuem órgãos que mesmo após a colheita, permanecem vivos, passando por diversas transformações até a senescência, que é um processo de degeneração constituído pelo passo final do desenvolvimento da folha. Os alimentos, especialmente os de origem vegetal, devem ser protegidos contra alterações mecânicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas que possam vir a acelerar seu processo de degradação e, conseqüentemente, afetar suas qualidades nutritivas, organolépticas e de palatabilidade normais (EVANGELISTA, 2005; CHITARRA, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2009).

Após a colheita, os órgãos vegetais continuam vivos, respirando, transpirando e conseqüentemente, perdendo água, frescor e turgescência. A perda de água por meio da transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos hortícolas (FINGER e FRANÇA, 2011). A turgescência das folhas é importante fator de qualidade, pois está relacionado a seu conteúdo de água, que quando suficiente, mantém seus tecidos suficientemente rígidos (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A perda de água das hortaliças, além de afetar a aparência e, conseqüentemente o valor comercial, afeta também a qualidade nutricional, visto que parte de seus nutrientes é perdida. Em geral, perda de água entre 6 a 7% leva as hortaliças a estado impróprio para consumo e comercialização (LUENGO *et al.*, 2007). Segundo Lana *et al.* (1998), as hortaliças possuem de 65 a 95% de seu peso em água, assim a perda de água resulta em perda de peso e redução da qualidade do produto.

Barros *et al.* (1994) relatam que a perda de água resulta não só em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente na textura. Ressaltam, ainda, que pode-se tolerar alguma perda de água, porém, perdas que resultam em murchamento ou enrugamento das hortaliças devem ser evitadas.

Murchamento e enrugamento, segundo Finger e França (2011), são os sintomas da perda excessiva de água e as taxas de perdas de água variam, principalmente, em função da temperatura e da umidade do local de armazenamento.

O balanço hídrico representa a diferença entre a água total que entra no sistema via precipitação, ou seja, absorvida pela planta, e a quantidade de total de água perdida pela evaporação e pela transpiração das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2009; MENDOZA e LOPES, 2007).

A taxa de perda de água dos produtos hortícolas ocorre pela interação entre fatores do meio - temperatura, umidade e velocidade do ar; e internos dos órgãos vegetais - relação superfície/volume, natureza da superfície protetora e integridade física. A temperatura e a umidade do ar são os fatores do meio, mais importantes no controle da vida de prateleira dos produtos hortícolas, visto que a respiração é influenciada pela temperatura (FINGER e VIEIRA, 2007).

Entre os processos metabólicos que ocorrem nas hortaliças, após a colheita, a respiração é o mais importante. Taiz e Zeiger (2009) a definem “como a oxidação completa de compostos de carbono a gás carbônico e água, usando oxigênio como acceptor final de elétrons”. Ou seja, é a queima dos compostos ricos em energia, obtidos pela fotossíntese, sendo um dos mais simples a glicose. Queima essa, que leva à transformação e canalização da energia para outras regiões vitais da planta.

De forma a amenizar as perdas qualitativas e quantitativas dos produtos hortícolas, várias técnicas de controle da perda de água são utilizadas para retardar ou prevenir a murcha durante os processos de armazenamento e comercialização. Tais medidas buscam a redução da taxa de transpiração, o que pode ser conseguido através do aumento na umidade relativa do ar, redução na temperatura, no movimento do ar e com o uso de embalagens protetoras (BARROS *et al.*, 1994).

2.3. Hidrorresfriamento

O hidrorresfriamento é uma das várias técnicas de pré-resfriamento disponíveis e aplicáveis a produtos perecíveis. A técnica consiste essencialmente, em diminuir o calor dos produtos utilizando-se água a baixas temperaturas, podendo esses produtos ser colocados em contato com a água por imersão, aspersão ou lavagem. Outras técnicas utilizadas são salas de refrigeração, resfriamento com ar forçado, resfriamento a vácuo e resfriamento criogênico (BECKER e FRICKE, 2002; BROSNAN e SUN, 2001; TERUEL, 2008).

As principais características do hidrorresfriamento são a simplicidade, praticidade e eficiência. Apresenta ainda, a vantagem de o produto não perder umidade durante o processo e oferecer rápida remoção do calor (CORTEZ *et al.* 2002b; AGUILA *et al.*, 2009).

O uso do gelo como meio de resfriamento apresenta-se, segundo Teruel *et al.* (2004), como uma das alternativas para aumentar, ainda mais, as vantagens do hidrorresfriamento. A adição de gelo à água aumenta significativamente a capacidade frigorífica já que o gelo pode fornecer frio de forma prolongada.

Por ser uma opção economicamente viável, tanto ao pequeno produtor, quanto ao grande, o hidrorresfriamento tem se destacado na literatura como opção acessível de técnica de conservação pós-colheita. Sua eficácia tem sido observada por pesquisadores em produtos hortícolas como brócolis, alface e coentro (GALVÃO *et al.*, 2008; FRANÇA, 2011; OLIVEIRA, 2012).

Em experimento com folhas de salsa, Álvares *et al.* (2007), constataram que o pré-resfriamento após a colheita, utilizando-se água com gelo à 5 °C por 15 minutos, foi efetivo em reduzir a perda de massa durante as primeiras 12 horas de armazenamento.

2.4. Feira-livre e a agricultura familiar

Feira-livre, baseada em Mascarenhas e Dolzani (2008), trata-se de um mercado varejista ao ar livre, organizada pela municipalidade, com caráter de prestar serviços de utilidade pública, cujo objetivo é a distribuição de gêneros alimentícios e produtos básicos de periodicidade semanal.

As feiras-livres em cidades de pequeno porte, como é o caso de São João Evangelista, local deste estudo, representam muitas vezes, a única possibilidade de comercialização dos produtos oriundos da agricultura familiar. É um expediente muito utilizado para o abastecimento de alimentos frescos e produtos especiais com identidade territorial. Outros objetivos proporcionados pelas feiras-livres estão associados ao resgate cultural e à socialização da comunidade.

Para Colla *et al.* (2007), a feira-livre é um canal que relaciona de maneira direta o produtor e consumidor final. A demanda crescente por produtos naturais está relacionada com o tamanho da escala de produção, dessa forma, não é possível fornecer produtos naturais em grandes quantidades. Assim, o pequeno produtor passa a ter vantagens ao comercializar seus produtos naturais em feiras locais.

Grande parte da oferta de produtos hortícolas é oriunda da agricultura familiar que detém 20% das terras e responde por 30% da produção global. Portanto, a comercialização em feiras locais representa um espaço público importante para a comercialização dessa produção (EMBRAPA, 2007).

A agricultura familiar, segundo dados do IBGE (2012), foi responsável por 38% do valor bruto total da produção agropecuária, além de empregar 74,4% da mão de obra rural nacional, o que reforça sua importância e das feiras locais na oferta de hortaliças folhosas.

Cortez *et al.* (2002a), comentam a carência por pesquisas aplicadas para frutas e hortaliças, afirmando ser necessário que essas pesquisas contemplem todo tipo de informação para a melhoria na qualidade pós-colheita de produtos hortícolas como fisiologia do produto, embalagens e resfriamento. Segundo Coelho (2009), em função da escassez de informações sobre o assunto, torna-se, de grande importância, a realização de estudos a respeito de mecanismos acessíveis à manutenção da qualidade dos produtos oriundos da agricultura familiar e comercializados em feiras locais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido utilizando-se plantas inteiras de alface e chicória e maços de couve e rúcula cultivados por agricultores da cidade de São João Evangelista, MG (Latitude -18° 32' 52", Longitude -42° 45' 48" e Altitude 690 metros). No experimento foram utilizados pés de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) da cultivar Vanda, chicória (*Cichorium endívia* L.) da cultivar Escarola, couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) da cultivar Comum e rúcula (*Eruca sativa* Miller) da cultivar Folha Larga. Em todas as culturas foram aplicados os manejos culturais recomendados desde a escolha do local até a colheita. O cultivo de alface e couve foi realizado em canteiros sem cobertura, o de chicória e rúcula, em canteiros com cobertura (estufas). Durante o ciclo das culturas, não houve aplicação de nenhum tipo de defensivo ou fertilizante químico e no preparo do solo, foi aplicado, apenas esterco de curral.

A colheita, seleção e limpeza foram realizadas no período da manhã nos meses de janeiro (chicória e rúcula), fevereiro (alface) e março (couve) de 2013. Imediatamente após a colheita, seleção e limpeza as folhosas foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 = sem hidrorresfriamento (CONTROLE), T2 = hidrorresfriamento com água a temperatura ambiente (para alface 20,5 °C, para chicória 21,2 °C, para couve 20,7 °C e para rúcula 20,8 °C), T3 = hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (1:3 v/v). Essas etapas foram realizadas nas propriedades rurais, entre 6 e 7 horas da manhã.

Nos processos de hidrorresfriamentos usou-se água corrente, oriunda de poço artesiano devidamente tratada com cloro numa proporção de 60 mg de cloro por litro de água, conforme recomendação de Cortez *et al.* (2002a).

Após o hidrorresfriamento as hortaliças foram colocadas em caixas vazadas para retirada do excesso de água e em seguida, deixadas por 1 hora (tempo aproximado para o transporte de uma propriedade rural até o local da feira). Em seguida, às 08 horas, foram dispostas nas bancadas de uma barraca igual às usadas na feira local, com dimensão de 4 m², cobertura de lona e bancada de madeira, sem nenhum tipo de controle de temperatura e umidade (Figura 1). O arranjo das hortaliças também foi reproduzido, sendo as mesmas colocadas com as folhas para cima. Foram coletadas amostras das hortaliças com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição, totalizando 4 amostras.



Figura 1 - Barraca usada na exposição de produtos na feira-livre de São João Evangelista, vista de frente.

As amostras foram levadas para o Laboratório de Águas do Instituto Federal Minas Gerais Campus São João Evangelista - IFMG-SJE, onde foram realizadas as análises perda de massa da matéria fresca, teor relativo de água e murcha aparente. Extraíram-se dois gramas de material vegetal que foi colocado em etanol 80% fervente e mantido refrigerado a 4 °C, sendo levado posteriormente ao Laboratório de Pós-Colheita da UFV para análises de açúcares solúveis totais e amido.

3.1. Tempo de pré-resfriamento

Inicialmente, para a determinação do tempo de pré-resfriamento, fez-se no mês de outubro de 2012 um pré-teste submetendo amostras das mesmas culturas e variedades a períodos de pré-resfriamento com a mistura a 5° C de gelo moído e água (1:3 v/v) (Figura 2). Em seguida, determinou-se a cada 5 minutos a temperatura de duas amostras das hortaliças com a utilização de um termo-higrômetro da marca Incoperm (para interior dos pés/maços) e infravermelho da marca Instrutherm TI-870 (para parte externa dos pé/maços). O tempo ideal de pré-resfriamento foi determinado quando a temperatura se estabilizou após a imersão do produto.



Figura 2 – Etapas do procedimento de pré-resfriamento em pés de chicória (*Cichorium endívia L.*), cultivar Escarola.

3.2. Perda acumulada de massa de matéria fresca

Durante a exposição na barraca, as hortaliças foram pesadas em balança Balmak Economic Line Next – ELC 10 após 0, 2, 4 e 8 horas de exposição. A perda acumulada de massa fresca (PMA) foi estimada em relação à massa fresca inicial das hortaliças antes dos tratamentos:

$PMA = ((MFI - MFF) \times 100) / MFI$, em que:

MFI = massa fresca inicial (g)

MFF = massa fresca final (g)

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

3.3 Teor relativo de água

O teor relativo de água (TRA), que é a relação entre a massa fresca, massa túrgida e massa fresca das folhas, foi determinado logo após a colheita (antes da aplicação dos tratamentos) e a cada 2 horas de exposição, através do corte de 5 seções de 8 mm de diâmetro de 3 folhas de cada repetição (uma folha interna, uma mediana e uma externa), retiradas manualmente, totalizando 15 seções. As seções foram pesadas inicialmente (após colheita) obtendo-se a massa fresca (F).

As mesmas seções das folhas foram hidratadas em espuma de poliuretano de 2 cm de espessura. A espuma, colocada em bandeja de polietileno com 07 cm de profundidade, foi periodicamente umedecida com água destilada, evitando-se o seu ressecamento. As seções foram assim mantidas e pesadas de hora em hora até que tiveram seu peso túrgido estabilizado, alcançando a máxima hidratação em até 4 horas. Após o período de hidratação, as seções das folhas foram pesadas em balança de precisão ACCULAB Sartotius Group, obtendo-se a massa túrgida (T).

Em seguida, obteve-se a massa seca (W) por secagem em estufa com fluxo de ar forçado, a 70 °C por 72 horas, até massa constante. Realizou-se, então, o cálculo do teor relativo de água (TRA), conforme descrito por Álvares (2007):

$TRA = ((F - W)/(T - W)) \times 100$, em que:

F = peso de massa fresca (g);

W = peso de massa seca (g) e

T = peso de massa túrgida (g).

3.4. Teor de carboidratos

3.4.1. Açúcares Solúveis Totais

As amostras representativas foram obtidas através da separação de 2 g de cada hortaliça (em cada repetição) imersa em etanol 80% fervente e armazenada a 4 °C. O extrato foi obtido através da maceração em etanol a 80%, seguida de centrifugação e de três novas extrações. O volume combinado das centrifugações foi completado com etanol até 50 mL. O extrato alcoólico foi armazenado em geladeira, devidamente vedado, para posterior quantificação dos açúcares solúveis totais (AST). O resíduo retido pela centrifugação foi seco em estufa a 65 °C por 24 horas e armazenado em dessecador para posterior quantificação do amido.

Fez-se primeiramente o teste de diluição com as amostras das quatro hortaliças, de acordo com a curva padrão de açúcares solúveis totais. Utilizou-se soluções padrão de sacarose de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$ não constatando necessidade de diluição para nenhuma das amostras.

Para quantificação dos açúcares solúveis totais foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956). Sempre em duplicata, retirou-se uma amostra de 0,250 mL que foi transferida para tubo de ensaio com rosca. Em cada tubo adicionou-se 0,250 mL de fenol a 5% e, em seguida adicionou-se 1,25 mL de ácido sulfúrico concentrado. Em seguida, os tubos foram agitados e levados a banho-maria com temperatura de 30 °C por 20 min. Após banho-maria, procedeu-se a leitura da absorbância em $\lambda = 490$ nm em espectrofotômetro. Os valores obtidos foram comparados com curva padrão de sacarose a 1%.

O teor AST foi obtido pelo método direto utilizando-se a equação abaixo:

$$\text{AST}(\%) = \frac{L \times n \times v}{\text{MF} \times \text{MS}} \times 100, \text{ em que:}$$

L, concentração da amostra obtida pela leitura do espectrofotômetro (g.mL^{-1});

n, número de diluições (caso exista);

v, volume final do extrato bruto (50 mL);

MF, matéria fresca obtida inicialmente pela amostra composta (2 g) e

MS, massa seca obtida anteriormente.

3.4.2. Amido

O teor de amido foi calculado através do resíduo obtido pela extração dos açúcares solúveis totais após secagem por 24 h à temperatura de 65 °C mediante metodologia descrita por McCready *et al.* (1950). Após dessecação as amostras foram colocadas em tubo de ensaio com rosca e ressuspensa em 2,5 mL de água destilada e 3,25 mL de ácido perclórico 52%. Os tubos foram agitados e deixados em repouso por 30 minutos. Em seguida, foram centrifugados a 2000 x g por 10 minutos. Os sobrenadantes foram coletados em proveta de 25 mL, sendo esta operação realizada três vezes. Em seguida, o volume da proveta foi completado com água destilada e o extrato foi, então, mantido em refrigeração até o momento da quantificação.

Para quantificação do amido, as amostras foram retiradas da refrigeração e deixadas em temperatura ambiente. O teste de diluição demonstrou a necessidade de diluir 25 vezes para as 4 folhosas. Dessa diluição foi utilizada uma alíquota de 0,250 mL na quantificação de amido. Efetuou-se a mesma metodologia para a determinação do teor de açúcares solúveis totais para se determinar a concentração do amido.

O teor de amido (AM) foi obtido pelo método direto utilizando-se a equação:

$$AM(\%) = \frac{L \times n \times v}{MF \times MS} \times 100 \times 0,9, \text{ em que:}$$

L, concentração da amostra obtida pela leitura do espectrofotômetro (g.mL^{-1});

n, número de diluições (neste caso, 25 vezes);

v, volume final do extrato bruto (25 mL);

MF, matéria fresca obtida inicialmente pela amostra composta (2 g) e

MS, massa seca obtida anteriormente.

3.5. Murcha aparente

Sendo o tempo de exposição relativamente pequeno (8 horas total) a murcha aparente (sinal de senescência, relacionada ao grau de hidratação das folhas) das hortaliças foi avaliada subjetivamente por voluntários, que como consumidores, atribuíram notas, de acordo com a escala de notas determinada de 0 a 4 pontos. De acordo com o estado de senescência seguia-se as seguintes notas: nota 0 = pés ou maços com sinais extremos de murcha ou enrugamento; nota 1 = pés ou maços murchos ou enrugados; nota 2 = pés ou maços com sinais moderados de murcha ou enrugamento; nota 3 = pés ou maços com leves sinais de murcha ou enrugamento; nota 4 = pés ou maços sem sinais de murcha ou enrugamento (Figura 3). Nessa avaliação, usou-se as mesmas amostras da avaliação de perda de massa fresca sendo considerada a média das notas atribuídas por 9 avaliadores (adaptado de RESENDE, 2004).

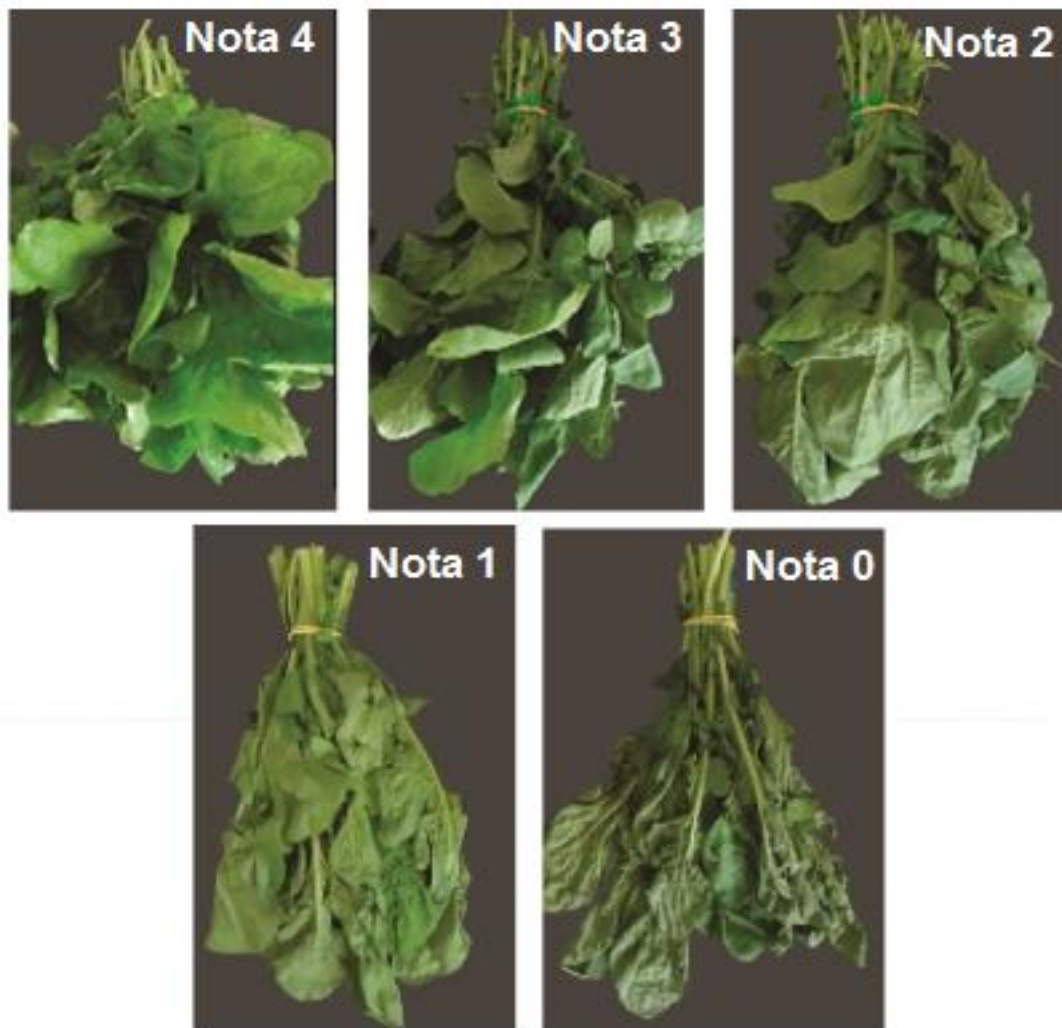


Figura 3 - Características para avaliação de rúcula Folha Larga. Nota 4 = maços sem sinais de murcha ou enrugamento; nota 3 = maços com leves sinais de murcha ou enrugamento; nota 2 = maços com sinais moderados de murcha ou enrugamento; nota 1 = maços murchos ou enrugados; nota 0 = maços com sinais extremos de murcha ou enrugamento.

3.6. Análise estatística

O experimento foi instalado segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os hidrorresfriamentos e nas subparcelas os tempos de exposição, no delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, sendo um pé ou um maço, a unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. As médias do fator

qualitativo foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey em nível de 5% de significância. Para o fator quantitativo os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste 't' de Student, adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação e no comportamento biológico. O coeficiente de determinação (r^2) foi calculado em relação à média: $r^2 = \frac{SQ_{Reg}}{SQ_T}$, onde:

SQ_{Reg} = soma de quadrado devido a regressão; e

SQ_T = soma de quadrado do tratamento.

Independentemente da interação de maior grau ser ou não significativa, optou-se pelo desdobramento da mesma devido ao interesse em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Tempo de pré-resfriamento

Ao serem imersas na mistura de gelo moído e água (1:3 v/v) a 5 °C, as hortaliças folhosas estudadas tiveram comportamento semelhante, com rápida redução da temperatura nas mesmas, com posterior estabilização (Tabela 1).

Tabela 1 - Períodos de pré-resfriamento de pés/maços de alface crespa 'Vanda', chicória 'Escarola', couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga' na mistura a 5 °C de gelo moído e água (1:3 v/v)

Tempo de pré-resfriamento (min)	Temperatura dos pés e maços (°C)			
	Alface	Chicória	Couve	Rúcula
0	19,85	20,4	20,2	20,8
5	7,6	8,5	8,8	8,7
10	6,5	6,2	6,05	5,3
15	6,4	5,7	5,85	5,7
20	6,17	5,5	5,6	5,2
25	5,42	5,6	5,2	5,5
30	6,5	6,2	5,8	5,3
35	6,65	5,7	5,1	5,4
40	6,3	5,4	5,15	5,8
45	5,72	4,8	5,5	4,6
50	5,7	5,4	5,5	5,2

Em 10 minutos após a imersão do produto, as temperaturas médias iniciais de 20 °C declinaram aproximadamente 67% para alface, 70% para chicória, 70% para couve e 75% para rúcula, ocorrendo a estabilização após este tempo. Esses resultados indicam que o tempo apropriado de pré-resfriamento, após a colheita é de aproximadamente 6 minutos para alface

crespa 'Vanda' e chicória 'Escarola' e de 5 minutos para couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga' (Figuras 4 e 5).

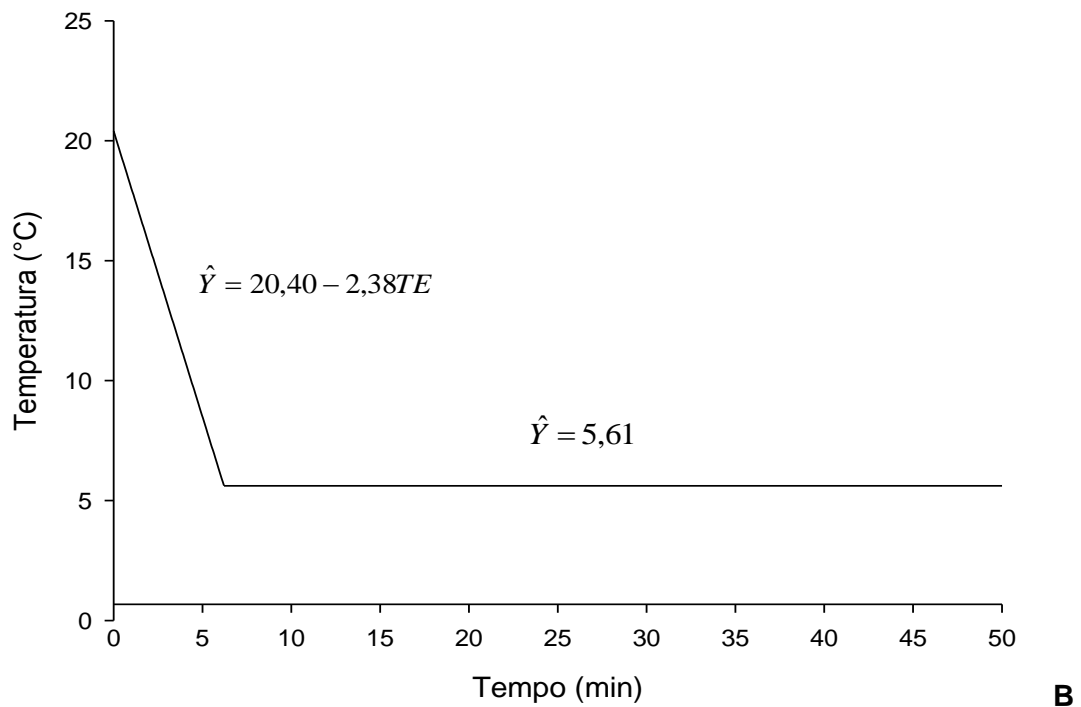
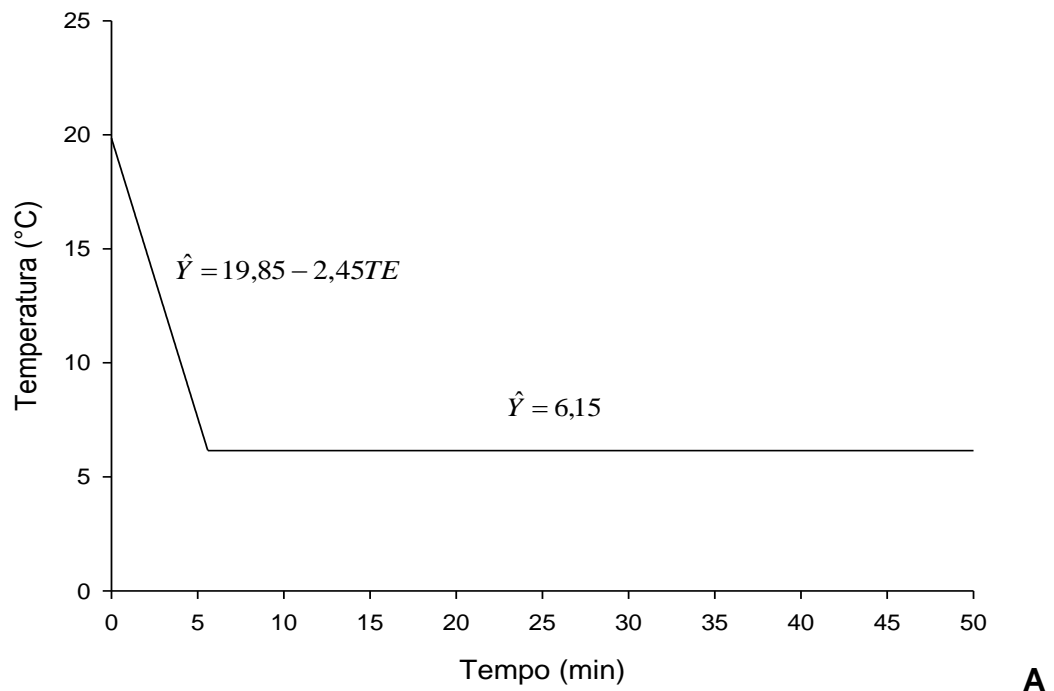
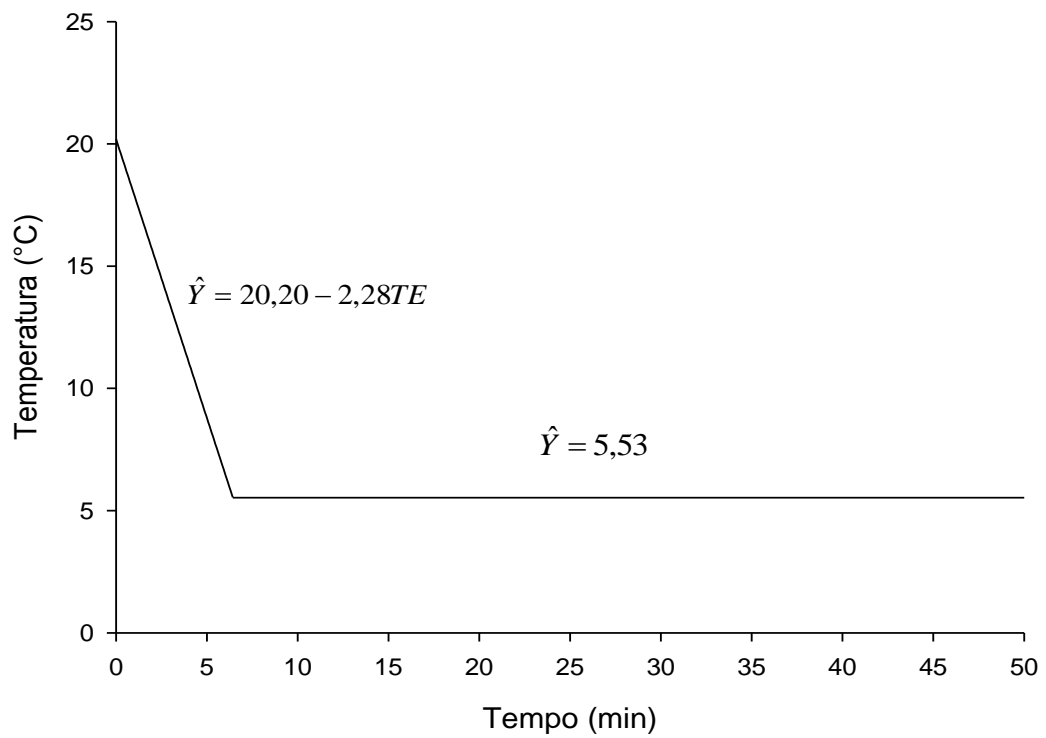
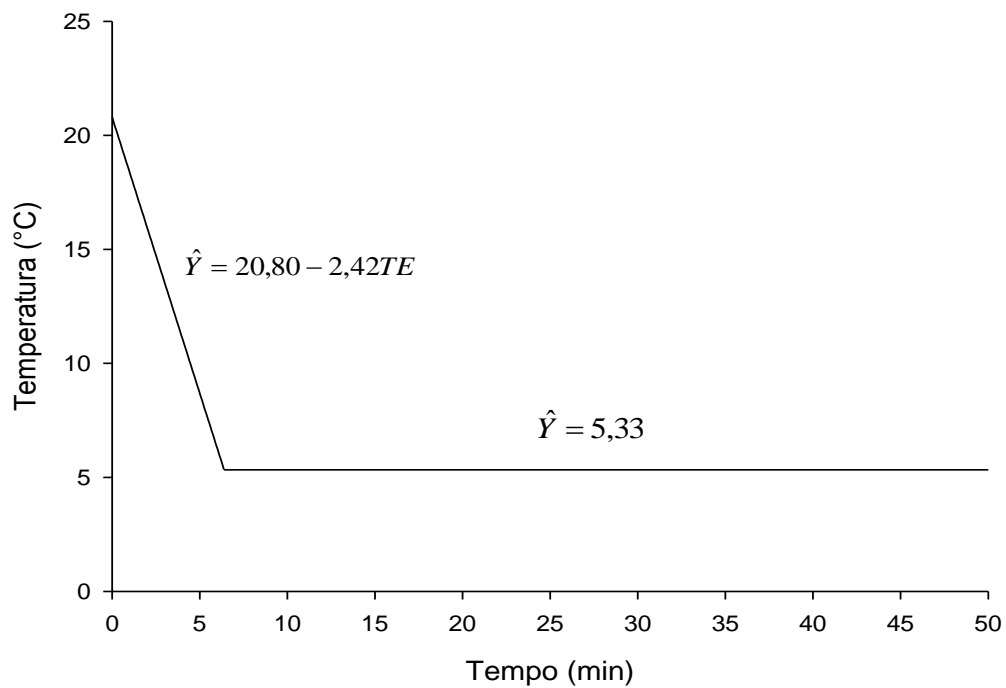


Figura 4 - Valores médios das temperaturas internas e externas de (A) alface crespa 'Vanda', (B) chicória 'Escarola', em função do tempo de pré-resfriamento.



A



B

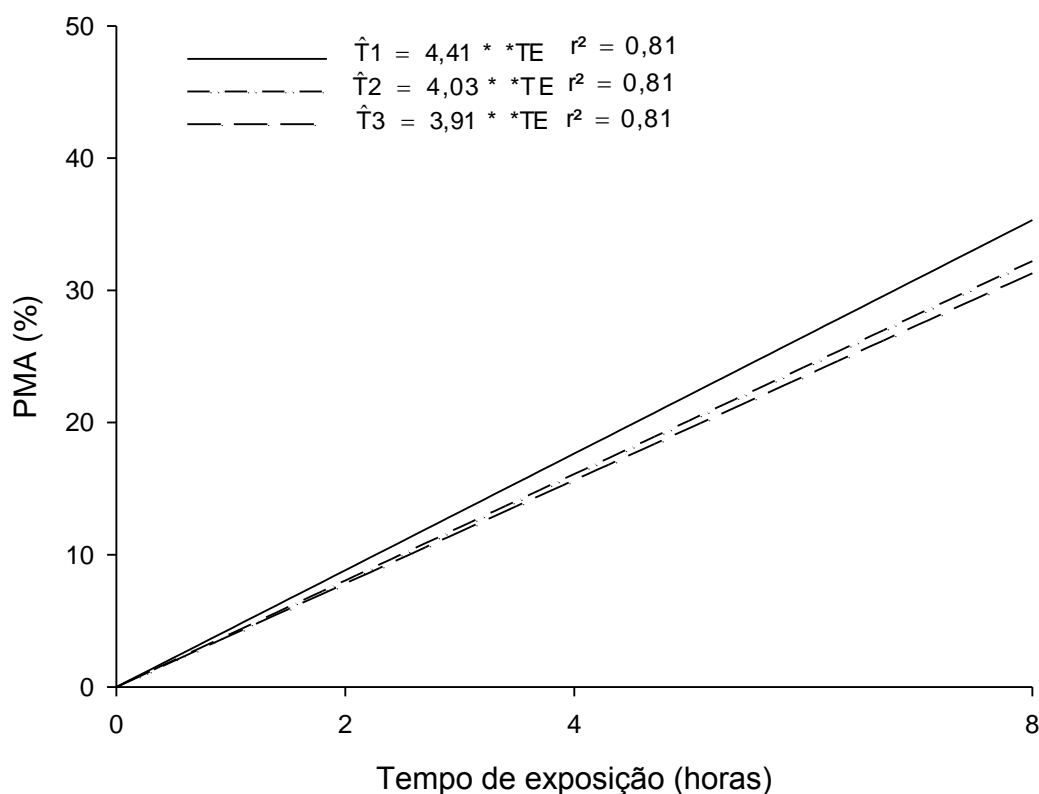
Figura 5 - Valores médios das temperaturas internas e externas de (A) couve 'Comum' e (B) rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de pré-resfriamento.

Segundo Brosnan e Sun (2001), o produto resfria rapidamente no início do pré-resfriamento seguido de um período de lenta taxa de resfriamento. O tempo encontrado está de acordo com os tempos típicos de resfriamento em água gelada, citados por Cortez *et al.* (2002a), que são de 10 minutos a 1 hora, dependendo do produto. França (2011) encontrou tempo de pré-resfriamento para alface americana e alface solta lisa igual a 10 min e 5 min, respectivamente. Álvares *et al.* (2007) encontrou para salsa tempo de 15 min de pré-resfriamento.

4.2. Perda acumulada de massa – PMA

4.2.1. Alface

A maior taxa de perda de massa fresca (4,4%/h) ocorreu no tratamento controle que, ao final do tempo de exposição acumulou perda de massa equivalente a 35,2%. Os tratamentos hidrorresfriamentos tiveram taxa de perda de 4,0%/h para o hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente e taxa de 3,9%/h para o hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C. A perda acumulada de massa ao final do tempo de exposição foi de 32 e 31% para hidrorresfriamento com água a temperatura ambiente e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C, respectivamente (Figura 6).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 6 - Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) de alface crespa cultivar Vanda em função do tempo de exposição (8 horas) sem hidrorresfriamento (T1), hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).

No período de 8 horas de exposição observou-se que o tratamento hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C propiciou na hortaliça perda de massa fresca significativamente menor que no tratamento sem hidrorresfriamento (controle). Entretanto, não houve diferença do tratamento controle, sem hidrorresfriamento, em relação ao hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente e deste em relação ao hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (Tabela 2).

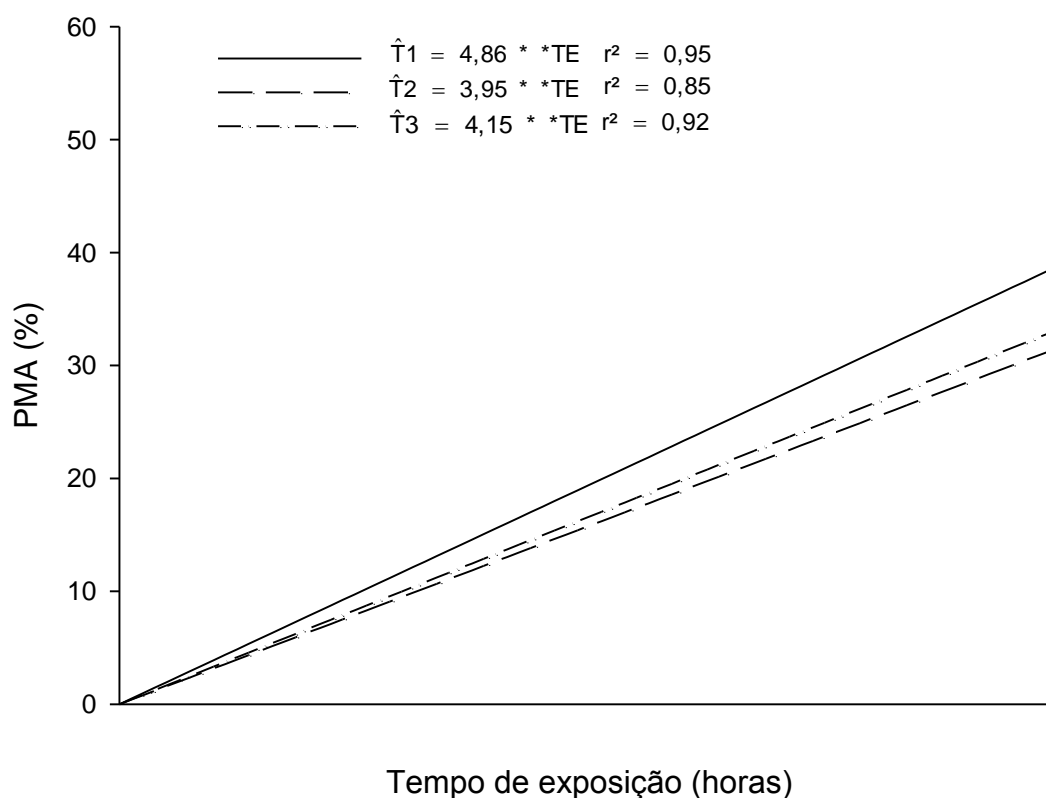
Tabela 2 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em folhas de alface crespa cultivar Vanda, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,00 A	18,33 A	23,61 A	29,96 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,5 C)	0,00 A	16,79 A	21,78 A	27,19 AB
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,00 A	16,35 A	21,12 A	26, 43 B
CV(%)	7,54			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de *Tukey*

4.2.2. Chicória

A maior taxa de perda de massa fresca (aproximadamente 4,9%/h) ocorreu em chicórias sem hidrorresfriamento (controle). O hidrorresfriamento em água com gelo causou taxa de perda de massa aproximada de 4,2%/h e o hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, taxa de perda aproximada de 4,0%/h. As perdas acumuladas de massa foram 39, 33 e 32%, respectivamente, sem hidrorresfriamento, hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C e hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente (Figura 7).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 7 - Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) de chicória cultivar Escarola em função do tempo de exposição (8 horas) sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).

Durante as 8 horas de exposição não se observou diferença significativa da perda acumulada de massa fresca entre o tratamento controle, sem hidrorresfriamento e o hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C. Após 8 horas de exposição verificou-se que a perda de massa fresca no hidrorresfriamento com água à temperatura ambiente foi significativamente menor que o controle, assim como o tratamento hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C. Entre os dois tratamentos hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C não se constatou diferença significativa de perda

acumulada de massa fresca da folhosa durante as 8 horas de exposição (Tabela 3).

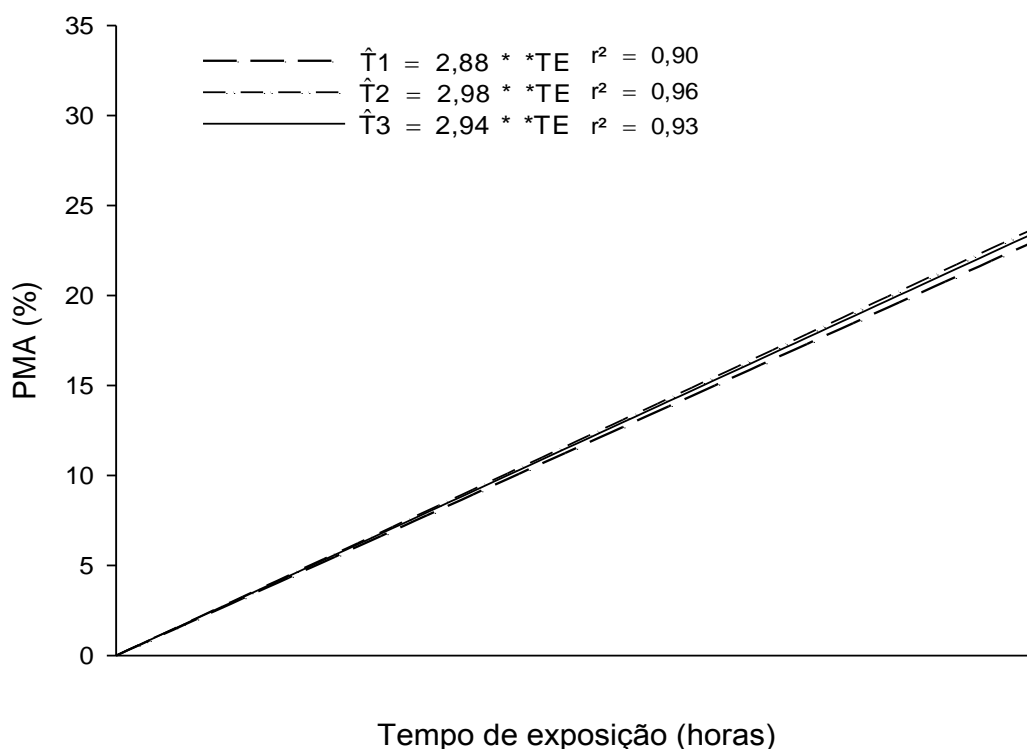
Tabela 3 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em folhas de chicória cultivar Escarola, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,00 A	16,17 A	22,32 A	35,81 A
T2- Hidrorresfriamento em água (21,2 °C)	0,00 A	15,32 A	21,09 A	27,11 B
T3- Hidrorresfriamento em gelo e água a 5 °C	0,00 A	14,04 A	20,81 A	29,71 AB
CV(%)	8,66			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.2.3. Couve

As perdas acumuladas de massa fresca ao fim do tempo de exposição foram 23% para o tratamento sem hidrorresfriamento, 23,5% para o hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C e de 23,8% para o hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (Figura 8).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 8 - Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) de couve 'Comum' em função do tempo de exposição (8 horas) sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).

Durante todo o tempo de exposição em barraca de feira-livre não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, mostrando que o hidrorresfriamento não promoveu benefícios na manutenção da massa fresca em couve, provavelmente pelas características das folhas fibrosas e com alta cerosidade aparente (Tabela 4).

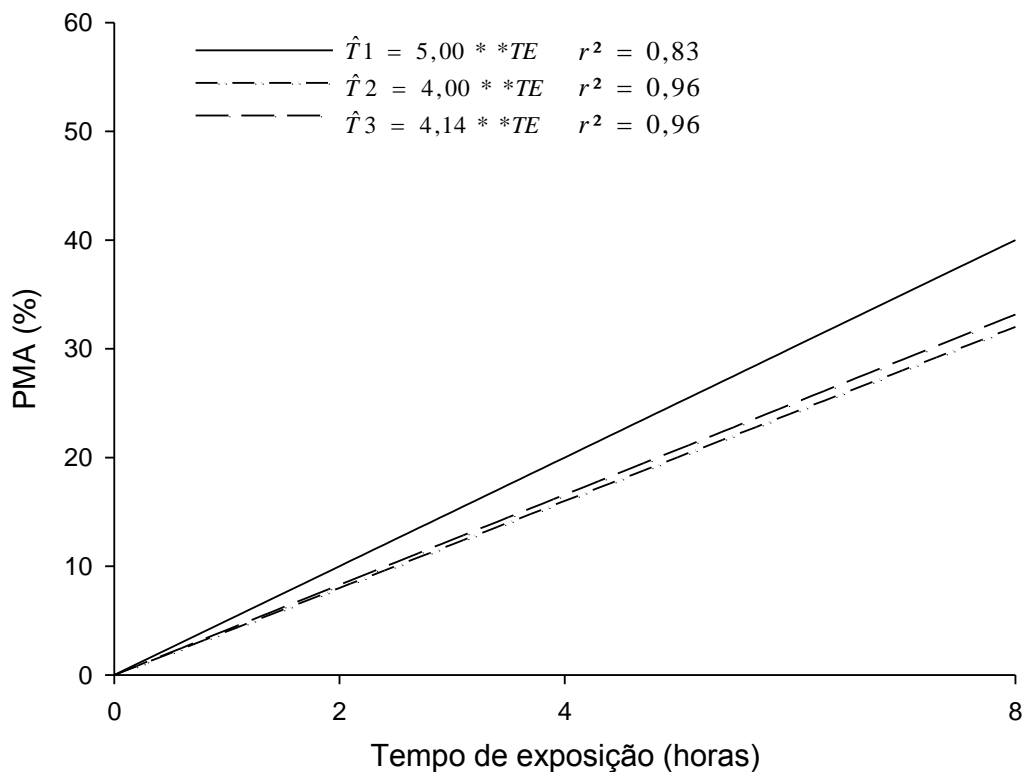
Tabela 4 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em folhas de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,00 A	9,30 A	15,31 A	20,30 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,7 °C)	0,00 A	8,28 A	14,76 A	21,80 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,00 A	8,04 A	15,56 A	21,12 A
CV(%)	12,24			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.2.4. Rúcula

A maior taxa de PMA ocorreu com rúculas sem hidrorresfriamento (5,0%/h), seguido do hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (4,1%/h) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (4,0%/h) (Tabela X). Ao final do tempo de exposição de 8 h, o tratamento controle (sem hidrorresfriamento) acumulou perda de massa fresca igual a 40%, e os hidrorresfriamentos em água com gelo a 5 °C e água a temperatura ambiente acumularam perdas de 32,8% e 32% respectivamente (Figura 9).



** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 9 - Estimativa da perda acumulada de massa fresca (%) da rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3).

A partir de 2 horas de exposição nos tratamentos hidrorresfriamentos em água a temperatura ambiente e em água com gelo a 5 °C, observou-se que a folhosa teve perda de massa significativamente menor que no controle (sem hidrorresfriamento), porém, não houve diferença significativa na perda de massa fresca entre rúculas hidrorresfriadas com água a temperatura ambiente e água com gelo a 5 °C durante todo o tempo de exposição (Tabela 5). Esses resultados demonstram que o hidrorresfriamento, independente da temperatura da água utilizada, foi efetivo em reduzir a perda acumulada de massa fresca das folhas de rúcula 'Folha Larga'.

Tabela 5 - Valores médios de perda acumulada de massa fresca (%) em rúcula 'Folha Larga', exposta por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre, sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,00 A	13,70 A	27,78 A	37,01 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,8 °C)	0,00 A	6,18 B	20,09 B	30,43 B
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,00 A	5,93 B	20,55 B	31,75 B
CV(%)	11,71			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A perda de água, quando em maior intensidade, pode ser explicada pelo aumento do gradiente de pressão de vapor e da taxa de difusão do vapor de água do produto para o ambiente. Essa perda de umidade de produtos frescos é gradativamente determinada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ar circundante (TAIZ e ZEIGER, 2009).

O hidrorresfriamento diminui a temperatura do produto, reduzindo a respiração e produção de calor logo após a colheita. Entretanto, ao expor as hortaliças em temperatura ambiente, superior à temperatura de resfriamento, ocorreu aumento no gradiente de pressão entre o produto e o ar ao seu redor.

Galvão *et al.* (2008) constataram retardo de 34,6% na perda de massa fresca nas primeiras horas de armazenamento em brócolis pré-resfriado com gelo picado. Aplicado em salsa, o hidrorresfriamento por 15 minutos foi efetivo em reduzir a perda de massa fresca durante as primeiras 12 horas de armazenamento a temperatura de 5 °C (ÁLVARES *et al.*, 2007).

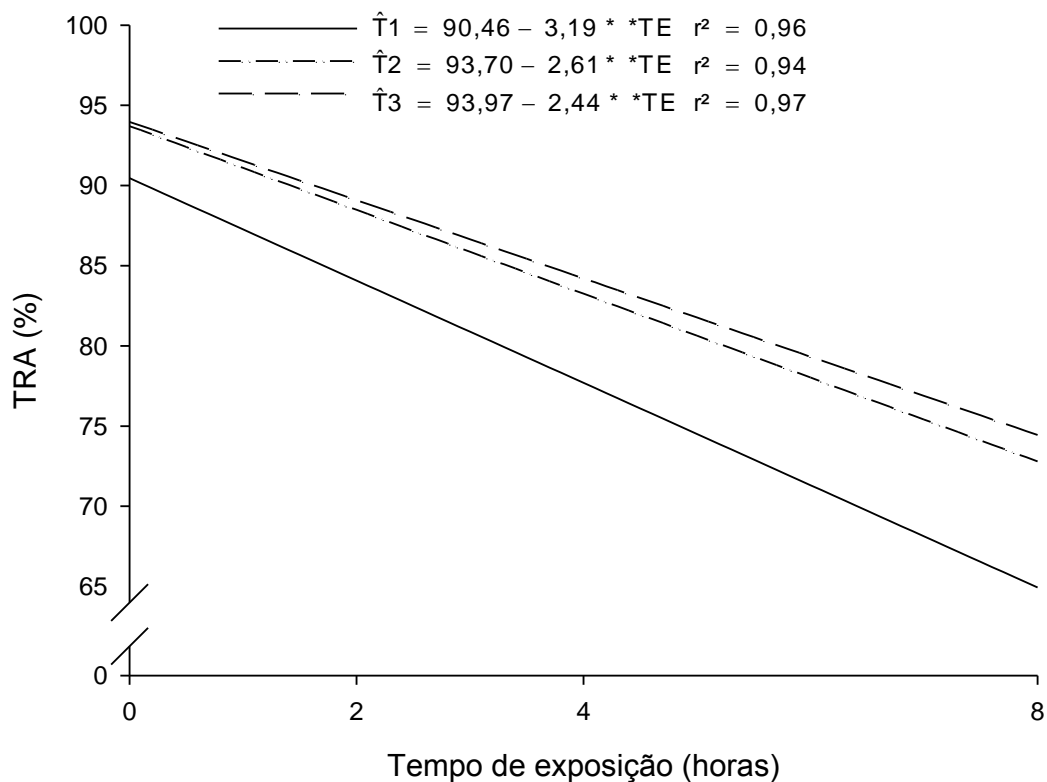
O nível máximo de perda de massa fresca aceitável para produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência do mercado consumidor. Para a maioria dos produtos hortícolas frescos, a perda de peso máxima observada sem o aparecimento de murcha ou enrugamento da superfície oscila entre 5 e 10% (FINGER e FRANÇA, 2011).

4.3. Teor relativo de água – TRA

4.3.1. Alface

Verificou-se redução linear do teor relativo de água de alface crespa ao longo do tempo de exposição para todos os tratamentos. No tratamento controle (sem hidrorresfriamento), a folhosa apresentou, ao longo de todo tempo de exposição, menor teor relativo de água em relação aos tratamentos hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente e hidrorresfriamento em água com gelo.

As taxas de perda de água observadas nas amostras de alface foram de 3,2%/h para o tratamento controle, 2,6%/h para o hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente e de 2,4%/h para o hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C. Isso equivaleu, ao final do tempo de exposição, à perda de água de aproximadamente 26% para o tratamento controle, 21% para o tratamento hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente e de 19% para o tratamento hidrorresfriamento em água com gelo (Figura 10).



* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'
 *** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 10 - Estimativa do teor relativo de água (%) de alface crespa 'Vanda' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1); com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2); e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.

Durante todo o tempo de exposição, as amostras de alface que não foram hidrorresfriadas (controle) apresentaram teor relativo de água menor que as hidrorresfriadas em água à temperatura ambiente e em água com gelo a 5 °C (Figura 9). Porém, não houve diferença significativa no teor relativo de água de amostras de alface hidrorresfriadas em água à temperatura ambiente e em água com gelo a 5 °C, o que demonstra que o hidrorresfriamento foi efetivo em manter maior quantidade de água nos tecidos ao longo do tempo de exposição, independentemente da temperatura da água utilizada (Tabela 6).

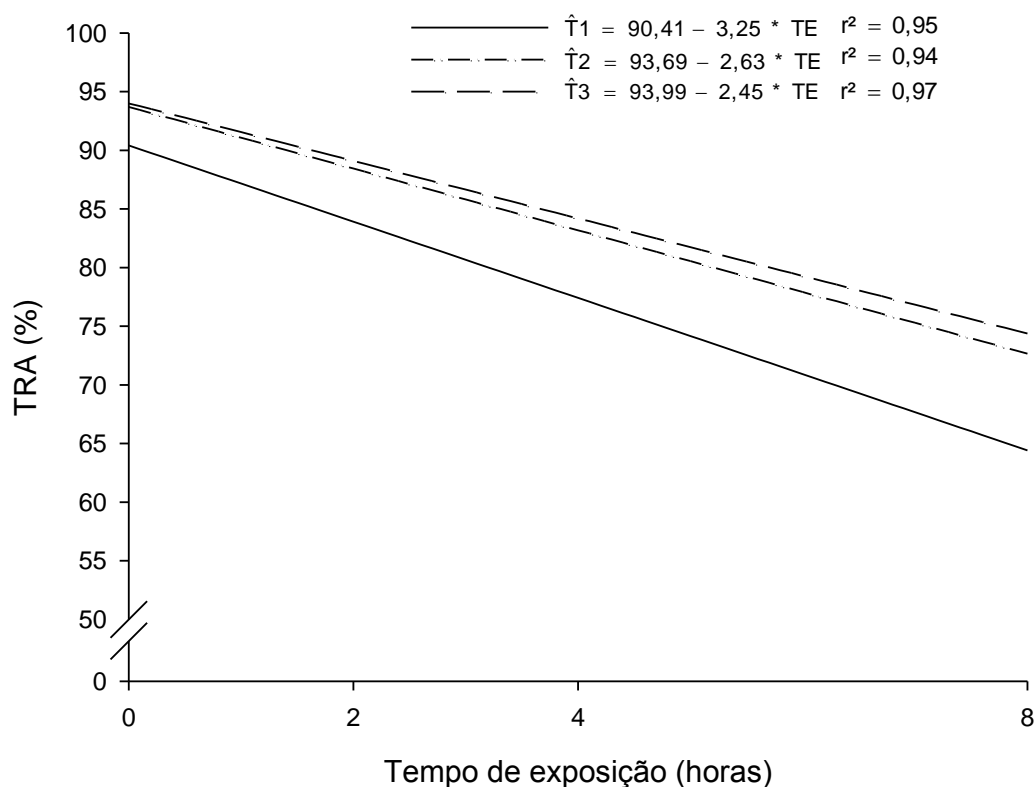
Tabela 6 - Valores médios do teor relativo de água (%) em alface crespa Vanda, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	92,27 A	83,78 B	74,48 B	66,60 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,5°C)	92,27 A	91,53 A	81,51 AB	72,88 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	92,27 A	90,96 AB	84,75 A	73,68 A
CV(%)	4,43			

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.2. Chicória

A redução do teor relativo de água ocorreu de maneira linear para os três tratamentos. As perdas de água dos tecidos ao final do período de exposição foram equivalentes a 26% para o tratamento controle (sem hidrorresfriamento), de 21% para o hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente e de 19,6% para o hidrorresfriamento em água com gelo (Figura 11).



* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 11 - Estimativa do teor relativo de água (%) de chicória 'Escarola' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1); com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2); e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.

O hidrorresfriamento retardou a perda de água ao longo do tempo de exposição, havendo diferença significativa a partir de quatro horas de exposição apenas nas amostras submetidas ao hidrorresfriamento em água com gelo em relação ao controle (sem hidrorresfriamento). Não houve diferença significativa entre as amostras de chicória submetidas ao hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (Tabela 7). Dessa forma, o hidrorresfriamento foi eficiente em manter o balanço hídrico das folhas de chicória durante o período de 8 horas de exposição em barraca de feira-livre.

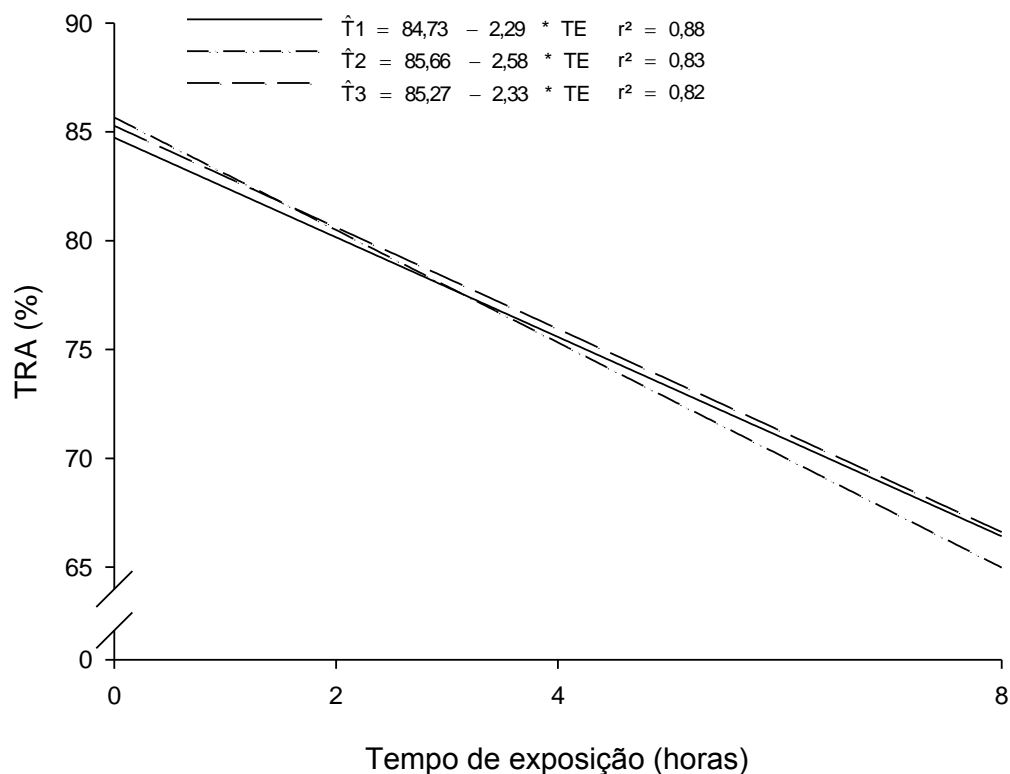
Tabela 7 - Valores médios do teor relativo de água (%) de chicória cultivar Escarola, expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	92,30 A	83,68 B	73,99 B	66,18 B
T2- Hidrorresfriamento em água (21,2 °C)	92,30 A	91,50 A	81,34 AB	72,79 AB
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	92,30 A	91,02 AB	84,65 A	73,65 A
CV(%)	4,33			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.3. Couve

A redução do teor relativo de água em couve ‘comum’ teve comportamento quadrático decrescente (Figura 11) e a perda média de água dos tecidos dos maços de couve ao longo do tempo de exposição foi de 21,8% não havendo efeito dos tratamentos durante o tempo de exposição (Tabela 8).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'
 *** Significativo a 10% de probabilidade pelo teste 't'.

Figura 12 - Estimativa do teor relativo de água (%) de maços de couve 'Comum' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas.

Tabela 8 - Valores médios do teor relativo de água (%) de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

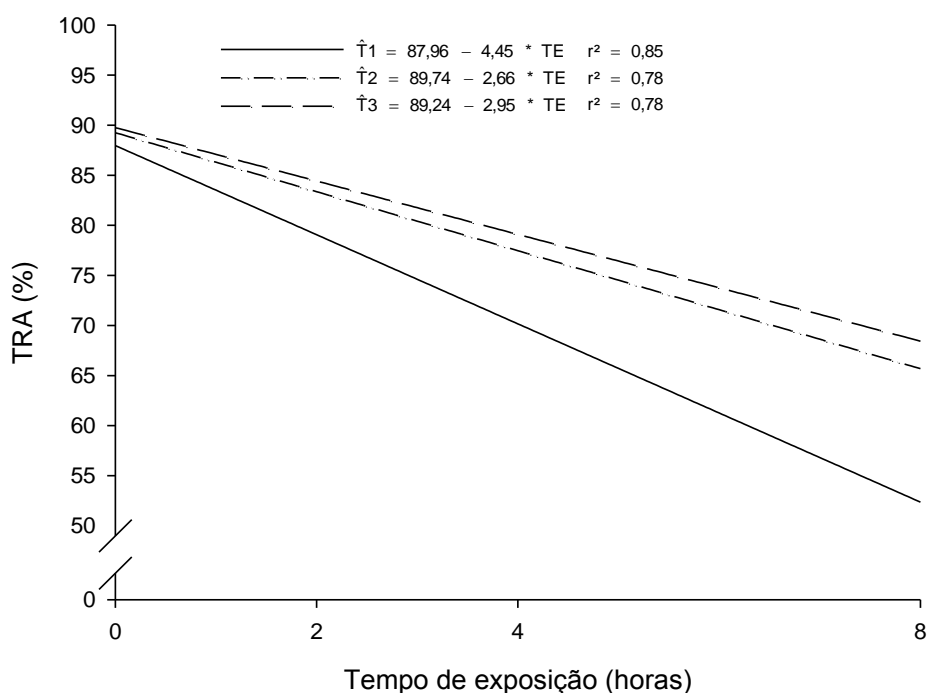
Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	87,58 A	78,37 A	72,54 A	68,38 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,7°C)	87,58 A	81,80 A	69,47 A	67,56 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	87,58 A	79,24 A	73,35 A	68,24 A
CV(%)	3,72			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3.4. Rúcula

Todas as amostras tiveram comportamento linear decrescente. A partir das 4 horas de exposição, os maços de rúcula submetidos aos hidrorresfriamentos apresentaram teor relativo de água superior ao seu controle (sem hidrorresfriamento), mantendo de modo geral, melhor balanço hídrico das folhas durante todo tempo de exposição.

A taxa de perda de água das amostras sem hidrorresfriamento (controle), ao longo do tempo de exposição foi superior as amostras dos demais tratamentos (4,4%/h). No hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C a taxa de perda de água foi de 2,9%/h e o hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente teve taxa de perda de água de 2,7%/h, sendo este o tratamento mais eficiente em manter o balanço hídrico para a rúcula, com perda de 21% em 8 horas de exposição (Figura 13).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 13 - Estimativa do teor relativo de água (%) de maços de rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição em barraca de feira-livre por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1); com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2); e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.

Com 2 horas de exposição, não observou diferença significativa entre os tratamentos. A partir de 4 horas de exposição os tratamentos hidrorresfriamentos em água à temperatura ambiente e em água com gelo a 5 °C apresentaram teor relativo de água significativamente maior que o controle, sem hidrorresfriamento (Tabela 9), o que demonstra serem estes, efetivos em manter as folhas de rúcula hidratadas, independente da temperatura da água utilizada.

Tabela 9 - Valores médios do teor relativo de água (%) em folhas de rúcula 'Folha Larga', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	94,95 A	71,76 A	67,15 B	55,70 B
T2- Hidrorresfriamento em água (20,8 °C)	94,95 A	78,53 A	77,50 A	70,69 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	94,95 A	76,78 A	75,88 A	68,10 A
CV(%)	4,67			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Dussan Sarria e Honório (2005), o teor de água contido em cada produto depende de sua constituição e a variação do teor de água do produto dependerá da quantidade de água presente no ambiente. O balanço hídrico é um dos principais fatores que determina a longevidade das folhosas e o retardo da senescência (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A superfície dos órgãos vegetais possui proteção contra a perda de água, são estruturas especializadas que restringem em parte a passagem de vapor de água para o exterior dos órgãos (ALMEIDA, 2005). A cutícula, membrana cerosa secretada pelas células superficiais da epiderme presentes em folhas e frutos serve como barreira efetiva para evitar a perda de água. Por apresentar diferente espessura e estrutura a cutícula contribui para que se tenham diferentes taxas de transpiração em diferentes produtos (ASSIS, 1999; FINGER e FRANÇA, 2011; ALMEIDA, 2005).

França (2011) verificou que alface solta lisa 'Vitória de Santo Antão' hidrorresfriada em água e gelo a 5 °C, seguida de armazenamento a 5 °C apresentaram teor relativo de água significativamente maior que seu controle (sem hidrorresfriamento). Entretanto, não verificou efeito significativo no teor relativo de água das alfaces quando hidrorresfriadas em água a 5 °C e armazenadas a 22 °C em relação a seu controle, sem hidrorresfriamento.,

Oliveira (2012) observou em coentro pré-resfriado, um aumento de aproximadamente 4% no teor relativo de água das folhas.

4.4. Teor de Carboidratos

De acordo com Finger e Vieira (2007), as hortaliças folhosas são órgãos que não armazenam quantidades expressivas de carboidratos e a falta de reserva energética reduz o potencial de armazenamento.

4.4.1. Alface

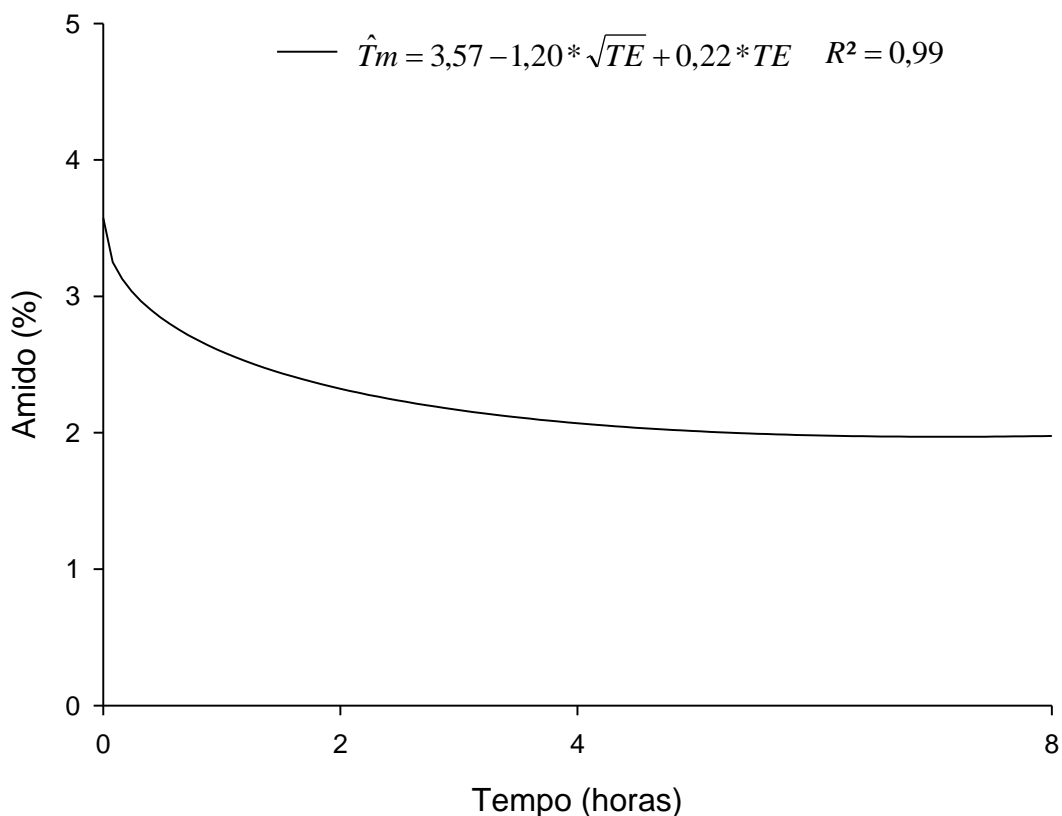
Durante o tempo de exposição o valor médio do teor de açúcares solúveis totais foi de 0,41% ($\bar{Y} = 0,41$). Não houve diferença significativa entre os tratamentos dentro de cada tempo (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores médios do teor de açúcares solúveis totais (%) em folhas de alface crespa 'Vanda', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,34 A	0,50 A	0,39 A	0,44 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,5 °C)	0,34 A	0,36 A	0,48 A	0,38 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,39 A	0,34 A	0,44 A	0,54 A
CV(%)	24,87			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos dentro de cada tempo para os teores de amido em folhas de alface crespa 'Vanda' (Tabela 11). A redução do teor de amido ocorreu nas primeiras horas de exposição quando a folhosa necessita de uma maior demanda por carboidratos para suprir as altas taxas respiratórias (Figura 14), assim como foi observado em aspargo por Lill *et al* (1990).



*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 14 - Estimativa do teor de amido (%) de alface crespa 'Vanda' em função do tempo de exposição por 8 horas.

Tabela 11 - Valores médios do teor de amido (%) em folhas de alface crespa 'Vanda', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	3,01 A	1,88 A	2,47 A	1,81 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,5 °C)	3,20 A	2,85 A	1,87 A	2,08 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	4,52 A	2,16 A	1,95 A	2,00 A
CV(%)	37,12			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4.2. Chicória

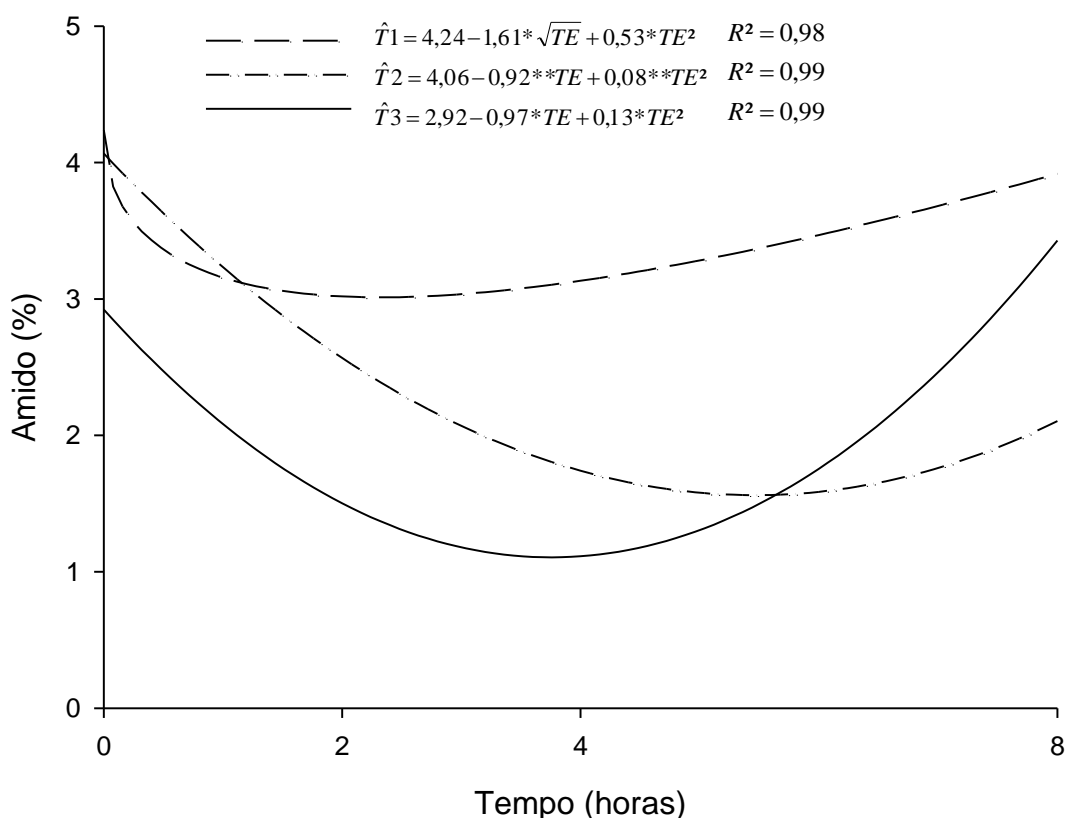
Ao longo do tempo de exposição observou-se que os teores de açúcares solúveis totais não foram influenciados pelo tempo ($\hat{Y} = 0,25$). Não houve diferença significativa entre os tratamentos dentro de cada tempo (Tabela 12).

Tabela 12 - Valores médios do teor de açúcares solúveis totais (%) em folhas de chicória 'Escarola', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,16 A	0,34 A	0,23 A	0,23 A
T2- Hidrorresfriamento em água (21,2 °C)	0,17 A	0,22 A	0,25 A	0,24 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,29 A	0,28 A	0,17 A	0,36 A
CV(%) Parcela	34,76			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na análise do amido, observou-se efeito significativo do tempo e tratamento ao longo do tempo de exposição, não havendo diferença significativa entre os tratamentos dentro de cada tempo. Não foi observada uma tendência consistente de queda do teor de amido em folhas de chicória (Figura 15 e Tabela 13).



* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'
 ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 15 - Estimativa do teor de amido (%) de chicória 'Escarola' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e em água com gelo a 5 °C (T3).

Tabela 13 - Valores médios do teor de amido (%) em folhas de chicória 'Escarola', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	4,25 A	2,92 A	3,25 A	3,88 A
T2- Hidrorresfriamento em água (21,2 °C)	4,06 A	2,58 A	1,73 A	2,11 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	2,94 A	1,46 A	1,15 A	3,42 A
CV(%) Parcela	42,12			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4.3. Couve

O valor médio do teor de açúcares solúveis totais foi de 0,58% ($\hat{Y} = 0,58$) durante o tempo de exposição (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores médios açúcares solúveis totais (%) em folhas de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,44 B	0,60 A	0,61 A	0,55 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,7 °C)	0,58 A	0,50 A	0,64 A	0,58 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,58 A	0,62 A	0,60 A	0,61 A
CV(%) Parcela				

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação ao teor de amido, não foi observada uma tendência consistente de queda do teor de amido em folhas de couve 'Comum', sendo o valor médio geral do amido de 2,23% ($\hat{Y} = 2,23$). Observou-se que com 2

horas de exposição o tratamento sem hidrorresfriamento foi significativamente maior que os tratamentos hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente e hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (Tabela 15).

Tabela 15 - Valores médios do teor de teor de amido (%) em folhas de couve 'Comum', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

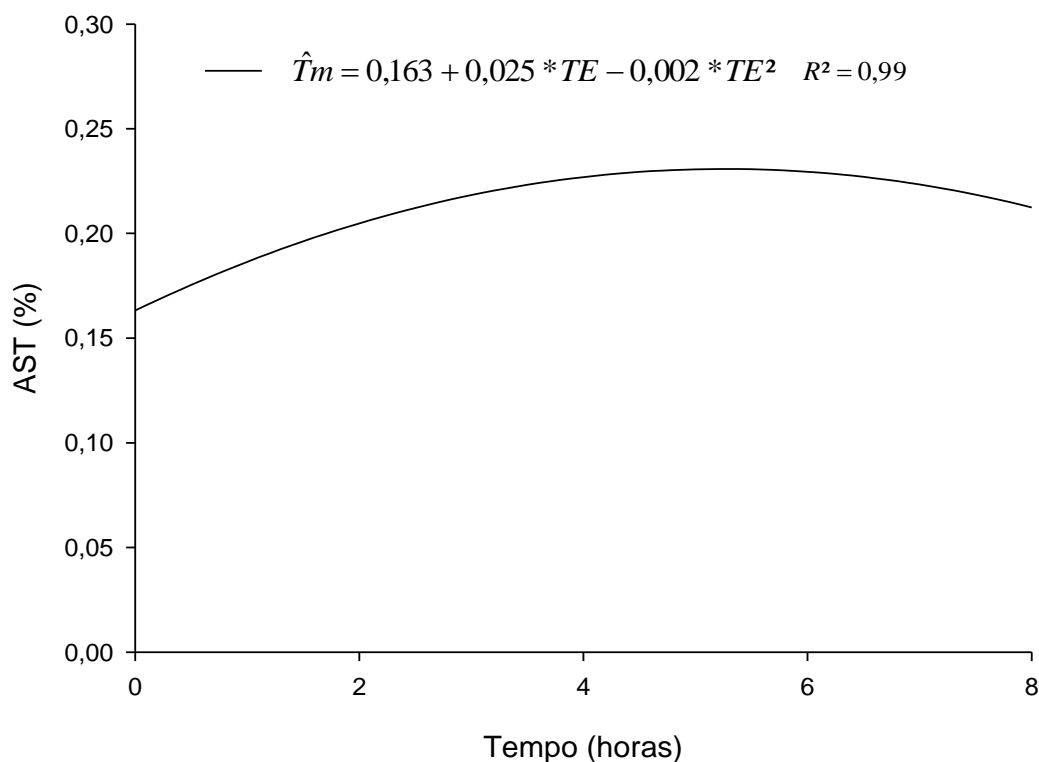
Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	2,37 A	4,30 A	1,72 A	1,90 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,7 °C)	2,46 A	1,51 B	1,13 A	1,73 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	3,42 A	1,31 B	2,34 A	1,49 A

CV(%) Parcela

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4.4. Rúcula

Nas análises de açúcares solúveis totais e amido das amostras de rúcula não houve efeito dos tratamentos em relação ao tempo de exposição, sendo observado apenas o efeito do tempo (Tabelas 16 e 17). Estas variáveis tiveram comportamento quadrático, sendo decrescente para amido e crescente para AST (Figuras 16 e 17).



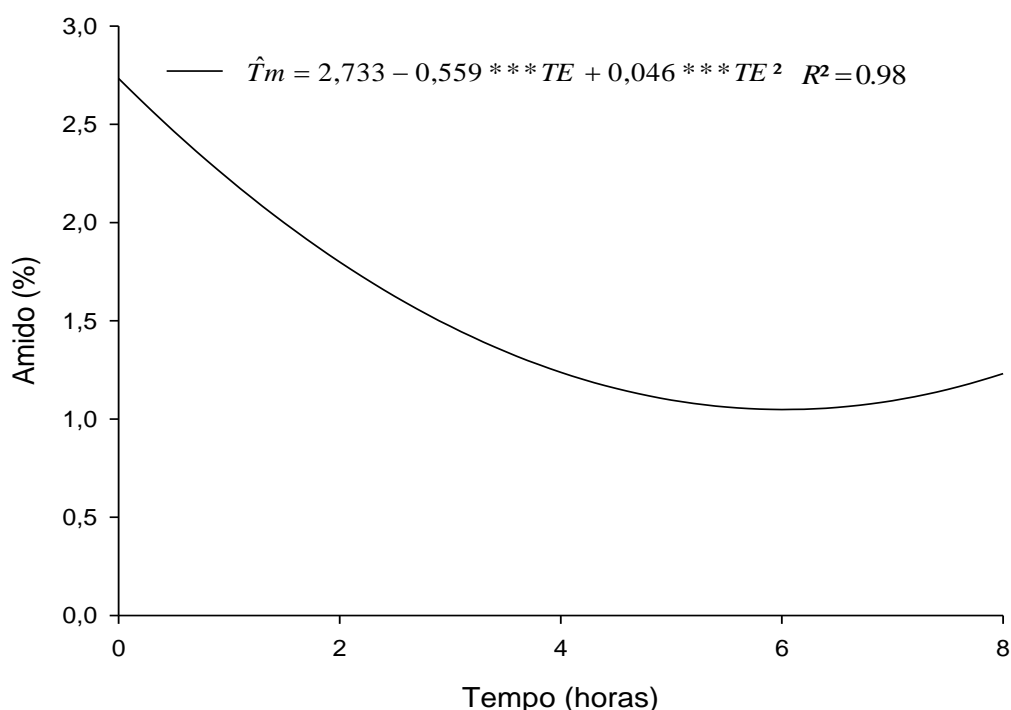
*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 16 - Estimativa dos teores de açúcares solúveis totais (%) da rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e em água com gelo a 5 °C (T3).

Tabela 16 - Valores médios do teor de açúcares solúveis totais (%) em rúcula 'Folha Larga', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

Tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	0,15 A	0,23 A	0,23 A	0,22 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,8 °C)	0,18 A	0,19 A	0,24 A	0,19 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	0,16 A	0,18 A	0,22 A	0,23 A
CV(%) Parcela	16,39			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



*** Significativo a 10% de probabilidade pelo teste 't'

Figura 17 - Estimativa do teor de amido (%) da rúcula 'Folha Larga' em função do tempo de exposição por 8 horas sem hidrorresfriamento (T1) e hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e em água com gelo a 5 °C (T3).

Tabela 17 - Valores médios do teor de amido (%) em rúcula 'Folha Larga', expostas por 0, 2, 4 e 8 horas em barraca de feira-livre; sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C (T3)

tratamentos	Tempo de exposição (horas)			
	0	2	4	8
T1- Sem hidrorresfriamento	1,77 A	1,18 A	1,41 A	1,14 A
T2- Hidrorresfriamento em água (20,8 °C)	4,29 B	2,13 A	1,21 A	1,28 A
T3- Hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C	2,28 B	1,66 A	1,40 A	1,21 A
CV(%) Parcela	48,56			

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A redução do teor de amido nas primeiras horas pós-colheita se faz necessária para suprir as altas taxas respiratórias, sendo esse o momento em que se tem maior demanda por carboidratos. A degradação do amido em glicose, para ser utilizada como substrato da respiração, pode justificar o aumento observado no teor de açúcares solúveis totais (WILSS *et al*, 1998).

Em amostras de salsa, segundo Álvares *et al.* (2007), os teores de amido não foram significativamente afetados pelo hidrorresfriamento e tempo de armazenamento a 5 °C.

As hortaliças folhosas são órgãos que não armazenam quantidade expressiva de carboidratos e a falta de reserva energética reduz o potencial de armazenamento. Estas apresentam altas taxas transpiratórias e, portanto, são suscetíveis à rápida desidratação após a colheita. O consequente fechamento dos estômatos das folhas não elimina as elevadas taxas transpiratórias observadas em produtos como alface, espinafre, couve-de-folha e cebola-de-cheiro (FINGER e FRANÇA, 2011).

De acordo com Finger e Vieira (2007), além da perda de massa total e do murchamento dos produtos, a perda de água pode gerar intensos efeitos fisiológicos que interferem na respiração, produção de etileno, degradação de clorofila e indução de alterações do padrão de síntese proteica.

4.5. Murcha aparente

4.5.1. Alface

Ao analisar a murcha aparente das amostras de alface, não se pôde atribuir uma maior eficiência a um dos tratamentos com hidrorresfriamento (Figuras 18 e 19). Entretanto, as médias atribuídas às amostras hidrorresfriadas foram superiores as médias do tratamento controle (sem hidrorresfriamento), em todos os tempos.

Após 2 horas de exposição, para as amostras hidrorresfriadas em água com gelo a 5 °C os avaliadores atribuíram nota 3,67, o que equivale a 2,7% maior que o hidrorresfriamento em água e 16,8% maior que a média

atribuída às amostras sem hidrorresfriamento (controle). Após 4 horas de exposição, em ambas as amostras hidrorresfriadas a nota foi 2,44, 19,3% maior que as amostras sem hidrorresfriamento (controle). Já com o tempo de 8 horas de exposição, as amostras hidrorresfriadas em água apresentaram melhor efeito visual, com nota 1. Sendo a média atribuída 0,5% maior que a média das amostras hidrorresfriadas em água com gelo a 5 °C e 16,8% maior que as amostras sem hidrorresfriamento (controle).

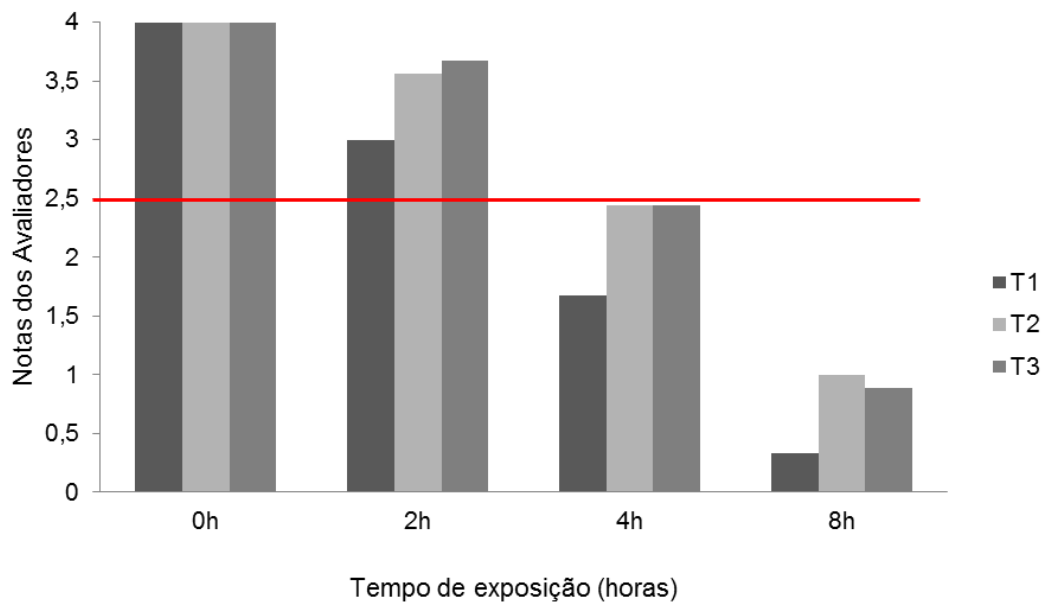


Figura 18 - Murcha aparente de pés de alface crespa cultivar Vanda, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.

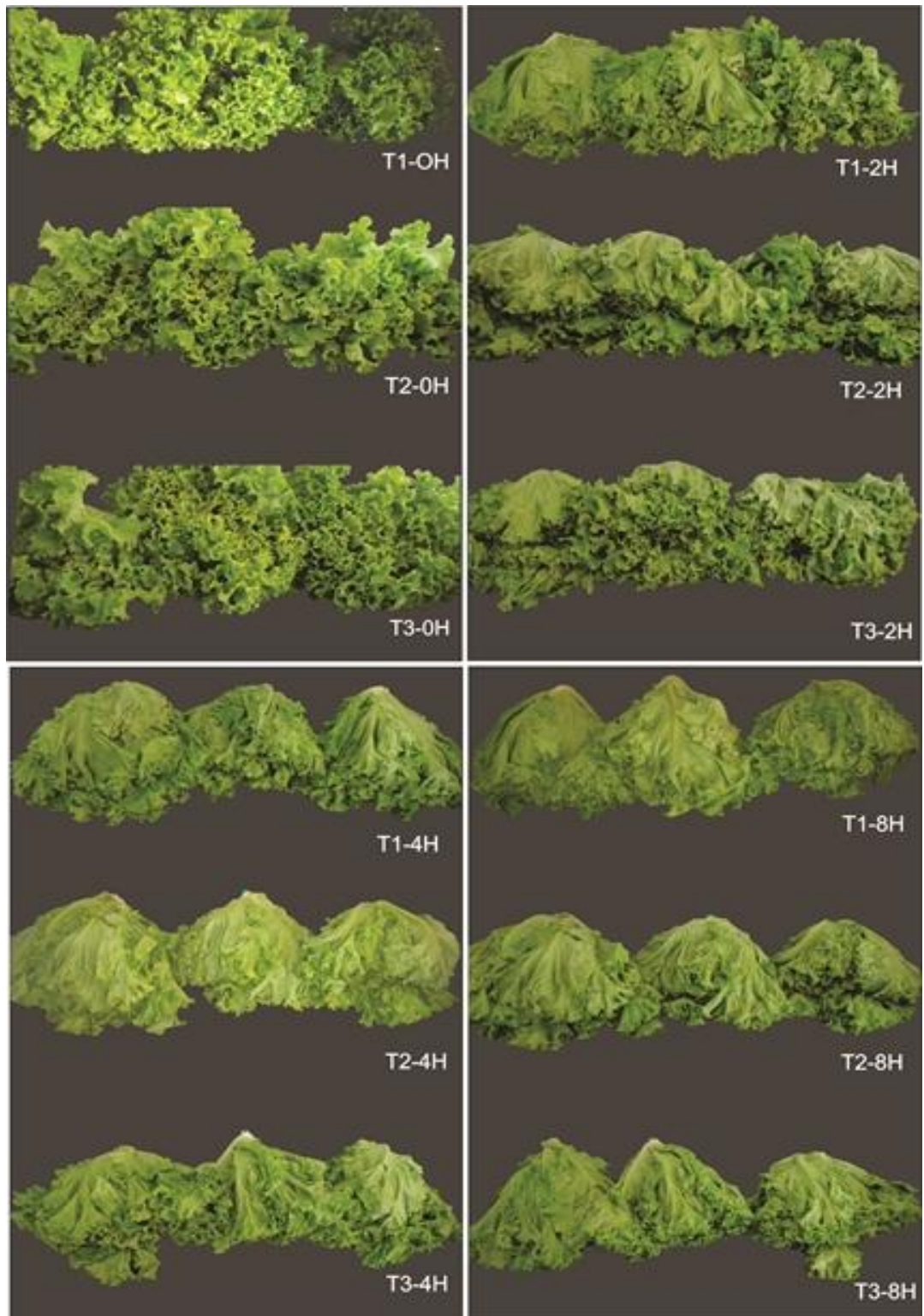


Figura 19 - Aparência dos pés de alface crespa cultivar Vanda com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3).

4.5.2. Chicória

Nas amostras de chicória, a análise da murcha aparente demonstrou influência positiva do hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C na manutenção das características de turgescência de suas folhas com os tempos de 2, 4 e 8 h após o hidrorresfriamento (Figuras 20 e 21). Após 4 horas de exposição, foi atribuído às amostras hidrorresfriadas em água, média inferior às amostras sem hidrorresfriamento (controle), porém, após 8 horas foi atribuída nota superior às amostras submetidas ao tratamento controle (sem hidrorresfriamento).

Pela análise visual da chicória pôde-se constatar uma maior eficiência do tratamento hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C sobre o tratamento hidrorresfriamento em água em todos os tempos. Após 2, 4 e 8 h de exposição, os avaliadores atribuíram notas 3,67, 2,11 e 1,22 que foram 8,5, 11 e 8,3%, respectivamente maiores para as amostras hidrorresfriadas em água com gelo a 5 °C quando comparado às amostras submetidas ao hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente.

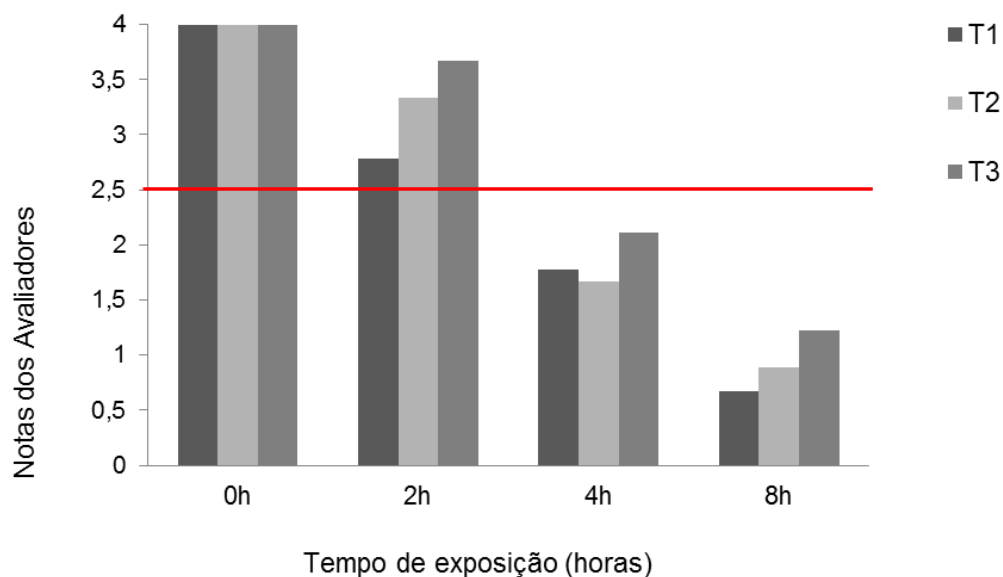


Figura 20 - Murcha aparente de pés de chicória cultivar Escarola, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.

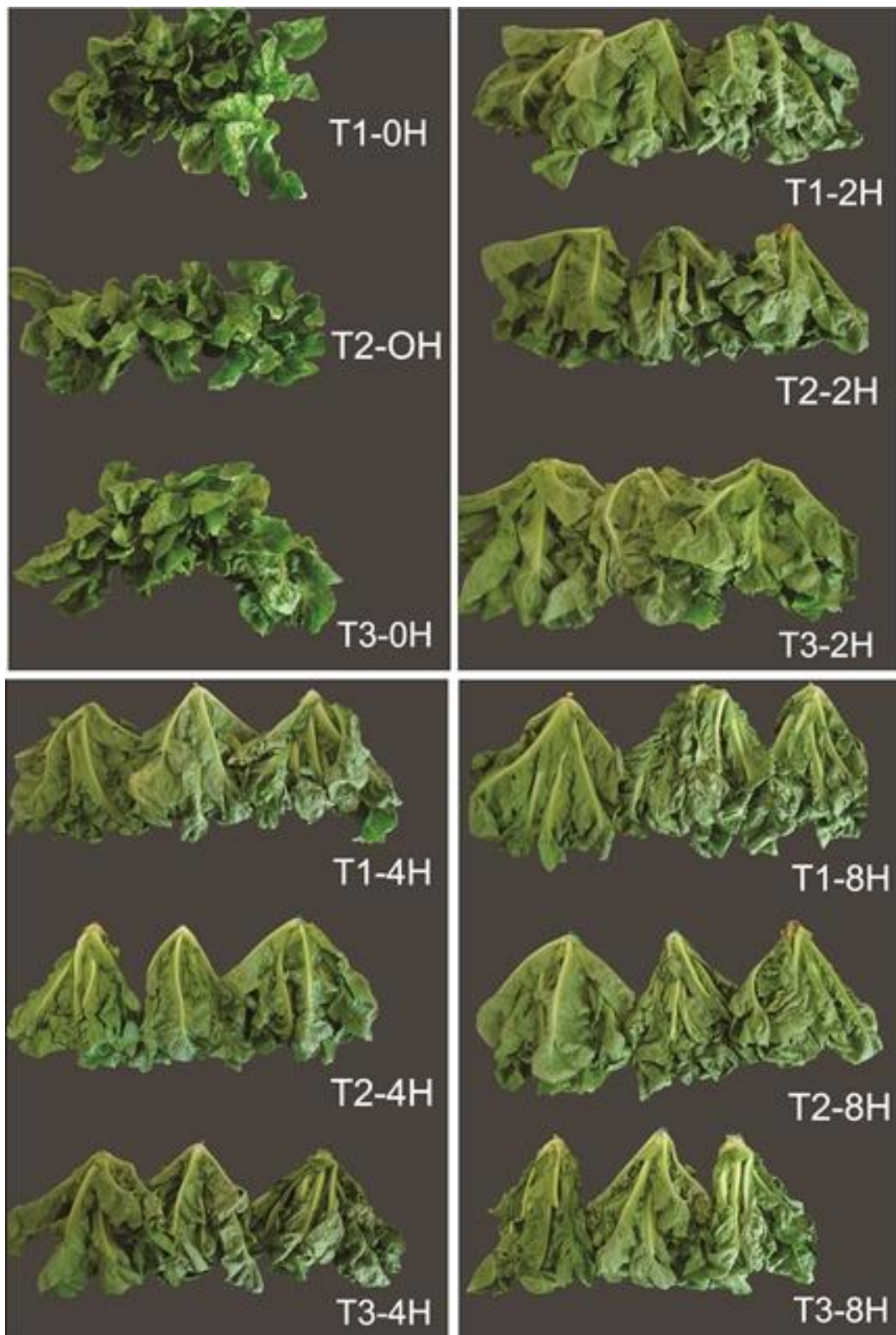


Figura 21 - Aparência dos pés de chicória cultivar Escarola com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3).

4.5.3. Couve

Nas amostras de folhas de couve os tratamentos com hidrorresfriamento tiveram influência positiva na manutenção das características de turgescência após 2, 4 e 8 h de exposição (Figuras 22 e 23). Entretanto, após 2 horas de exposição, o efeito dos tratamentos hidrorresfriamentos foi mais eficiente, sendo as notas médias das amostras sem hidrorresfriamento (controle) 19,2 e 25% menores que as médias atribuídas às amostras hidrorresfriadas em água e hidrorresfriadas em água com gelo a 5 °C, respectivamente. Apenas após 8 horas de exposição é que a avaliação das amostras tratadas com hidrorresfriamento em água não fez diferença em relação às amostras sem hidrorresfriamento (controle).

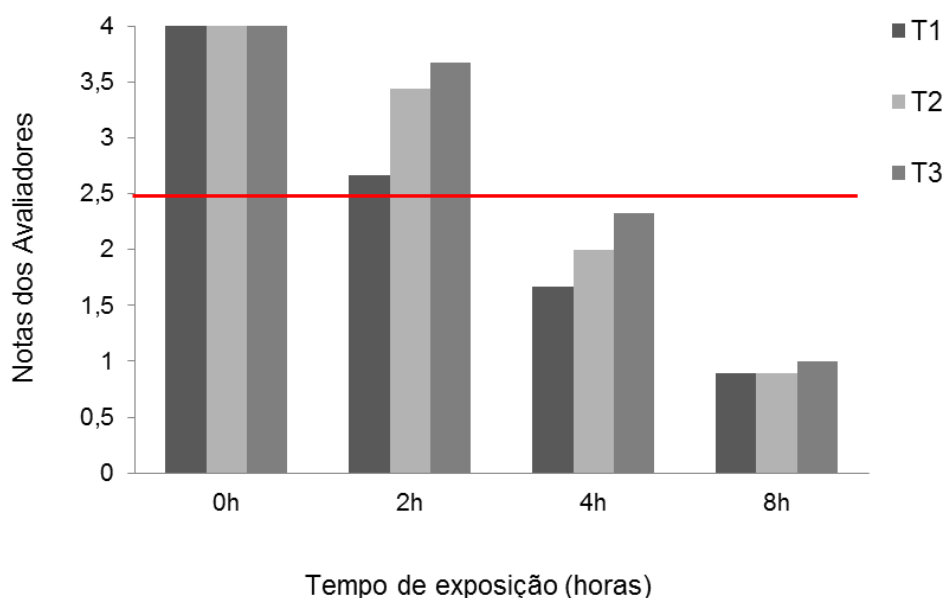


Figura 22 - Murcha aparente de pés de couve cultivar Comum, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.



Figura 23 - Aparência das folhas de couve 'Comum' com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3).

4.5.4. Rúcula

Em todos os tempos de exposição, na análise de murcha aparente das amostras de rúcula, os tratamentos hidrorresfriamentos em água a temperatura ambiente e em água com gelo a 5 °C demonstraram influência positiva na manutenção das características de qualidade (turgor) dos maços em relação às amostras submetidas ao tratamento controle, sem hidrorresfriamento (Figuras 24 e 25). Após 2 horas de exposição, foi quando os avaliadores atribuíram notas às amostras que demonstram maior diferença do efeito do tratamento sem hidrorresfriamento (controle) para as amostras submetidas aos tratamentos hidrorresfriamentos em água à temperatura ambiente (média 25% maior) e hidrorresfriamentos em água com gelo a 5 °C (média 27,8% maior).

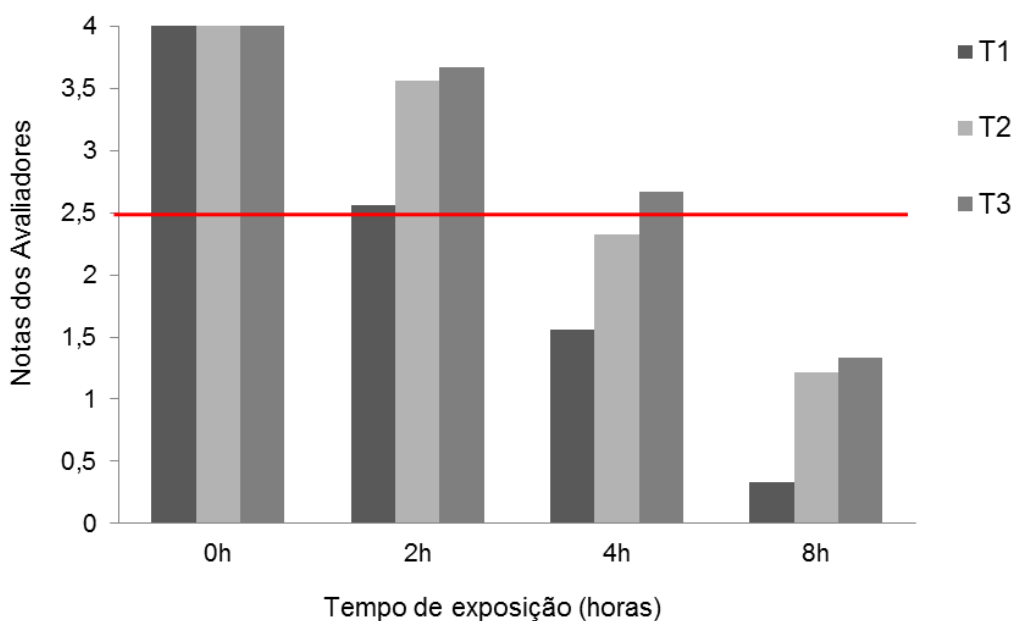


Figura 24 - Murcha aparente de maços de rúcula cultivar Folha Larga, submetidos ao hidrorresfriamento e expostas em barraca de feira-livre por até 8 horas - (T1) sem hidrorresfriamento, (T2) hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente, (T3) hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C.

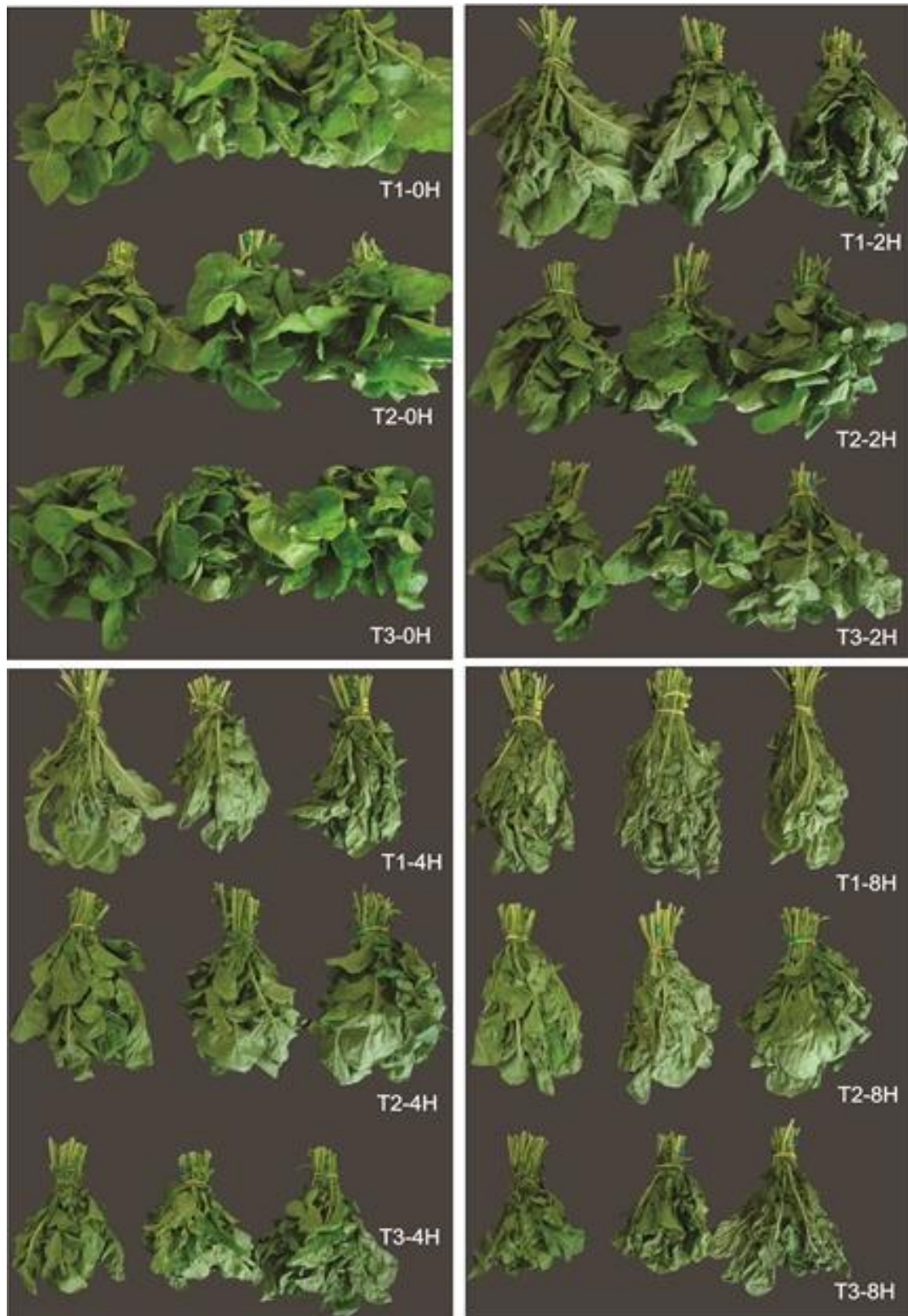


Figura 25 - Aparência dos maços de rúcula cultivar Folha Larga com 0, 2, 4 e 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidos aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3).

De modo geral, as maiores notas dos avaliadores foram atribuídas às amostras submetidas aos tratamentos hidrorresfriamentos em água à temperatura ambiente ou em água com gelo a 5 °C, o que demonstra que os mesmos contribuíram para manutenção da turgescência das hortaliças estudadas, por apresentaram menor perda de água e menor depreciação das características visuais em relação às amostras controle em todos os tempos de avaliação (Figuras 17, 19, 21, 23).

França (2011) constatou que o hidrorresfriamento retardou a murcha aparente das folhas de alface solta lisa em 20% e em 100% do tempo de armazenamento a 5 °C e 22 °C, respectivamente.

A análise visual da murcha é subjetiva, entretanto, a aparência é atributo fundamental de qualidade para a decisão do consumidor na hora da aquisição de hortaliças folhosas. Segundo Kays (1991), a aparência das hortaliças, caracterizada pelo tamanho, forma, cor e ausência de desordens mecânicas e outras, é o primeiro critério utilizado pelo consumidor no julgamento qualidade.

Com base na classificação de alface quanto aos graus de hidratação apresentada por Souza (2004)¹, que busca atender as exigências do consumidor quanto à qualidade e diante da análise visual das hortaliças folhosas, pode-se considerar que 2,5 pontos representa a média mínima das hortaliças folhosas estudadas em que essas estariam em condições de serem adquiridas pelo consumidor. Tal média foi atribuída a hortaliças com leves ou moderados sinais de murcha ou enrugamento. Diante do exposto, pode-se afirmar que o hidrorresfriamento retardou a murcha aparente de alface e rúcula até às 4 horas de exposição e para couve e chicória, até 2 horas (17, 19, 21, 23).

¹Graus de hidratação de alface: Excelente: folhas sem sinal de murcha; bom: presença de folhas com sinal de perda de água, porém completamente verde; regular: presença de folhas velhas com murcha aparente e perda de coloração; ruim: presença de folhas velhas, muito flácidas com escurecimento dos tecidos.

5. CONCLUSÕES

- O tempo apropriado de pré-resfriamento para as espécies estudadas é de aproximadamente 6 minutos para alface, chicória e couve e de 5 minutos para rúcula.
- Os hidrorresfriamentos em água à temperatura ambiente e em água com gelo a 5 °C reduziram a perda de massa e mantiveram maior teor relativo de água para alface crespa 'Vanda', chicória 'Escarola' e rúcula 'Folha Larga'. E em couve 'comum' não foi observado efeito significativo dos tratamentos hidrorresfriados.
- O hidrorresfriamento não influenciou de forma consistente a conservação dos teores de carboidratos das espécies estudadas.
- O hidrorresfriamento contribuiu para manutenção da turgescência retardando a murcha aparente das hortaliças alface crespa 'Vanda', chicória 'Escarola', couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga'.
- O hidrorresfriamento retardou a murcha aparente de alface e rúcula deixando-as em condições de serem adquiridas pelo consumidor até às 4 horas de exposição e para couve e chicória, até 2 horas.

6. REFERÊNCIAS

AGUILA, J. S. del; HOFMAN, P.; CAMPBELL, T; MARQUES, J.R.; AGUILA, L. S. H. del; KLUGE, R. A. Pré-resfriamento em água de lichia 'B3' mantida em armazenamento refrigerado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 39, n. 8, p. 2373-2379, 2009.

ALMEIDA, D. Manuseamento de produtos hortofrutícolas. **Principia, Publicações Universitárias e Científicas**, Porto-Pt. 2005. Disponível em: www2.spi.pt/agrovalorizacao/docs/Manual_II.pdf. Acesso em: 16 dez. 2011.

ÁLVARES, V. S., FINGER, F. L., SANTOS, R. C. A., SILVA, J. R., CASALI, V.W.D. Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture e Environment**, 5 (2): p. 31-34. 2007.

BARROS, J.C. da S.M. de; GOES, A. de; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Scientia Agricola**, v.51, p. 363-368, 1994.

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, v. 29, n. 2, p.165-174, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não convencionais** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: MAPA/ACS. 94p. 2010.

BRASÍLIA, D. C. de, **Desperdício- Custo para todos - Alimentos apodrecem enquanto milhões de pessoas passam fome**. IPEA- Brasília. Ano 6. n. 54. Set/out 2009. Disponível em http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=1256:reportagens-materias&Itemid=39. Acesso em novembro de 2012.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COÊLHO, J. D. **Feiras livres de Cascavel e de Ocara: caracterização, análise da renda e das formas de governança dos feirantes**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2009. 160p. (Série Documentos do Etene nº 25).

COLLA, C.; STADUTO, J. A. R.; ROCHA JR. W.F. da; RINALDI, R. N. A escolha da feira-livre como canal de distribuição para produtos da Agricultura Familiar de Cascavel - PR. In: CONGRESSO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL: SOBER, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: SOBER, 2007.

CORTEZ. L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; FILHO, L. C. N.; MORETTI, C. L. Importância do resfriamento para frutas e hortaliças no Brasil. IN: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Ed.). **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002a. 428p.

CORTEZ. L. A. B.; VIGNEAULT. C.; CASTRO. L. R. de. Método de resfriamento rápido por água gelada. IN: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Ed.). **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. p. 273-281. 2002b.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytic Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

DUSSAN SARRIA. S.; HONORIO, S. L.. Parâmetros de resfriamento rápido do figo (*Ficus carica* L.) cv. Roxo de Valinhos embalado em caixa de exportação. **Revista Científica de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente**. Venezuela, v. 5, p. 096-102, 2005.

EMBRAPA. **Agricultura familiar**, 2007. Disponível em: http://www.embrapa.br/linhas_de_acao/desenvolvimento/agri_familiar/index_html/mostra_documento. Acesso em: 8 jul. 2010.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2ª edição. São Paulo: Ed. Atheneu, 2005. 652p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção de hortaliças**. 3. ed. ver. e ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007. 421 p.

FINGER, F. L., ÁLVARES, V.S., SILVA, J. R., CALESTINE, C., CASALI, V.W.D., Influence of postharvest water replacement on shelf life of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture e Environment**, 6 (2): 116-118, 2008.

FINGER, F. L.; FRANÇA, C. F. M. Fisiologia e tratamento pós-colheita em produtos hortícolas. IN: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. **Anais...Viçosa: ABH**. 2011.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV. 2007. 2ª reimpressão.

FRANÇA, C. F. M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alface submetidas ao hidrorresfriamento**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GALVÃO, H. L.; FINGER, FL.; PUIATTI, M.; CORRÊA, PC.; OLIVEIRA, L. S. Efeito do pré-resfriamento e do filme de PVC sobre a conservação pós-colheita de brócolis. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 33, p. 101-106, 2008.

HENZ, G. P; MATTOS, L. M. **Manuseio pós-colheita de rúcula**. Distrito Federal. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 7p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 64).

IBGE. **Situação da produção e área de hortaliças no Brasil, 2012**. Disponível em: [Http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/hortalicas_em_numeros.htm), 2012. Acesso em: 14 de fevereiro 2013.

KADER, a. a. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**, 2^a ed. Coop. Ext. Uni. Of Ca. Division of Agriculture and natural Resources: Universidad da California. n.3311, 1992. 295p.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MELO, M. F. **Manipulação e comercialização de hortaliças**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, 1998. 41p.

LANA, M. M; TAVARES, S. A. **50 hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. 209p.

LEITE, J. T. C.; PARK, K. J.; RAMALHO, J. R. P.; FURLAN, D. M. Caracterização reológica das diferentes fases de extrato de inulina de raízes de chicória obtida por abaixamento de temperatura. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 202-210, 2004.

LILL, R. E.; KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest. **Scientia Horticulture**, v. 44, p. 191-199, 1990.

LUENGO, R. F. A.; HENZ, G. P.; MORETTI, C. L.; CALDO, A. G. **Pós-colheita de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa. 2007. 100 p.

LUENGO, R. F. A; CALBO, A. G. **Armazenamento de Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 242p.

LUZ, F. J. F. Plantas medicinais de uso popular em Boa Vista, Roraima, Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n.1, p.88-96, 2001.

MASCARENHAS, G.; DOLZANI, M. C. S. Feira-livre: territorialidade popular e cultura na metrópole contemporânea. **Revista eletrônica: Ateliê Geográfico**. Goiânia-GO. v.2, n. 4. p. 72-87, Ago/2008.

MENDOZA, R. A. M; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 2 ed., rev. ampl. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2007.

NEVES FILHO, L. C. Perda de peso e controle de umidade na estocagem frigorífica de frutas e hortaliças. **Revista frutas e legumes hortifrúti**. Ano II, n. 15, Publicare Editora, part.1, p. 18-21. 2002.

OLIVEIRA, A. C. B., SEDIYAMA, M. A. N., PEDROSA, M. W., GARCIA, N. C. P., GARCIA, S. L.R., Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 211-217, 2004.

OLIVEIRA, L. S. de. **Efeito do hidrorresfriamento, da temperatura e da reidratação na conservação pós-colheita de coentro**. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RESENDE, G. M. **Características produtivas, qualidade pós-colheita e teor de nutrientes em alface americana (Lactuca sativa L.) sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno**. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G; RONDINO, E. MINAMI, K.; COSTA C. P. da. Caracterização varietal de rúcula. In: Anais do 44^o Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira**, Campo Grande, v. 22, n.2, jul. 2004. Suplemento 2. CD-ROM.

SANTI, A., CARVALHO, M. A. C., CAMPOS, O. R., SILVA, A. F., ALMEIDA, J. L., MONTEIRO, S., Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, 28: 87-90, 2010.

SANTOS, R. H. S., SILVA, F., CASALI, V. W. D., CONDÉ, A. R., Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 521-525, 2001.

SEDIYAMA, M. A. N.; RIBEIRO, J. M. O.; ALBANEZ, A. C. Almeirão (*Cichorium intibus* L.) e chicória (*Cichorium endivia* L.). IN: JUNIO T. J. P; VENZON, M. (Coord.) **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 800p. 2007a.

SEDIYAMA, M. A. N.; RIBEIRO, J. M. O.; PEDROSA, M. W. Alface (*Lactuca sativa* L.). IN: JUNIO T. J. P; VENZON, M. (Coord.) **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 800p. 2007b.

SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; PINTO, C. L. O. Rúcula (*Eruca sativa* L.). IN: JUNIOR, T. J. P; VENZON, M. (Coord.). **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 800p. 2007c.

SOARES, A. G. **Perdas pós-colheita de hortaliças**. 2009. Disponível em <http://www.unicamp.br/nepa/downloads/PerdasPosColheitasFrutaseHortalicas.pdf>. Acesso em 28 de setembro 2013.

SOUZA, V. J. de. **Padronização, classificação, rotulagem, embalagem de hortaliças (alface, banana, batata, cebola, cenoura, couve-flor, pepino, pimentão e tomate)**. Florianópolis: CIDASC, 152p. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed. Trad. SANTARÉM, E. R. *et al.* Porto Alegre: Artmed. 849p. 2009.

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

TERUEL, B. J. M.; 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, 2004.

VIDIGAL, S. M.; PEDROSA, M. W. Couve-comum (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC.). IN: JUNIOR, T. J. P; VENZON, M. (Coord.) **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 800p. 2007.

WILLS, R.; MCGLASSOM, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: and introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4th ed. New York: CAB International, 1998.

APÊNDICES

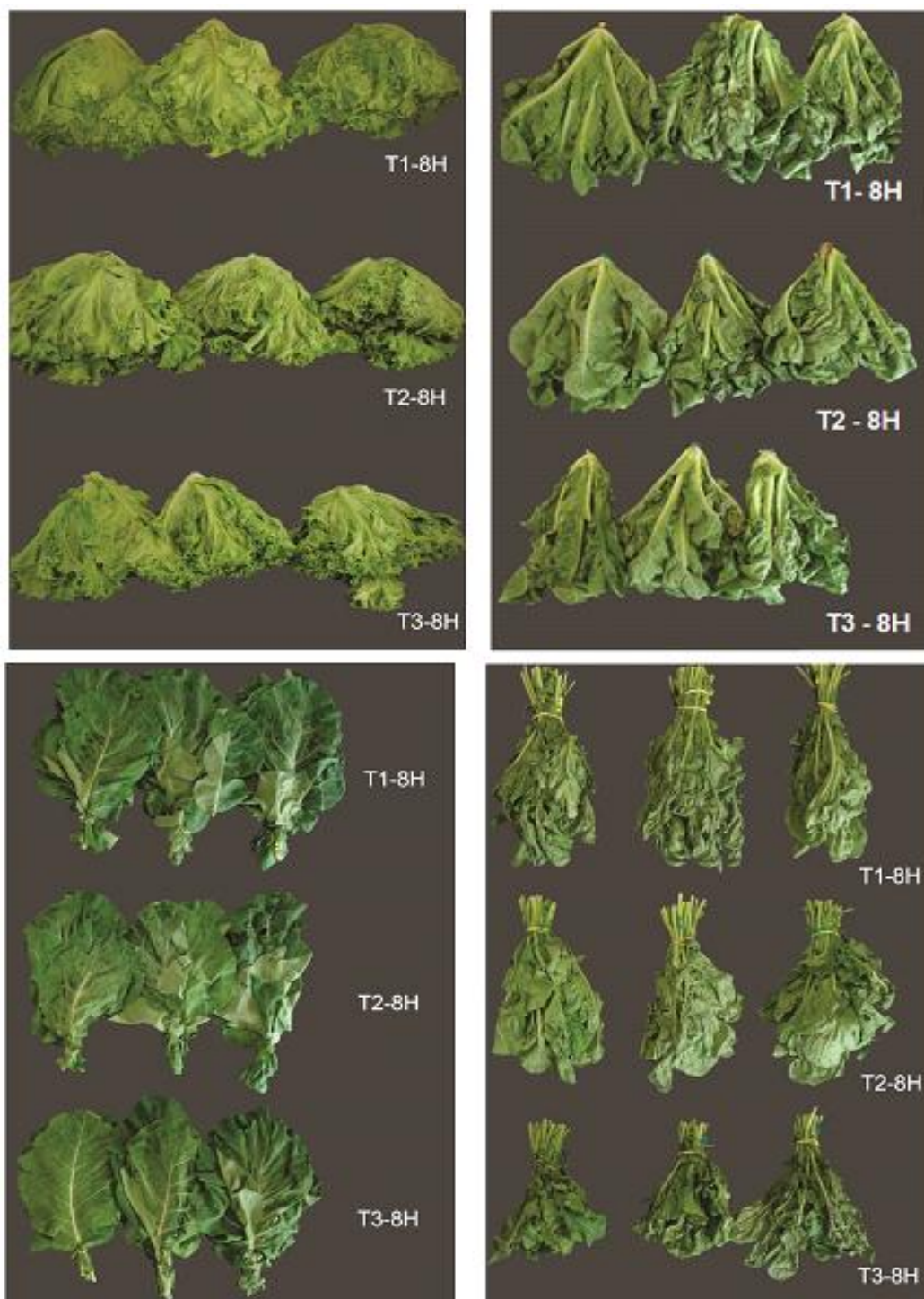


Figura 26 - Aparência das hortaliças folhosas: alface crespa 'Vanda', chicória 'Escarola', couve 'Comum' e rúcula 'Folha Larga' após 8 horas de exposição em barraca de feira-livre, submetidas aos tratamentos: sem hidrorresfriamento (T1), com hidrorresfriamento em água a temperatura ambiente (T2) e com hidrorresfriamento em água com gelo 5 °C (T3).

Quadro 1 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **alface crespa cultivar Vanda**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 20,5 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)

FV	GL	Quadrados Médios			
		PMA	TRA	AST	AMIDO
Tratamento	2	13,15098	216,5907*	0,004625918	0,4111997
Resíduo (a)	6	4,019089	17,57871	0,0005024196	1,036403
Tempo	3	1300,490*	808,0371*	0,01694034	4,929235*
Tratamento X Tempo	6	1,815422	3,029775	0,01531050	0,9237404
Resíduo	18	1,604845	13,55064	0,01057860	0,8512792
CV(%) Parcela		11,94	5,05	5,48	41,05
CV(%) Subparcela		7,54	4,43	24,87	37,12

*F significativo à 5% de probabilidade

Quadro 2 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **chicória cultivar Escarola**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 21,2 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)

FV	GL	Quadrados Médios			
		PMA	TRA	AST	AMIDO
Tratamento	2	26,53886	228,1506*	0,008668244*	5,678048*
Resíduo (a)	6	10,17619	18,39339	0,001387136	0,9353898
Tempo	3	1512,495*	826,5436*	0,01377068	5,469117*
Tratamento X Tempo	6	12,90992*	3,269518	0,01212863	1,222764
Resíduo	18	2,134113	12,90658	0,007404176	1,403368
CV(%) Parcela		18,92	5,17	14,90	34,42
CV (%) Subparcela		8,66	4,33	34,76	42,12

*F significativo a 5% de probabilidade

Quadro 3 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **couve 'Comum'**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 20,7 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)

FV	GL	Quadrados Médios			
		PMA	TRA	AST	AMIDO
Tratamento	2	0,007867225	3,026521	0,007152334	1,193787
Resíduo (a)	6	2,906772	3,888411	0,003499934	0,7449249
Tempo	3	738,2828*	680,5518*	0,009634554	1,773554
Tratamento X Tempo	6	1,175982	10,33524	0,008929482	2,882036*
Resíduo	18	1,881064	8,145324	0,003920162	0,9192191
CV(%) Parcela		15,21	2,57	10,38	38,70
CV(%) Subparcela		12,24	3,72	10,87	43,06

*F significativo a 5% de probabilidade

Quadro 4 - Resumo das análises de variância de perda acumulada de massa fresca (PMA), teor relativo de água (TRA), teor de açúcares solúveis totais (AST) e teor de amido (AMIDO) em **rúcula 'Folha Larga'**, durante 8 horas de exposição em feira-livre, após aplicação dos tratamentos: T1 (sem hidrorresfriamento - controle), T2 (hidrorresfriamento em água à temperatura ambiente – 20,8 °C) e T3 (hidrorresfriamento em água com gelo a 5 °C)

FV	GL	Quadrados Médios			
		PMA	TRA	AST	AMIDO
Tratamento	2	110,9363*	212,3339*	0,0003346554	2,312446
Resíduo (a)	6	11,06925	16,65313	0,0006155546	1,003633
Tempo	3	1944,475*	1452,024*	0,006803193*	4,605703*
Tratamento X Tempo	6	13,23241*	39,55212*	0,001132395	1,255801
Resíduo	18	3,560223	13,01556	0,001095582	0,7224382
CV(%) Parcela		20,12	5,28	12,41	57,25
CV(%) Subparcela		11,71	4,67	16,40	48,57

*F significativo a 5% de probabilidade