

Reinoso, A.C.L., Carnelossi, M.A.G., Matos, P.N., Araújo, H.G.G.S., Bery, C.C.S. 2015. Utilização de atmosfera ativa no controle do escurecimento da salada mista minimamente processada. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

1 **Utilização de atmosfera ativa no controle do escurecimento da salada**  
2 **mista minimamente processada Anita C.L. Reinoso<sup>1</sup>; Marcelo A. G.**  
3 **Carnelossi**<sup>2</sup>; Patrícia N. Matos <sup>2</sup>; Hyrla G. G. S. Araújo<sup>2</sup>; Carla C. S. Bery<sup>2</sup>.

4 <sup>1</sup> IFS- Instituto Federal de Sergipe- Rodovia Juscelino Kubitschek, s/n.- Parque de Exposições João de  
5 Oliveira Dantas- Nossa Senhora da Glória – SE; <sup>2</sup> UFS – Universidade Federal de Sergipe- Av Marechal  
6 Rondon s/n, 49100-000 – São Cristovão - SE. loleanita@hotmail.com, carnelossi@ufs.br,  
7 patynogueiram@hotmail.com, hyrlagrazielle@hotmail.com, crisberys@hotmail.com

8  
9 **RESUMO**

10 O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do uso da atmosfera ativa no  
11 controle do escurecimento da salada mista minimamente processada composta por  
12 acelga, alface americana e alface roxa. Foram avaliados índice de escurecimento,  
13 compostos fenólicos e atividade enzimática (PPO e POD) destes produtos em  
14 embalagens de nylon poli armazenados a 5<sup>o</sup>C, por 15 dias em presença de atmosfera  
15 passiva (controle) e ativa (5%CO<sub>2</sub>, 2%O<sub>2</sub> e 93%N<sub>2</sub>). O acondicionamento da acelga,  
16 alface americana e alface roxa na forma de salada mista sob atmosfera ativa apresentou  
17 características bioquímicas semelhantes ao produto armazenado sob atmosfera passiva.  
18 Entretanto, o uso da atmosfera ativa foi efetivo em diminuir a atividade da PPO da  
19 acelga quando comparados a atmosfera passiva.

20 **Palavras-chave:** *Lactuca sativa* VAR TAINÁ, *Beta vulgaris* L. VAR *cicla* L., *Lactuca*  
21 *sativa* VAR *pira roxa*, Processamento mínimo, atmosfera modificada.

22 **ABSTRACT**

23 **Use of active modified atmosphere on browning of minimally processed mixed**  
24 **salad**

25 This study aimed to evaluate the effectiveness of using active atmosphere to control  
26 browning of minimally processed mixed salad consisting of chard, american lettuce and  
27 red lettuce. It was evaluated browning index, phenolic compounds and enzymatic  
28 activity (PPO and POD) stored in nylon poly package at 5<sup>o</sup>C for 15 days on the  
29 presence of passive atmosphere (control) and active (5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub> and 93 % N<sub>2</sub>).  
30 The packaging of chard, american lettuce and red lettuce as mixed salad under active  
31 atmosphere showed similar biochemical characteristics to the product stored under  
32 passive atmosphere. However, the use of active atmosphere was effective in decreasing  
33 chard PPO activity when compared to passive atmosphere.

34 **Keywords:** *Lactuca sativa* VAR TAINÁ, *Beta vulgaris* L. VAR *cicla* L., *Lactuca*  
35 *sativa* VAR *pira roxa*, Minimally processing, modified atmosphere.

36

## 37 **INTRODUÇÃO**

38 Produtos minimamente podem ser definidos como qualquer fruta ou hortaliça, ou ainda  
39 qualquer combinação delas, que foi alterada fisicamente a partir de sua forma original,  
40 embora mantenha o seu estado fresco (IFPA, 2005). Atualmente, as saladas  
41 minimamente processadas vêm ganhando espaço no mercado por apresentar inúmeras  
42 vantagens (SOUZA, 2010). Destacando-se a qualidade visual, sabor e nutricional,  
43 devido à diversificação de cores ou cortes diferenciados e variedades de hortaliças  
44 (HEIMLER et al., 2007).

45 Embora o processamento mínimo de saladas mistas esteja sendo realizado por algumas  
46 indústrias problemas bioquímicos como o escurecimento podem ser potencializados  
47 devido aos diferentes tipos de produtos que interagem em um mesmo ambiente  
48 (SOUZA, 2010). Dentre as respostas bioquímicas causadas pelo processamento mínimo  
49 em saladas pode-se citar as variações na atividade da polifenoloxidase (PPO) e a  
50 elevação do índice de escurecimento enzimático (SOUZA, 2010). Além dessas, a  
51 atividade da peroxidase (POD) (MATTOS et al., 2007) e os teores de compostos  
52 fenólicos (SOUZA, 2010) também podem ser responsáveis pela degradação de vegetais  
53 minimamente processados.

54 Uma alternativa para diminuir a respiração de vegetais minimamente processados é o  
55 uso de atmosfera ativa, pois esta tecnologia é formada a partir de uma mistura definida  
56 de gases que é injetada na embalagem, tipicamente com oxigênio (O<sub>2</sub>) reduzido e  
57 dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aumentado (NUNES et al., 2009), o que contribuem para  
58 chegada da atmosfera de equilíbrio do produto retardando o escurecimento. Assim, o  
59 presente trabalho teve como objetivo utilizar atmosfera ativa no controle do  
60 escurecimento da salada minimamente processada composta por acelga, alface  
61 americana e roxa.

62

## 63 **MATERIAL E MÉTODOS**

64 As hortaliças (acelga, alface americana e roxa) utilizadas para o desenvolvimento do  
65 trabalho foram obtidas, no ponto de colheita comercial. O processamento individual de

66 cada hortaliça foi realizado na seguinte ordem acelga, alface americana e roxa (SOUZA,  
67 2010). A sanitização e o enxágüe das folhas foram realizados utilizando-se água clorada  
68 contendo 198 e 3 ppm respectivamente de cloro ativo a  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos. A  
69 centrifugação dos produtos foi realizada durante 4 minutos para a alface americana e  
70 roxa, e 6 minutos para a acelga (SOUZA, 2010). Logo após, os produtos foram  
71 acondicionados em embalagens de nylon poli na forma de mistura na proporção de  
72 1:1:1 (SOUZA, 2010). As embalagens de nylon poli foram preenchidas com mistura de  
73 gases contendo 2%  $\text{O}_2$  + 5%  $\text{CO}_2$  + 93%  $\text{N}_2$  e a atmosfera modificada passiva (sem gás)  
74 foi utilizada como controle. Avaliou-se a cada 5 dias durante 15 dias quantificação de  
75 compostos fenólicos, índice de escurecimento e atividades enzimáticas (PPO e POD).  
76 O índice de escurecimento, a determinação do teor de compostos fenólicos e das  
77 atividades de POD e PPO do produto foram determinados conforme metodologias  
78 descritas por PALOU et al. (1999); KUBOTA (1995); SILVA (1981), com adaptações  
79 e SIMÕES (2004) respectivamente.  
80 O experimento foi estabelecido utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado e  
81 seguindo esquema fatorial 2x4, sendo 2 tratamentos (atmosfera ativa com 2%  $\text{O}_2$  + 5%  
82  $\text{CO}_2$  + 93%  $\text{N}_2$  e atmosfera passiva) e 4 tempos de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias),  
83 com 4 repetições de cada tratamento. Os dados foram analisados com o auxílio do  
84 Assistat por meio de análise de variância e as médias comparadas, utilizando-se o teste  
85 de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

86

## 87 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

88 Verificou-se diminuição nos compostos fenólicos da acelga sob atmosfera ativa durante  
89 todo experimento (Figura 1). Na acelga sob atmosfera passiva (Figura 1) e na alface  
90 americana sob atmosfera ativa (Figura 2) a redução ocorreu a partir do 5<sup>o</sup> dia de  
91 avaliação. Também foram verificadas mudanças nos teores de fenóis da alface  
92 americana sob atmosfera passiva a partir do quinto dia de armazenamento (Figura 2).  
93 Na alface roxa armazenada com atmosfera ativa observou-se uma redução de  
94 aproximadamente 50% no teor de fenóis totais até o 5<sup>o</sup> dia de armazenamento, em  
95 seguida estes valores apresentaram aumento até o final do experimento (Figura 3). Para  
96 o produto acondicionado sob atmosfera passiva verificou-se aumento no teor de fenóis a  
97 partir do 10<sup>o</sup> dia de armazenamento (Figura 3). SOUZA (2010) também verificou

98 redução no teor de fenóis desde o 5<sup>0</sup> dia de avaliação nas acelgas como componentes  
99 das saladas quando esses produtos foram armazenados sob atmosfera passiva. Em alface  
100 americana, a autora verificou aumento no teor de fenóis do produto na forma de salada  
101 sob atmosfera passiva e ativa até o 5<sup>o</sup> dia de avaliação, em seguida observou uma  
102 redução desses valores até o final do armazenamento. Em alface roxa como parte da  
103 salada, SOUZA (2010) verificou que os teores de fenóis deste produto manteve-se sem  
104 variações durante o armazenamento nos dois tratamentos (atmosfera ativa e passiva), o  
105 que não foi observado no presente estudo. O aumento nos teores de compostos fenólicos  
106 no produto pode ocorrer devido a menor atividade das enzimas PPO e POD  
107 (MEDEIROS, 2009), assim como foi visto no comportamento da alface roxa deste  
108 experimento. Em contrapartida, o aumento da atividade enzimática verificado para  
109 acelga e para alface americana levou a um consumo dos compostos fenólicos.

110 O índice de escurecimento da acelga aumentou durante todo experimento nas duas  
111 embalagens testadas (Figura 1). Para alface americana, os valores do índice de  
112 escurecimento mantiveram-se praticamente constantes para os dois tratamentos  
113 utilizados até o final da avaliação (Figura 2). Para alface roxa sob atmosfera passiva e  
114 ativa verificou-se aumento dos valores até o 5<sup>o</sup> dia de armazenamento, com uma  
115 posterior diminuição até o fim do experimento (Figura 3). SOUZA (2010) verificou que  
116 o índice de escurecimento da acelga como parte da salada em embalagens com  
117 atmosfera modificada ativa ou passiva manteve o índice de escurecimento constante  
118 durante o armazenamento, ao contrário do que foi verificado no presente estudo. A  
119 autora também verificou que o índice de escurecimento manteve-se constante para  
120 alface americana durante o armazenamento quando utilizou embalagens com atmosfera  
121 ativa e passiva, concordando com os resultados verificados no presente trabalho. Para  
122 alface roxa, o escurecimento do produto manteve-se constante quando armazenados em  
123 atmosfera passiva (SOUZA, 2010), em desacordo com o presente estudo. De acordo  
124 com SOUZA (2010), a manutenção da intensidade de escurecimento nas embalagens de  
125 salada mista pode está relacionada devido ao rápido consumo do oxigênio para a  
126 respiração das hortaliças resultando na diminuição do oxigênio dentro das embalagens,  
127 assim como ocorreu na alface americana na forma de salada no presente experimento.

128 Para alfases roxas, às embalagens de nylon poli associadas às baixas temperaturas  
129 empregadas propiciaram o menor consumo de compostos fenólicos obtendo como

130 consequência escurecimento menor nos dois tratamentos utilizados. Para acelga, o  
131 aumento do escurecimento do produto sob atmosfera passiva e ativa pode ter sido  
132 ocasionado pelos danos mecânicos causados pelo processamento.

133 A atividade da polifenoloxidase (PPO) da acelga aumentou durante todo  
134 armazenamento nas duas embalagens testadas (Figura 1). Entretanto, a atividade da  
135 PPO na acelga sob atmosfera ativa manteve-se com valores mais baixos em relação à  
136 atmosfera passiva (Figura 1). Para alface americana sob atmosfera ativa (Figura 2) e  
137 alface roxa (Figura 3) sob atmosfera ativa e passiva verificou-se redução da atividade de  
138 PPO a partir do 5<sup>o</sup> dia de armazenamento. Para alface americana sob atmosfera passiva  
139 verificou-se aumento da atividade de PPO (Figura 2). SOUZA (2010) também verificou  
140 valores mais baixos na atividade da PPO da acelga na forma de salada minimamente  
141 processada armazenada em atmosfera ativa em relação à passiva, durante os 15 dias de  
142 avaliação. Em alface americana, como componente da salada, sob atmosfera passiva  
143 verificou-se valores da PPO variando entre 800 e 1500 unid enz.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, enquanto que  
144 em atmosfera ativa os valores da PPO variaram entre (800 a 1100 unid enz.g<sup>-1</sup>. min<sup>-1</sup>)  
145 (SOUZA, 2010). Em alfaces roxas como componentes das saladas, SOUZA (2010)  
146 verificou aumento da atividade da PPO em atmosfera ativa e passiva durante o período  
147 de armazenamento, ao contrário do que foi obtido para alface roxa do presente  
148 experimento. Segundo LIMA et al. (2001), as enzimas polifenoloxidases (PPO) são  
149 responsáveis pela oxidação de compostos fenólicos, as quais, na presença de oxigênio,  
150 os transformam em quinonas que participam, posteriormente, das reações de  
151 polimerização para dar origem às melonoidinas, caracterizadas pelo aparecimento da  
152 coloração marrom-escura. Portanto, a atividade da PPO depende da presença do  
153 oxigênio para formar os compostos escuros nos produtos. Assim, as baixas  
154 concentrações de O<sub>2</sub> empregadas nas embalagens da acelga sob atmosfera ativa foi  
155 efetiva para retardar a atividade enzimática da PPO reduzindo o metabolismo das folhas  
156 de acelga quando comparadas a atmosfera passiva neste trabalho. Porém, na alface  
157 americana e na alface roxa não verificou-se diferenças entre os tratamentos estudados.

158 A atividade da peroxidase (POD) da acelga (Figura 1), sob atmosfera ativa e passiva e  
159 da alface americana (Figura 2) sob atmosfera passiva, apresentou aumento a partir do  
160 10<sup>o</sup> dia de avaliação, pois provavelmente o aumento na POD pode ter ocorrido com o  
161 aumento dos processos catabólicos influenciado pela senescência do produto. Na alface

Reinoso, A.C.L., Carnelossi, M.A.G., Matos, P.N., Araújo, H.G.G.S., Bery, C.C.S. 2015. Utilização de atmosfera ativa no controle do escurecimento da salada mista minimamente processada. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

162 americana sob atmosfera ativa o aumento foi observado a partir do 5<sup>o</sup> dia de  
163 armazenamento (Figura 2). Em alfaces roxas verificou-se redução na atividade da POD  
164 em embalagens com atmosfera ativa durante todo experimento, enquanto que a  
165 embalagem com atmosfera passiva a redução ocorreu somente até o 10<sup>o</sup> dia de  
166 armazenamento (Figura 3). O aumento da POD em acelga e alface americana pode ter  
167 sido atribuído ao estresse mecânico causado no produto devido às etapas do  
168 processamento. Em alface roxa, às embalagens de nylon poli associada à atmosfera  
169 ativa podem ter propiciado a redução desta enzima por um maior tempo.  
170 Portanto, o acondicionamento da acelga, alface americana e alface roxa na forma de  
171 salada mista sob atmosfera ativa apresentou características bioquímicas semelhantes ao  
172 produto armazenado sob atmosfera passiva. Entretanto, o uso da atmosfera ativa foi  
173 efetivo em diminuir a atividade da PPO da acelga quando comparados a atmosfera  
174 passiva.

175

## 176 **AGRADECIMENTOS**

177 A PROCAD/CAPES pelo auxílio financeiro.

178

## 179 **REFERÊNCIAS**

180 HEIMLER, D. et al. Polyphenol content and antioxidant activity in some species of  
181 freshly consumed salads. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n.5,  
182 p.1724-1729, 2007.

183 IFPA. International Fresh-cut Produce Association. 2005. Disponível em:  
184 <<http://www.fresh-cuts.org>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

185 KUBOTA, N. Phenolic content and L-phenylalanine ammonia-lyase activity in peach  
186 fruit. In: Modern methods of plant analysis - fruits analysis. New York: Spriger-Verlag,  
187 1995. p.81-94.

188 LIMA, E.D.P.A. et al. Obtenção e utilização da enzima polifenoloxidase extraída de  
189 polpa de pinha (*Annona squamosa L.*) madura no melhoramento do sabor do cacau  
190 (*Theobroma cacao L.*). **Revista Brasileira de Fruticultura** v.23, n.3, 2001.

Reinoso, A.C.L., Carnelossi, M.A.G., Matos, P.N., Araújo, H.G.G.S., Bery, C.C.S. 2015. Utilização de atmosfera ativa no controle do escurecimento da salada mista minimamente processada. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

191 MATTOS, L.M. et al. Qualidade de alface crespa minimamente processada armazenada  
192 sob refrigeração em dois sistemas de embalagem. **Horticultura Brasileira** v.55, n.4,  
193 p.504-508, 2007.

194 MEDEIROS, E. A. A. **Deterioração pós-colheita de mandioca minimamente**  
195 **processada**. 2009. 113f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal), Curso de Pós-  
196 graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

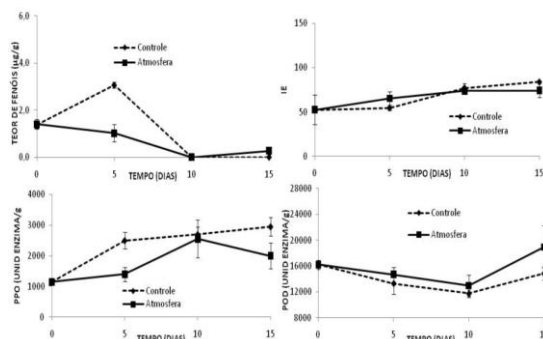
197 NUNES, E.E. et al. Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada e  
198 armazenada sob atmosfera modificada. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2185-2190, 2009.

199 PALOU, E. et al. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic  
200 pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 1, p.42-45, 1999.

201 SILVA, E. **Estudo da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase em**  
202 **algumas frutas e hortaliças “in natura” e processadas**. 1981. 108 f. Dissertação  
203 (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Curso de Pós-graduação em Tecnologia de  
204 Alimentos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1981.

205 SIMÕES, A .N. **Alterações químicas e atividades de enzimas em folhas de couve**  
206 **inteiras e minimamente processadas**. 2004. 75f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia  
207 Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de  
208 Viçosa. Viçosa, 2004.

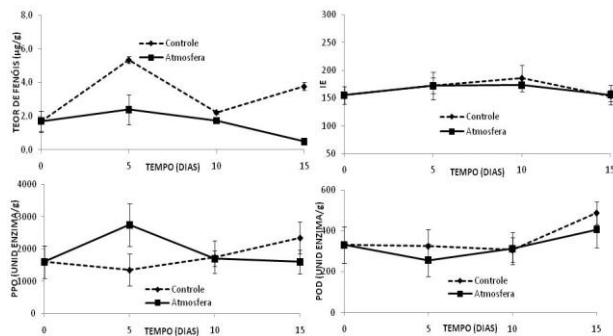
209 SOUZA, J.F. **Alterações bioquímica e fisiológicas de salada mista minimamente**  
210 **processada composta por alface americana, alface roxa e acelga**. 2010. 127f.  
211 Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-  
212 graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe.  
213 São Cristóvão, 2010.



214 **Figura 1:** Teores de fenóis, índice de escurecimento, atividade da polifenoloxidase e  
215 atividade da peroxidase da acelga em atmosfera modificada ativa e passiva, a 5 °C,  
216 durante 15 dias. As barras representam o erro padrão da média.

218 **Figure 1:** Levels of phenols, browning index, PPO activity and peroxidase activity  
219 chard in active modified atmosphere, 5 ° C for 15 days. The bars represent the standard  
220 error of the mean.

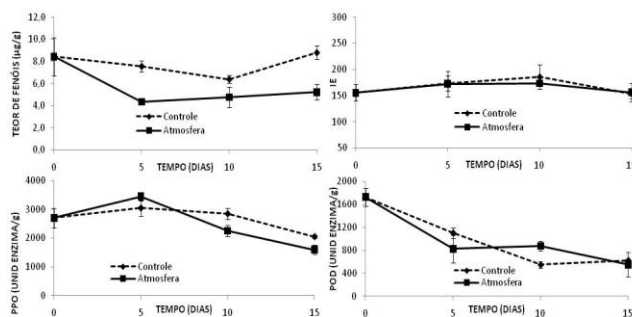
221



222

223 **Figura 2:** Teores de fenóis, Índice de escurecimento, atividade da polifenoloxidase e  
224 atividade da peroxidase da alface americana em atmosfera modificada ativa e passiva, a  
225 5 °C, durante 15 dias. As barras representam o erro padrão da média.

226 **Figure 2:** Levels of phenols, browning index, PPO activity and activity of lettuce  
227 peroxidase in active modified atmosphere, 5 ° C for 15 days. The bars represent the  
228 standard error of the mean.



229

230 **Figura 3:** Teores de fenóis, índice de escurecimento, atividade da polifenoloxidase e  
231 atividade da peroxidase da alface roxa em atmosfera modificada ativa e passiva, a 5 °C,  
232 durante 15 dias. As barras representam o erro padrão da média.

233 **Figure 3:** Levels of phenols, browning index, PPO activity and activity of red lettuce  
234 peroxidase in active modified atmosphere, 5 ° C for 15 days. The bars represent the  
235 standard error of the mean.