

Efeito do momento de sanitização sobre atributos físico-químicos e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas

Maria Carolina D. Vitti^{1,5}; Ricardo Alfredo Kluge^{1,6}; Claudio Rosa Gallo²; Celso Luiz Moretti⁴; Angelo Pedro Jacomino^{3,6}

¹ESALQ, Depto. Ciências Biológicas, C. Postal 9, 13418-900 Piracicaba-SP; ²Depto Agroindústria Alimentos e Nutrição; ³Depto de Produção Vegetal; ⁴Embrapa-Hortaliças, 70359-970 Brasília-DF; ⁵Bolsista CAPES; ⁶Bolsista CNPq; E-mail: mcdvitti@esalq.usp.br

RESUMO

Raízes de beterrabas, cv. Early Wonder, foram minimamente processadas e submetidas a tratamentos de sanitização: controle (sem sanitização); sanitização após o corte (padrão); sanitização antes do descascamento e após o corte; sanitização apenas após o descascamento; sanitização antes e após o descascamento; sanitização antes e após o descascamento, e após o corte. Após os tratamentos, o produto foi colocado em bandejas envoltas com filme de PVC e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR durante 10 dias. Realizou-se análises físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento refrigerado. Não foi detectada a presença de coliformes fecais e *Salmonella* nos tratamentos com etapa de sanitização. As contagens de coliformes totais e bactérias psicrotróficas e os teores de betacianina e betaxantina foram maiores para beterrabas não sanitizadas. Houve decréscimo nos teores dos pigmentos durante conservação. A sanitização após o descascamento é a mais apropriada para manutenção da qualidade por reduzir a perda de pigmentos e garantir a segurança alimentar do produto, além de evitar o desperdício de cloro.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L., pigmentos, processamento mínimo, microbiologia.

ABSTRACT

Effect of the sanitization moment on physicochemical and microbiological attributes of fresh-cut beet roots

Early Wonder beet roots were minimally processed and submitted to sanitization treatments: control (no sanitization); sanitization after cutting (standard); sanitization before peeling and after cutting; sanitization only after peeling; sanitization before and after peeling; sanitization before and after peeling and after cut. After the treatments, the product was placed on trays wrapped in PVC film and stored at $5\pm 1^\circ\text{C}$ and $85\pm 5\%$ RH for 10 days. Physicochemical and microbiological analyses were conducted during refrigerated storage. Fecal coliforms and *Salmonella* were not detected in beet roots that underwent sanitization. Total coliforms and psychotropic bacteria counts, as well as betacyanin and betaxanthin amounts were higher in non-sanitized beet roots. There was a decrease in pigment amounts during storage. Post-peeling sanitization is the most suitable for quality maintenance, as it reduces pigment loss, ensures good food safety standards and avoids chlorine waste.

Keywords: *Beta vulgaris* L., pigments, minimally processing, microbiology.

(Recebido para publicação em 20 de janeiro de 2004 e aceito em 2 de setembro de 2004)

O consumo de produtos minimamente processados tem tido considerável aumento nos últimos anos, em função do maior interesse dos consumidores por produtos cada vez mais naturais e convenientes (Durigan e Sargent, 1999), e também pela maior participação da mulher no mercado de trabalho, envelhecimento da população e aumento na importância das refeições coletivas (Moretti, 2001).

O processamento mínimo usualmente descreve um produto fresco, adequadamente descascado, fatiado ou cortado, 100% comestível, contrastando com as técnicas de processamento convencionais, as quais incluem congelamento, envasamento ou secagem (Bolin e Huxsoll, 1989).

A beterraba vem aumentando em importância entre as hortaliças minimamente processadas no Brasil. Em sua raiz tuberosa a cor vermelho-arroxeadada

é devido à presença de betalaínas (Kanner *et al.*, 2001). As betalaínas são pigmentos hidrossolúveis e estão divididas em duas classes: betacianina (cor avermelhada) e betaxantina (cor amarelada), caracterizando a coloração típica das raízes. Estes pigmentos, além de fornecerem cor à beterraba, são importantes substâncias antioxidantes para a dieta humana (Kanner *et al.*, 2001).

Um dos principais problemas tecnológicos observados em beterraba é a descoloração do produto minimamente processado. As operações de lavagem, sanitização e enxague, realizadas após o corte, favorecem a perda de betalaínas, que são solúveis em água (Nilson, 1970). Entretanto, estes procedimentos são de suma importância dentro do fluxograma de preparo de beterraba minimamente processada, como forma de reduzir a contaminação microbiana e os riscos de toxinfecções

alimentares.

Visando um melhor aproveitamento, a agregação de valor e aumento de conveniência para o consumo, o presente trabalho teve como objetivo estudar diferentes momentos de sanitização e verificar seu efeito na qualidade de beterraba minimamente processada.

MATERIAL E MÉTODOS

As beterrabas, cv. Early Wonder, colhidas na região de Piracicaba, foram levadas para o laboratório onde foram selecionadas quanto ao tamanho, firmeza, cor e formato, tendo sido descartadas as raízes murchas, com defeitos e com injúrias. Estas foram pré-lavadas em água corrente com o objetivo de retirar as impurezas advindas do campo. A seguir, o material experimental foi separado em seis lotes, com os tratamentos: T1 - sem sanitização, só pré-lava-

gem (controle); T2 - sanitização após o corte (padrão); T3 - sanitização antes do descascamento e após o corte; T4 - sanitização apenas após o descascamento; T5 - sanitização antes e após o descascamento; T6 - sanitização antes e após o descascamento, e após o corte. Em todos os tratamentos a etapa de sanitização foi acompanhada da etapa de enxague.

As etapas de processamento mínimo ocorreram dentro de câmara fria ($10\pm 1^\circ\text{C}$) sobre mesa de aço inoxidável devidamente higienizada. Os operadores utilizaram roupas protetoras (botas, aventais, luvas, máscaras e toucas) como parte das condições mínimas de assepsia.

O produto foi descascado mecanicamente por descascadora industrial (Shymesen) com disco abrasivo para retirada da película externa das raízes. As raízes foram imersas em água resfriada ($5\pm 0,5^\circ\text{C}$) por 2 minutos visando manter baixa a atividade metabólica do produto. As beterrabas foram submetidas a etapa de corte em forma de retalhos. Utilizando-se uma processadora industrial (Robot Coupe) com disco de 2 mm de espessura. Após o corte, o material foi sanitizado via imersão por 6 minutos em água clorada (200 mg L^{-1} de cloro ativo), com o objetivo de reduzir riscos de contaminação microbiana e as raízes foram enxaguadas por 1 minuto em água (com 3 mg L^{-1} de cloro ativo) para a retirada do excesso de cloro. Em seguida as raízes foram centrifugadas em centrífuga doméstica durante 1 minuto para a retirada do excesso de água do produto, com velocidade constante equivalente a $800 \times g$. As raízes foram armazenadas a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR durante 10 dias, em bandejas de poliestireno expandido (180 g de produto por bandeja), com dimensões $14 \times 20\text{ cm}$, envoltas em filmes de PVC (policloreto de vinila) com 14 mm de espessura. Os atributos avaliados foram teor de sólidos solúveis totais, cor, teor de betacianina e betaxantina e de microbiota contaminante.

O teor de sólidos solúveis totais foi quantificado por meio de leitura direta em refratômetro digital (Atago), utilizando-se uma gota de suco da raiz homogeneizada em centrífuga domé-

stica e os resultados foram expressos em $^\circ\text{Brix}$. A cor foi determinada com colorímetro (Minolta), determinando-se os valores de $L a^* b^*$ e calculando-se o índice de cor (IC) pela fórmula $IC=1000xa^*/Lxb^*$ (Mazzuz, 1996). Segundo o autor o IC varia de -20 a $+20$ sendo que quanto mais positivo mais intenso é o vermelho (Mazzuz, 1996). As leituras foram realizadas diretamente sobre o produto minimamente processado. Os teores de betacianina e betaxantina foram quantificados segundo a metodologia adaptada de Nilson (1970), onde 2 g de amostra previamente congeladas foram maceradas em 5 ml de água destilada. A solução foi colocada em tubetes e centrifugada utilizando-se centrífuga refrigerada (Sorvall) a 4°C (15.000 rpm) durante 40 minutos. Num tubo de ensaio foram homogenizados 1ml do sobrenadante e 24ml de água destilada. Foram feitas leituras das amostras a 476 nm, 538 nm e 600 nm. Os cálculos foram feitos pelas seguintes fórmulas: $x= 1,095(a-c)$, $y= b-z-x/3,1$ e $z= a-x$, sendo: $a=$ leitura da amostra (538 nm); $b=$ leitura da amostra (476 nm); $c=$ leitura da amostra (600 nm); $x=$ absorção de betacianina; $y=$ absorção de betaxantina e $z=$ absorção de impurezas. Análises microbiológicas foram realizadas no dia do processamento e no 10º dia de armazenamento. A microbiota contaminante da beterraba minimamente processada foi avaliada pela contagem total de bactérias psicrotróficas, número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais e presença/ausência de *Salmonella*. As análises para contagem de bactérias psicrotróficas, segundo a metodologia convencional (Plate count agar-PCA) e para o NMP de coliformes, segundo a Técnicas de Tubos Múltiplos foram realizadas conforme metodologias descritas por Vanderzant e Splittstoesser (1992). Para determinação da presença de *Salmonella* foi empregada uma metodologia distinta utilizando o Kit rápido '1-2 test', fabricado pela BioControl/USA, conforme descrito por Silva *et al.* (2001).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 6×6 (6 tratamentos e 6 períodos de avaliação) para as análises físico-químicas. Utilizaram-se 4 repeti-

ções com aproximadamente 180 g de raízes minimamente processadas. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos a análise da diferença mínima significativa em teste de comparações múltiplas, onde as diferenças entre dois tratamentos maior que a soma de dois desvios padrões foram consideradas significativas a 5% de probabilidade (Shamaila *et al.*, 1992).

Para avaliação dos padrões microbiológicos os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias/g (UFC/g) de produto para bactérias psicrotróficas, NMP/g de produto para coliformes totais e fecais e presença ou ausência de *Salmonella* em 25 g de produto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As beterrabas minimamente processadas do controle apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis, enquanto as raízes minimamente processadas, que tiveram pelo menos uma sanitização após o corte, apresentaram valores menores de sólidos solúveis (Figura 1a). Estas diferenças ocorreram em função da menor relação superfície/volume de corte das raízes com a água, o que fez extravasar mais conteúdo celular, incluindo os carboidratos solúveis (componente dos sólidos solúveis) que se dissolveram na água de sanitização.

As beterrabas minimamente processadas controle apresentaram os maiores valores de índice de cor (IC), durante o período de armazenamento (Figura 1b). A maior intensidade de coloração das raízes minimamente processadas foi verificada nos tratamentos que não sofreram sanitização após a etapa de corte. Isto já era esperado, considerando que os pigmentos de betalainas, que são solúveis em água, não entraram em contato com a mesma. Em todos os tratamentos houve uma redução gradativa nos valores de IC com o decorrer do período de armazenamento, devido à descoloração superficial do produto.

O teor de betaxantina foi maior durante todo armazenamento para beterrabas controle (Figura 1c). Raízes minimamente processadas dos tratamentos com pelo menos uma sanitização após o corte apresentaram os menores

Tabela 1. Número mais provável de coliformes totais e coliformes fecais e contagem total de bactérias psicrotóricas de beterrabas minimamente processadas submetidas a diferentes momentos de sanitização e armazenadas a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. Piracicaba, ESALQ, 2003.

Tratamentos	Coliformes totais ⁽¹⁾		Coliformes fecais ⁽²⁾		Bactérias psicrotóricas ⁽³⁾	
	0 dia	10 dias	0 dia	10 dias	0 dia	10 dias
T1= Controle	> 110	> 110	0,36	0,91	$1,59 \times 10^3$	$3,80 \times 10^5$
T2= Padrão	0,91	46	< 0,3	< 0,3	$2,30 \times 10^2$	$2,36 \times 10^4$
T3= Antes do descascamento e após o corte	0,91	46	< 0,3	< 0,3	$2,65 \times 10^2$	$2,26 \times 10^4$
T4= Após o descascamento	2,8	46	< 0,3	< 0,3	$4,14 \times 10^2$	$6,70 \times 10^4$
T5= Antes e após o descascamento	1,5	46	< 0,3	< 0,3	$4,42 \times 10^2$	$6,24 \times 10^4$
T6= Antes e após o descascamento, e após o corte	0,91	46	< 0,3	< 0,3	$2,01 \times 10^2$	$2,14 \times 10^4$

⁽¹⁾Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes totais/g de produto; ⁽²⁾Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes fecais/g de produto; ⁽³⁾Os resultados obtidos representam a quantidade de UFC/g de produto.

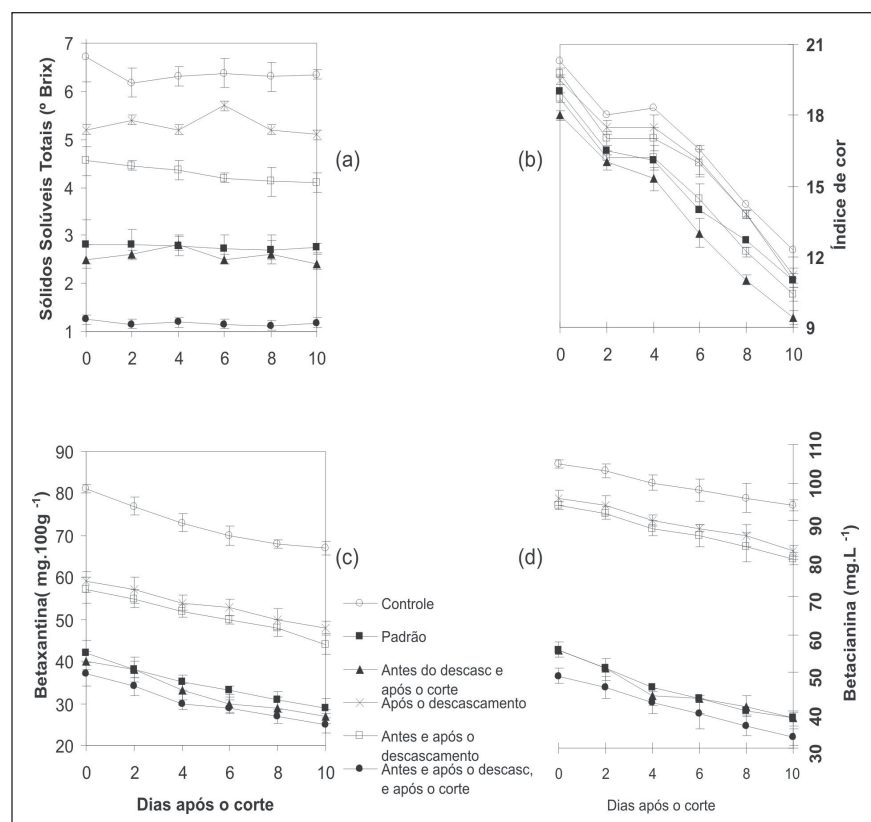


Figura 1. Teor de sólidos solúveis totais (a), índice de cor (b) e teores de betaxantina (c) e teor de betacianina (d) em beterrabas minimamente processadas submetidas a diferentes momentos de sanitização e armazenadas a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $85\pm 5\%$ UR. Os valores são médias de 4 repetições, separados pela diferença mínima significativa por Fisher's. Piracicaba, ESALQ, 2003.

valores e não diferiram significativamente entre si durante o experimento.

O teor de betacianina teve comportamento semelhante ao teor de betaxantina. As beterrabas do controle obtiveram os maiores valores no teor de betacianina durante o armazenamento. Raízes minimamente processadas dos tratamentos com pelo menos uma sanitização após o corte apresentaram os menores valores e não diferiram significativamente entre si durante o experimento (Figura 1d).

Poucos estudos referentes aos teores de pigmentos em beterraba são encontrados na literatura. Sapers e Hornstein (1979) verificaram diferenças significativas no conteúdo de betacianina e betaxantina em diferentes cultivares de beterraba de mesa. O teor de betacianina e betaxantina em beterraba varia de 45 a 210 e 20 a 140 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente, dependendo da cultivar (Nilson, 1973).

De maneira geral, foi observado uma perda gradual de pigmentos de

betaxantina e betacianina durante o armazenamento (Figuras 1c e 1d), concordando com os resultados obtidos por Osornio e Chaves (1998), os quais verificaram em beterrabas raladas e armazenadas a 0°C que o teor de betalaína decresceu aproximadamente 40-50% após 7 dias. Os pigmentos de betalaínas são mais solúveis em água do que em álcool (Nilson, 1970). No caso de beterrabas minimamente processadas, os processos de sanitização e enxágüe favorecem uma maior perda destes pigmentos devido o contato da superfície das raízes com a água.

Não foi detectada a presença de *Salmonella* em nenhum dos tratamentos analisados durante o armazenamento. Tais resultados colocam as amostras analisadas em acordo com a Resolução RDC N° 12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001) do Ministério da Saúde, que estabelece para hortaliças *in natura* a ausência de *Salmonella* (em 25 g de produto) visando a preservação da saúde pública.

A contagem de coliformes totais no dia do processamento foi maior para beterrabas controle, atingindo valores >110 NMP/g de produto em ambos os dias de análise (Tabela 1). Para os tratamentos em que pelo menos uma sanitização ocorreu após o corte das raízes, a contagem inicial de coliformes totais foi 0,91 NMP/g de produto. Foi verificado no 10º dia de armazenamento, quando todos os tratamentos atingiram nota limite de comercialização, que as beterrabas dos tratamentos que sofreram a operação de sanitização apresentaram contagens de coliformes totais na ordem de 46 NMP/g de produto (Tabela 1).

Em nenhuma das amostras de beterrabas que foram submetidas a pelo menos uma etapa de sanitização houve detecção de coliformes fecais (Tabela 1). Na metodologia de tubos múltiplos, quando aparece o resultado $<0,3$ NMP/g significa que nenhum dos tubos inoculados se mostrou positivo.

Para produtos minimamente processados, ainda não existe uma legislação determinando os limites de contagens permitidas. Entretanto, estes resultados estão de acordo com a resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA, que estabelece como padrão o máximo de 10^2 NMP de coliformes fecais/g de hortaliça fresca.

A contagem total das bactérias psicrotróficas aumentou com o decorrer dos dias de armazenamento para todos os tratamentos (Tabela 1). As beterrabas controle apresentaram as maiores contagens de bactérias psicrotróficas em ambos os dias de análise. Para os tratamentos onde pelo menos uma etapa de sanitização ocorreu após o corte, verificou-se os menores valores de contagens para bactérias psicrotróficas. O aumento na população de bactérias psicrotróficas também foi verificado em repolhos minimamente processados, de 10^2 para 10^5 UFC/g nas amostras mantidas a 4°C , após o quarto dia de armazenamento (Piagentini *et al.*, 1997).

Embora não existam, na legislação brasileira vigente, padrões para bactérias psicrotróficas totais e coliformes totais, no que diz respeito à quantidade de microrganismos presentes em um alimento, pode-se afirmar que quantidades elevadas ($>10^5$ UFC/g) são completamente indesejáveis, em razão do risco do alimento estar estragado, perda real ou potencial das qualidades organolépticas, comprometimento da aparência do alimento e presença de microrganismos patogênicos e/ou deterioradores (Caruso e Camargo, 1984). No presente trabalho, somente as amostras de beterrabas controle com 10 dias de armazenamento, apresentavam-se com valores nessa referida ordem.

A implantação de um sistema efetivo de controle, por meio do programa

de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle, é fundamental para o conhecimento e prevenção da contaminação e do crescimento microbiano em produtos minimamente processados (Vanetti, 2000).

Os resultados obtidos mostraram uma redução gradativa na coloração das raízes durante o armazenamento para todos os tratamentos, devido à degradação dos pigmentos. Os tratamentos onde pelo menos uma etapa de sanitização ocorreu após o corte apresentaram-se com coloração vermelho menos intenso do que os demais.

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas de todos os tratamentos estão dentro do padrão aceitável pela legislação brasileira em vigor para hortaliças frescas. O tratamento controle, embora tenha apresentado bons resultados, não é recomendado, pois a etapa de sanitização é essencial e indispensável para produtos minimamente processados como forma de reduzir a contaminação microbiana. Portanto, conclui-se que o momento ideal indicado para sanitizar beterrabas minimamente processadas é após o descascamento, onde a perda de cor e pigmentos é menor em relação ao controle, e as contagens microbiológicas obtidas estão dentro do padrão vigente. Mesmo o tratamento com sanitização após o descascamento não tendo diferido significativamente do tratamento com sanitização antes e após o descascamento, ele apresenta a vantagem de economia de cloro, pois somente um momento de sanitização é suficiente para obter-se um produto com qualidade e segurança alimentar.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo suporte financeiro.

LITERATURA CITADA

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em 21 fev. 2002.

BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C. Storage stability of minimally processed fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.13, p.281-292, 1989.

CARUSO, J.G.B.; CAMARGO, R. Microbiologia de alimentos. In: CAMARGO, R. (Ed.). *Tecnologia dos produtos agropecuários-alimentos*. São Paulo: Nobel, 1984. p.35-49.

DURIGAN, J.F.; SARGENT, S.A. Uso de melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. *Alimentos e Nutrição*, v.10, p.69-77, 1999.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. Betalains: a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.49, n.11, p.5178-5185, 2001.

MAZZUZ, C.F. *Calidad de frutos cítricos: manual para su gestion desde la recoleccion hasta la expedicion*. Barcelona: Ed. de Horticultura, 1996. 44 p.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: tendências e desafios. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, p.172, 2001.

NILSON, T. Studies into the pigments in beetroot (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *rubra* L.). *Lantbrukshogskolans Annaler*, v.36, p.179-219, 1970.

NILSON, T. The pigment content in beetroot with regard to cultivar, growth, development and growing conditions. *Swedish Journal of Agriculture Research*, v.3, n.4, p.187-200, 1973.

OSORNIO, M.M.L.; CHAVES, A.R. Quality changes in stored raw grated beetroots as affected by temperature and packaging film. *Journal of Food Science*, v.63, n.2, p.270-330, 1998.

PIAGENTINI, A.M.; PIROVANI, M.E.; GUEMES, D.R. Survival and growth of *Salmonella hadar* on minimally processed cabbage as influenced by storage abuse conditions. *Journal of Food Science*, v.62, n.3, p.616-618, 1997.

SAPERS, M.G.; HORNSTEIN, J.S. Varietal differences in colorant properties and stability of red beet pigments. *Journal of Food Science*, v.44, p.1242-1245, 1979.

SHAMAILA, M.; POWRIE, W.D.; SKURA, B.J. Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. *Journal of Food Science*, v.57, p.1168-1172 and 1184, 1992.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. 2.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317 p.

VANETTI, M.C.D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., Viçosa, 2000. *Palestras*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.44-52.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3ed. Washington: APHA, 1992. 1219 p.