

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SULFITO PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DA COR EM MAÇÃ DESIDRATADA

RESUMO

A desidratação de maçã é uma boa opção para o aproveitamento de excedentes de produção ao proporcionar aumento da vida-de-prateleira e agregação de valor ao produto. Porém, dois tipos de reações podem ocorrer durante e após o processamento, escurecimento enzimático e não-enzimático, o que leva à perda de qualidade e aceitação pelo consumidor. Com o objetivo de verificar a eficiência do sulfito contra o escurecimento, maçãs cv. Fuji foram pré-tratadas com dosagens seguras deste agente. As maçãs foram fatiadas em rodela de aproximadamente 3 mm e imersas por 1 hora em soluções antioxidantes, com diferentes concentrações de metabissulfito de sódio, sem e com adição de 0,1% de ácido ascórbico e cítrico. Posteriormente, as fatias tratadas foram desidratadas em secador de bandejas, por 3 horas a 80°C. O grau de escurecimento foi verificado visualmente e por meio da análise de cor pelas coordenadas L* (luminosidade), índice Chroma (intensidade de cor) e ângulo hue (cor). O resultado das análises estatísticas dos dados de L*, por meio de regressão, mostrou um comportamento linear e quadrático para L*, com e sem adição de ácido, respectivamente. A adição de ácido potencializou a ação do sulfito para valores mais alto do agente. O índice Chroma, com curvas de comportamento cúbico, obteve resultados de cor explicáveis, mas não se mostrou como um índice válido para a análise de intensidade de cor branca das amostras. O ângulo hue, tonalidade amarelo, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Pudemos concluir que as fatias de maçã com adição de metabissulfito acima de 50mg/kg, associado ou não com ácido, mostrou-se eficaz contra o escurecimento.

Palavras-chave: maçã Fuji, sulfito, ácidos, escurecimento enzimático e não enzimático, desidratação

SUMMARY

Apple dehydration is a good option to use on production's excess, adding value and prolonging the shelf-life of the product. However, two adverse reactions may occur during and after this dehydration process: enzymatic darkening and non-enzymatic, leading to loss of quality and lesser consumer's acceptance. Aiming to verify the efficacy of sulphite against those reactions, apples (cv Fuji) were pre-treated with safe doses of this agent. After that, it were coronally sliced (3mm thick) and immersed in antioxidant solution with different concentrations of sodium metabissulphite (with and without 0.1% addition of ascorbic and citric acids), for one hour. Later, the slices were dehydrated in drier trays for 3 hours at 80°C. Darkening level were checked visually and by color analysis, through luminosity (L*), Chroma index (color intensity) and hue angle (color) parameters. Statistical analysis of L* data resulted, by regression method, in linear and quadratic performances of this parameter, with and without acid addition, respectively. The acid addition potentiated sulfite action, at its higher levels. Chroma index, with curves of cubical behavior, presented color results explainables, but did not revealed itself as a valid index to analysis the white color intensity of the samples. The hue angle, yellow tonality, did not presented significative difference among treatments. We could conclude that in apple slices additioned with metabissulphite in amounts higher than 50mg/kg, associated or not with acid, it had efficacy against darkening.

Keywords: apple Fuji, sulphite, acid, enzymatic darkening and no enzymatic, dehydration

Wilton Soares Cardoso*,
Flávia de Abreu Pinheiro,
Talita Patelli,
Ronaldo Perez e
Afonso Mota Ramos

Universidade Federal de
Viçosa

*Autor para correspondência:
Av. Maria de Paula Santana,
4451/apto 103, Silvestre
CEP 36570-000. Viçosa. MG
E-mail: wiltonscardoso@
yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A maçã é, dentre as frutas de clima temperado cultivadas no Brasil, aquela que apresentou maior expansão em área plantada e em volume de produção nos últimos vinte anos; atingindo cerca de 700.000 toneladas em 2006 (1). Por outro lado, é evidente o potencial do mercado interno para aumento da demanda de sucos, purês, “chips”, maçãs desidratadas, chás, doces, geléias e muitos outros alimentos (2).

A desidratação de maçã é uma boa opção para o aproveitamento de excedentes de produção ao proporcionar aumento da vida-de-prateleira e agregação de valor ao produto (3,4). Mas o controle do processo de secagem é crítico para a qualidade do produto final, e o escurecimento atinge o máximo na faixa de A_w entre 0,53 e 0,55 (5). Para minimizar o efeito do escurecimento nas frutas, podem-se utilizar agentes antioxidantes e/ou branqueadores, como sulfito e ácidos (6,7).

O sulfito ou agente sulfitante referem-se ao dióxido de enxofre gasoso ou aos sais de sódio, potássio e cálcio de sulfito hidrogênio (bissulfito), dissulfito (metabissulfito) ou íons de sulfito (8). O efeito antioxidante dos sulfitos é parcialmente responsável pela inibição do escurecimento não enzimático e enzimático, e baseia-se, principalmente, em sua capacidade de seqüestrar outros agentes oxidantes que são formados quando o oxigênio entra em contato com o alimento (6, 7, 8).

As reações de escurecimento não enzimático mais importantes são as reações de Maillard, que envolvem aminoácidos e açúcares redutores, e a caramelização de açúcares. Uma variedade de intermediários carbonílicos pode ser formada durante o processo de escurecimento não enzimático, incluindo açúcares redutores, carbonílicos simples, dicarbonílicos e α e β -carbonílicos insaturados. Os sulfitos, devido à elevada reatividade, podem reagir com todos esses intermediários e, desta forma, bloquear a formação de pigmentos marrons (6,9,10,7). No escurecimento enzimático, os sulfitos também podem agir como inibidores de inúmeras enzimas, incluindo polifenoloxidase, ascorbato oxidase, lipoxigenase, peroxidase e enzimas dependentes de tiamina. A polifenoloxidase (PFO) é encontrada em frutas e vegetais e a inibição de sua atividade é amplamente utilizada no controle da deterioração enzimática. A atividade da PFO é alta em alimentos que são particularmente sensíveis ao escurecimento oxidativo, como batatas, maçãs, cogumelos, bananas, pêssegos, sucos de frutas e vinhos. Sulfitos podem inibir diretamente a enzima ou também interagir com os intermediários da reação de escurecimento, impedindo sua participação nas reações que levam à formação de pigmentos escuros (6,11).

Dentre os antioxidantes mais pesquisados destacam-se os ácidos cítrico e ascórbico (12). O ácido ascórbico previne o escurecimento enzimático e outras reações oxidativas. Também atua como quelante (seqüestrador) de enzimas oxidativas (PFO) (13). O uso do ácido ascórbico como antioxidante, além de ser totalmente seguro para consumo humano, barato e bem aceito pelos consumidores, pode aumentar o teor de vitamina C (14,15). Sua adição em conjunto com o ácido cítrico tende a manter o pH do meio mais estável (mais ácido).

O ácido cítrico é um dos principais ácidos orgânicos naturais em frutas, previne o escurecimento enzimático pela ação sobre polifenoloxidases e peroxidases. Também é utilizado para potencializar (ação sinérgica) outros antioxidantes como o ácido ascórbico (13). O ácido cítrico, em conjunto com o ácido ascórbico ou o sulfito de sódio, é muito utilizado para inibir a alteração de cor (5).

A cor, associada à qualidade, pode ser utilizada como indicador de transformações naturais dos alimentos frescos e fornece ao consumidor a correlação visual direta entre frescor e sabor, sendo que as alterações de cor medidas pela colorimetria podem ser usadas para prever mudanças químicas e de qualidade das frutas (16). Assim, com a utilização do sistema CIELAB e das variáveis L^* , ângulo hue e Chroma, pretende-se avaliar o efeito do sulfito, com ou sem adição de ácido, na variação de cor de maçã desidratada.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se maçãs “Fuji”, fisiologicamente maduras, adquiridas no comércio local de Viçosa (MG) e armazenadas sob refrigeração por 24 horas. As frutas foram selecionadas e lavadas em água corrente e mergulhadas em solução de 50 ppm de cloro, por vinte minutos. Com auxílio de fatiador adaptado, as maçãs foram cortadas em fatias de aproximadamente 3 mm e imersas nas soluções antioxidantes (tratamentos, Tabela I) por 1 hora. Após a imersão nas soluções, o excesso de líquido foi drenado em peneiras. Em seguida, as fatias foram colocadas em bandejas e enviadas para o secador, para secagem a 80°C por 3 horas, obtendo ao final as maçãs desidratadas, com umidade variando de 7% a 9%, determinada de acordo com o método preconizado pelo Instituto Adolfo Lutz (17).

A quantidade de sulfito (ou metabissulfito de sódio) nas soluções foi calculada para que os tratamentos fossem estabelecidos dentro do limite máximo da legislação, ou seja, manter a segurança do produto e evitar análises de sulfito residual posteriores à secagem. Mesmo as fatias submetidas aos tratamentos com 200 mg/kg de metabissulfito que apresentaram concentração de SO_2 acima do

Limite Máximo Tolerável, continuam seguras e sem necessidade de análises posteriores, pois a perda de enxofre durante o processo é muito alta.

Os sulfitos são removidos pela ação do calor ou vácuo durante o processamento (7). Como volatiliza muito facilmente, o nível residual será muito menor que a quantidade originalmente aplicada (19). TREPTOW, QUEIROZ & ANTUNES (20) utilizaram solução com 1000 ppm de bissulfito de sódio em pré-tratamento de maçãs desidratadas, antes da secagem, e obtiveram uma concentração em sulfito residual de aproximadamente 37 ppm nas fatias de maçã seca, ou seja, uma perda de 96%.

PARTE EXPERIMENTAL

As leituras das coordenadas L^* , a^* e b^* foram realizadas, em três repetições em duplicata, na parte central das fatias de maçã desidratadas utilizando-se colorímetro portátil, marca MINOLTA, escala CIELAB.

Os valores de L^* variam do claro ao escuro, sendo o valor 100 correspondente à cor branca e o valor 0 (zero) à cor preta. Os valores de a^* e b^* foram convertidos ao índice Chroma (C) e ao ângulo hue (h). O índice Chroma, é a raiz quadrada de $a^{*2} + b^{*2}$ e o ângulo hue é obtido pelo arcotangente de b^*/a^* .

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2, com 3 repetições. Os valores de L^* , C e h obtidos, foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA), seguido por teste de médias Tukey, ou regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados com o programa estatístico SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado visual da secagem das fatias de maçãs, submetidas aos tratamentos com soluções antioxidantes são mostrados na Figura 1. Observa-se uma variação de tonalidades entre as amostras. Com exceção dos tratamentos 1 e 5, sem adição de metabissulfito de sódio, visualmente os demais tratamentos mostraram ser eficientes contra o escurecimento.

Para obter uma estimativa do escurecimento, a coordenada L^* tem sido frequentemente utilizada assim, quanto maior seu valor, mais clara é a amostra, e, portanto, menor é escurecimento. Os valores de L^* variam de 0 (preto) a 100 (branco).

A Tabela 2 mostra a análise estatística para o aspecto luminosidade (L^*) das amostras.

Houve interação significativa entre a adição de ácidos e a concentração de sulfito, assim os tratamentos foram

analisados, por meio de regressão. A Figura 2 representa as curvas dos valores de L^* para as concentrações de sulfito dentro do fator ácido (sem a adição de ácido e com a adição de 0,1% de ácido cítrico e ascórbico).

Nos tratamentos sem a adição de ácido a curva descreve um decréscimo a partir de uma determinada concentração (aproximadamente 135 mg/kg) de metabissulfito na amostra. No entanto, até o valor de aproximadamente 160 mg/kg os tratamentos sem ácido mostram valores de L^* maiores.

Verificou-se comportamento linear na curva dos tratamentos com a adição de 0,1 % de ácidos. Provavelmente a adição de ácido potencializou a ação do sulfito, por isso a curva não mostra um ponto de máximo como observado naquela para os tratamentos sem adição de ácidos, dentro da faixa de adição de metabissulfito.

É sabido que os ácidos cítrico e ascórbico trabalham em sinergismos para preservação da cor (13). Os resultados da ANOVA para o fator ácido dentro do fator concentração de metabissulfito foram significativos para todos

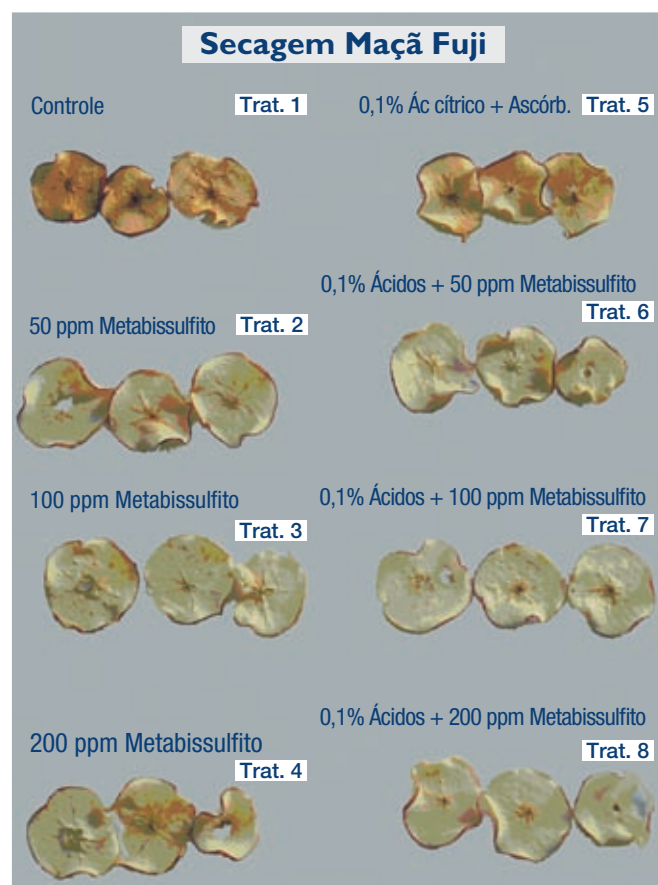


Figura 1. Coloração final das maçãs secas submetidas aos oito tratamentos

Tabela 1. Tratamentos (soluções antioxidantes) utilizados para imersão das maçãs

Tratamentos	Concentração de ácidos cítrico e ascórbico	Concentração de metabisulfito de sódio (mg/kg de maçã)	Concentração teórica (67,4%) de SO ₂ (mg/100g) *
1	-	-	-
2	-	50	0,0034
3	-	100	0,0068
4	-	200	0,0136
5	0,1%	-	-
6	0,1%	50	0,0034
7	0,1%	100	0,0068
8	0,1%	200	0,0136

* O Limite máximo de sulfito residual, expresso em SO₂, é de 0,01g/100g de fruta dessecada (18).

Tabela 2. ANOVA para os resultados da coordenada L*

Fontes de Variação	G.L	Quadrado Médio	P
Concentração de sulfito	3	560.7682	0.00000**
Ácido	1	54.30042	0.16909 n.s
Ácido x Concentração de sulfito	3	117.6637	0.01804*
Resíduo	16	26.17958	

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade. n.s. Não significativo.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

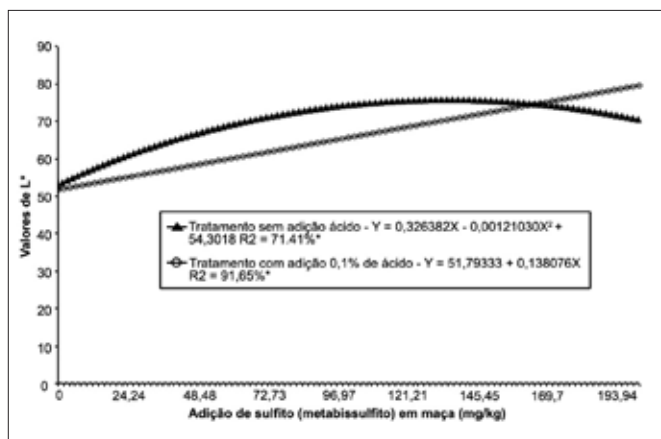


Figura 2. Curva dos valores de L* (luminosidade), em maçãs desidratadas, em relação à adição de sulfito (metabisulfito de sódio). * Significativo a 5%

os níveis ($p < 0,05$). Assim, como o fator ácido apresenta somente dois níveis, tem-se como resultado final (Tabela 3) uma diferença para a adição de 0,1% de ácidos para a não adição de ácidos.

Uma possível explicação pelos menores valores de L* apresentados nos tratamentos acidificados é a reação do ácido ascórbico com oxigênio, formando o ácido dehidroascórbico e o peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Como o sulfito é um forte agente antioxidante, este reage rapidamente com o H₂O₂, protegendo outros constituintes do alimento (21). Assim, no início, como a quantidade de sulfito é pequena, pouco é utilizado para o branqueamento ou inibição do escurecimento. Para as concentrações mais altas de sulfito (200 mg/kg), o valor de L* é maior para os tratamentos com adição de ácidos, o que pode sugerir um sinergismo entre os ácidos e o sulfito, pois o

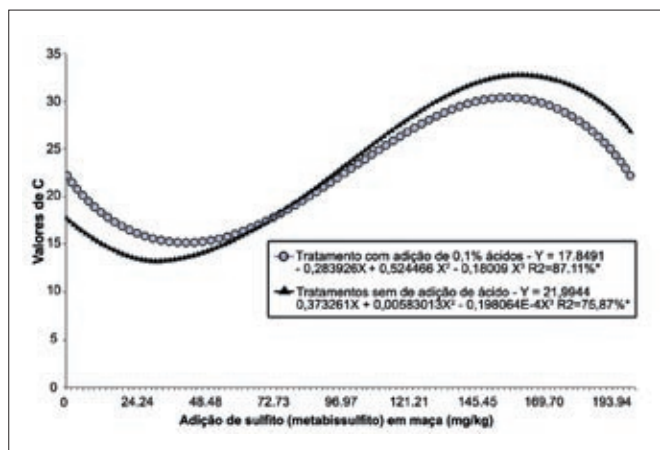


Figura 3. Curva dos valores de Chroma, em maçãs desidratadas, em relação à adição de sulfito (metabissulfito de sódio)

ácido restante, que não reagiu com o oxigênio, depois de concentrado pela desidratação, diminui o pH, desfavorecendo as enzimas oxidantes (PPO) (8).

Em relação à coloração, outro aspecto utilizado foi o índice Chroma (C), que denota sobre a saturação ou intensidade da cor. Os valores de Chroma menores correspondem ao padrão de cor mais fraco (“aspectos fosco do objeto”) e valores mais altos ao padrão de cor mais forte (“cores vivas”), aspecto desejado para os alimentos.

O resultado da análise estatística realizada sobre os resultados do índice C para as fatias de maçãs desidratadas é expresso na Tabela 4.

Como a interação entre ácido e concentração de sulfito foi significativa, foi realizada análise de regressão para os valores de C, da concentração de sulfito dentro do fator ácido.

O gráfico (Figura 3) ilustra as curvas obtidas para os tratamentos com e sem adição de ácido.

Todos os resultados obtidos são valores intermediários para Chroma, o que indica que o produto final não apresenta muita intensidade de cor, o que é esperado para produtos de cores claras, muito próximas ao branco.

Curvas mais simples como as lineares e quadráticas não tiveram um R² maior que 50%, sendo somente as curvas cúbicas, estatisticamente aptas para explicar os resultados da análise de regressão. A análise visual das fatias de maçãs (Figura 1) e dos resultados para luminosidade mostrou que estas curvas cúbicas também podem explicar o processo de mudança de intensidade de cor obtido pelos tratamentos nas fatias de maçãs desidratadas, dentro das daquela faixa de valores para adição de metabissulfito de sódio.

Assim, analisando as curvas, têm-se as seguintes interpretações: para o primeiro tratamento, 0 mg/kg, tem-se valores mais altos, relacionados com a cor escura das amostras, que vão diminuindo com aumento da dosagem

Tabela 3. Resultado do índice L* para o fator ácido dentro do fator concentração de sulfito

Tratamentos	Valor médio de L* (sem ácido)	Valor médio de L* (com 0,1% de ácido)
0 mg/kg	55,0 A	51,5 B
50 mg/kg	65,7 A	59,9 B
100 mg/kg	76,2 A	64,3 B
200 mg/kg	70,9 A	80,1 B

As médias, da mesma linha, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, ao nível 5% de probabilidade.

Tabela 4. ANOVA para os resultados do valor de Chroma

Fontes de Variação	G.L	Quadrado Médio	P
Concentração de sulfito	3	111.2804	0.00000**
Ácido	1	0,067113	*****n.s
Ácido x Concentração de sulfito	3	20.52576	0.02215*
Resíduo	16	4.852244	

* Significativo ao nível de 5% probabilidade. n.s. Não significativo.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 5. Resultado com as médias dos valores de Chroma

Tratamentos	Valor médio de Chroma (sem ácido)	Valor médio de Chroma (com 0,1% de ácido)
0 mg/kg	21,89 A	17,85 B
50 mg/kg	15,43 A	14,51 A
100 mg/kg	23,16 A	23,90 B
200 mg/kg	22,10 A	26,84 B

As médias, da mesma linha, seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, ao nível 5% de probabilidade.

Tabela 6. ANOVA para os resultados do Ângulo Hue

Fontes de Variação	G.L	Quadrado Médio	P
Concentração de sulfito	3	0.9597056	*****
Ácido	1	9.375	0.14147 n.s
Ácido x Concentração de sulfito	3	5.695111	0.26462 n.s
Resíduo	16		

n.s. Não significativo ao nível de 5% probabilidade.

de sulfito, pois a ausência de tratamentos permitiu o escurecimento das amostras, com maior intensidade cor de escura (pontos pretos). Posteriormente, com a aplicação de sulfito, os valores de C vão diminuindo até aproximadamente 12, isso é explicável, pois a coloração escura da fruta é reduzida, tornando-se mais clara. Como o Chroma inicialmente estava relacionado com a cor escura, esta perde sua intensidade, as fatias desidratadas tornam-se mais claras (menos pontos pretos) e assim diminui os valores de C. Com subseqüentes adições de sulfito, ocorre uma mudança no padrão do Chroma, que estava relacionado em princípio com a cor escura, muda para cor branca, que passa a ser predominante nas amostras.

Os valores de C aumentam até aproximadamente 31. Esses valores estão relacionados com o aumento na intensidade da coloração clara, pois as fatias ficaram mais brancas (maiores valores de L*). A partir desse pico, os valores de C tornam a decrescer novamente com o aumento na quantidade de sulfito. Em hipótese, os altos valores de luminosidade obtidos pelas fatias secas de maçãs podem explicar essa diminuição nos valores de C, pois os altos valores de L* podem, pela reflexão da luz, diminuir a intensidade de cor branca ou favorecer uma redução na capacidade de visualização do parâmetro Chroma pelo aparelho.

Pelo tipo da curva obtido para o índice Chroma, observou-se que não se pode utilizar esses valores para avaliar o efeito dos tratamentos nas fatias de maçãs.

As curvas obtidas na regressão, do fator concentração de sulfito dentro do fator ácido, são muito semelhantes, o que em princípio, pode-se perceber que a adição de ácido não causou efeito sobre a intensidade de cor das amostras. No entanto, pela análise estatística dos dados do fator ácido dentro do fator concentração de sulfito têm se diferença significativa ($p < 0,05$), exceto para o nível de 50 mg/kg.

Como se pode observar na Tabela 5, a adição de ácido somente favorece as amostras para valores de sulfito maiores que 100 mg/kg de maçã, e que para valores menores, o ácido diminui os valores de Chroma. Isto pode ser explicado pela interação dos ácidos com o sulfito reduzindo sua disponibilidade, como descrito para os valores de L*.

Para os tratamentos com ácidos, os maiores valores de C apresentados com a adição acima de 100 mg/kg de sulfito podem ser devido à ação contra o escurecimento enzimático. Os ácidos concentrados depois da desidratação podem diminuir ainda mais o pH, em relação aos tratamentos sem adição de ácido, diminuindo assim as reações enzimáticas e potencializando a adição dos sulfitos.

Com relação ao ângulo hue, que representa a tonalidade de cor da amostra, 0° vermelho, 90° amarelo, 180° verde e 270° azul. Todas as leituras mostraram-se próximas de 90°, evidenciando uma tonalidade amarela, como pode ser visualizado na Figura 1.

A Tabela 6 descreve a análise estatística para o índice ângulo hue (tonalidade amarelo) das amostras de maçãs desidratadas.

Não houve interação entre os fatores e todas as amostras não apresentaram diferença significativa, assim a concentração de sulfito (metabissulfito) com ou sem adição de ácido não evidenciou diferença para tonalidade amarelada das fatias de maçã, sejam elas mais escuras ou mais claras.

CONCLUSÃO

Visualmente os tratamentos com adição de 50 mg/kg de sulfito mostraram efeito positivo contra o escurecimento, sendo que valores maiores apresentaram maior grau de brancura. Esta maior brancura foi acompanhada

pelo aumento dos valores de L*, principalmente com a adição de ácido na solução antioxidantes.

Os valores do ângulo hue não tiveram diferença para o incremento de sulfito com ou sem ácido nas amostras de maçã secas.

Os valores de chroma são semelhantes nos tratamentos com ou sem ácidos, sendo que a curva obteve um comportamento explicável, mas não apropriado para avaliar o efeito dos tratamentos nas fatias de maçãs desidratadas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências

1. ABPM. **Safra Frutas Previsão. Disponível em:** www.abpm.org.br/portugues/mensagens/imprensa/822006/mensagemabpm822006-revistaveja13022006eoutras.htm. Acessado em: 25/01/2007, 2007.
2. BONETI, J.I.S.; CESA, J.D.; PETRI, J.L.; HETSCHKE, R. **Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: maçã.** EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Florianópolis: EPAGRI, 94p., 1999.
3. WILHELM, L.R.; COLLINS, J.L.; MULLINS, C.A. *Factors associated with drying apples.* **Tennessee Farm and Home Science Progress Report.** v. 11947, n. 27, p: 8-30, 1981.
4. LA BELLE, R.L. *Apple quality characteristics as related to various processed products.* In: **American Chemical Society. Quality of selected fruits and vegetables.** New York: ACS Symp. série n. 170, p: 61-76, 1983.
5. ARAÚJO, J.M. **Química de Alimentos: Teoria e Prática.** 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 416p., 1999.
6. TAYLOR, S. L.; et al. *Sulfites in foods: uses, analytical methods, residues, fate, exposure, assessment, metabolism, toxicity, and hypersensitivity.* **Advances in Food Research.** v. 30, p. 1-76, 1986.
7. LÜCK, E.; JAGER, M. Sulfur Dioxide, Chapter 12 in: **Antimicrobial Food Additives – characteristics, uses, effects.** 2nd Edition – Berlin: Springer-Verlag, 260p., 1997.
8. MACHADO, R.M.D.; TOLEDO, M.C.F. *Sulfites em Alimentos.* **Brazilian Journal Food Technology.** v. 9, n. 4, p. 265-275, 2006.
9. SWALES, S.; WEDZICHA, B.L. *Kinetics of the sulphite-inhibited browning of fructose.* **Food Additives and Contaminants.** v. 9, n. 5, p. 479-483, 1992.
10. WEDZICHA, B.L. *Chemistry of sulphur dioxide in foods.* London, **Elsevier Applied Science Publishers,** 381p., 1984.
11. IYENGAR, R.; McEVILY, A.J. *Anti-browning agents: alternatives to the use of sulfites in foods.* **Trends in Food Science & Technology.** v. 3, p. 60-64, 1992.
12. PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; ALMEIDA, G.C. et al. *Associação de atmosfera modificada e antioxidantes reduz o escurecimento de batatas 'Ágata' minimamente processadas.* **Horticultura Brasileira.** v. 23, n. 4., 2005.
13. CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 113 p., 2000.
14. PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. *Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as an antioxidant.* **HortScience.** v.28, n.1, p.48-50, 1993.
15. MIRANDA, R.B. *Avaliação da qualidade do mamão (Carica papaya L.) minimamente processado.* Dissertação (M.S.), Universidade Federal de Lavras. Lavras, 71 p., 2001.
16. PAIVA, M.; GUAMIS, B.; TRUJILLO, A.J.; CAPELLAS, M.; FERRAGUT, V. *Changes in microstructural, textural and colour characteristics during ripening of Manchego-type cheese salted by brine vacuum impregnation* **International Dairy Journal.** Oxford, v. 9, p. 91-98, 1999.
17. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1976.
18. BRASIL. **Resolução RDC nº 217,** de 29 de julho de 2005. Aprova a extensão de uso do aditivo dióxido de enxofre e seus sais de cálcio, sódio e potássio de acordo com o anexo da presente Resolução. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 01 de agosto de 2005.
19. DEMAN, J.M. **Principles of Food Chemistry. Third Edition** Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 645 p., 1999.
20. TREPTOW, R.O.; QUEIROZ, M.I.; ANTUNES, P.L. *Preferência e aceitação de fatias desidratadas de maçãs (malus domestica borkh).* **Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA.** v.4, n. 1, 41-46., 1998.
21. OUGH, C.S. *Determination of sulfur dioxide in grapes and wines.* **Journal of the Association of Official Analytical Chemists.** v. 69, n. 1, p. 5-7, 1986.