

RAYZA CARLA LOPES DELLA COLLETA

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CENOURA, REPOLHO ROXO E COUVE
MINIMAMENTE PROCESSADOS ISOLADOS E EM COMBINAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fisiologia Vegetal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

RAYZA CARLA LOPES DELLA COLLETA

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CENOURA, REPOLHO ROXO E COUVE
MINIMAMENTE PROCESSADOS ISOLADOS E EM COMBINAÇÃO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fisiologia Vegetal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

APROVADA : 27 de maio de 2009.

Prof. Adriano do Nascimento Simões
(Coorientador)

Prof. Marcelo A. Gutierrez Carnellosi
(Coorientador)

Prof. Fernando Luiz Finger

Prof. Rolf Puschmann

Prof. Raimundo Santos Barros
(Orientador)

Aos meus amados pais José Carlos e Rosangela e à minha irmã Rayla, que estiveram sempre ao meu lado, incondicionalmente, com todo o amor.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Biologia Vegetal, pela oportunidade para a realização deste Curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Rolf Puschmann, pela dedicação, amizade, orientação e contribuição para o meu desenvolvimento profissional.

Aos Professores Adriano do Nascimento Simões e Marcelo Augusto Gutierrez Carnellosi, pelos ensinamentos, pelas sugestões e pelas coorientações.

Aos Professores Raimundo Santos Barros e Fernando Luís Finger, pelos ensinamentos e pelas valiosas contribuições.

Aos professores do Programa de Fisiologia Vegetal, pelos ensinamentos.

Aos meus pais José Carlos e Rosangela Della Colleta, pelo estímulo.

Aos meus colegas do Curso de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, pela amizade e pelo companheirismo.

Aos meus colegas do Laboratório, em especial a Ana Paula e Clara, pela grande ajuda na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório, pela ajuda e disposição durante o desenvolvimento da pesquisa.

À minha família em Viçosa, meus queridos amigos, pelo amparo nos momentos difíceis.

A todas as pessoas que, mesmo longe, contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA

RAYZA CARLA LOPES DELLA COLLETA, filha de José Carlos Della Colleta e Rosangela Lopes Della Colleta, nasceu no dia 7 de outubro de 1985, em Assis Chateaubriand, Paraná.

Em fevereiro de 2007, graduou-se em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), em Alta Floresta, MT.

Em março de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa da dissertação em maio de 2009.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
2.1. Obtenção da matéria-prima e processamento mínimo	5
2.2. Evolução de CO ₂ , O ₂ e C ₂ H ₄ de cenoura, repolho roxo, couve e salada mista em sistema fechado.....	6
2.3. Produção de CO ₂ e de etileno em cenoura, repolho roxo, couve e salada mista minimamente processados em sistema aberto	7
2.4. Concentração de CO ₂ , O ₂ e C ₂ H ₄ em cenoura, repolho roxo, couve e salada mista minimamente processados, dispostos em embalagem de PEAD	7
2.5. Avaliação da qualidade físico-química de cenoura, repolho roxo e couve minimamente processados isoladamente e como componentes da salada	8
2.6. Análise estatística	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1. Evolução de CO ₂ , O ₂ e C ₂ H ₄ em sistema fechado.....	13
3.2. Produção de CO ₂	16

	Página
3.3. Produção de C ₂ H ₄	19
3.4. Concentração de CO ₂ , O ₂ e C ₂ H ₄ em embalagem de PEAD...	22
3.5. Qualidade físico-química.....	27
3.5.1. Qualidade visual e propriedades organolépticas Cenoura.	27
3.5.2. Massa fresca.....	34
3.5.3. Compostos fenólicos e cor instrumental	36
3.5.4. Pigmentos (clorofila total, carotenoides e antocianinas totais).....	41
4. CONCLUSÕES	44
5. REFERÊNCIAS	45
APÊNDICES	54
APÊNDICES A.....	55

RESUMO

COLLETA, Rayza Carla Lopes Della, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2009. **Respostas fisiológicas de cenoura, repolho-roxo e couve minimamente processados isolados e em combinação.** Orientador: Raimundo Santos Barros. Coorientadores: Adriano do Nascimento Simões e Marcelo Augusto Gutierrez Carnellosi.

O objetivo deste trabalho foi estudar alterações físico-químicas e fisiológicas de cenoura, repolho-roxo e couve minimamente processados, durante sua conservação refrigerada em épocas de colheita distintas. O acúmulo de gases (CO_2 , O_2 , C_2H_4) em sistema de jarros de vidro fechado, avaliado para hortaliças colhidas em setembro, mostrou aumento na concentração de CO_2 e C_2H_4 para couve e salada mista, seguida de repolho-roxo e cenoura. Respiração e taxa de produção de etileno nas hortaliças colhidas em setembro e janeiro, estimadas em sistema de jarros de vidro aberto, mantidas a 5 °C ao longo de 10 dias, apresentaram aumento para CO_2 em setembro e aumento para C_2H_4 em janeiro, sempre ligeiramente maior em couve e salada mista, seguida de repolho-roxo e cenoura. CO_2 , O_2 , C_2H_4 , qualidade visual, fenóis solúveis totais, clorofila, carotenoides e antocianinas totais avaliados em hortaliças isoladas e em mistura, colhidas em novembro e janeiro e mantidas a 5 °C ao longo de 10 dias em embalagens de PEAD, apresentaram maior acúmulo de CO_2 , menor redução

na concentração de O_2 e menor acúmulo de C_2H_4 em comparação as hortaliças colhidas em janeiro. Desidratação, ressecamento, perda de turgor e exalação de odor foram os principais sintomas responsáveis pela perda de qualidades visual e sensorial em cenoura, repolho-roxo e couve. Cenoura apresentou incrementos para o teor de fenóis e índice de esbranquecimento durante a conservação. Repolho-roxo e couve tiveram redução no teor de fenóis solúveis totais e incremento no índice de escurecimento. Os teores de clorofila, carotenoides e antocianinas reduziram-se durante a conservação. As hortaliças colhidas em janeiro apresentaram maior produção de etileno e antecipação dos sintomas de senescência, sendo considerados comercializáveis até o sexto dia, enquanto as hortaliças colhidas em novembro se estenderam até o oitavo dia. Sob as condições experimentais, a salada mista manteve a mesma qualidade e menor perda de massa fresca que os componentes isolados, viabilizando a comercialização da salada mista estudada.

ABSTRACT

COLLETA, Rayza Carla Lopes Della, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2009. **Physiological responses of minimally-processed carrot, red cabbage and kale alone and in combination.** Adviser: Raimundo Santos Barros. Co-advisers: Adriano do Nascimento Simões and Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi.

The aim of this work was to study the physical-chemical and physiological alterations of minimally processed carrot, red cabbage and kale under refrigeration conditions for two distinct harvest periods. Accumulation of gas (CO_2 , O_2 , C_2H_4) kept in closed glass jars, evaluated for vegetables harvested in September showed an increase in CO_2 and C_2H_4 production for the kale and vegetable mixture, followed by red cabbage and carrot. Respiration and ethylene production rates of the vegetables harvested in September and January, kept in open glass jars at 5°C for 10 days, presented an increase in CO_2 in September and C_2H_4 in January, consistently slightly higher for kale and the vegetable mixture, followed by red cabbage and carrot. CO_2 , O_2 , C_2H_4 , visual quality, total soluble phenols, chlorophyll, carotenoid and total anthocyanins were evaluated for the isolated vegetables and the mixture. The vegetables harvested in November and January, kept at 5°C for 10 days in PEAD bags, presented higher CO_2 accumulation, lower O_2 concentration reduction and lower C_2H_4 accumulation

in November compared to those harvested in January. Dehydration, drying, turgor loss and scent exhalation were the main symptoms accounting for the visual and sensorial quality loss in carrot, red cabbage and kale. Carrot presented increased phenol content and whiteness index under refrigeration conditions. Red cabbage and kale presented reduced total soluble phenol content and increased browning. Chlorophyll, carotenoids and anthocyanins reduced under refrigeration. Vegetables harvested in January presented higher ethylene production and anticipation of senescence symptoms, being considered marketable until the sixth day, but until the eighth day in the November harvest. Under the experimental conditions, the vegetable mixture maintained the same quality and lower fresh weight loss, compared to the isolated vegetables, what makes it suitable for the market.

1. INTRODUÇÃO

Os produtos minimamente processados, também conhecidos como *fresh cut* (GORNLY, 1997), *IV Gamme* (CARLIN *et al.*, 1990), *ready to eat* (FRANCIS *et al.*, 1999) e *minimally processed* (KING; BOLIN, 1989; CANTWELL, 1992), são definidos pela Associação Internacional de Produtos Prontos para Consumo (IFPA, 2002), como frutas ou hortaliças, que foram descascadas, cortadas e embaladas, a fim de se oferecer ao consumidor um produto fresco, conveniente, com qualidade e segurança alimentar.

Nos Estados Unidos, de acordo com o *Produce Marketing Association* (PMA, 2007), hortaliças e frutas minimamente processadas são segmentos crescentes na indústria, considerados como produtos alternativos para os consumidores, oferecendo sabor, nutrição e conveniência, por meio de opções saudáveis. Esse tipo de produto corresponde a quase 15% do total de vendas no varejo. Entre os minimamente processados, as saladas mistas têm maior proporção de vendas (*United Fresh Produce Association – UFPA*, 2007).

As misturas de hortaliças, além de prontas para o consumo, disponibilizam qualidade, variedade visual pela disposição de cores e formas interessantes, sabores diferenciados e alto valor nutricional (HEIMLER *et al.*, 2007). As saladas mistas apresentam-se como alternativa não só para o consumidor doméstico, mas também para o setor institucional, atendendo principalmente ao setor de *fast food*.

O consumo de hortaliças, em especial alface e cenoura minimamente processadas, tem expandido consideravelmente, sobretudo pelo seu uso em saladas mistas (JACXSENS *et al.*, 1999). A salada de alface com cenoura Juliene atingiu 9% das vendas estimadas em 2,3 bilhões de dólares nos EUA (MORETTI *et al.*, 2007).

No Brasil, ainda é recente a comercialização de saladas mistas. Embora a produção esteja sendo realizada por algumas agroindústrias em diferentes misturas, formatos e cores, muitos problemas são enfrentados, como a falta de estrutura da cadeia produtiva, gerando desequilíbrio de oferta, oscilação de preço e variação na qualidade do produto; alto custo de mão de obra; dificuldade em manter a cadeia do frio até o consumidor final; inexistência de legislação específica; e falta de conhecimento sobre o comportamento do produto (SILVA, 2008). Os estudos se restringem à qualidade microbiológica (GUERZONI *et al.*, 1996; GARCIA-GIMENO; ZURERAA-COSANO, 1997; LITTLE *et al.*, 2007; RANDAZZO *et al.*, 2009), teores de fenóis (MAYER-MIEBACH *et al.*, 2003), atividade antioxidante (HEIMLER *et al.*, 2007) e atmosfera modificada (PILON, 2003; CARNELOSSI *et al.*, 2007; SCIFÒ *et al.*, 2008).

O produto minimamente processado responde ao corte alterando o metabolismo, promovendo respostas fisiológicas indesejáveis como aumento na produção de etileno e na taxa respiratória, desestruturação de membranas, perda de firmeza e coloração, incremento da atividade de algumas enzimas hidrolíticas, oxidativas, degradação de pigmentos, surgimento de odor desagradável, amargor e suscetibilidade ao crescimento microbiano (BRECHT, 1995; CARNELOSSI, 2000; SILVA, 2000; SIMÕES, 2008).

A qualidade visual é determinante para a comercialização de produtos minimamente processados, sendo afetada principalmente pela degradação de pigmentos, desidratação causada pela perda de água e escurecimento. Simões (2004), trabalhando com couve a 5 °C em embalagem de polipropileno (PP) perfurada, observou degradação de clorofila (28%); no entanto, Carnellosi (2000), trabalhando a 5 °C em PP e poliolefina de multicamadas, não constatou tais variações. Silva (2003), trabalhando com cenouras minimamente processadas a 5 °C em bandejas em poliestireno

expandido, cobertas com filme de polivinilcloreto (PVC), constatou perda de massa e esbranquecimento. Simões (2008) observou que, em minicenouras mantidas a 5 °C em bandejas de polipropileno sem filme de PVC, a desidratação é responsável pelo esbranquecimento.

Uma das alternativas para manter a qualidade dos produtos minimamente processados é a adequada conservação, que pode ser feita sob baixas temperaturas (GIL *et al.*, 2002), utilização de atmosfera modificada (KADER, 1986) ou pela combinação dos dois. A aplicação de atmosfera modificada reduz a taxa respiratória, bem como a produção de etileno, minimizando a atividade metabólica, retardando o escurecimento enzimático e mantendo boa aparência visual (KADER, 1986). A atmosfera ideal é conhecida para alguns produtos como repolho 5 – 7,5% de O₂ e 15% de CO₂ e cenoura 2 –5% de O₂ e 15 – 20% de CO₂ (GORNÝ, 1997) e couve 1 – 2% de O₂ e 15 – 20% de CO₂ (FONSECA *et al.*, 2005).

Embora estudos com produtos minimamente processados tenham avançado quantitativamente, ainda é restrito o conhecimento sobre os comportamentos físico, químico e fisiológico desses produtos quando dispostos como salada mista. Essa forma de apresentação pode resultar em alterações fisiológicas em função das diferentes características dos produtos, alterando a conservação dos produtos. As mudanças fisiológicas podem ser agravadas em função de diferentes épocas do ano em que as hortaliças são cultivadas. Alguns trabalhos referentes à época de colheita estão sendo realizados com produtos minimamente processados, pois a qualidade do produto pode ser afetada diretamente pelas condições climáticas (SPAGNOL, 2005; PINTO, 2007). No verão, as chuvas demasiadas danificam as hortaliças e criam condições favoráveis para o aparecimento de doenças. No entanto, o frio e os ventos do inverno acabam prolongando o ciclo dessas culturas (MATOS, 2007).

Cenoura, repolho-roxo e couve caracterizam-se como hortaliças amplamente consumidas e conhecidas pelas suas propriedades nutricionais e funcionais, sendo ricas em vitaminas, minerais, fibras, compostos antioxidantes (ROSSETO *et al.*, 2002; KURILICH *et al.*, 1999), fenólicos e nitrogenados, além de compostos bioativos, incluindo tocoferóis, ácido ascórbico, carotenoides, glucosinolatos e polifenóis (RUBATZKY *et al.*, 1999;

PODSEDEK, 2007). No Brasil, em especial em Minas Gerais, a couve é altamente consumida, entretanto apresenta curto período de conservação (CARNELOSSI, 2000). A cenoura constitui-se em uma das hortaliças mais produzidas no Brasil, sendo de grande emprego na indústria de alimentos. Entre os minimamente processados, é uma das mais populares, sendo comercializada em vários formatos (SPAGNOL *et al.*, 2006). Repolho-roxo, além de colorir a mistura, destaca-se pelo elevado teor de antocianinas e compostos fenólicos, contribuindo para a prevenção de doenças cardiovasculares, bem como de alguns tipos de câncer (COOKE *et al.*, 2005; SINGH *et al.*, 2006; STEINMETZ *et al.*, 1996).

Carnelossi (2000) e Silva (2000, 2003), trabalhando com couve, cenoura e repolho branco, respectivamente, conservados individualmente, a 5° C, observaram que esses produtos se mantiveram aceitáveis sensorialmente pelos provadores, mantendo as características físico-químicas e fisiológicas desejadas por 10, 7 e 15 dias, respectivamente. Grande parte das respostas fisiológicas nesses produtos é conhecida individualmente, sem a contribuição de outros produtos quando dispostos em uma mesma embalagem.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo verificar as interações físico-químicas e fisiológicas entre cenoura, repolho-roxo e couve, colhidos em duas épocas, minimamente processados e mantidos misturados em uma mesma embalagem na forma de salada mista.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção da matéria-prima e processamento mínimo

Cenoura (*Daucus carota* L.) e repolho roxo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata f. rubra*) foram adquiridos do Ceasa, em Belo Horizonte, MG, e couve (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*) de um produtor no Município de Viçosa. Cenoura e repolho roxo foram transportados de Belo Horizonte a Viçosa em condições ambientes e, em seguida, para a Unidade de Processamento Mínimo da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em um tempo aproximado de 6 h. A couve foi colhida e transportada, em condição ambiente, até a UFV em um tempo de 3 h. Na Unidade, as hortaliças foram mantidas por 12 h a 5 ± 2 °C até o início do processamento mínimo, o qual foi adaptado de acordo com Carnellosi (2000) para couve e Silva (2000, 2003) para repolho roxo e cenoura.

As hortaliças foram lavadas em água corrente, selecionadas, padronizadas pelo tamanho, forma, aparência e sanidade. Cenoura foi descascada e ralada. Repolho roxo e couve foram cortados e fatiados com o auxílio de um processador de vegetais (Robot Coup CL 50), equipado com lâmina de corte de 2 mm para cenoura ralada e repolho fatiado, e 1 mm de espessura para couve fatiada. Em seguida, os produtos foram imersos, por aproximadamente 5 seg, em água a 5 ± 2 °C, com posterior imersão em água contendo 200 mg L^{-1} de cloro ativo (dicloroisocinurato de sódio), a

5 ± 2 °C, por 10 min, e em solução contendo 3 mg L^{-1} de cloro, a 5 ± 2 °C, por mais 10 min. Na sequência, os produtos foram centrifugados de acordo com Puschmann *et al.* (2007) por 5 seg (cenoura), 60 seg (repolho) e 20 seg (couve), em centrífuga de capacidade industrial (Hergus modelo CT 10HL) e força centrífuga relativa (FCR) de 647 *g*.

2.2. Evolução de CO₂, O₂ e C₂H₄ de cenoura, repolho roxo, couve e salada mista em sistema fechado

Aproximadamente, 180 g de cenoura, repolho roxo e couve após a centrifugação foram dispostos em frascos de vidro de 1,7 L. E 60 g de cada hortaliça na proporção (1:1:1) foram misturados e também dispostos em frascos de vidro de 1,7 L. Em seguida, os frascos foram hermeticamente fechados e mantidos em expositor vertical com ventilação forçada, a 5 °C, por 24 h constituindo o sistema fechado. Alíquotas de 1 cm³ foram tomadas imediatamente após o fechamento dos frascos e sequencialmente nos tempos de 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 12 e 24 h, com o auxílio de seringa descartável para a quantificação da composição gasosa.

A quantificação de dióxido de carbono e oxigênio foi feita em cromatógrafo a gás modelo GC-14B (Shimadzu, Kyoto), equipado com um detector de condutividade térmica (TCD), coluna de alumínio preenchida com Porapak-Q (80 - 100 mesh) para análise de CO₂ e coluna de peneira molecular para análise de O₂. O gás de arraste foi o nitrogênio, com fluxo de $30 \text{ cm}^3 \text{ min}^{-1}$; e corrente elétrica de 85 mA. As temperaturas da coluna, do injetor e do detector foram de 50, 100 e 150 °C para CO₂ e 83, 100 e 150 °C para O₂. A quantificação foi feita por comparação das áreas dos picos produzidos pelas amostras com áreas dos picos produzidos pela injeção de alíquotas-padrão de concentração conhecida. Os resultados foram expressos em kPa CO₂ e kPa de O₂.

A análise da produção de etileno acumulado foi realizada em cromatógrafo a gás modelo (HP 5890 serie II), equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna de aço inoxidável (1,0 m x 6,0 mm), empacotada com Porapak-N (80 a 100 mesh). O gás de arraste foi o dinitrogênio, com fluxo de $30 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-1}$, e os fluxos de hidrogênio e do ar

foram mantidos em 30 e 320 cm³ m⁻¹, respectivamente. As temperaturas da coluna, do injetor e detector foram de 60, 110 e 150 °C, respectivamente. A quantificação de etileno foi feita pela comparação das áreas dos picos das amostras obtidas no Software (Peak Simple, Version 3.92) acoplado ao cromatógrafo, com áreas de picos de mistura do padrão de etileno de concentração conhecida. Os resultados foram expressos em $\mu\text{L L}^{-1} \text{C}_2\text{H}_4$.

2.3. Produção de CO₂ e de etileno em cenoura, repolho roxo, couve e salada mista minimamente processados em sistema aberto

O acúmulo de CO₂ e a produção de etileno foram determinados em sistema aberto constituído de frascos de vidro de 1,7 L vedado com filme de cloreto de polivinil (PVC) perfurado (1% da superfície, de acordo com testes preliminares), contendo aproximadamente 180 g de cenoura, repolho roxo e couve isoladamente e 60 g de cada hortaliça (60:60:60) para a mistura, acondicionados em expositor vertical com ventilação forçada a 5 °C. Em cada dia de conservação antes da coleta de gases, o filme PVC foi retirado e os frascos, fechados hermeticamente por 45 min para análise de CO₂ e 12 h para análise de C₂H₄. Após as coletas, os frascos foram abertos e, após 15 min, cobertos novamente com filme PVC. As coletas ocorreram a cada dois dias, por 10 dias, em duas épocas: setembro de 2008 e janeiro de 2009. Os resultados foram expressos em nmol CO₂ kg⁻¹ MF s⁻¹ e pmol C₂H₄ kg⁻¹ MF s⁻¹.

2.4. Concentração de CO₂, O₂ e C₂H₄ em cenoura, repolho roxo, couve e salada mista minimamente processados, dispostos em embalagem de PEAD

Cento e vinte gramas de hortaliças individuais e 40 g de cada hortaliça para a mistura (40:40:40) foram acondicionados em embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD), com permeabilidade a O₂ de 41.102 cm³ m⁻² dia⁻¹ e vapor de água de 29 g m⁻² dia⁻¹ a 8 +/- 2 °C, 90 +/- 5% de UR e 1 atm (MEDEIROS, 2009). As embalagens apresentando dimensões de 20 x 23 cm de largura e comprimento, respectivamente, e

20 µm de espessura, foram conservadas em expositor vertical com ventilação forçada a 5 °C. As coletas de atmosfera gasosa foram tomadas a cada dois dias, durante 10 dias, em duas épocas distintas: novembro de 2008 e janeiro de 2009. Os resultados foram expressos em kPa CO₂, kPa de O₂ e µL L⁻¹ C₂H₄.

2.5. Avaliação da qualidade físico-química de cenoura, repolho roxo e couve minimamente processados isoladamente e como componentes da salada

Cento e vinte gramas de cada hortaliça e 40 g da mistura de cenoura, repolho roxo e couve foram acondicionados em embalagens de PEAD, mantidas em expositor vertical com ventilação forçada a 5 °C. As amostras foram tomadas a 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias, em duas épocas distintas: novembro de 2008 e janeiro de 2009.

Avaliaram-se aspectos visuais, massa fresca, extrações e quantificações de compostos fenólicos, clorofilas, carotenoides e antocianinas totais. Considerou-se cada embalagem, individual ou mistura, como unidade experimental.

Avaliação da qualidade visual e organoléptica

Avaliou-se a aparência dos produtos com o auxílio de uma escala visual e organoléptica. A avaliação baseou-se em três repetições de amostras de 20 g, sendo realizada por um único provador. Adotaram-se, para a avaliação dos parâmetros desidratação, turgor, ressecamento, escurecimento, odor e cor, uma escala de cinco pontos, em que:

1 = ausente; 2 = leve; 3 = intermediário; 4 = intenso; e 5 = muito intenso.



1 = Ausente

3 = Intermediário

4 = Intenso

Figura 1 – Escala de notas e aparência de cenoura, repolho roxo e couve, com aspectos ausente, intermediário e intenso.

Massa Fresca

A massa fresca de cenoura, repolho roxo, couve e salada mista foi obtida em uma balança com sensibilidade de 0,01 g, e os resultados de perda de massa fresca acumulada foram expressos em porcentagem, segundo a fórmula:

$$PM = [(MI - M)/MI] \times 100$$

em que:

PM: Perda de massa;

MI: Massa inicial; e

M: Massa atual (no dia de análise).

Cor instrumental

A avaliação foi feita diretamente sobre a superfície do produto em quatro pontos distintos, pela escala Hunter (CIELAB), tomando-se como base os valores de L* (luminosidade (claro/escuro); a* (cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); b* (cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+), com o uso de um colorímetro portátil digital (MINOLTA CR-400)).

Os valores obtidos foram utilizados para calcular o índice de escurecimento de acordo com Palou *et al.* (1999), em que $[100(x - 0,31)/0,172]$ em que $x = (a + 1,75L)/(5,645L + a - 3,012b)$ e índice de esbranquecimento de acordo com Bolin e Huxoll (1991), em que $100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{0,5}$.

Extração e quantificação de compostos fenólicos

A concentração de compostos fenólicos solúveis foi determinada de acordo com Prince e Butler (1977), com algumas adaptações, segundo Menolli (2006). Foram utilizados para cenoura e repolho roxo 2 g de material vegetal congelado em nitrogênio líquido e para couve 0,5 g. O material foi homogeneizado com 10 mL de metanol e triturado em ultraturrax, durante 1 min. O homogenato foi, então, centrifugado a 14.000 g durante 30 min. Em seguida, 0,5 mL do sobrenadante foi misturado a 2,5 mL de Folin Ciocalteu (diluído 1:3) e 2 mL de carbonato de sódio anidro 10%. Os tubos foram agitados e mantiveram-se reagindo no escuro durante 1 h. As leituras da concentração de compostos fenólicos solúveis foram feitas em espectrofotômetro a 700 nm, e os resultados foram expressos em $\mu\text{g D-catequina g}^{-1}$ MF. A curva de calibração foi feita utilizando-se catequina como padrão.

Extração e determinação de clorofila total

O teor de clorofila total foi determinado, seguindo-se o método proposto por Lichtenthaler (1987), com algumas adaptações que se seguem. Efetuou-se a extração por meio da homogeneização de 1 g de amostra

congelada em nitrogênio líquido de couve minimamente processada, com uma pitada de carbonato de cálcio e 10 mL de acetona 80% durante 1 min em ultraturrax. O extrato foi filtrado diretamente em balão volumétrico e completado com acetona 80% para 25 mL. Para a diluição, uma amostra de 5 mL do extrato foi colocada em balão volumétrico, e o volume foi completado com acetona 80% para 25 mL. A absorvância das clorofilas foi determinada em espectrofotômetro modelo (HITACHI U-1100) a 646,8 e 663,2 nm. O teor de clorofila foi expresso em 100 mg g⁻¹ MF. Todo o procedimento foi realizado em ambiente com fundo verde de segurança.

Extração e análise de carotenóides totais

Carotenoides totais foram determinados a partir 2 g de cenoura minimamente processada congelada em nitrogênio líquido, homogeneizado em ultraturrax durante 1 min, com 10 mL de acetona pura resfriada. O homogeneizado foi filtrado diretamente em balão volumétrico e completado com acetona pura para 50 mL. Em seguida, o extrato cetônico foi transferido para um funil de separação contendo 25 mL de éter de petróleo e lavado por três vezes com água destilada, adicionados às paredes do funil. Após cada adição de água, descartou-se a fase inferior (aquosa). Após a retirada de toda a fase aquosa, o volume final do extrato foi medido. Para a diluição, uma amostra de 5 mL do extrato foi adicionado em balão volumétrico e o volume completado com éter de petróleo para 25 mL. A absorvância foi determinada em espectrofotômetro modelo (HITACHI U-1100) a 449 nm. O teor de carotenoides foi expresso em µg g⁻¹ MF, de acordo com a seguinte equação:

$$\mu\text{g/g} = \frac{\text{volume X absorvância X } 10.000 \text{ X diluição}}{\text{peso da amostra X coeficiente absortividade molar}}$$

O coeficiente de absortividade molar (E 1% 1 cm) utilizado para o cálculo do teor de carotenoides totais foi de 2.592 mol L⁻¹, segundo recomendações preconizadas por Rodriguez-Amaya (1989).

Extração e quantificação de antocianinas totais

O teor de antocianinas foi determinado segundo Rapisarda *et al.* (1994). Quarenta gramas de repolho roxo foram triturados em centrífuga doméstica, produzindo aproximadamente 10 mL de suco; destes, 2 mL foram diluídos para 25 mL de uma solução de pH 1 composta por 125 mL de 0,2 M KCl e 375 mL de 0,2 M HCl. Uma segunda alíquota de 2 mL foi diluída para 25 mL de uma solução com pH 4,5, contendo 400 mL de 1 M CH₃CO₂Na, 240 mL de 1 M HCl e 360 mL de H₂O. A absorvância das soluções foi determinada espectrofotometricamente a 510 nm. O teor de antocianinas foi expresso em mg L⁻¹, de acordo com a equação:

$$C \text{ mg L}^{-1} = \frac{(\text{Abs pH1} - \text{Abs pH4,5}) \times 484,2 \times 1000}{24825 \times \text{FD}}$$

em que:

Abs = absorvância;

484,2 = massa molecular da cianidina-3-glicosídeo;

24825 = absortividade molar a 510 nm em solução de pH 1; e

FD = fator de diluição.

2.6. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos para perda de massa e dois tratamentos para as demais variáveis, repetido em duas épocas (setembro/novembro de 2008 e janeiro 2009), com quatro e três repetições. Foi realizada a análise conjunta de cada tempo de avaliação. Os dados foram analisados com o auxílio do programa estatístico SAEG da UFV, por meio de análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas utilizando-se o teste de F e, ou, Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para os parâmetros desidratação, ressecamento, perda de turgor, perda de massa, índice de escurecimento, escurecimento, compostos fenólicos, cor e pigmentos, foi feita a correlação de Pearson a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Evolução de CO₂, O₂ e C₂H₄ em sistema fechado

A produção de CO₂ aumentou em todos os produtos ao longo de 24 h (Figura 2A). Esse aumento foi contínuo até 45 min após o fechamento do frasco, quando cenoura, repolho roxo, couve e salada mista apresentaram aumento de 6, quatro e sete vezes, respectivamente, em relação ao momento inicial. Posteriormente a esse aumento, a couve apresentou incremento na produção de CO₂ com relação à cenoura, repolho roxo e salada mista, que aumentaram continuamente até o final da conservação (Figura 2A).

O acúmulo de CO₂ durante a conservação é decorrente do aumento da respiração, que fornece energia para a reestruturação de membranas, compartimentos celulares e cicatrização dos tecidos, decorrentes do estresse do corte (ROLLE; CHISM, 1987), bem como pela indução do metabolismo de compostos fenólicos (SALTVEIT, 1997). A intensidade da resposta ao estresse pode variar conforme a espécie, cultivar, estágio de maturação, temperatura, tipo de corte, concentrações de O₂ e CO₂ e pressão de vapor de água (WATADA *et al.*, 1996). Além dos fatores internos, o próprio sistema fechado contribuiu para o acúmulo de CO₂.

Desde o fechamento do frasco até 24 h de conservação, a couve apresentou acúmulo de CO₂ superior aos demais produtos, seguida da salada mista, repolho roxo e cenoura (Figura 2A). Em todos os produtos, o

tempo de 45 min foi considerado adequado à avaliação da taxa respiratória, uma vez que a produção de CO₂ nesse intervalo de tempo foi linear (Figura 2A).

A concentração de O₂ nos frascos reduziu-se durante a conservação (Figura 2B). Desde 45 min, a couve apresentou valores de O₂ diferenciados em relação às demais hortaliças. Verificou-se que, ao final de 24 h, a couve apresentou maior queda nos valores médios de O₂, atingindo 43%, e a cenoura a menor, com 11%. Salada mista e repolho roxo tiveram quedas semelhantes, com valores médios intermediários de 18 e 21%, respectivamente. Logo, verificou-se comportamento inverso entre O₂ e CO₂, característico da respiração de tecidos vegetais vivos mantidos em ambientes fechados.

A produção de C₂H₄ durante toda a conservação foi muito baixa em cenoura e repolho roxo (Figura 2C). Couve e salada mista apresentaram aumento na produção a partir de 2 h (Figura 2C). Ao final de 24 h, observou-se aumento de 3, 4, 17 e 13 vezes em cenoura, repolho roxo, couve e salada mista, respectivamente. A cenoura apresentou menor produção de C₂H₄, sendo seguida pelo repolho roxo e salada mista – que se mantiveram intermediários – e couve, com a maior produção (Figura 2C), seguindo-se o mesmo padrão observado com o CO₂.

A síntese e ação do C₂H₄ podem ser inibidas por baixos teores de oxigênio (2 – 5%), bem como por altos níveis de CO₂ (5 – 10%), (KING *et al.*, 1989; LAFUENTE *et al.*, 1996). A diminuição do O₂ e a elevação do CO₂ exercem efeitos independentes e em muitos casos, sinérgicos sobre a respiração e sobre outros processos metabólicos (CAMERON *et al.*, 1995).

Doze horas foi o tempo mais adequado, para a avaliação da produção do C₂H₄ ao longo da conservação, assegurando-se confiabilidade aos dados. Carnelossi (2000) determinou o tempo de 15 min para avaliação de CO₂ e C₂H₄ em couve. Silva (2000 e 2003) utilizou 30 min para cenoura e repolho branco minimamente processados.

Variedades de hortaliças cultivadas sob as mesmas condições podem exibir diferenças significativas das taxas respiratórias, uma vez que os níveis de substratos e enzimas variam de uma cultivar para outra dentro de uma mesma espécie (WILEY, 1994). Desse modo, justifica-se o comportamento diferenciado encontrado neste experimento.

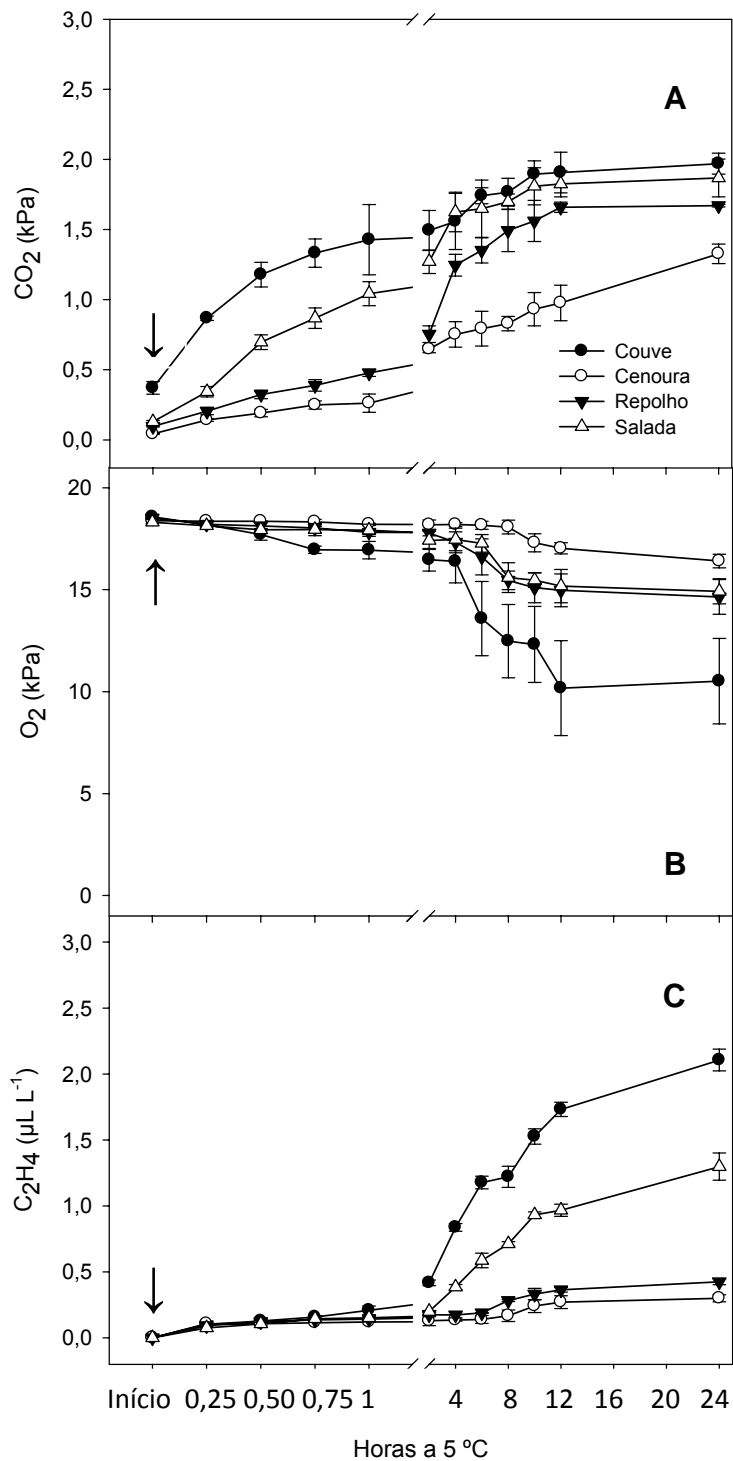


Figura 2 – Acúmulo de CO₂ (A), O₂ (B) e C₂H₄ (C) em frasco fechado, a 5 °C, durante 24 h, de cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados individualmente e na forma de salada mista (△) em setembro. A seta representa o fechamento hermético dos frascos. As barras significam o erro-padrão da média.

3.2. Produção de CO₂

As hortaliças minimamente processadas individualmente e na forma de salada mista conservadas a 5 °C por 10 dias, colhidas no mês de setembro, apresentaram aumento na produção de CO₂ até o quarto dia, com posterior queda e estabilização (Figura 3A). Entretanto, quando colhidas em janeiro o incremento na taxa respiratória foi retardado em alguns dias (Figura 3B), isso possivelmente esteja associado ao desenvolvimento fisiológico. As hortaliças colhidas no inverno apresentavam tecidos mais jovens que as colhidas no verão, pois no inverno as hortaliças apresentam desenvolvimento mais lento e acabam por ser colhidas sem atingir total maturidade. Kader (1987) relata que as hortaliças colhidas durante a fase ativa de crescimento têm alta taxa respiratória.

No período de setembro, as taxas respiratórias atingiram seu máximo em dois dias no repolho roxo, três dias na cenoura e quatro dias em couve e salada mista (Figura 3A). Em janeiro, couve e salada mista inicialmente apresentaram taxas respiratórias elevadas; em seguida, ocorreram queda e aumento progressivo ao longo do tempo, o que também aconteceu nos demais produtos, atingindo o máximo ao oitavo dia de conservação, em todas as hortaliças (Figura 3B). A cenoura apresentou taxas respiratórias mais baixas, seguidas de repolho roxo, salada mista e couve em ambas as épocas de colheita, embora tenham atingido seus máximos em dias diferentes.

O aumento transitório na produção de CO₂ logo após o processamento mínimo é reflexo de uma resposta hormonal e bioquímica característica de muitas hortaliças, referente ao estresse causado pelo corte (CARNELOSSI, 2000; ROLLE; CHISM, 1987; SILVA, 2000, 2003; SIMÕES, 2008; TELES, 2001). A reestruturação das membranas e tecidos e a conservação sob baixa temperatura contribuem para a redução do metabolismo (WATADA *et al.*, 1990). Observou-se outro aumento na produção de CO₂ ao final da conservação nos produtos colhidos em janeiro, o que pode ter sido consequência do início da senescência (BURNS, 1995).

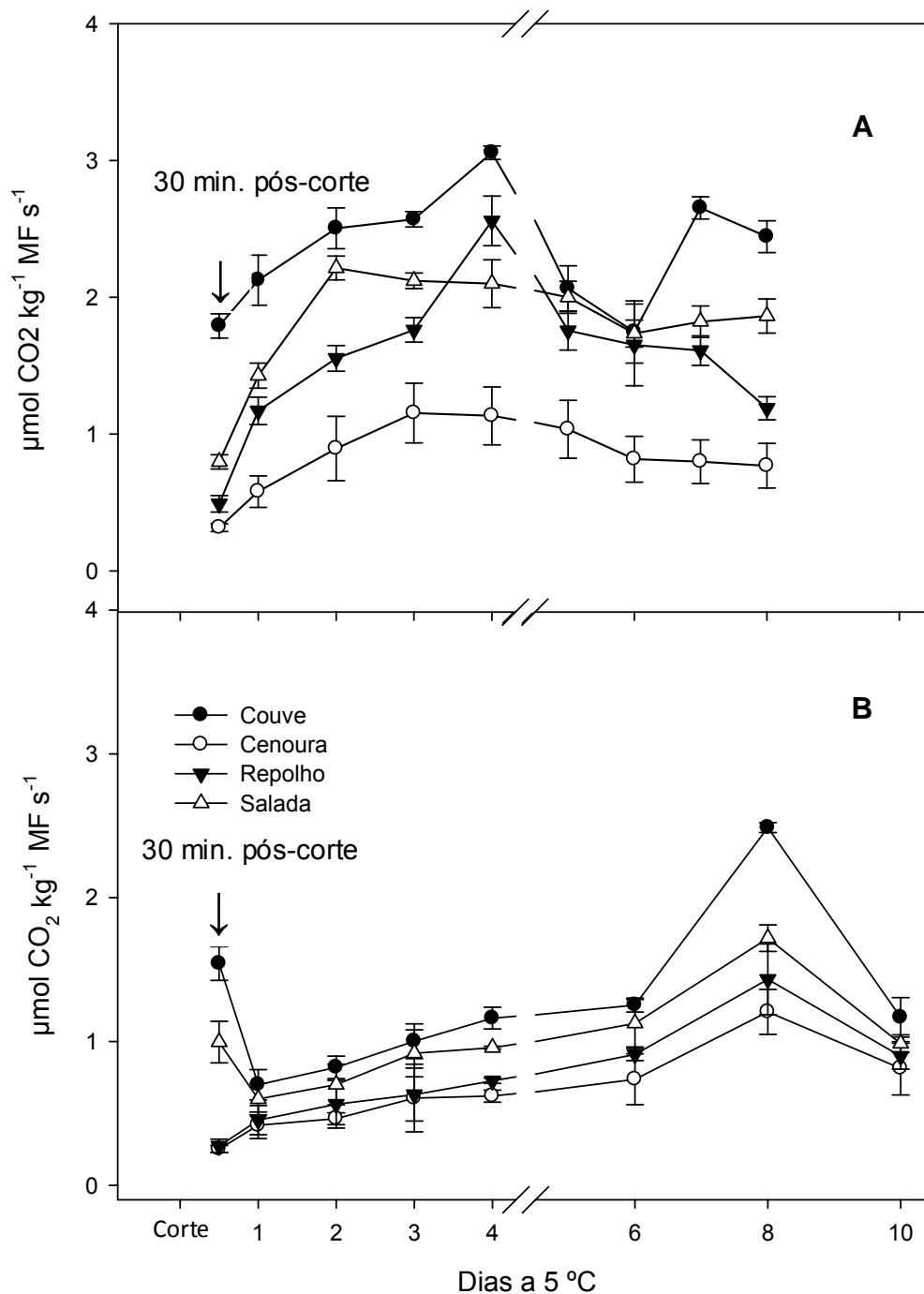


Figura 3 – Taxa respiratória em sistema aberto, a 5 °C, durante 10 dias, de cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados isoladamente e na forma de salada mista (△), colhidos em setembro (A) e janeiro (B). A seta representa o fechamento dos frascos. As barras representam o erro padrão da média.

As diferenças na taxa respiratória dos produtos entre as duas épocas de colheita pode estar associada a fatores como estágio de desenvolvimento na colheita, composição química afetada pelas condições climáticas e práticas culturais, fatores que justificam o comportamento de cada produto (KADER, 1987). Taxas respiratórias mais elevadas em setembro concordam com os dados encontrados por Spagnol (2005), que, trabalhando com feijão-vagem, constatou taxas respiratórias mais elevadas no inverno que no verão.

Ao se estimarem as taxas respiratórias resultantes do somatório de cada produto individualizado, observou-se que as médias se apresentaram muito próximas em relação ao produto misturado em um mesmo frasco (Tabela 1). Isso indica que não ocorreu interferência na produção de CO₂, quando se misturaram produtos com diferentes taxas respiratórias.

Tabela 1 – Taxa respiratória (TR) de cenoura (cen), repolho roxo (rep) e couve (cou), minimamente processados e conservados individualmente e como salada mista em duas épocas de colheita

Dias	TR, $\mu\text{mol kg}^{-1} \text{MF s}^{-1}$	
	(Cen+Rep+Cou)	Salada
Setembro		
0	0,87	0,80
2	1,65	2,21
4	2,25	2,10
6	1,41	1,74
8	1,47	1,86
Média	1,53	1,74
Janeiro		
0	0,69	1,00
2	0,62	0,70
4	0,84	0,96
6	0,97	1,13
8	1,71	1,72
10	0,96	0,99
Média	0,96	1,08

As épocas de colheita diferiram significativamente nos sistemas estudados. Em setembro, as taxas foram superiores a janeiro, no entanto não se observou interferência entre os produtos. Parece haver apenas um somatório de comportamentos que se reflete na salada mista. Desse modo, verificou-se que na conservação de diferentes hortaliças, em uma mesma embalagem, uma hortaliça não interfere nas características das demais quando misturadas, o que pode favorecer a comercialização das misturas ao manter a segurança e qualidade necessárias ao produto (GUERZONI *et al.*, 1996).

3.3. Produção de C₂H₄

As maiores taxas de produção de C₂H₄ foram observadas em couve e salada mista nas duas épocas de colheita (Figura 4AB). Em janeiro, nos primeiros dias de conservação a produção de etileno foi duas vezes superior à cenoura, couve e salada mista e uma vez ao repolho roxo com relação a novembro. Após o segundo dia de conservação, os valores mostraram-se mais próximos entre as duas épocas, reduzindo-se ao longo da conservação (Figura 4AB).

A redução na taxa da produção de etileno em ambas as épocas pode ter ocorrido pelo efeito inibidor do acúmulo de CO₂. Uma vez que altas taxas de CO₂ podem inibir a síntese de etileno, resultando na extensão da vida pós-colheita dos produtos. A inibição ocorre principalmente antes da conversão de ACC para etileno. Menos etileno disponível para ligar-se ao receptor consequentemente altera intermédios e enzimas na rota biossintética do etileno (WILD *et al.*, 2005). O CO₂ inibe a conjugação de ACC em MACC (MATHOOKO *et al.*, 1995), atuando provavelmente na conversão de SAM para ACC através de enzima ACC sintase (WILD *et al.*, 2005). É possível, também, que a redução na concentração de O₂, influencie a biossíntese de C₂H₄, uma vez que o O₂ é um dos substratos da ACC oxidase (KADER, 1992).

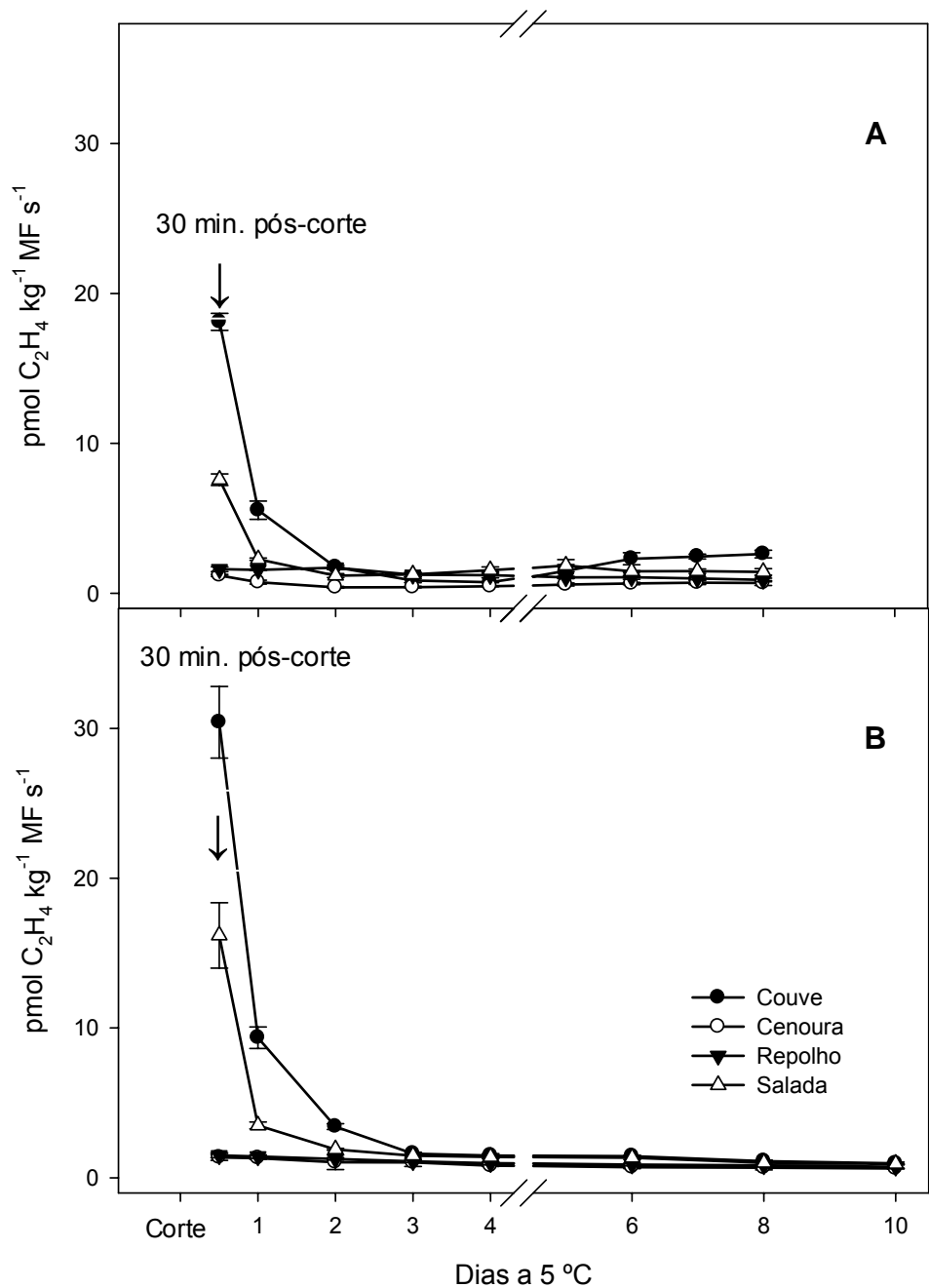


Figura 4 – Produção de etileno em sistema aberto, a 5 °C, durante 10 dias, de cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados isoladamente e na forma de salada mista (△), colhidos em setembro (A) e janeiro (B). A seta representa o fechamento hermético dos frascos. As barras indicam o erro-padrão da média.

Ao estimar-se a produção de etileno, resultante do somatório de cada produto individualizado, as médias apresentaram-se próximas, mostrando que também não houve interferência entre os produtos quando misturados (Tabela 2). Observou-se somatório de características que se refletiu na salada mista, assim como foi constatado com a taxa respiratória. A salada mista acompanhou a couve, com produção de etileno superior ao repolho roxo e à cenoura.

Tabela 2 – Produção de etileno (ET) em cenoura (cen), repolho roxo (rep) e couve (cou) minimamente processados, conservados individualmente e como salada mista em duas épocas de colheita

Dias	ET, pmol kg ⁻¹ MF s ⁻¹	
	(Cen+Rep+Cou)	Salada
Setembro		
0	6,97	7,57
2	1,28	1,17
4	0,80	1,54
6	1,34	1,47
8	1,39	1,42
Média	2,35	2,63
Janeiro		
0	11,09	16,18
2	1,91	3,50
4	1,10	1,40
6	1,02	1,34
8	0,88	0,93
10	0,78	1,01
Média	2,79	4,06

As épocas de colheita diferiram significativamente entre si. Inicialmente, as taxas foram maiores em janeiro, e ao final da conservação apresentaram-se semelhantes. A maior produção de etileno em janeiro, provavelmente em função da baixa taxa respiratória, contribuiu com a redução da conservação.

3.4. Concentração de CO₂, O₂ e C₂H₄ em embalagem de PEAD

Ao longo da conservação, a concentração de CO₂ dentro da embalagem tendeu a aumentar até próximo ao quarto dia, seguida de queda, em todas as hortaliças embaladas individualmente ou em forma de mistura, nas duas épocas de colheita (Figura 5A). Em novembro, obtiveram-se concentrações mais elevadas de CO₂ em relação a janeiro, atingindo seu máximo mais rapidamente (Figura 5AB).

A couve mantida isoladamente, ou na forma de salada, produziu os mais altos níveis de CO₂ em ambas as épocas de colheita (Figura 5AB). A cenoura apresentou a menor concentração de CO₂, sendo seguida por repolho roxo e salada mista. A redução da concentração de CO₂ ao longo da conservação provavelmente ocorreu pela estabilização do metabolismo dos produtos, após sofrerem alterações ambientais impostas pela colheita, processamento e manuseio (SIMÕES *et al.*, 2007).

Enquanto a concentração de CO₂ na embalagem de PEAD aumentou, o O₂ reduziu-se nas hortaliças mantidas individualmente e na forma de salada mista ao longo da conservação, nas duas épocas de colheita (Figura 6AB). Couve e salada mista apresentaram comportamento semelhante em ambas as épocas. Cenoura e repolho roxo, por sua vez, reduziram 43 e 44% da concentração inicial em janeiro, com relação a 27 e 29% em novembro (Figura 6AB). A atmosfera de equilíbrio interno entre CO₂ e O₂ foi atingida a partir do sexto dia em novembro e do quarto dia em janeiro, com aproximadamente 13, 13, 4 e 9 kPa de O₂ e 1, 1, 2 e 2 kPa de CO₂ em cenoura, repolho roxo, couve e salada mista, respectivamente.

A atmosfera de equilíbrio formada no interior da embalagem é proveniente do estado de equilíbrio entre a difusão de gases através da embalagem e a atividade respiratória do produto. A obtenção dessa atmosfera depende de alguns fatores: intensidade respiratória; massa do produto acondicionado; taxa de permeabilidade e superfície de troca do filme; temperatura; e volume e concentração do espaço-livre da embalagem (KADER *et al.*, 1989). O filme de PEAD possui alta permeabilidade a CO₂, 3900 – 10.000 cm³ m⁻² dia⁻¹ (LANA; FINGER, 2000), o que resulta em baixa concentração dentro da embalagem, evitando inconvenientes como a anaerobiose.

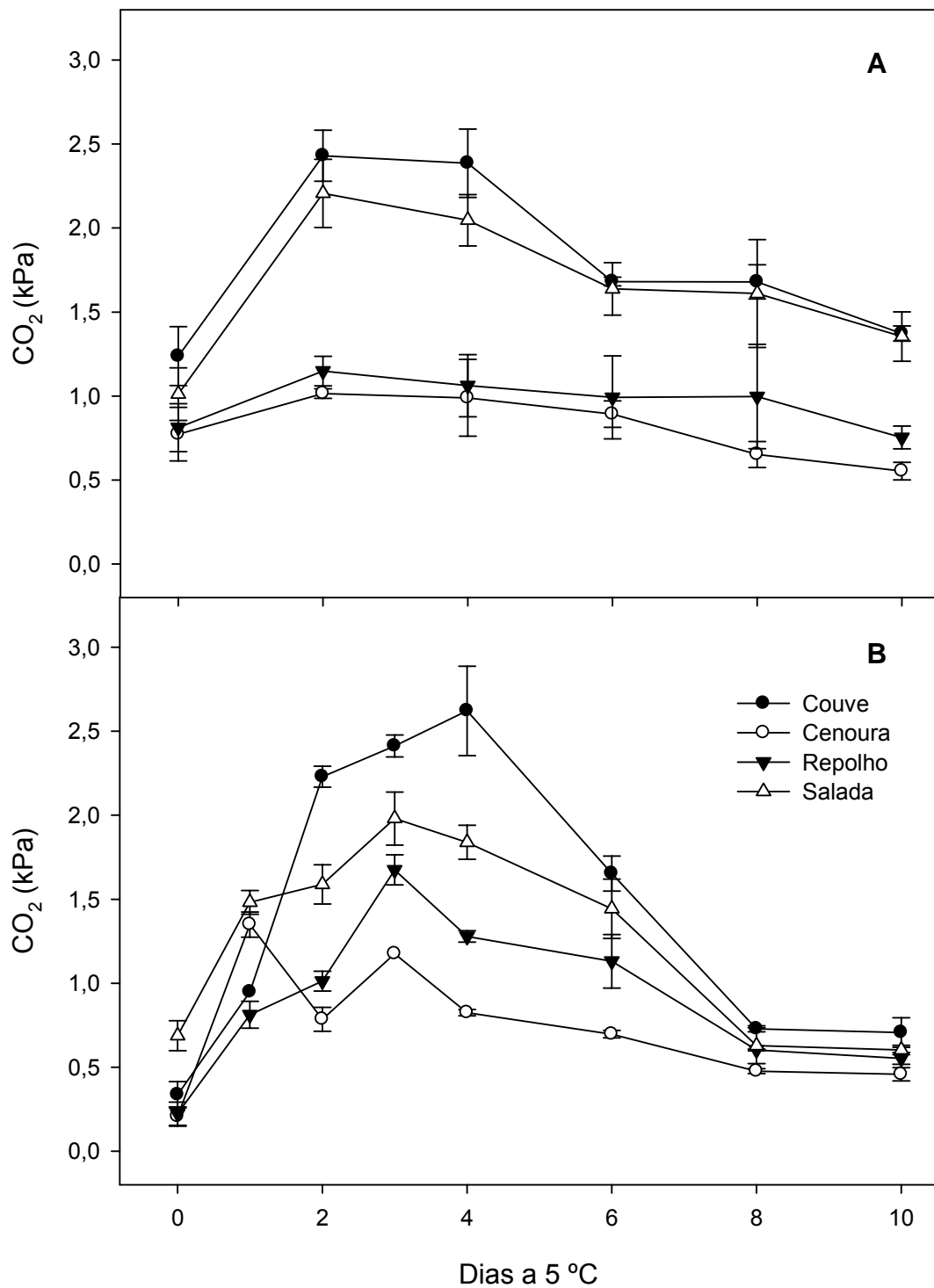


Figura 5 – Concentração de CO₂ no interior da embalagem de polietileno de alta densidade, a 5 °C, durante 10 dias, contendo cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados isoladamente e na forma de salada mista (△), colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

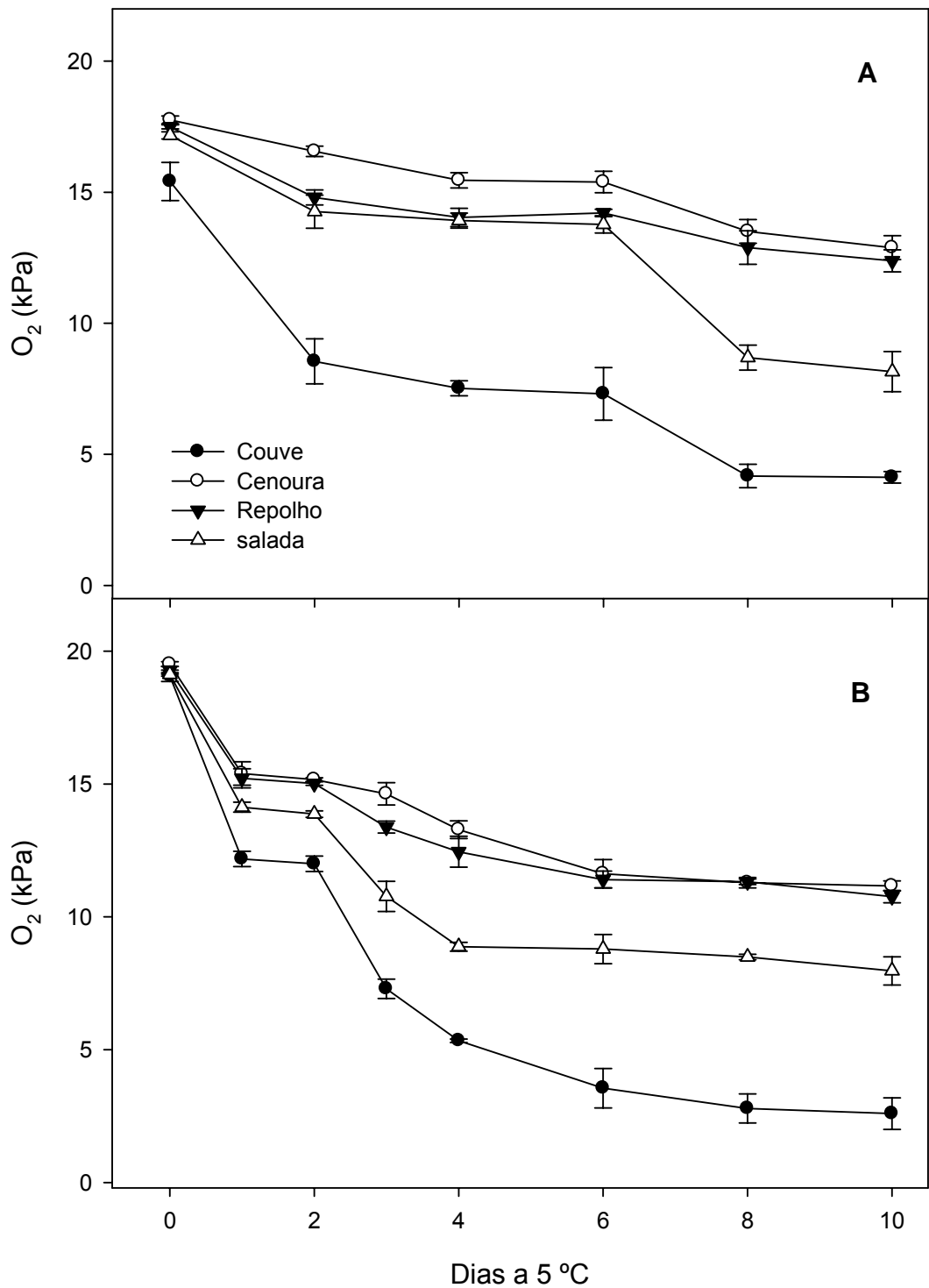


Figura 6 – Concentração de O_2 no interior da embalagem de polietileno de alta densidade, a 5 °C, durante 10 dias, contendo cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados isoladamente e na forma de salada mista (△), colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

A elevada concentração de O_2 e baixa de CO_2 diferem da atmosfera modificada ideal, caracterizada por apresentar baixos níveis de O_2 e altos de CO_2 , que podem reduzir potencialmente a taxa respiratória, produção e sensibilidade ao etileno, assim como mudanças fisiológicas (KADER *et al.*, 1989; SALTVEIT, 1993). Desse modo, a alta concentração de O_2 pode contribuir diretamente com o baixo período de conservação dos produtos.

O aumento na concentração de C_2H_4 foi observado logo nos primeiros dias de conservação, atingindo, no segundo dia, o valor máximo em todos os produtos conservados, isoladamente e na forma de mistura, nas hortaliças colhidas em novembro (Figura 7A). Em janeiro, couve e salada mista atingiram os valores máximos no primeiro dia, cenoura no segundo dia e repolho roxo no terceiro dia (Figura 7B). No decorrer da conservação, o aumento transiente na concentração de C_2H_4 reduziu-se, apresentando estabilização ao final.

A produção de C_2H_4 em janeiro foi de aproximadamente duas e três vezes maior que em cenoura e repolho roxo, couve e salada mista colhidos em novembro. Couve e salada mista apresentaram elevada concentração de etileno, em relação à cenoura e repolho roxo. Esses resultados confirmam novamente a inibição da síntese e produção de C_2H_4 (Figura 7A) sob elevadas concentrações de CO_2 (Figura 5A), as quais se verificaram em novembro.

As concentrações dos gases apresentaram-se semelhantes nas duas épocas. No entanto, novembro apresentou maior acúmulo de CO_2 , menor redução na concentração de O_2 e menor acúmulo de C_2H_4 . Em janeiro, observou-se menor acúmulo de CO_2 , maior redução na concentração de O_2 e maior acúmulo de C_2H_4 . A produção de gases pelas hortaliças é diretamente influenciada pela taxa respiratória e pelas taxas de permeabilidade da embalagem, o que torna determinante a escolha da embalagem correta para conservação de produtos minimamente processados.

A embalagem de PEAD tem potencial para o uso em atmosferas modificadas e pela alta permeabilidade se adequa perfeitamente a produtos com altas taxas respiratórias como a couve, sendo ideal para a conservação da mistura.

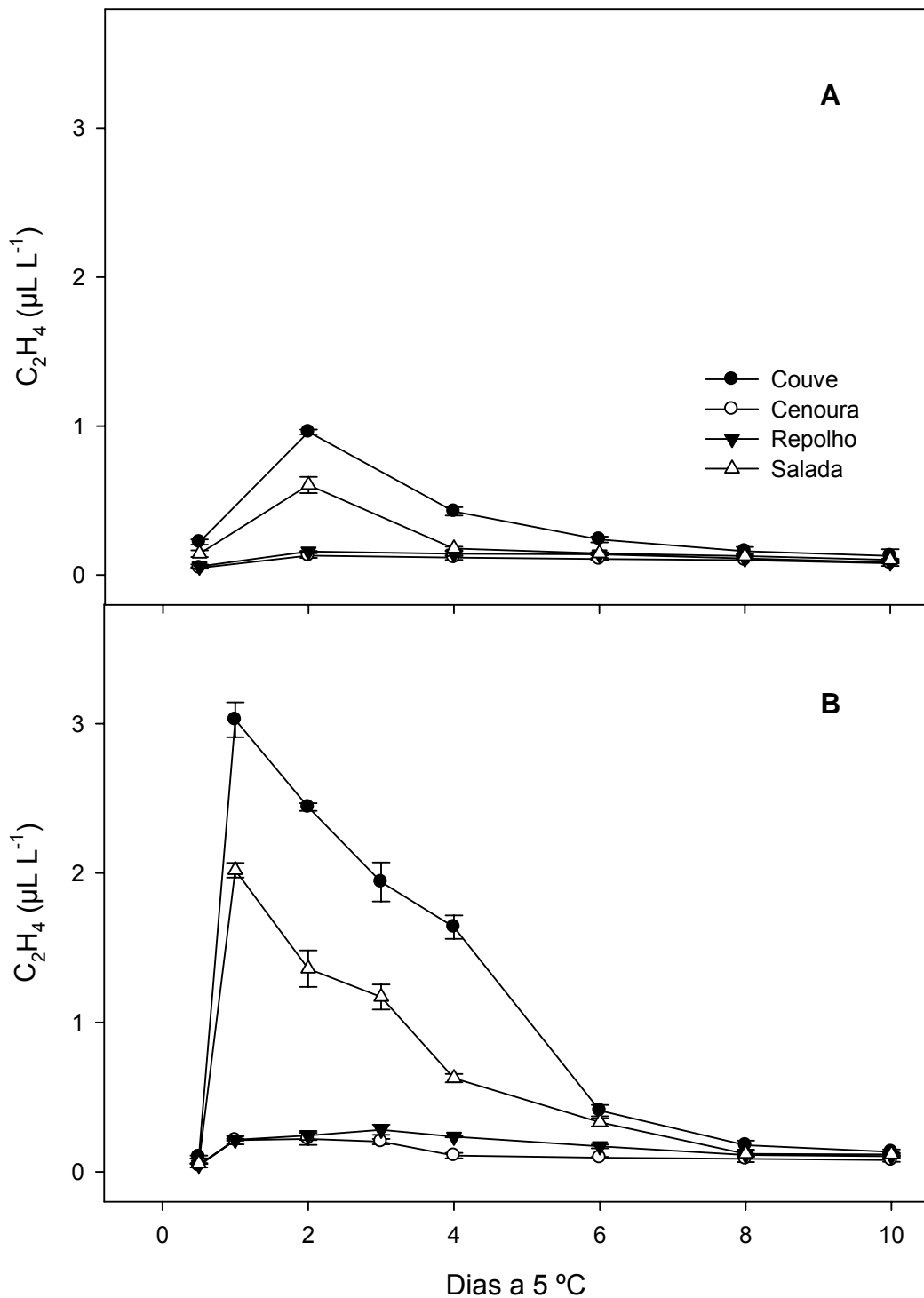


Figura 7 – Concentração de C_2H_4 no interior da embalagem de polietileno de alta densidade, a 5 °C, durante 10 dias, contendo cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados isoladamente e na forma de salada mista (△), colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

3.5. Qualidade físico-química

3.5.1. Qualidade visual e propriedades organolépticas Cenoura

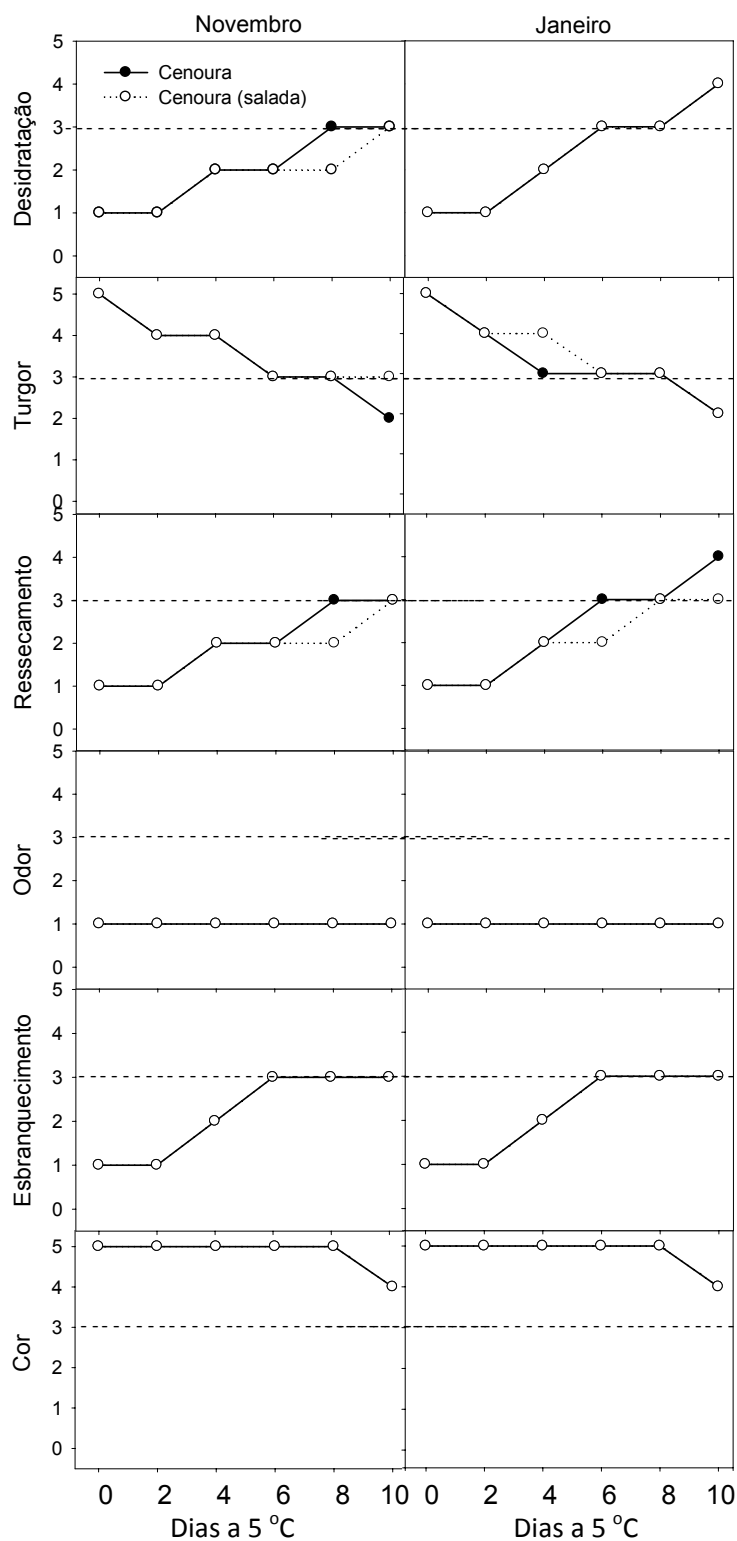
A cenoura minimamente processada conservada isoladamente e como componente da mistura apresentou mudanças visuais ao longo do período de conservação nas duas épocas de colheita (Figura 8).

O aspecto desidratado, em cenouras colhidas em novembro, foi visualizado a partir do segundo dia de conservação, sendo considerado intermediário ao oitavo dia, ou seja, limitante à comercialização. Em janeiro, esse aspecto mostrou-se mais severo no final da conservação, sendo caracterizado ruim (Figura 8).

A perda de turgor foi nítida ao longo da conservação, nas duas épocas de colheita (Figura 8). O ressecamento foi constatado a partir do segundo dia em cenouras conservadas individualmente e como componente da salada, sendo considerada intermediária e ruim em novembro e em janeiro, respectivamente (Figura 8). Silva (2003) também observou em cenouras minimamente processadas, conservadas a 5 °C, perda de turgor seguida de ressecamento. Esse comportamento também foi constatado na correlação positiva alta entre ressecamento e desidratação e negativa alta entre turgor e desidratação, turgor e ressecamento.

O esbranquecimento foi verificado a partir do segundo dia, atingindo o aspecto intermediário (Figura 8). Ao final da conservação, constatou-se perda de intensidade de cor, sendo considerada leve (Figura 8). Perda de cor e esbranquecimento também foram observados por Pilon (2003) em cenoura, sendo o esbranquecimento constatado desde o primeiro dia de conservação. Silva (2003) e Simões (2008) também constataram esbranquecimento desde o início da conservação em cenoura e minicenoura, respectivamente.

Constatou-se que cenoura conservada isoladamente e como componente da salada apresentou as mesmas características durante toda a conservação, diferindo apenas entre as épocas de colheita. Os sintomas de desidratação, ressecamento e perda de turgor foram notados mais rapidamente em janeiro, atingindo ao final da conservação aspecto ruim, em novembro se manteve intermediário. Esses parâmetros contribuíram para a redução da qualidade e de sua conservação, que passou de seis a oito dias nas duas épocas estudadas.



----- Limite de aceitação; Escala subjetiva utilizada:
 1 = ausente; 2 = Leve; 3 = intermediária; 4= intensa; e 5 = muito intensa.

Figura 8 – Desidratação, turgor, ressecamento, odor, escurecimento e cor em cenoura minimamente processada, embalada em polietileno de alta densidade, isoladamente (●) e como componente da salada mista (○), conservados, a 5 °C, por 10 dias, em duas épocas de colheita.

Repolho roxo

O repolho conservado isoladamente e como componente da salada apresentou padrões semelhantes nas duas épocas de colheita (Figura 9).

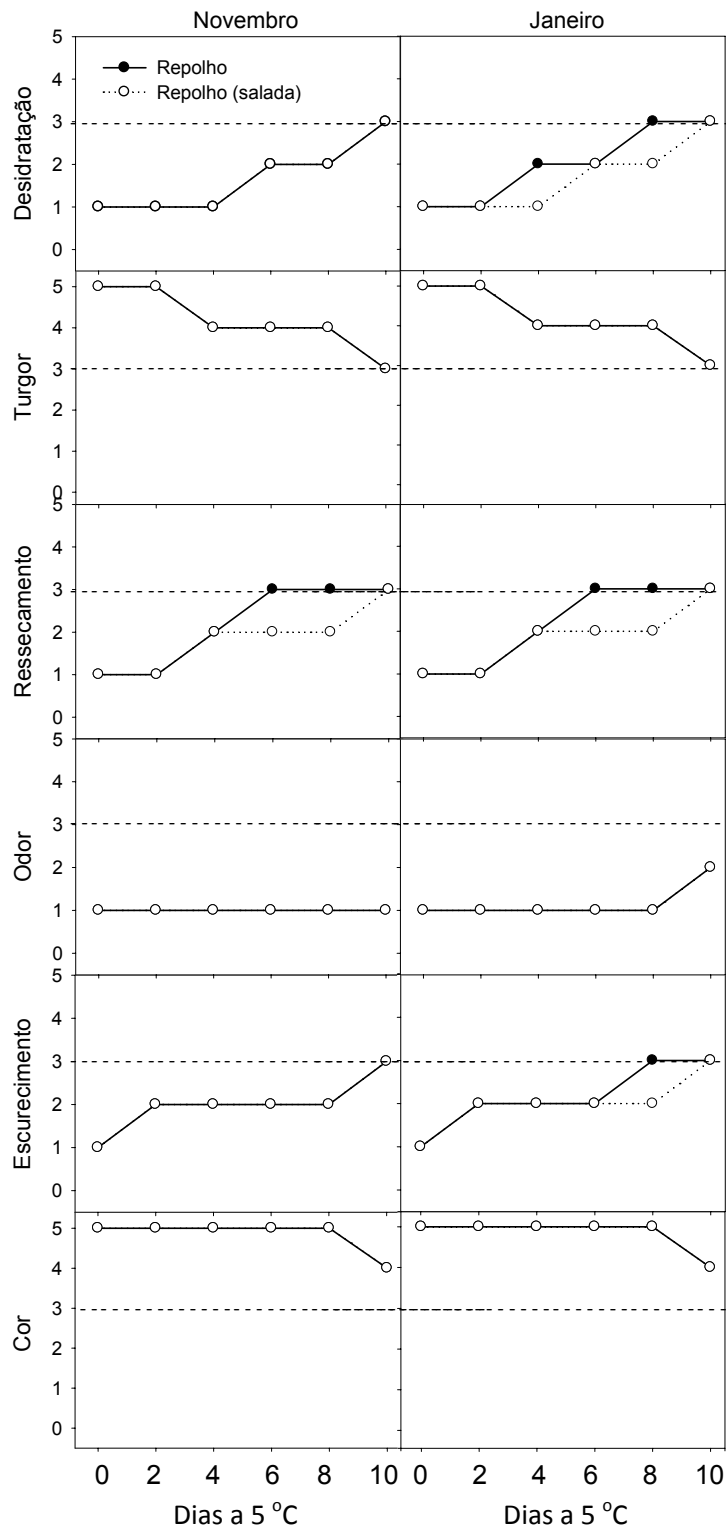
O aspecto desidratado foi notado a partir do quarto dia, sendo considerado intermediário ao final da conservação (Figura 9). Assim como em cenoura, ao final da conservação a perda de turgor foi considerada leve (Figura 9). O ressecamento manifestou-se a partir do segundo dia de conservação e, ao sexto e oitavo dias, foi considerado intermediário para repolho isolado e repolho como componente na salada, respectivamente (Figura 9).

O escurecimento foi verificado a partir do segundo dia; no entanto, manteve-se leve, atingindo aspecto intermediário ao final da conservação, quando também se detectou perda da intensidade de cor, considerada leve (Figura 9). O escurecimento também foi visualizado por Kaur *et al.* (2001) a partir do quarto e quinto dias em repolhos conservados a 6 °C e por Rinaldi (2005) a 5 °C.

A exalação de odor a partir do oitavo dia do período de conservação pode ser constatada em repolho conservado isoladamente e na salada, colhidos em janeiro. O odor, assim como os parâmetros visuais, limita a comercialização. Silva (2000), trabalhando com repolho branco em filme de PEAD, observou que ele se manteve sensorialmente viável até o sétimo dia de conservação. Neste trabalho, a conservação de repolho roxo estendeu-se até o oitavo dia, nas duas épocas de colheita.

Couve

A aparência da couve minimamente processada conservada isoladamente e misturada em salada apresentou nítidas alterações em aspectos como desidratação, ressecamento, perda de turgor e cor, odor e escurecimento, no decorrer da conservação (Figura 10).



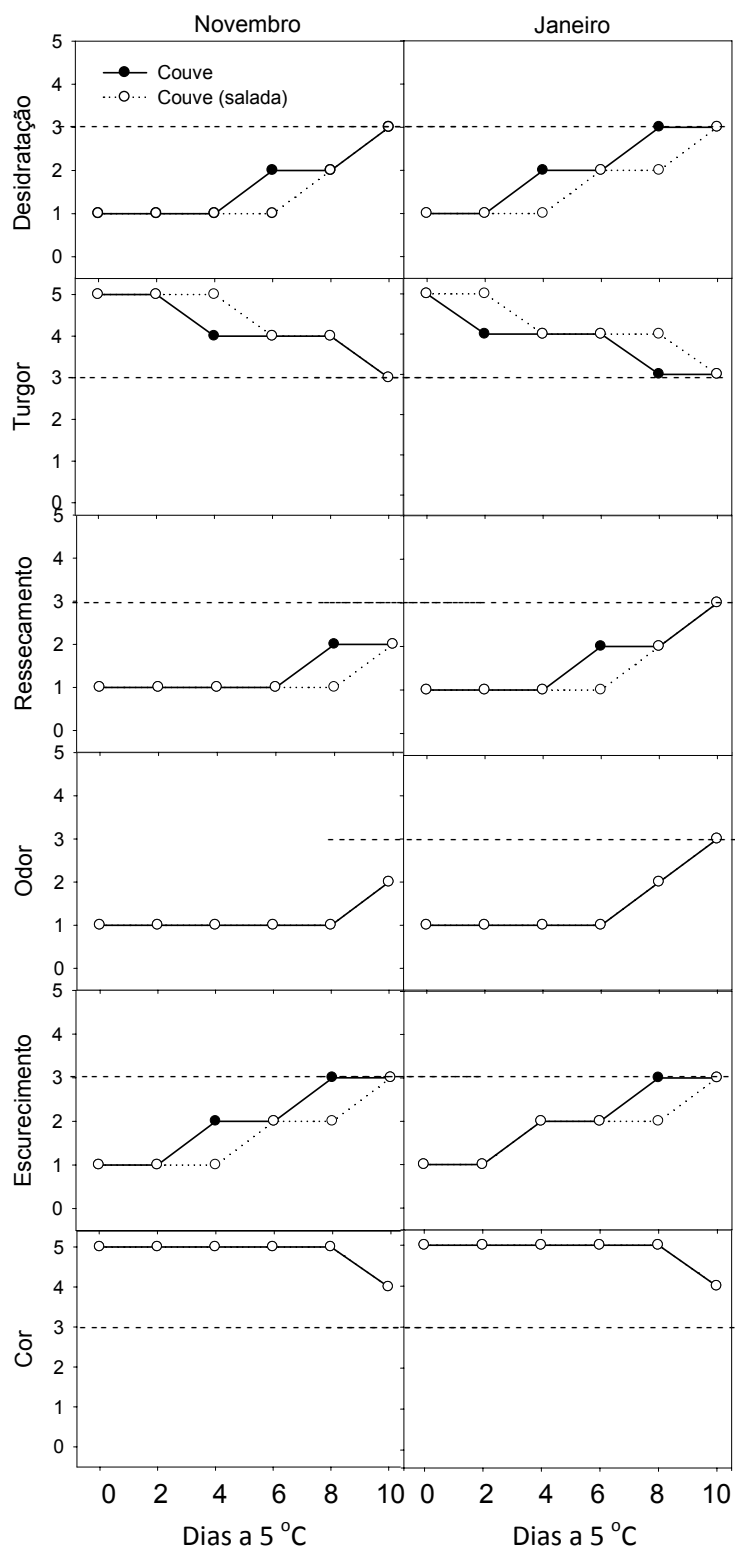
----- Limite de aceitação; Escala subjetiva utilizada:
 1 = ausente; 2 = leve; 3 = intermediária; 4= intensa; e 5 = muito intensa.

Figura 9 – Desidratação, turgor, ressecamento, odor, escurecimento e cor em repolho minimamente processado, embalado em polietileno de alta densidade, isoladamente (●) e como componente da salada mista (○), conservados a 5 °C por 10 dias, nas duas épocas de colheita.

O sintoma de desidratação foi determinado em novembro, a partir do quarto dia em couve isolada e, no sexto dia, em couve na mistura. Ao final de 10 dias, ambas apresentaram aspecto intermediário (Figura 10). Em janeiro, o sintoma de desidratação foi constatado a partir do segundo dia em couve isolada e no quarto dia em couve como componente da salada, atingindo, no oitavo e décimo dias, aspecto intermediário (Figura 10). O aspecto murcho, decorrente da perda de água e, conseqüentemente, da perda de frescor, manifestou-se mais rapidamente em couve colhida em janeiro (Figura 10).

Ainda como reflexo da perda de turgor, observou-se ressecamento, que se mostrou mais intenso em janeiro, aparecendo no sexto dia em couve e oitavo dia em couve como componente da salada. Em novembro, esse sintoma se manteve leve (Figura 10). Esses sintomas podem ser reforçados pela presença de correlações negativas entre turgor e desidratação, turgor e ressecamento e pela correlação positiva entre ressecamento e desidratação. Perda de turgor e aspecto ressecado também foram visualizados no quarto e décimo primeiro dias de conservação em alface e couve conservadas a 5 °C, por Darezzo (2004) e Simões (2004), respectivamente.

Em couve colhida em novembro, a exalação de odor foi constatada no décimo dia; em janeiro, ocorreu no oitavo dia de conservação (Figura 10). Em testes preliminares com cenoura, repolho roxo e couve, isoladamente e em mistura, conservadas durante 10 dias a 5 °C, em embalagens de polipropileno, bandejas de polipropileno cobertas com filme PVC e Poliolefina multicamada (PD 900), constatou-se a exalação de odor no terceiro dia de conservação, possivelmente pela baixa permeabilidade desses filmes, resultando em baixa concentração de O₂ e conseqüente respiração anaeróbica. O odor caracteriza-se como parâmetro indesejável, afetando diretamente a comercialização do produto. Simões (2004) também verificou a exalação de odor em embalagem de polipropileno não perfurada, conservada a 5 °C, durante 12 dias.



----- Limite de aceitação; Escala subjetiva utilizada:
 1 = ausente; 2 = leve; 3 = intermediária; 4= intensa; e 5 = muito intensa.

Figura 10 – Desidratação, turgor, ressecamento, odor, escurecimento e cor em couve minimamente processada, embalada em polietileno de alta densidade, isoladamente (●) e como componente da salada mista (○), conservados a 5 °C por 10 dias, nas duas épocas de colheita.

O escurecimento, caracterizado pela presença de manchas amarronzadas por toda a folha, foi detectado a partir do quarto dia em couve, atingindo aspecto intermediário, ou seja, limitante no oitavo dia em couve isolada e décimo dia em couve na salada, em novembro e janeiro, respectivamente (Figura 7E). Notou-se perda da intensidade de cor, considerada leve no décimo dia de conservação (Figura 7F), possivelmente em função da degradação das clorofilas e do aparecimento de seus subprodutos, como a feofitina e o feofórbio, com coloração verde-oliva ou verde amarronzada, respectivamente (HEATON *et al.*, 1996), bem como da oxidação de compostos fenólicos por ação enzimática (ARAUJO, 2003).

Verificou-se que couve na mistura e isoladamente, colhida em janeiro, apresentou antecipadamente os sintomas de desidratação, ressecamento, perda de turgor e odor com relação a novembro. A antecipação dos sintomas pode estar relacionada com a elevada taxa respiratória no oitavo dia de conservação, conseqüente ao início da senescência. Com base nos parâmetros analisados, a couve manteve-se comercializável até o sexto e oitavo dias em janeiro e novembro, respectivamente.

Cenoura, repolho roxo e couve conservados isoladamente, bem como componentes da salada mista, apresentaram as mesmas características e o mesmo período de conservação. Entre os parâmetros de qualidade avaliados, apresentou-se como limitante da comercialização de couve e repolho roxo a exalação de odor. Em cenoura, constataram-se desidratação, perda de turgor e ressecamento como fatores limitantes.

Atributos visuais referentes a aparência, sabor e odor indesejável são as características avaliadas relevantes para predizer o período de conservação das hortaliças, por contribuírem diretamente para a perda de qualidade total (PIAGENTINI *et al.*, 2005; SIMÕES, 2008). A depender da época de colheita, a matéria-prima pode ser limitante. A dificuldade em encontrar-se material de boa qualidade no verão pode ter contribuído para os resultados encontrados.

3.5.2. Massa fresca

A perda acumulada de massa fresca aumentou ao longo do período de conservação em cenoura, repolho roxo e couve, conservados isoladamente e como componentes da salada mista, colhidos em novembro e janeiro (Figura 11). No entanto, classificou-se como baixa perda de massa fresca, permanecendo abaixo de 1%; apesar de baixa, foi suficiente para desencadear fatores como desidratação, ressecamento e perda de turgor (Figuras 8, 9 e 10).

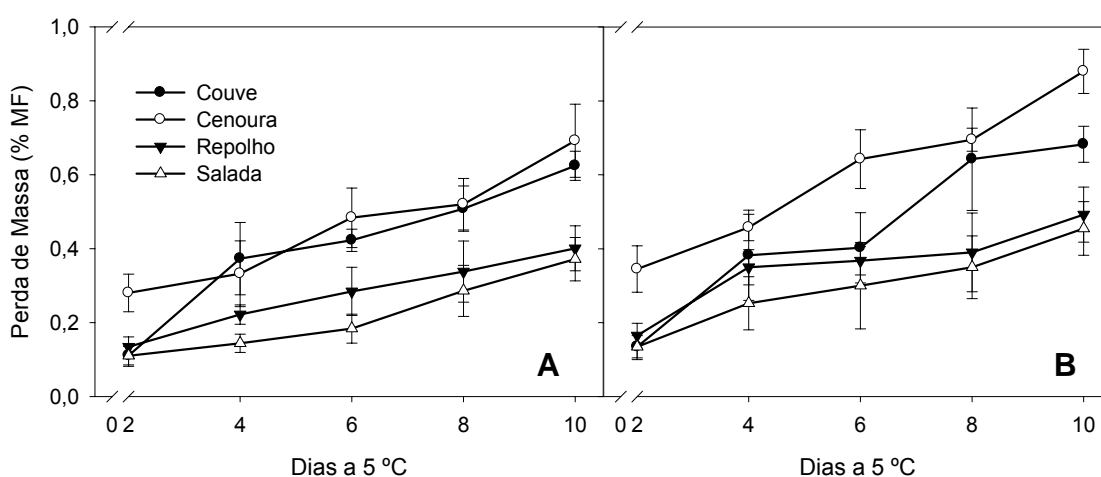


Figura 11 – Perda de massa em embalagem de polietileno de alta densidade, a 5 °C durante 10 dias, de cenoura (○), repolho roxo (▼) e couve (●) minimamente processados, conservados isoladamente e na forma de salada mista (△), colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

Couve e cenoura apresentaram as mesmas características ao longo da conservação. Embora a cenoura tenha inicialmente apresentado maior perda de massa, a couve atingiu igual porcentagem de perda ao longo da conservação, sendo seguida de repolho roxo e salada mista. Os produtos colhidos em janeiro apresentaram perda de massa superior a novembro (Figura 11).

A salada mista durante todo o período de conservação apresentou menor perda de massa, mostrando a existência de interferência entre os produtos. Na Tabela 3, observa-se que, em todos os tempos e em ambas as épocas, o somatório foi sempre superior ao da salada, atestando a possível existência de interação entre os produtos, quando misturados, quando possivelmente a água perdida por um produto esteja sendo readSORVIDA por outro.

Tabela 3 – Perda de massa fresca acumulada em cenoura (cen), repolho roxo (rep) e couve (cou), minimamente processada, conservados isoladamente e misturados como componentes do somatório (60+60+60 g) e da salada (180 g) mista em duas épocas de colheita

Perda de Massa, %					
Dias	Cenoura	Repolho	Couve	(Cen+Rep+Cou)	Salada
Novembro					
2	0,09	0,04	0,04	0,18	0,11
4	0,11	0,07	0,12	0,31	0,14
6	0,16	0,09	0,14	0,40	0,18
8	0,17	0,11	0,17	0,46	0,29
10	0,23	0,13	0,21	0,57	0,37
Média	0,15	0,09	0,14	0,38	0,22
Janeiro					
2	0,12	0,06	0,05	0,22	0,14
4	0,15	0,12	0,13	0,40	0,25
6	0,21	0,12	0,13	0,47	0,30
8	0,23	0,13	0,23	0,59	0,35
10	0,33	0,16	0,25	0,75	0,46
Média	0,21	0,12	0,16	0,48	0,30

A perda de massa em repolho roxo se assemelha ao encontrado por Silva (2000) e Rinaldi (2005) em repolho branco conservado a 5 °C. No entanto, esses autores consideraram baixas as perdas. Simões (2004) obteve 10% de perda de massa em couve trabalhando com embalagem de polipropileno perfurada, conservada a 5 °C. Silva (2003) obteve 0,4% de

perda em cenouras conservadas em polipropileno a 5 °C. Enquanto Simões (2008) verificou 3% de perda em minicenouras conservadas em bandeja de polipropileno revestida com PVC.

Esses resultados justificam a importância da embalagem na formação de barreira ao vapor d'água, minimizando a desidratação. PEAD caracteriza-se como um filme de baixa permeabilidade ao vapor d'água. Assim, a saturação do vapor d'água no interior das embalagens não favoreceu a formação de um gradiente de pressão de vapor entre o produto e o espaço vazio, minimizando a perda de água.

Correlacionando perda de massa e ressecamento, têm-se interações positiva e negativa entre perda de massa e turgor. A perda da qualidade de produtos vegetais está intrinsecamente relacionada à perda de água. Essa perda não resulta apenas em perdas quantitativas, mas também qualitativas, como: aparência, textura e suculência (KADER, 1992), características essas muito importantes para produtos comercializados com base na aparência.

3.5.3. Compostos fenólicos e cor instrumental

Cenoura

Os teores de compostos fenólicos solúveis totais, bem como o índice de esbranquecimento (IES), aumentaram na cenoura isolada e cenoura como parte da salada, nas duas épocas estudadas (Figura 12).

Produtos colhidos em novembro apresentaram, durante a conservação, incremento de aproximadamente 22% no teor de fenóis. Em janeiro, apresentaram incremento de 15% na cenoura conservada isoladamente e como componente da salada mista. Embora no decorrer da conservação as cenouras colhidas em janeiro tivessem apresentado menor aumento, apresentaram teores absolutos mais elevados (Figura 12). Incrementos também foram encontrados ao longo da conservação por Alasalvar *et al.* (2005), Reyes *et al.* (2007), Cisneros-Zevallos *et al.* (2009) e Simões (2008), trabalhando com minicenouras.

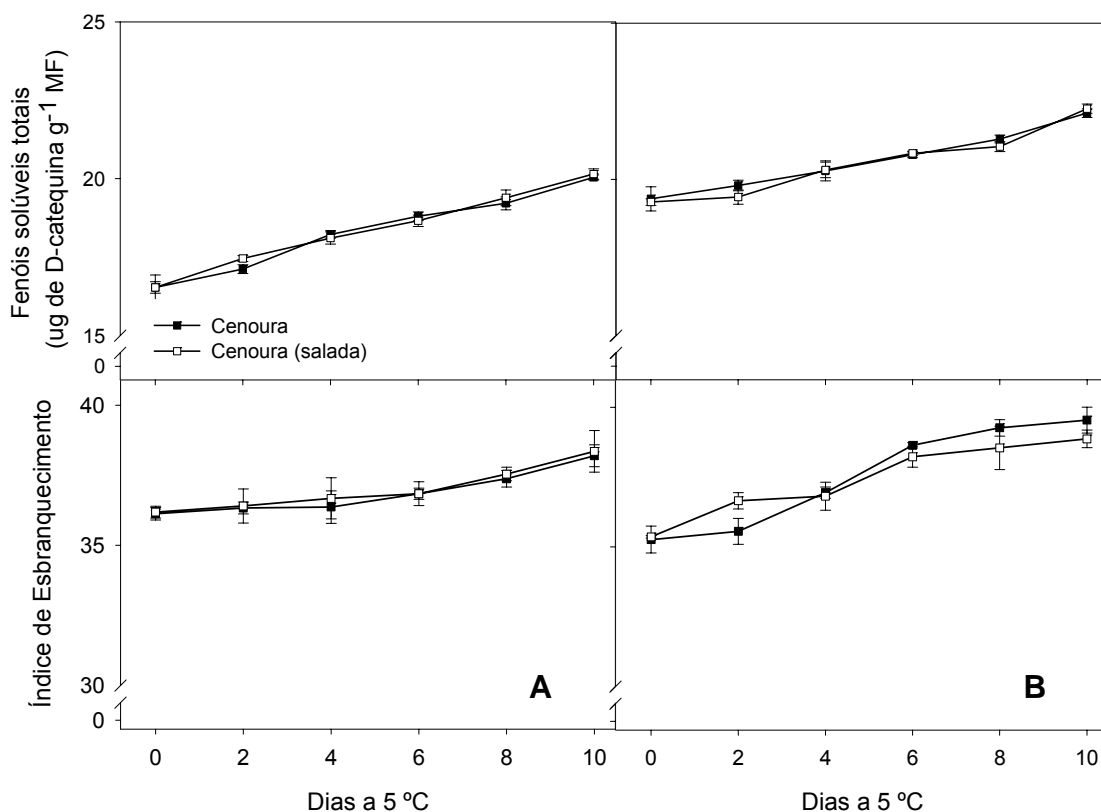


Figura 12 – Fenóis solúveis totais e índice de esbranquecimento em embalagem de polietileno de alta densidade a 5 °C, durante 10 dias, em cenoura minimamente processada isoladamente (●) e cenoura como parte da salada mista (○), colhidas em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

Os sintomas de desidratação, perda de turgor e ressecamento ocorreram concomitantemente com o aumento dos valores do índice de esbranquecimento, que apresentou incremento de 12% em cenouras colhidas em janeiro com relação a 6% nas colhidas em novembro (Figura 12). O esbranquecimento também foi verificado em cenouras conservadas a 5 °C por Silva (2003), Vargas *et al.* (2009) e, em minicenouras, por Simões (2008).

O aumento do teor de fenóis e do IES são respostas decorrentes do corte. No entanto, propõe-se que não exista correlação entre eles, por serem respostas oriundas de mecanismos de diferentes naturezas. O esbranquecimento constitui-se de um processo físico, decorrente da desidratação associada ao colapso de células superficiais (SIMÕES, 2008). Esse aumento é possivelmente resultante de um mecanismo de defesa, pela

formação de fitoalexinas ou, ainda, pelo controle de espécies reativas de oxigênio (DIXON *et al.*, 1995; TAMAGNONE *et al.*, 1998).

A disposição de cenouras minimamente processadas em um filme adequado que mantenha a umidade desejada pode garantir um produto com elevado teor fenólico e, por conseguinte, atividade antioxidante, minimizando a desidratação, embora não impeça a manifestação do esbraquecimento.

Repolho roxo

O teor de fenóis solúveis totais apresentou redução e o índice de escurecimento (IE), incremento, durante as duas épocas estudadas em repolho roxo (Figura 13).

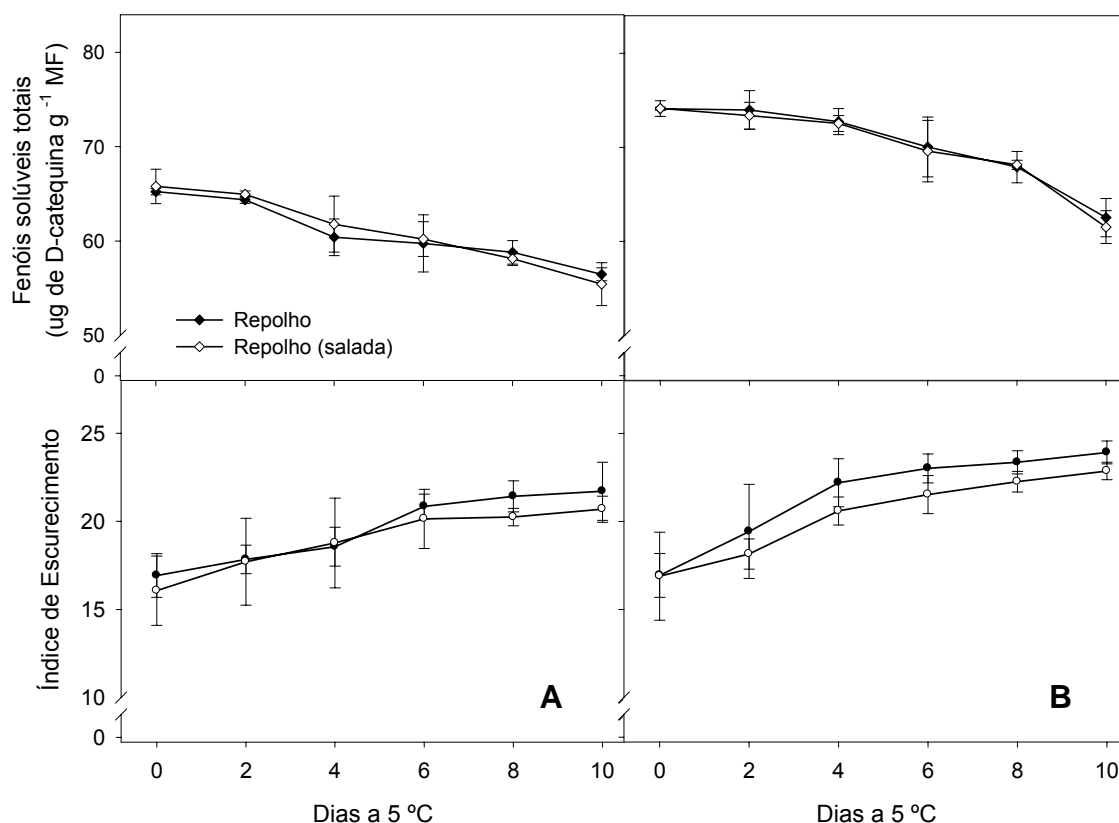


Figura 13 – Fenóis solúveis totais e índice de escurecimento em embalagem de polietileno de alta densidade a 5 °C, durante 10 dias, em repolho minimamente processado isoladamente (●) e repolho como componente da salada mista(○), colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

O teor de fenóis em repolho roxo apresentou característica semelhante nas duas épocas estudadas, reduzindo-se em aproximadamente 16% em repolho isolado e repolho como parte da salada mista, ao final do período de conservação (Figura 13). Reyes *et al.* (2007) não constataram mudança no teor de fenóis ao longo da conservação em repolho branco, mas o repolho roxo teve redução de 9% desse teor. Cisneros-Zevallos *et al.* (2009) também encontraram redução em repolho branco.

O IE apresentou valores próximos nas duas épocas de colheita, havendo diferenciação ao final da conservação, com índices superiores em janeiro (Figura 14). No decorrer da conservação, os produtos apresentaram incrementos de 28, 29, 41 e 35% em repolho isolado e repolho como parte da salada em novembro e janeiro, respectivamente (Figura 14). O escurecimento também foi evidenciado por Silva (2000) e Rinaldi (2005) em repolho branco conservado a 5 °C.

Couve

O teor de fenóis solúveis totais em couve reduziu-se ao longo da conservação nas duas épocas estudadas (Figura 14). Ao final de 10 dias, apresentou redução de 23, 25, 7 e 8% em couve isolada e couve como parte da salada, em novembro e janeiro, respectivamente (Figuras 14AB).

Couve colhida em janeiro apresentou teores de compostos fenólicos mais elevados, além de menor redução ao longo da conservação (Figura 14). Couve apresenta elevado conteúdo de fenóis (ISMAIL *et al.*, 2004; PODSEDEK, 2007). Bunea *et al.* (2008) verificaram em espinafre conservado a 4 °C, após 72 h, redução de 11,2%. Harnaum *et al.* (2008) constataram, em repolho-chinês conservado a 4 °C, aumento inicial seguido de decréscimo até o oitavo dia de conservação.

A redução do teor de fenóis solúveis possivelmente ocorra pela sua utilização como substrato da polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) e, ou, outras enzimas do metabolismo dos fenilpropanoides (GUIMARÃES, 2006). Essa redução pode ser resultante de um desvio para a formação de fenóis insolúveis como lignina e suberina, por meio da enzima peroxidase/H₂O₂ mediada de radicais livres no processo (RAZEM *et al.*, 2002) ou, ainda, pela polimerização de fenóis devido à oxidação, decorrente da reação de Maillard (TALCOTT *et al.*, 1999).

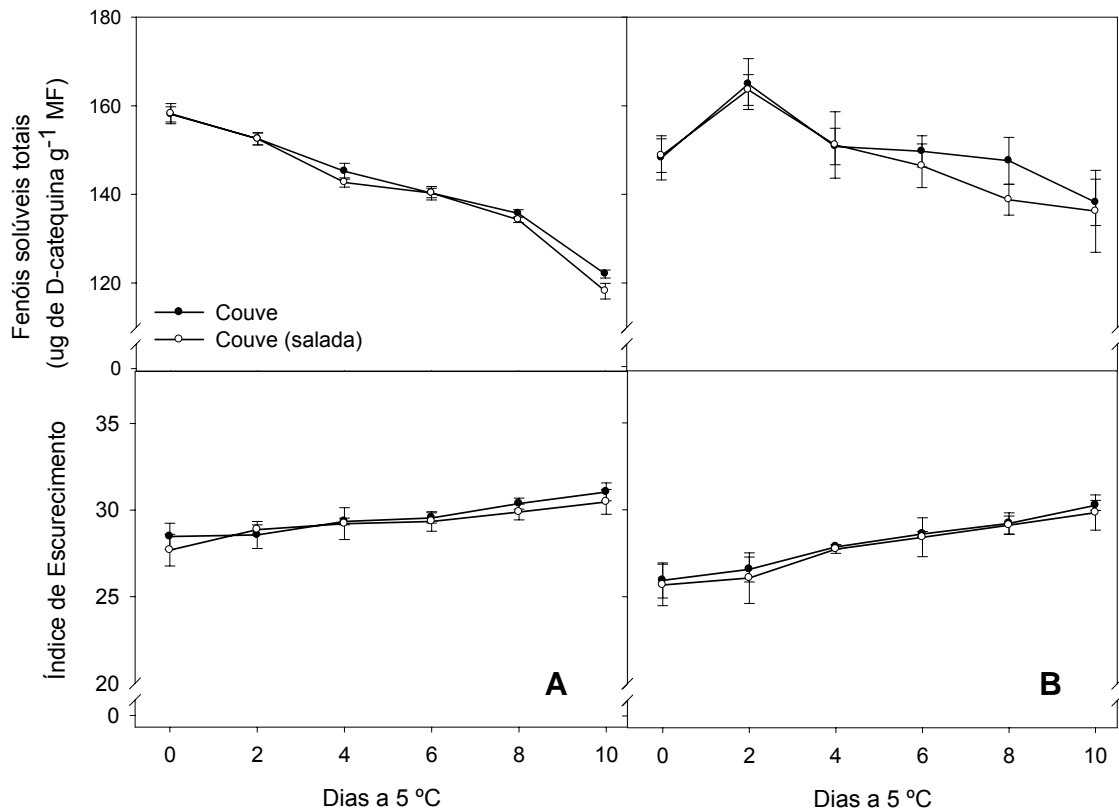


Figura 14 – Teores de fenóis solúveis totais e índice de escurecimento em embalagem de polietileno de alta densidade a 5 °C, durante 10 dias, em couve minimamente processada isoladamente (●) e couve como componente da salada mista (○), colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

Concomitantemente à redução de fenóis, observou-se aumento do índice de escurecimento (IE) ao longo da conservação (Figura 12). Novembro apresentou índices mais elevados (Figura 14A). Couve isolada e couve como parte da salada apresentaram incremento de aproximadamente 10 e 16%, em novembro e janeiro, respectivamente (Figura 14AB). Comportamento semelhante também foi observado por Carnelossi (2000) e Simões (2004) trabalhando com couve conservada a 5 °C e, por Fonseca *et al.* (2005), a 20 °C.

O escurecimento, bem como outras alterações fisiológicas decorrentes do estresse provocado pelo corte, representa um dos principais fatores que limitam a comercialização dos produtos. Isso ocorre em função da oxidação de compostos fenólicos por ação enzimática, catalisada especialmente pela PPO, produzindo quinonas, que rapidamente se

condensam, formando pigmentos escuros insolúveis denominados melaninas (ARAÚJO, 2003). Desse modo, relaciona-se diretamente a redução do teor de fenólicos utilizados como substrato com o aumento no índice de escurecimento caracterizado pela formação de quinonas.

Esse fator pode ainda ser decorrente de reações não enzimáticas, quando aminoácidos, proteínas ou outros compostos fenólicos também formam pigmentos escuros (ARAÚJO, 2003). Em ambas as épocas, observaram-se correlação negativa moderada entre o teor de fenóis e o índice de escurecimento em couve isolada e couve como parte da salada.

As altas taxas respiratórias observadas em novembro favorecem a redução do teor de fenólicos pelo consequente aumento do escurecimento dos tecidos ao longo da conservação. O uso de atmosfera modificada com baixos níveis de oxigênio pode amenizar esses fatores, favorecendo a conservação e estendendo a comercialização.

3.5.4. Pigmentos (clorofila total, carotenoides e antocianinas totais)

Todos os pigmentos apresentaram diminuição ao longo da conservação em couve, cenoura e repolho roxo individualizados e na forma de mistura como componentes da salada, colhidos nas duas épocas estudadas (Figura 15).

Em geral, as hortaliças colhidas em novembro apresentaram maiores teores iniciais de pigmentos com relação àquelas colhidas em janeiro, exceto em couve (Figura 15). Além disso, o uso de couve, cenoura e repolho roxo separados e misturados em uma mesma embalagem parece não afetar os teores dos pigmentos estudados a ponto de comprometer a qualidade do produto, nas duas épocas colhidas (Figura 15).

O processamento mínimo induz mudanças estruturais e químicas, reações enzimáticas e a liberação de ácidos orgânicos pelos tecidos danificados, que são responsáveis pela rápida degradação de clorofila (HEATON *et al.*, 1996). Em produtos minimamente processados, a degradação predomina por um desarranjo causado pela oxidação da molécula de clorofila por radicais livres de oxigênio (BROWN, 1991). Desse modo, o foco não seria o catabolismo da clorofila, mas a manutenção de integridade das células e o controle das reações de oxidação (CHÉOUR *et al.*, 1992).

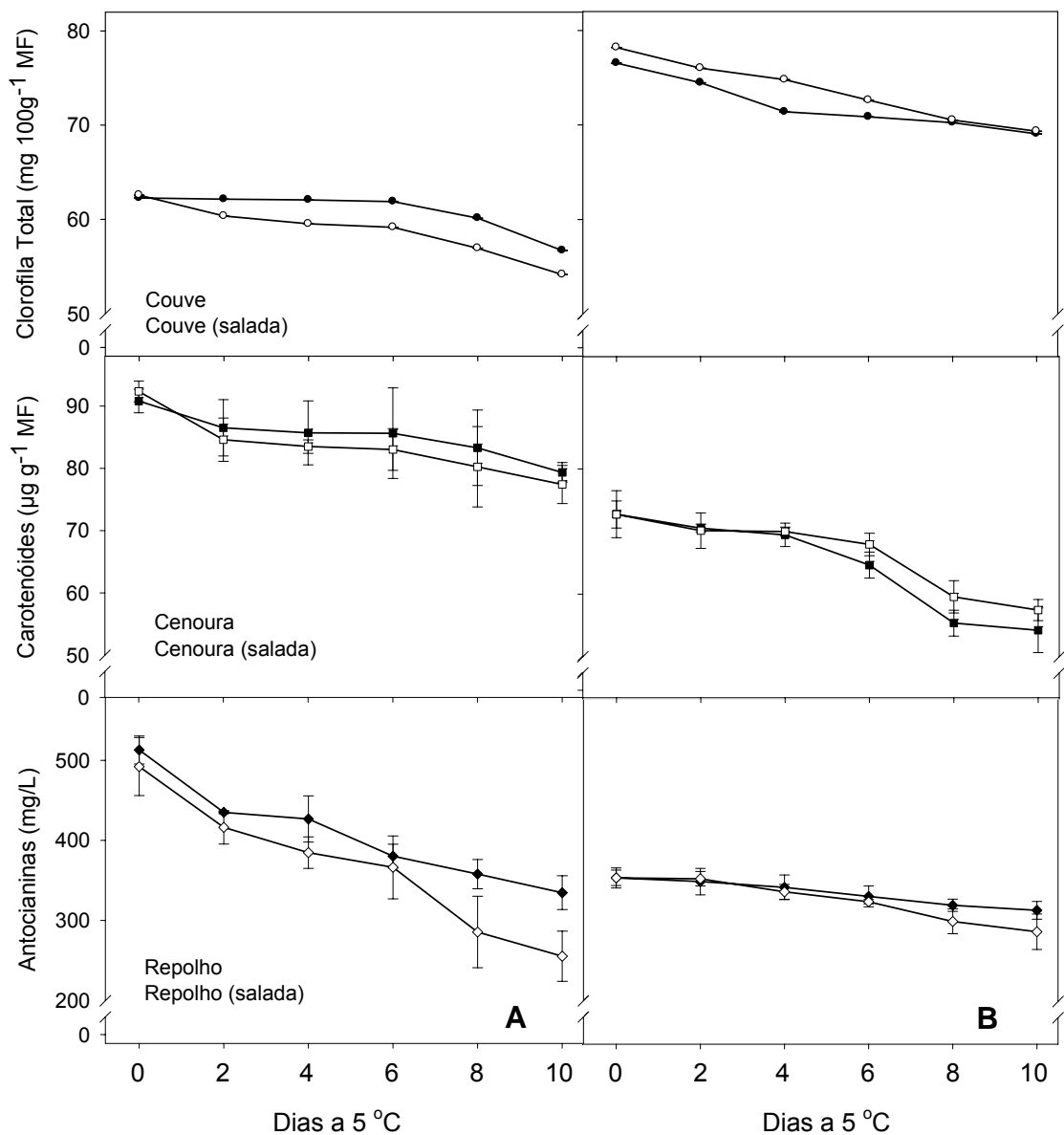


Figura 15 – Teores de clorofila total, carotenóides e antocianinas totais em embalagem de polietileno de alta densidade a 5 °C, durante 10 dias, de couve (●), cenoura (■) e repolho roxo (◆) minimamente processados, conservados isoladamente, e couve (○), cenoura (□) e repolho roxo (◇) como componentes da salada mista, colhidos em novembro (A) e janeiro (B). As barras representam o erro-padrão da média.

Ao longo da conservação, observou-se em janeiro maior redução no teor de carotenoides, com 25 e 21% na cenoura isolada e na cenoura como parte da salada. Com as antocianinas, observou-se comportamento inverso, com redução expressiva de 35 e 48% para repolho isolado e repolho como parte da salada, em novembro (Figura 15BC).

Silva (2003) e Reyes *et al.* (2007), trabalhando com cenouras conservadas a 5 e 15 °C, não observaram modificações no teor de carotenoides ao longo da conservação. No entanto, Howard *et al.* (1996) e Alasalvar *et al.* (2005) verificaram, em cenouras conservadas a 2 e 5 °C, redução de 19%. Em minicenouras, a redução chega a 40% (SIMÕES, 2008). Reyes *et al.* (2007) constataram diminuição de 14% no teor de antocianinas em repolho roxo conservado a 15 °C.

A degradação de carotenoides em vegetais minimamente processados pode-se dar como resposta ao estresse do corte, estimulando enzimas envolvidas na cicatrização e reparação de membranas (ROLLE; CHISM, 1987). Pode, ainda, ser causada pelo pH do meio, oxigênio, luz e calor ou pela combinação desses (LI; BARTH, 1998), além da ação de lipoxigenases (KLEIN *et al.*, 1985; BRITTON, 1992). Com as antocianinas, esses fatores foram acrescidos da estrutura química, concentração, solventes, presença de enzimas como a PPO, flavonoides, proteínas e íons metálicos (REIN, 2005).

A diferença entre as épocas de colheita para os teores máximos atingidos na cenoura, repolho roxo e couve pode estar relacionada com a maturidade dos produtos, além de fatores climáticos. Os produtos colhidos em novembro apresentaram melhor qualidade; com conseqüente retardamento da desidratação, mostraram melhor qualidade e, conseqüentemente, retardamento da desidratação, ressecamento, perda de turgor e exalação de odor.

A redução da intensidade de cor dos tecidos em função da degradação dos pigmentos foi considerada leve, mesmo ao final da conservação. Desse modo, embora a degradação esteja ocorrendo, visualmente esse fator não foi considerado agravante, não prejudicando seu potencial de comercialização.

4. CONCLUSÕES

A conservação de cenoura, repolho roxo e couve na forma de salada mista manteve as mesmas características que os produtos individualizados, avaliados por taxa respiratória, produção de etileno, concentração de gases na embalagem, análise visual, cor, teor de fenóis e pigmentos durante a conservação, com exceção de perda de massa fresca acumulada, constatando viabilidade na comercialização de saladas mistas. Com relação às épocas de colheita, as variáveis analisadas diferiram estatisticamente.

Desidratação, ressecamento e perda de turgor foram os principais responsáveis pela perda de qualidade visual em cenoura, repolho roxo e couve. A exalação de odor contribuiu para a perda de qualidade sensorial em repolho roxo e couve.

A cenoura apresentou aumento do índice de esbranquecimento e teor de fenóis ao longo do período de conservação, enquanto couve e repolho roxo tiveram aumento no índice de escurecimento e redução no teor de fenóis solúveis totais. O teor de pigmentos estudados (clorofilas, carotenoides e antocianinas) reduziu-se durante a conservação.

Os produtos colhidos em janeiro apresentaram menor taxa respiratória e maior produção de etileno em relação aos colhidos em setembro. A salada, bem como os demais produtos, em janeiro apresentou-se estável até o sexto dia; em novembro, estenderam-se até o oitavo dia.

5. REFERÊNCIAS

ALASALVAR, C.; AL-FARSI, M.; QUANTICK, P. C.; SHAHIDI, F.; WIKTOROWICZ, R. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. **Food Chemistry**, v. 89, p. 69-76, 2005.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2003. 475 p.

BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling. **Journal of Food Science**, v. 56, p. 416-418, 1991.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, p.18-21, 1995.

BRITTON, G. Carotenoids. In: HENDRY, G. F. (Ed.). **Natural foods colorants**. New York: Blackie, 1992. p. 141-148.

BROWN, S. B.; HOUGHTON, J. D.; HENDRY, G. A. F. Chlorophyll breakdown. In: SCHEER, H. (Ed.). **Chlorophylls**, Boca Raton, p. 465-489, 1991.

BUNEA, A.; ANDJELKOVIC, M.; SOCACIU, C.; BOBIS, O.; NEACSU, M.; VERHÉ, R.; CAMP, J. V. Total and individual carotenoids and phenolic acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Food Chemistry**, v. 108, p. 649-656, 2008.

BURNS, J. K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction to the Colloquium. **HortScience**, v. 30, p.14-17, 1995.

CAMERON, A. C.; TALASILA, P. C.; JOLLES, D.W. Predicting film permeability needs for modified-atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, p. 25-34, 1995.

CANTWEL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. Davis: University of California, Division of Horticultural and Natural Resources, 1992. p. 273-281.

CARLIN, F.; NGUYEN-THE, C.; CHAMBROY, Y.; REICH, M. Effects of controlled atmospheres on microbial spoilage, electrolyte leakage and sugar content of fresh "ready to use" grated carrots. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 25, p. 110-119, 1990.

CARNELOSSI, M. A. G. **Fisiologia pós-colheita de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) minimamente processada**. 2000. 81 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

CARNELOSSI, M. A. G.; SANTOS, S. F. **Uso de atmosfera modificada em salada de cenoura e repolho minimamente processados**. 2007. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2007.

CISNEROS-ZEVALLOS, L.; HEREDIA, J. B. The effects of exogenous ethylene and methyl jasmonate on the accumulation of phenolic antioxidants in selected whole and wounded fresh produce. **Food Chemistry**, v. 115, p. 1500-1508, 2009.

CHÉOUR, F.; ARUL, J.; MAKHLOUF, J.; WILLEMOT, C. Delay of membrane lipid degradation by calcium treatment during cabbage leaf senescence. **Plant Physiology**, v.100, p.1656-1660, 1992.

COOKE, D.; STEWARD, W. P.; GESCHER, A.; MARCZYLO, T. Anthocyanins from fruit and vegetables – Does bright colour signal cancer chemopreventive activity ? **European Journal of Cancer**, v. 41, p. 1931-1941, 2005.

DAREZZO, H. M. **Determinação de composição gasosa e sistemas de embalagens adequadas para conservação de alface americana 'lorca' minimamente processada**. 2004. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNICAMP, Campinas, 2004.

DIXON, R. A.; PAIVA, N. L. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. **Plant Cell**, v. 7, p. 1085-1097, 1995.

FONSECA, S. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; BRECHT, J. K.; CHAU, K. V. Influence of low oxygen and high carbon dioxide on shredded Galega kale quality for development of modified atmosphere packages. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 279-292, 2005.

FRANCIS, G. A.; THOMAS, C.; O'BEIRNE, D. The microbiological safety of minimally processed vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 34, p.1- 22, 1999.

GARCIA-GIMENO, R.M.; ZURERA-COSANO, G. Determination of ready-to-eat vegetable salad shelf life. **Internatinal Journal of Food Microbiology**, v. 36, p. 31-38, 1997.

GIL, M. I.; CONESA, M. A.; ARTÉS, F. Quality changes in fresh cut tomato as affected by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, p.199-207, 2002.

GORNY, J. R. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE ON FRESH-CUT AND VEGETABLES AND MA, 7. 1997, Davis. **Proceedings...** Davis: Postharvest Horticultural, 1997. v. 5, p. 30-66.

GUERZONI, M. E.; GIANOTTI, A.; CORBO, M. R.; SINIGAGLI, M. Shelf-life modelling for fresh-cut vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, p. 195-207, 1996.

GUIMARÃES, D. P. **Estudo bioquímico de algumas características da peroxidase, polifenoloxidase e pectinametilesterase de amora preta (*Rubus ssp.*)**. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, 2006.

HARNAUM, B.; HUBBERMANN, E. M.; ZHU, A.; SCHWARZ, K. Free and bound phenolic compounds in leaves of pak choi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*) and Chinese leaf mustard (*Brassica juncea* Coss). **Food Chemistry**, v. 110, p. 838-846, 2008.

HEATON, J. W.; MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent tissues. **Trends in Food Science and Technology**, v. 7, p. 8-15, 1996.

HEIMLER, D.; ISOLANI, L.; VIGNOLINI, P.; TOMBELLI, S.; ROMANI, A. Polyphenol content and antioxidant activity in some species of freshly consumed salads. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 1724-29, 2007.

HOWARD, L. R.; DEWI, T. Minimal processing and edible coating effects on composition and sensory quality of mini-peeled carrots. **Food Science**, v. 61, p. 643-646, 1996.

IFPA. **International fresh-cut produce association: fresh-cut innovations through technology**. Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org>>. Acesso em: ago. 2008.

ISMAIL, A.; MARJAN, Z. M.; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chemistry**, v. 87, p. 581-586, 2004.

JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F.; FALCATO, P.; DEBEVERE, J. Behavior of *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas* spp. On fresh-cut produce packaged under equilibriummodified atmosphere. **Journal of Food Protection**, v. 62, p. 128-35, 1999.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled atmospheres. **Food Technology**, v. 40, p. 99-104, 1986.

KADER, A. A. Respiration and gas exchange of vegetables. In: WEICHMANN, J. (Ed.). **Postharvest physiology of vegetables**. New York and Basel: Marcel Dekker, Inc., 1987. p. 25-43.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 1-30, 1989.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 5. ed. Berkeley: University of California, 1992. 296 p.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidant activity and quality of minimally processed indian cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). **Journal of Food Processing Preservation**, v. 25, p. 367-380, 2001.

KING, A. D.; BOLIN, H. R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 43, p. 132-135, 1989.

KLEIN, B. P.; KING, D.; GROSSMAN, S. Cooxidation reactions of lipoxygenase in plant systems. **Advances in Free Radical Biology and Medicine**, v. 1, p. 309-343, 1985.

KURILICH, A. C.; TSAU, G. J.; BROWN, A.; HOWARD, L.; KLEIN, B. P.; JEFFERY, E. H. Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 47, p. 1576-1581, 1999.

LAFUENTE, M. T.; LÓPEZ-GALVEZ, G.; CANTWELL, M.; YANG, S. F. Factors influencing ethylene – induced isocoumarin formation and increased respiration in carrots. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 12, p. 537-542, 1996.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.

LI, P.; BARTH, M. M. Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14, p. 51-60, 1998.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. London: Academic Press, 1987. p. 350-381.

LITTLE, C. L.; TAYLOR, F. C.; SAGOO, S. K.; GILLESPIE, I. A.; GRANT, K.; MCLAUCHLIN, J. Prevalence and level of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* species in retail pre-packaged mixed vegetable salads in the UK. **Food microbiology**, v. 24, p. 711-717, 2007.

MATHOOKO, F. M.; KUBO, Y.; INABA, A.; NAKAMURA, R. Characterization of the regulation of ethylene biosynthesis in tomato fruit by carbon dioxide and diazocyclopentadiene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 5, p. 221-233, 1995.

MATOS, E. H. S. F. **Cultivo protegido de hortaliças**. Brasília: CDT/UnB, 2007. 36 p. (Dossiê técnico).

MAYER-MIEBACH, E.; GARTNER, U.; GROßMANN, B.; WOLF, W.; SPIEß, W.E.L. Influence of low temperature blanching on the content of valuable substances and sensory properties in ready-to-use salads. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 215-217, 2003.

MEDEIROS, E. A. **Deterioração pós-colheita da mandioca minimamente processada**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

MENOLLI, L. N. **Atuação das enzimas oxidativas em raízes de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) submetidas à injúria por frio**. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MORRETI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e Sebrae, 2007. 531 p.

PALOU, E.; LÓPES-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WELTI-CHAVES, J.; SWANSON, B. G. Polyphenol oxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**, v. 64, p. 42-45, 1999.

PIAGNETINI, A. M.; MENDEZ, J. C.; GUEMES, D. R.; PIROVANI, M. E. Modeling changes of sensory attributes for individual and mixed fresh-cut leafy vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, p. 202-212, 2005.

PILON, L. **Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração.** 2003. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 2003.

PINTO, D. M. **Qualidade de produtos minimamente processados comercializados em diferentes épocas do ano.** 2007. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PMA. **Produce marketing association.** Overview: fresh-cut produce. Disponível em: <<http://www.pma.com/issues/freshcut.cfm>>. Acesso em: ago. 2008.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 40, p. 1-11, 2007.

PUSCHMANN, R.; SIMÕES, A. N.; COSTA, F. B. Processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: SEMANA DO FAZENDEIRO, 78., UFV, 2007, Viçosa. Viçosa, MG: DTA/UFV, 2007. p. 1-20.

RANDAZZO, C. L.; SCIFÒ, G. O.; TOMASELLI, F.; CAGGIA, C. Polyphasic characterization of bacterial community in fresh cut salads. **International Journal of Food Microbiology**, v.128, p. 484-490, 2009.

RAPISARDA, P.; FALLICO, B.; IZZO, R.; MACCARONE, E. A simple and reliable method for determining anthocyanins in blood orange juices. **Agrochimica**, v. 38, p. 57-164, 1994.

RAZEM, F. A.; BERNARDS, M. A. Hydrogen peroxide is required for poly(phenolic) domain formation during wound-induced suberization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1009-1015, 2002.

REIN, M. **Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins.** Helsinki: University of Helsinki, 2005. 14 p.

REYES, L. F.; VILLARREAL, J. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. **Food Chemistry**, v.101, p. 254-262, 2007.

RINALDI, M. M. **Conservação do repolho minimamente processado em diferentes sistemas de embalagem.** 2005. 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNICAMP, Campinas, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Critical review of provitamina A: determination in plants foods. **Journal of Micronutrients Analysis**, v. 5, p.191-225,1989.

ROLLE, R. S.; CHISM, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *J. Journal of Food Quality*, v.10, p.157-177, 1987.

ROSSETTO, M.; VANZANI, P.; MATTIVI, F.; LUNELLI, M.; SCARPA, M.; RIGO, A. Synergistic antioxidant of catechin and malvidin 3- glucoside on free radical-initiated peroxidation of linoleic acid in micelles. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v. 408, p. 239-245, 2002.

RUBATZKY, V. E.; QUIROS, C. F.; SIMON, P. W. Carrots and related vegetable umbelliferae. *Crop production science in horticultural*, Davis, CABI Publishing, v. 10, p. 294, 1999.

SALTVEIT, M. E. A summary of CA and MA requirements and recommendations for the storage of harvested vegetables. In: BLANPIED, G. D. (Ed.). Sixth International Controlled Atmosphere Research Conference, Cornell University, Ithaca. *Northeast Regional Agricultural Engineering Series*, New York, v. 71, p. 800-818, 1993.

SALTVEIT, M. E. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ROBINS, R. J. (Eds.). *Phytochemistry of fruit and vegetable*. London: Oxford University Press, 1997. p. 205-220.

SCIFÒ, G. O.; RANDAZZO, C.L.; RESTUCCIA, C.; FAVA, G.; CAGGIA, C. *Listeria innocua* growth in fresh cut mixed leafy salads packaged in modified atmosphere. *Food Control*, 2008. (*in press*).

SILVA, E. O. **Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) minimamente processada**. 2000. 90 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

SILVA, V. A. **Fisiologia de cenoura minimamente processada**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SILVA, P. R. Uma abordagem sobre o mercado de hortaliças minimamente processadas. *Informações Econômicas*, v. 38, p. 52-57, 2008.

SIMÕES, A. N. **Alterações químicas e atividade de enzimas em folhas de couve inteira e minimamente processadas**. 2004. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SIMÕES, A. N.; VENTRELLA, M. C.; MORAISM, F. F. F.; DINIZ, L. T.; VALENTE, V. M. M.; PUSCHMANN, R. Avaliação da presença de suberina em minicenoura, durante a conservação refrigerada. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 5., 2007, Múrcia. *Annales...* Cartagena, Múrcia, Espanha: Universidad Politécnica de Cartagena, 2007.

SIMÕES, A. N. **Caracterização anatômico-fisiológico e conservação de minicenoura minimamente processada**. 2008. 95 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Viçosa Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SINGH, J.; UPADHYAY, A. K.; BAHADUR, A.; SINGH, B.; SINGH, K. P.; RAI, M. Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleraceae* L. var. capitata). **Scientia Horticulturae**, v. 108, p. 233-237, 2006.

SPAGNOL, W. A. **Processamento mínimo de cenoura e feijão-vagem**. 2005. 179 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNICAMP, Campinas, 2005.

SPAGNOL, W. A.; PARK, K. J.; SIGRIST, J. M. M. Taxa de respiração de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 550-554, 2006.

STEINMETZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetables, fruits, and cancer prevention: a review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 96, p. 1027-1039, 1996.

TALCOTT, S. T.; HOWARD, L. R. Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 2109-2115, 1999.

TAMAGNONE, L.; MERIDA, A.; STACEY, N.; PLASKITT, K.; PARR, A.; CHANG, C. F. Inhibition of phenolic acid metabolism results in precocious cell death and altered cell morphology in leaves of transgenic tobacco plants. **Plant Cell**, v.10, p. 1801-1816, 1998.

TELES, C. S. **Avaliação física química e sensorial de couve (*Brassica oleraceae*, L. var. *acephala*) minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada**. 2001. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

UFPA. **United Fresh Produce Association**. Disponível em: <www.unit-edfresh.org>. Acesso em: ago. 2008.

VARGAS, M.; CHIRALT, A.; ALBORS, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, p. 263-271, 2009.

WATADA, A. E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 44, p.116-122, 1990.

WATADA, A. E.; KO, N. P.; MINOTT, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, v. 9, p.119-25, 1996.

WILD, H. P. J.; BALK, P. A.; FERNANDES, E. C. A.; PEPPELENBONS, H. W. The action site of carbon dioxide in relation to inhibition of ethylene production in tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 36, p. 273-280, 2005.

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. London: Chapman & Hall, 1994. 357 p.

APÊNDICES

APÊNDICES A

Tabela 1A – Resumo da análise de variância conjunta das variáveis dióxido de carbono e etileno, em função do tratamento e da época, nos respectivos tempos

55

		Quadrado Médio							
		Dióxido de Carbono							
FV	G.L.	Tempo 0	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10	Média	
TR	1	0,04844 n.s.	0,35005 *	0,00074 n.s.	0,20593 n.s.	0,14136 n.s.	0,00096 n.s.	0,15034 n.s.	
EP	1	0,00041 n.s.	5,56824 **	5,60065 **	0,93953 **	0,00795 n.s.	-----	2,05138 **	
TR x EP	1	0,12048 *	0,19629 *	0,06273 n.s.	0,02507 n.s.	0,12793 n.s.	-----	0,01272 n.s.	
Resíduo	10	0,01877	0,039	0,05303	0,06943	0,03409	0,00693	0,20016	
CV (%)		16,37	14,24	14,15	19,58	10,95	8,56	34,4	

		Quadrado Médio							
		Etileno							
FV	G.L.	Tempo 0	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10	Média	
TR	1	27,79007 *	0,01059 n.s.	0,92868 **	0,17511 *	0,02290 n.s.	0,03640 **	2,23118 n.s.	
EP	1	139,1130 **	1,60190 **	0,01945 n.s.	0,17114 *	0,73491 *	-----	3,49596 n.s.	
TR x EP	1	17,26093 *	0,00744 n.s.	0,16538 n.s.	0,03174 n.s.	0,00968 n.s.	-----	0,70561 n.s.	
Resíduo	10	3,45886	0,04139	0,06938	0,02585	0,08187	0,00162	18,08532	
CV (%)		18,6	13,41	21,91	12,33	23,68	4,7	145,116	

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

n.s. F não significativo a 5%.

Tabela 2A – Valores médios de dióxido de carbono e de etileno referentes à interação significativa entre época e tratamento, nos referidos tempos

	Dióxido de Carbono				Etileno	
	Tempo 0		Tempo 2		Tempo 0	
	TR1	TR2	TR1	TR2	TR1	TR2
EP1	0,87 a A	0,80 a A	1,65 b A	2,21 a A	6,97 a B	7,57 a B
EP2	0,69 b A	1,00 a A	0,62 a B	0,70 a B	11,09 b A	16,18 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

56

Tabela 3A – Valores médios de dióxido de carbono e de etileno nas respectivas épocas

EP	Dióxido de Carbono				Etileno				
	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Média	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Média
EP1	2,18 ^a	1,57 ^a	1,67 ^a	1,64 ^a	1,22 ^b	1,17 ^a	1,40 ^a	1,40 ^a	2,49 ^a
EP2	0,90 ^b	1,05 ^b	1,71 ^a	1,02 ^b	1,91 ^a	1,25 ^a	1,18 ^b	0,94 ^b	3,29 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4A – Valores médios de etileno entre os tratamentos

TR	Etileno		
	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 10
TR 1	0,95 ^b	1,18 ^b	0,78 ^b
TR 2	1,47 ^a	1,40 ^a	0,93 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5A – Resumo da análise de variância conjunta da variável perda de massa, em função dos tratamentos e da época, nos respectivos tempos

FV	G.L.	Quadrado Médio				
		Perda de Massa				
		Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10
TR	3	0,06678 **	0,06608 *	0,15048 **	0,18403 **	0,30726 **
EP	1	0,01040 ^{n.s.}	0,06882 ^{n.s.}	0,05701 ^{n.s.}	0,10811 ^{n.s.}	0,12808 *
TR x EP	1	0,00074 ^{n.s.}	0,00634 ^{n.s.}	0,01167 ^{n.s.}	0,00909 ^{n.s.}	0,02409 ^{n.s.}
Resíduo	22	0,00597	0,02121	0,02183	0,02948	0,01841
CV (%)		43,67	46,35	38,29	36,44	23,18

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{n.s.} F não significativo a 5%.

Tabela 6A – Valores médios de massa nas respectivas épocas

EP	Massa				
	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10
EP1	0,16 ^a	0,27 ^a	0,34 ^a	0,41 ^a	0,52 ^b
EP2	0,20 ^a	0,36 ^a	0,43 ^a	0,53 ^a	0,65 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

58

Tabela 7A – Valores médios de massa entre os tratamentos

Trat	Massa				
	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10
Trat 1	0,1229 ^b	0,3779 ^a	0,4126 ^{ab}	0,5954 ^{ab}	0,6458 ^b
Trat 2	0,3127 ^a	0,3948 ^a	0,5631 ^a	0,6076 ^a	0,8359 ^a
Trat 3	0,1497 ^b	0,2860 ^a	0,3260 ^b	0,3640 ^{bc}	0,4468 ^c
Trat 4	0,1227 ^b	0,1983 ^a	0,2419 ^b	0,3179 ^c	0,4134 ^c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8A – Resumo da análise de variância conjunta da variável perda de massa estimada em função dos tratamentos e da época, nos respectivos tempos

FV	G.L.	Quadrado Médio				
		Perda de Massa Estimada				
		Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10
TR	1	0,02096 *	0,09562 **	0,14739*	0,16712 **	0,24065 **
EP	1	0,00416 ^{n.s.}	0,03839 ^{n.s.}	0,03609 ^{n.s.}	0,03910 ^{n.s.}	0,06546 *
TR x EP	1	0,00023 ^{n.s.}	0,00044 ^{n.s.}	0,00178 ^{n.s.}	0,00483 ^{n.s.}	0,00800 ^{n.s.}
RESÍDUO	10	0,003023	0,00948	0,01772	0,01484	0,01276
CV (%)		34,61	35,33	39,39	29	21,08

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{n.s.} F não significativo a 5%.

59

Tabela 9A – Valores médios de perda de massa estimada nas respectivas épocas

EP	Massa				
	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10
EP1	0,14 ^a	0,23 ^a	0,29 ^a	0,37 ^a	0,47 ^b
EP2	0,18 ^a	0,32 ^a	0,39 ^a	0,47 ^a	0,60 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10A – Valores médios de perda de massa estimada entre os tratamentos

Trat	Massa				
	Tempo 2	Tempo 4	Tempo 6	Tempo 8	Tempo 10
Trat 1	0,1951 ^a	0,3529 ^a	0,4339 ^a	0,5224 ^a	0,6587 ^a
Trat 2	0,1227 ^b	0,1983 ^b	0,2419 ^b	0,3179 ^b	0,4134 ^b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11A – Resumo da análise de variância conjunta das variáveis clorofila (CLOR), índice de escurecimento (IE) e fenóis solúveis totais (FE) em couve, em função do tratamento e da época, nos respectivos tempos

FV	G.L.	Tempo 0			Tempo 2			Tempo 4		
		QM			QM			QM		
		CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE
TR	1	0,00033 ^{n.s.}	0,94278 ^{n.s.}	0,38034 ^{n.s.}	0,000006 ^{n.s.}	0,03013 ^{n.s.}	1,59007 ^{n.s.}	0,00007 ^{n.s.}	0,05333 ^{n.s.}	4,10214 ^{n.s.}
EP	1	0,07653 ^{**}	17,64132 ^{n.s.}	318,3792 [*]	0,06715 ^{**}	19,61356 [*]	469,6042 ^{**}	0,05180 ^{**}	7,43967 [*]	169,2748 ^{n.s.}
TR x EP	1	0,00016 ^{n.s.}	0,24069 ^{n.s.}	0,10699 ^{n.s.}	0,00095 ^{n.s.}	0,55613 ^{n.s.}	1,37999 ^{n.s.}	0,00304 ^{n.s.}	0,00003 ^{n.s.}	7,16731 ^{n.s.}
Resíduo	10	0,00093	4,94334	33,19784	0,00162	2,38007	31,29915	0,00116	0,76079	49,03342
CV (%)		4,44	8,20	3,74	5,98	5,57	3,55	5,15	3,05	4,77

CLOR	IE	FE	Tempo 6			Tempo 8			Tempo 10		
			QM			QM			QM		
			CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE
0,00008 ^{n.s.}	0,12950 ^{n.s.}	9,36599 ^{n.s.}	0,00073 ^{n.s.}	0,29738 ^{n.s.}	89,75170 ^{n.s.}	0,00044 ^{n.s.}	0,84995 ^{n.s.}	29,41627 ^{n.s.}			
0,04311 ^{**}	2,93252 ^{n.s.}	208,0803 [*]	0,04807 ^{**}	3,18383 [*]	230,8510 [*]	0,06516 ^{**}	1,72040 ^{n.s.}	1002,110 ^{**}			
0,00173 ^{n.s.}	0,00020 ^{n.s.}	9,11361 ^{n.s.}	0,00103 ^{n.s.}	0,12801 ^{n.s.}	46,21643 ^{n.s.}	0,00068 ^{n.s.}	0,02158 ^{n.s.}	2,94074 ^{n.s.}			
0,00035	1,24143	26,03196	0,00097	0,59499	25,35321	0,00106	1,19717	72,08957			
2,87	3,84	3,55	4,91	2,60	3,64	5,31	3,60	6,66			

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{n.s.} F não significativo a 5%.

Tabela 12A – Valores médios de clorofila, índice de escurecimento e fenóis em couve, nas respectivas épocas

EP	Tempo 0			Tempo 2			Tempo 4		
	CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE
EP1	0,62 ^b	28,08 ^a	158,13 ^a	0,61 ^b	28,71 ^a	152,51 ^b	0,61 ^b	29,28 ^a	143,95 ^a
EP2	0,77 ^a	25,81 ^a	148,49 ^b	0,75 ^a	26,32 ^b	164,21 ^a	0,73 ^a	27,80 ^b	150,97 ^a
	Tempo 6			Tempo 8			Tempo 10		
	CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE	CLOR	IE	FE
	0,61 ^b	29,44 ^a	140,29 ^b	0,59 ^b	30,13 ^a	134,98 ^b	0,55 ^b	30,76 ^a	120,09 ^b
	0,72 ^a	28,52 ^a	148,08 ^a	0,70 ^a	29,17 ^b	143,19 ^a	0,69 ^a	30,05 ^a	137,19 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13A – Resumo da análise de variância conjunta das variáveis carotenoides (CAR), índice de esbranquecimento (IES) e fenóis solúveis totais (FE) em cenoura, em função do tratamento e da época, nos respectivos tempos

FV	G.L.	Tempo 0			Tempo 2			Tempo 4		
		QM			QM			QM		
		CAR	IES	FE	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE
TR	1	2,00275 ^{n.s.}	0,02146 ^{n.s.}	0,00982 ^{n.s.}	4,44154 ^{n.s.}	1,16968 ^{n.s.}	0,00078 ^{n.s.}	2,39082 ^{n.s.}	0,02842 ^{n.s.}	0,00620 ^{n.s.}
EP	1	1240,423 ^{**}	2,43044 [*]	26,72957 ^{**}	814,3184 ^{**}	0,23736 ^{n.s.}	18,63684 ^{**}	772,3874 ^{**}	0,44437 ^{n.s.}	15,3963 ^{**}
TR x EP	1	2,28991 ^{n.s.}	0,00148 ^{n.s.}	0,00844 ^{n.s.}	1,82108 ^{n.s.}	0,89890 ^{n.s.}	0,43129 [*]	6,23112 ^{n.s.}	0,16624 ^{n.s.}	0,01892 ^{n.s.}
Resíduo	10	22,34645	0,25538	0,32932	46,05968	0,67842	0,08199	36,62732	1,22511	0,15935
CV (%)		5,65	1,41	3,24	8,57	2,27	1,57	7,73	3,02	2,09

	Tempo 6			Tempo 8			Tempo 10		
	QM			QM			QM		
	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE
4,48944 ^{n.s.}	0,14662 ^{n.s.}	0,00803 ^{n.s.}	0,03112 ^{n.s.}	0,25991 ^{n.s.}	0,00406 ^{n.s.}	0,08181 ^{n.s.}	0,22654 ^{n.s.}	0,05480 ^{n.s.}	
1036,376 ^{**}	8,7033 ^{**}	14,79648 ^{**}	1979,177 ^{**}	7,18200 ^{**}	11,92759 ^{**}	1838,151 ^{**}	2,97936 ^{n.s.}	15,08871 ^{**}	
15,99410 ^{n.s.}	0,14514 ^{n.s.}	0,02955 ^{n.s.}	57,45996 ^{n.s.}	0,67371 ^{n.s.}	0,15300 ^{n.s.}	32,62956 ^{n.s.}	0,58410 ^{n.s.}	0,00094 ^{n.s.}	
48,12972	0,35262	0,07163	88,29136	0,5911	0,14942	25,76364	1,037	0,06572	
9,1	1,58	1,36	13,2	2,02	1,92	7,35	2,63	1,22	

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{n.s.} F não significativo a 5%.

Tabela 14A – Valores médios de carotenoides (CAR), índice de esbranquecimento (IES) e fenóis solúveis totais (FE) em cenoura, nas respectivas épocas

EP	Tempo 0			Tempo 2			Tempo 4		
	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE
EP1	91,77 ^a	36,16 ^a	16,53 ^b	85,76 ^a	36,37 ^a		84,75 ^a	36,52 ^a	18,17 ^b
EP2	72,75 ^b	35,31 ^b	19,33 ^a	70,35 ^b	36,11 ^a		69,74 ^b	36,88 ^a	20,28 ^a

	Tempo 6			Tempo 8			Tempo 10		
	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE	CAR	IES	FE
	83,67 ^a	36,84 ^b	18,73 ^b	81,49 ^a	37,46 ^b	19,30 ^b	78,99 ^a	38,27 ^a	20,09 ^b
	66,28 ^b	38,43 ^a	20,81 ^a	57,47 ^b	38,91 ^a	21,17 ^a	55,83 ^b	39,21 ^a	22,19 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

64

Tabela 15A – Valores médios de fenólicos solúveis totais em cenoura, referentes à interação significativa entre época e tratamento, nos referidos tempos

	Tempo 2	
	TR1	TR2
EP1	17,12 ^{aB}	17,46 ^{aB}
EP2	19,80 ^{aA}	19,43 ^{aA}

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 16A – Resumo da análise de variância conjunta das variáveis antocianinas (ANT), índice de escurecimento (IE) e fenóis solúveis totais (FE) em repolho-roxo, em função do tratamento e da época, nos respectivos tempos

FV	G.L.	Tempo 0			Tempo 2			Tempo 4		
		ANT	IE	FE	ANT	IE	FE	ANT	IE	FE
TR	1	370,2642 ^{n.s.}	0,71036 ^{n.s.}	0,28642 ^{n.s.}	194,2481 ^{n.s.}	9,99260 ^{n.s.}	0,00004 ^{n.s.}	1942,339 ^{n.s.}	1,66571 ^{n.s.}	1,18411 ^{n.s.}
EP	1	74392,71 ^{**}	0,58972 ^{n.s.}	253,7408 ^{**}	18423,08 ^{**}	13,91488 ^{n.s.}	277,7611 ^{**}	14635,72 [*]	25,61917 ^{n.s.}	455,7142 ^{n.s.}
TR x EP	1	360,6630 ^{n.s.}	0,56223 ^{n.s.}	0,24847 ^{n.s.}	429,2187 ^{n.s.}	8,51232 ^{n.s.}	1,20535 [*]	1123,915 ^{n.s.}	2,83676 ^{n.s.}	2,17487 ^{n.s.}
Resíduo	10	2082,586	110,54458	4,52129	740,8418	12,81282	4,05212	1652,853	10,72992	16,72119
CV (%)		10,39	19,47	3,07	6,91	19,21	2,94	10,76	16,51	6,19

ANT	Tempo 6			Tempo 8			Tempo 10		
	IE	FE	ANT	IE	FE	ANT	IE	FE	
370,2642 ^{n.s.}	4,12221 ^{n.s.}	0,00015 ^{n.s.}	7338,340 ^{n.s.}	4,44327 ^{n.s.}	0,16347 ^{n.s.}	9647,214 ^{n.s.}	3,69158 ^{n.s.}	3,54558 ^{n.s.}	
6883,116 ^{n.s.}	10,89127 ^{n.s.}	331,5315 ^{**}	425,3256 ^{n.s.}	13,39679 [*]	313,1090 ^{**}	115,9255 ^{n.s.}	16,56743 [*]	126,0161 ^{**}	
48,12551 ^{n.s.}	0,51788 ^{n.s.}	0,66860 ^{n.s.}	2327,762 ^{n.s.}	0,00490 ^{n.s.}	0,72938 ^{n.s.}	2352,057 ^{n.s.}	0,00144 ^{n.s.}	0,00144 ^{n.s.}	
2208,489	5,10245	27,52670	2963,810	1,59692	4,28727	2080,196	3,23607	11,08724	
13,27	10,63	8,17	17,17	10,63	3,31	15,33	8,13	5,69	

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{n.s.} F não significativo a 5%.

Tabela 17A – Valores médios de antocianinas (ANT), índice de escurecimento (IE) e fenóis solúveis totais (FE) em repolho roxo, nas respectivas épocas

EP	TEMPO 0			TEMPO 2			TEMPO 4		
	ANT	IE	FE	ANT	IE	FE	ANT	IE	FE
EP1	502,43 ^a	16,50 ^a	65,52 ^b	425,58 ^a	17,77 ^a	64,67 ^b	405,75 ^a	18,67 ^a	61,11 ^b
EP2	355,13 ^b	16,91 ^a	74,12 ^a	352,28 ^b	19,78 ^a	73,67 ^a	340,41 ^b	21,40 ^a	72,63 ^a
	TEMPO 6			TEMPO 8			TEMPO 10		
	ANT	IE	FE	ANT	IE	FE	ANT	IE	FE
	373,35 ^a	20,49 ^a	59,99 ^b	321,78 ^a	20,83 ^b	58,47 ^b	295,13 ^a	21,20 ^b	55,96 ^b
	328,54 ^b	22,27 ^a	69,82 ^a	310,64 ^a	22,81 ^a	68,03 ^a	300,94 ^b	23,40 ^a	62,03 ^a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 18A – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis fenóis (FE), escurecimento (ES), índice de escurecimento (IES), clorofila (CL), cor (CR), perda de massa (MA), desidratação (DE), turgor (TU) e ressecamento (RE), analisadas em couve minimamente processada isoladamente e como componente da salada mista

Variáveis	Época 1		Época 2	
	Couve (r)	Couve (Salada) (r)	Couve (r)	Couve (Salada) (r)
FE x ES	- 0,91 **	- 0,90 **	- 0,53 *	- 0,57 **
FE x IE	- 0,70 **	- 0,47 *	- 0,55 **	- 0,51 *
ES x IE	0,69 **	0,45 *	0,84 **	0,69 **
CL x CR	0,50 **	0,50 **	0,40 *	0,56 **
CR x ES	- 0,55 **	- 0,80 **	- 0,55 **	- 0,76 **
CR x IE	- 0,51 **	- 0,35 *	- 0,57 **	- 0,44 *
MA x DE	0,78 **	--	0,89 **	--
MA x TU	- 0,88 **	--	- 0,85 **	--
MA x RE	0,68 **	--	0,73 **	--
DE x RE	0,79 **	0,88 **	0,82 **	0,88 **
DE x TU	- 0,87 **	- 0,88 **	- 0,89 **	- 0,87 **
RE x TU	- 0,69 **	- 0,80 **	- 0,76 **	- 0,79 **

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

n.s. F não significativo a 5%.

Tabela 19A – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis fenóis (FE), esbranquecimento (ES), índice de esbranquecimento (IES), carotenoides (CA), cor (CR), perda de massa (MA), desidratação (DE), turgor (TU) e ressecamento (RE), analisadas em cenoura minimamente processada isoladamente e como componente da salada mista

Variáveis	Época 1		Época 2	
	Cenoura (r)	Cenoura (Salada) (r)	Cenoura (r)	Cenoura (Salada) (r)
FE x ES	0,92 **	0,86 **	0,84 **	0,87 **
FE x IES	0,63 **	0,54 **	0,90 **	0,77 **
ES x IES	0,59 **	0,50 **	0,94 **	0,83 **
CA x CR	0,28 ^{n.s.}	0,35 **	0,82 **	0,80 **
CR x ES	- 0,42 *	- 0,42 *	- 0,66 **	- 0,66 **
CR x IES	- 0,61 **	- 0,52 **	- 0,74 **	- 0,66 **
MA x DE	0,76 **	--	0,89 **	--
MA x TU	- 0,85 **	--	- 0,92 **	--
MA x RE	0,76 **	--	0,89 **	--
DE x RE	1,00 **	1,00 **	1,00 **	0,92 **
DE x TU	- 0,85 **	- 0,76 **	- 0,91 **	- 0,94 **
RE x TU	- 0,85 **	- 0,76 **	- 0,91 **	- 0,85 **

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

^{n.s.} F não significativo a 5%.

Tabela 20A – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as variáveis fenóis (FE), escurecimento (ES), índice de escurecimento (IES), antocianinas (AN), cor (CR), perda de massa (MA), desidratação (DE), turgor (TU) e ressecamento (RE), analisadas em repolho roxo minimamente processado isoladamente e como componente da salada mista

Variáveis	Época 1		Época 2	
	Repolho (r)	Repolho (Salada) (r)	Repolho (r)	Repolho (Salada) (r)
FE x ES	- 0,61 **	- 0,61 **	- 0,68 **	- 0,74 **
FE x IE	- 0,60 **	- 0,24 n.s.	- 0,34 n.s.	- 0,48 *
ES x IE	0,54 **	0,38 *	0,67 **	0,62 **
AN x CR	0,49 **	0,51 **	0,41 *	0,55 **
CR x ES	- 0,77 **	- 0,77 **	- 0,54 **	- 0,77 **
CR x IE	- 0,38 *	- 0,22 n.s.	- 0,31 n.s.	- 0,40 n.s.
MA x DE	0,70 **	--	0,74 **	--
MA x TU	- 0,75 **	--	- 0,71 **	--
MA x RE	0,76 **	--	0,76 **	--
DE x RE	0,83 **	0,87 **	0,91 **	0,87 **
DE x TU	- 0,87 **	- 0,87 **	- 0,90 **	- 0,87 **
RE x TU	- 0,86 **	- 1,00 **	- 0,86 **	- 1,00 **

** F significativo a 1%.

* F significativo a 5%.

n.s. F não significativo a 5%.