

SP 03956

I Simposio Iberoamericano de Vegetales Frescos Cortados

IV Congreso Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças

San Pedro, SP Brasil
4 - 7 de Abril, 2006



Editores

Dr. Gustavo González-Aguilar
M.C. Fabiola Cuamea-Navarro

Co-editores

Angelo Pedro Jacomino
Ricardo Alfredo Kluge
Ebenézer de Oliveira Silva

ISBN: 968-5862-08-7

SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA EM FRUTAS E HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS

Ebenézer de Oliveira Silva, Maria do Socorro Rocha Bastos,
Ricardo Elesbão Alves, Nilda de Fátima Ferreira Soares, Rolf Puschmann

Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Bairro Planalto Pici, Fortaleza,
CE, CEP 60511-110, Brazil. bene@cnpat.embrapa.br.

A qualidade microbiológica de alimentos (frutas e hortaliças) minimamente processados está diretamente relacionada com a presença tanto de microrganismos deterioradores, que irão contribuir com as alterações indesejáveis das características sensoriais do produto, tais como cor, odor, textura e aparência como, também, de microrganismos patogênicos em concentrações prejudiciais à saúde. Assim, a segurança microbiológica diz respeito à ausência de toxinas microbianas e de microrganismos patogênicos causadores de infecção alimentar.

Os microrganismos patogênicos diretamente associados a frutas e hortaliças minimamente processadas são: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Campilobacter*, *Vibrio Species*, *Virus e parasitas*.

Enquanto os métodos convencionais de conservação de alimentos aumentam a vida útil do produto, por meio de tratamentos drásticos, tais como cozimento, congelamento e outros, o processamento mínimo, principalmente pela sua etapa de corte, torna o produto mais perecível. Considerando que a proposta de mercado do processamento mínimo é o fornecimento de alimentos convenientes, mas com as mesmas características (atributos) do produto fresco, torna-se necessário a adoção de múltiplas situações ou processos brandos que promovam um estresse sub-letal nos microrganismos sem alteração substancial nas características sensoriais do produto, sendo essa nova concepção em conservação de alimentos denominada de tecnologia de barreiras ou obstáculos (Vanetti, 2004).

No processamento mínimo, os obstáculos para eliminação de microrganismos e, ou, controles do crescimento microbiano são poucos e incluem, principalmente, a qualidade da matéria prima, a lavagem, o uso de sanitizantes, embalagens em atmosfera modificada e refrigeração (Vanetti, 2004).

A seguir serão apresentados alguns dados de pesquisa relacionados com a utilização dessas barreiras na segurança microbiológica de hortaliças (couve e repolho) e frutas (abacaxi e melão) minimamente processadas, sendo que para a primeira barreira (lavagem) serão apresentados dados do melão cantaloupe. Por questões, meramente, didáticas, os

resultados serão apresentados por cultura e não por barreira ou obstáculo, ou seja, serão apresentados os resultados com couve e repolho, seguidos dos resultados com abacaxi e melão, incluindo-se nesse último alguns resultados obtidos com a sanitização da matéria-prima.

Couve

Caracterização da flora contaminante da couve minimamente processada

Observou-se que todos os grupos de microrganismos estudados, aeróbios mesófilos, anaeróbios, psicrotróficos, bactérias produtoras de ácido, coliformes e fungos filamentosos e leveduras cresceram na couve minimamente processada armazenada sob as temperaturas de 1, 5 e 10°C. Os aeróbios mesófilos e os psicrotróficos foram os que apresentaram maior desenvolvimento, atingindo populações de células da ordem de 10⁸ e 10⁹ após 20 dias de armazenamento. A temperatura de 10°C favoreceu o crescimento dos microrganismos, e nessa temperatura o produto estava completamente deteriorado após 15 dias de acondicionamento o que impossibilitou a última análise. Nas temperaturas de 1 e 5°C, o crescimento microbiano foi mais lento e o produto conservou-se por um tempo maior (Figura 1).

Determinação da seqüência de processamento mínimo

O processo de sanificação adotado permitiu a redução de significativa ($P < 0.05$) de 1.2 a 2.0 ciclos logaritmos no número de bactérias aeróbias mesófilas de couve, do pH da solução sanificante, em aproximadamente, uma unidade e na diminuição de 52 a 55% da concentração de cloro ativo (Quadro 1). Os tratamentos onde a couve foi sanificada antes do fatiamento foram os que apresentaram maior aceitabilidade, pelos provadores e os conceitos situaram-se entre os valores 6 e 7 da escala hedônica, referentes, respectivamente, aos termos "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente" (Quadro 1). De acordo com os resultados apresentados, foi definida a seqüência de processamento mínimo a ser adotada que incluiu: sanificação, fatiamento e enxágue.

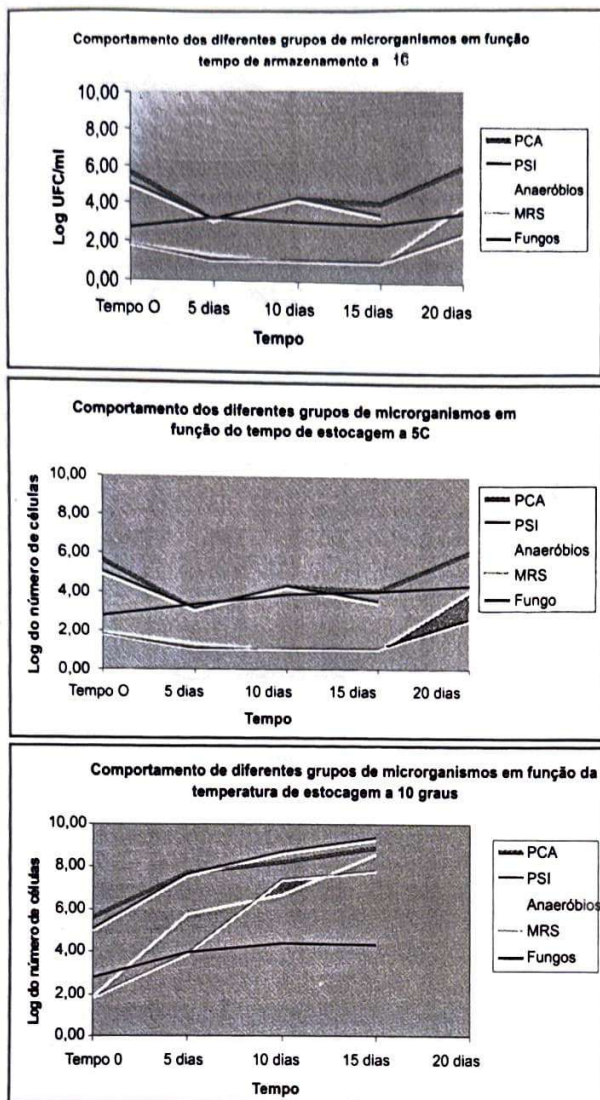


Figura 1. Comportamento de diferentes grupos de microrganismos nas temperaturas de 1,5 e 10°C. (PCA aeróbios mesófilos, PSI psicotróficos, anaeróbios mesófilos, MRS bactérias produtoras de ácido e Fungos: fungos filamentosos + leveduras).

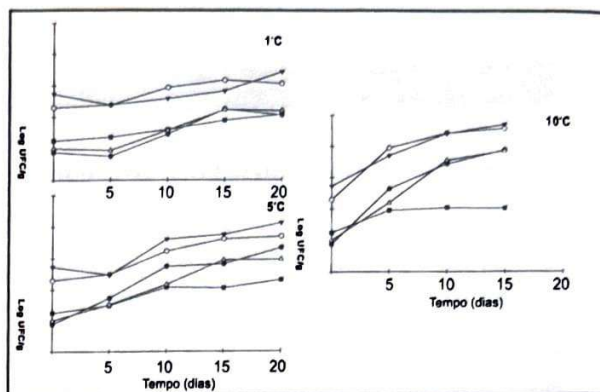


Figura 2. Contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas (○), anaeróbias (●), psicotróficas (▼), bactérias do ácido láctico (△), e leveduras (■) em couve minimamente processada embalada em PD 941 e estocada a 1, 5, e 10°C.

A contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos inicial foi, em média, 4×10^4 UFC g^{-1} e variou, significativamente, durante o período de estocagem a 5 e a 10°C, nas amostras de couve embaladas em PD 941 (Figura 2). A temperatura de 1°C foi suficiente para inibir o crescimento desta microbiota que, ao final de 20 dias de armazenamento, não diferiu significativamente ($P < 0.05$) da população inicial (Figura 2). Entretanto, a estocagem a 5°C resultou em um aumento em torno de 2.8 ciclos logarítmicos após 20 dias de estocagem e de, aproximadamente, 4.6 ciclos logarítmicos, após 15 dias de estocagem a 10°C (Figura 2). A microbiota psicotrófica, de aproximadamente 3×10^5 UFC g^{-1} , apresentou comportamento muito semelhante à aeróbia mesófila em todas as condições de estocagem (Figura 2). Esse resultado nos leva a sugerir que grande parte da microbiota aeróbia contaminante da couve pode ser constituída de psicotróficos. A contagem inicial de fungos, basicamente constituída por leveduras, foi de, aproximadamente, 3×10^2 UFC g^{-1} e variou, significativamente, nas amostras de couve minimamente processada durante o período de estocagem, a 1, 5 e 10°C com aumento de, no máximo, dois ciclos logarítmicos. Coliformes fecais não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas e desta forma, o produto atendeu a legislação vigente.

Quadro 1. Médias do logaritmo da contagem de aeróbios mesófilos e aparência da couve após ser submetida a seqüências diferentes nas etapas do processamento mínimo, e médias de pH e cloro ativo, inicial e final, nas soluções sanitizantes

Tratamentos	Aeróbios Mesófilos	Aparência	pH		Cloro ativo	
	Log UFCg-1		Notas	Inicial	Final	Inicial
Controle	6.56 a		6.30 a			
1 (F - S)	5.37 b	5.53 bc	6.07 a	5.14 b	218.36 a	104.21 b
2 (S - F)	5.09 b	6.75 a	6.06 a	5.91 a	222.20 a	219.88 a
3(F-S-E)	5.29 b	5.27 c	6.14 a	5.05 b	220.40 a	98.90 b
4 (S-F-E)	4.53 b	6.29 ab	6.07 a	6.02 a	211.81 a	194.59 a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. F= fatiamento; S= sanitização; E= enxague

Avaliação do tempo de sanitização

O tempo de 10 minutos de contato da couve fatiada com o sanitizante clorado orgânico e o clorado orgânico \pm 1% de ácido láctico promoveram uma redução de até dois (2) ciclos logarítmicos no número de bactérias mesófilas aeróbias em relação ao controle (Figura 3). Não houve diferença significativa entre os sanitizantes avaliados e o aumento do tempo de sanitização para até 30 minutos não resultou em variações significativas na microbiota contaminante da couve fatiada (Figura 3).

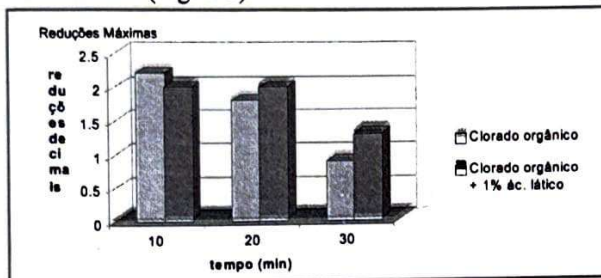


Figura 3. Efeito do tempo de sanificação sobre a redução da microbiota aeróbia Mesófila

Avaliação da efetividade de sanitizantes

A imersão das folhas de couve nas soluções sanitizantes avaliadas resultou em uma redução de até 1.8 ciclos logarítmicos no número de bactérias aeróbias mesófilas em relação ao controle (Figura 4). O ácido peracético reduziu significativamente ($P < 0.05$) a população de mesófilos aeróbios em torno de 1.8 ciclos logarítmicos, enquanto a população de *L. monocytogenes* apresentou uma redução em torno de 0.9 ciclo logarítmico (Figura 4). Esta diferença de um ciclo logarítmico pode ser atribuída a uma menor susceptibilidade de *L. monocytogenes* ao ácido peracético, ou mesmo devido a maior adesão das células de *L. monocytogenes* na couve fatiada. Embora a solução de peróxido de hidrogênio tenha promovido a redução da população de mesófilos aeróbios em 1.5 ciclos logarítmicos, esta redução não foi estatisticamente diferente do obtido com ácido peracético (Figura 4). A solução de prata coloidal reduziu o número de mesófilos aeróbios e *L. monocytogenes* em torno de 0.7 e 0.3 ciclo logarítmico, respectivamente, apresentando, portanto menor efetividade que os demais sanitizantes avaliados (Figura 4).

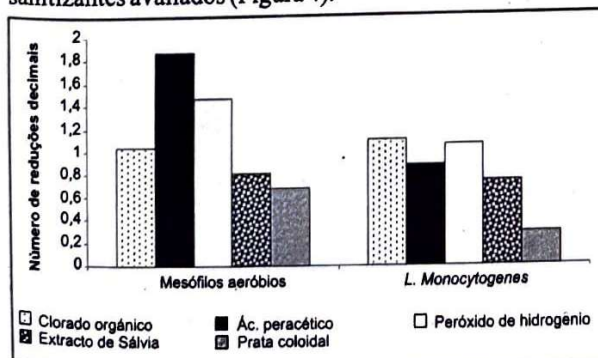
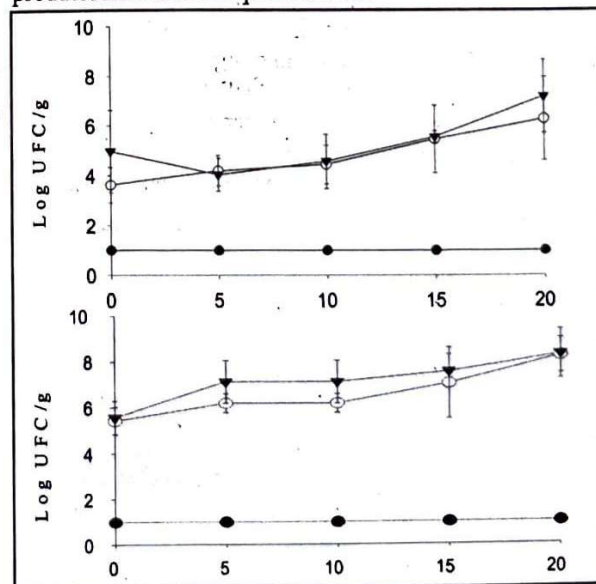


Figura 4. Número de reduções decimais de mesófilos aeróbios contaminantes e *L. Monocytogenes* inoculada com 10^5 UFCg-1, em couve minimamente processada submetida a diferentes sanitizantes à temperatura ambiente por 10 minutos.

Crescimento de listeria monocytogenes em couve minimamente processada

O crescimento de *L. monocytogenes* em couve minimamente processada foi acompanhado no produto estocado a 5, 10 e 15°C, na presença ou não da bactéria láctica selecionada. A população de *L. monocytogenes* aumentou em 2.7 ciclos logarítmicos a 5°C e 2.8 ciclos logarítmicos a 10°C em couve minimamente processada armazenada sob atmosfera modificada passiva, após 20 dias de estocagem (Figura 5A e B). Em condição de abuso de temperatura, a 15°C, o aumento verificado foi de 4.6 ciclos logarítmicos, após oito dias de estocagem (Figura 5C). Estes resultados reforçam o risco do crescimento desse patógeno psicrotrófico em alimentos minimamente processados e mantidos por períodos prolongados a temperaturas baixas, ou durante períodos de tempo menor, mas em temperaturas abusivas. Durante o período de armazenamento a 5 e 10°C, houve um aumento expressivo da população de *L. monocytogenes* na couve minimamente processada após o décimo dia, alcançando 106 e 108 UFCg⁻¹, respectivamente (Figura 5A e B). No armazenamento da couve a 15°C, uma população de 108 UFCg⁻¹ foi alcançada no oitavo dia de estocagem (Figura 5C). *L. monocytogenes* cresceu a 5, 10 e 15°C em couve minimamente processada inoculada com o isolado CCA3 (Figura 5). Verificouse que houve uma redução significativa ($P < 0.05$) do valor da velocidade específica de crescimento (μ) de *L. monocytogenes* no produto inoculado com o isolado CCA3 armazenado a 15°C (Quadro 2). Essa redução sugere uma atividade inibitória da cultura láctica. Observou-se também que, até o quarto dia, as características visuais típicas do produto foram mantidas. Este resultado permite sugerir que, em condições de abuso de temperatura, a presença de uma cultura láctica pode se constituir em uma barreira adicional para o crescimento de *L. monocytogenes* e, provavelmente, de outras bactérias indesejáveis. Os resultados sugerem que contaminantes com potencial antilistericos isolados de hortaliças podem agir como biocontrole para aumentar a segurança dos produtos minimamente processados.



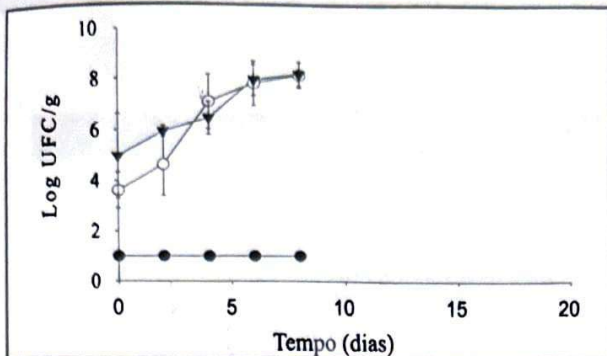


Figura 5. Logaritmo do número de Unidades Formadoras de Colônias (UFCg⁻¹) de *L. monocytogenes* em couve minimamente processada estocada a 5 (A), 10 (B) e 15°C (C). Tratamento controle (●); produto inoculado com *L. monocytogenes* (○); produto inoculado com *L. monocytogenes* e CCA3 (▼). Barras verticais representam o IC a 95% de probabilidade (n=3).

Quadro 3. Média da velocidade específica de crescimento (μ) de *L. monocytogenes* na couve minimamente processada, mantida a 5, 10 e 15°C durante o período de armazenamento na ausência e presença de CCA3

Tratamentos	μ de <i>L. monocytogenes</i>		
	5°C	10°C	15°C
<i>L. monocytogenes</i>	0.31a	0.49a	1.27a
<i>L. monocytogenes</i> e CCA3	0.27a	0.40a	0.99b

Médias seguidas de mesma letra verticalmente, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Repolho

A sanitização de repolhos inteiros resultou na redução de até 1.8 ciclos logarítmicos na população de microrganismos aeróbios, mesófilos. No entanto, não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0.05$) entre as três soluções avaliadas, que consistiram de hipoclorito de sódio a 200 mgL⁻¹, Sumaveg a 0.66% e ácido acético a 1% (Figura 6). As contagens iniciais de aeróbios mesófilos e psicotróficos foram de aproximadamente 10⁴UFCg⁻¹ e não variaram, significativamente ($P > 0.05$), no decorrer do tempo de armazenamento, nas três embalagens utilizadas (Figuras 7 e 8). As contagens iniciais de microrganismos anaeróbios foram de aproximadamente 10³UFCg⁻¹ (Figura 9) e, possivelmente, não alteraram com o tempo, nas temperaturas de 1 e 5°C, em razão da manutenção de concentrações relativamente altas de O₂ no interior das embalagens, durante o armazenamento.

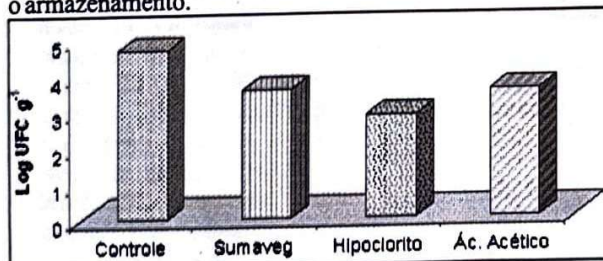


Figura 6. Logaritmo do número de unidades formadoras de colônias de bactérias aeróbias mesófilas por grama (UFC g⁻¹) de repolho, submetido a diferentes sanitizantes, a temperatura ambiente por 10 min.

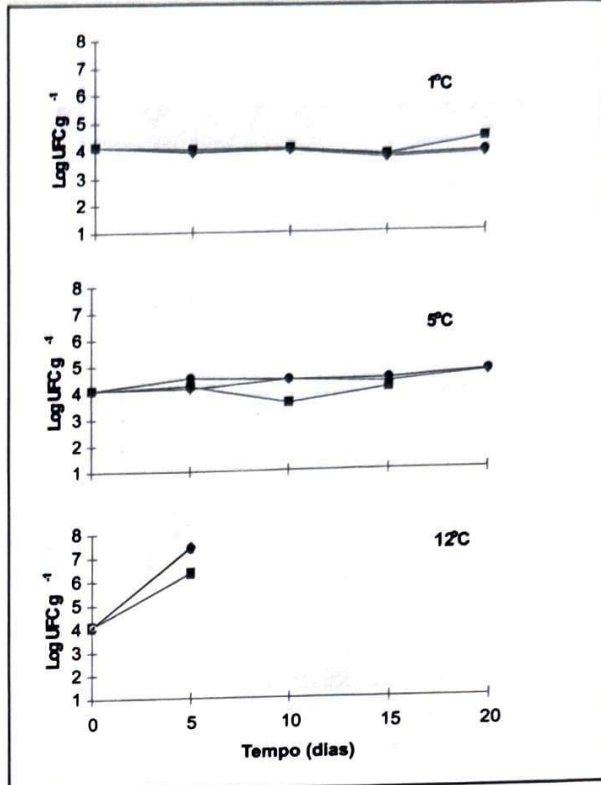


Figura 7. Contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas em repolho minimamente processado embalado em PD900 (-u-), PD961 EV (-l-) e bandeja (-n-) e estocado a 1°C, 5°C e 12°C.

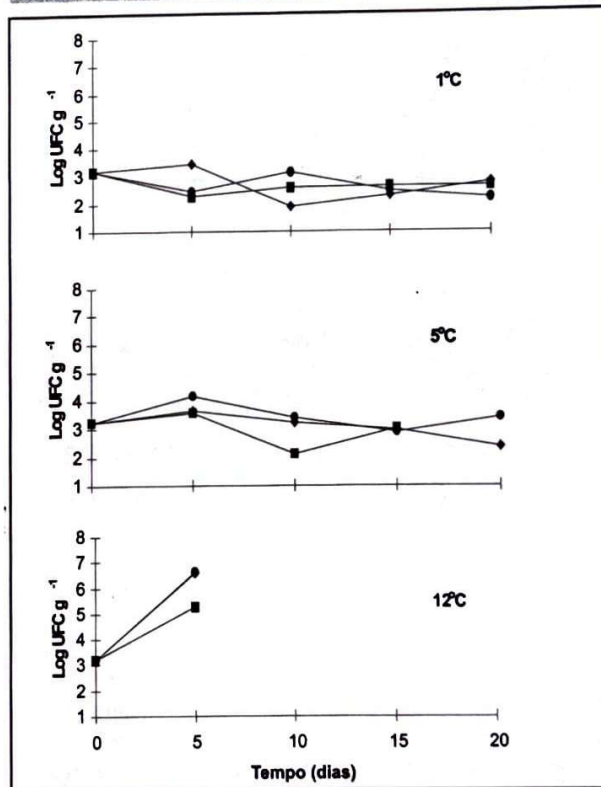


Figura 8. Contagem padrão de bactérias psicotróficas em repolho minimamente processado embalado em PD900 (-u-), PD961 EV (-l-) e bandeja (-n-) e estocado a 1°C, 5°C e 12°C.

Abacaxi

Efeito da vanilina sobre a microbiota de abacaxi minimamente processado

Resultados promissores têm sido obtidos com a utilização de vanilina visando inibição de mofo e leveduras em purês de frutas e sistemas de ágar baseados em frutas. Avaliou-se o efeito da vanilina sobre a população de bactérias aeróbias mesófilas e de fungos e leveduras em abacaxi 'Pérola' minimamente processado. Não foi constatada a presença de coliformes totais e fecais em nenhum dos cortes, assim como em nenhum dos tratamentos (Figura 9).

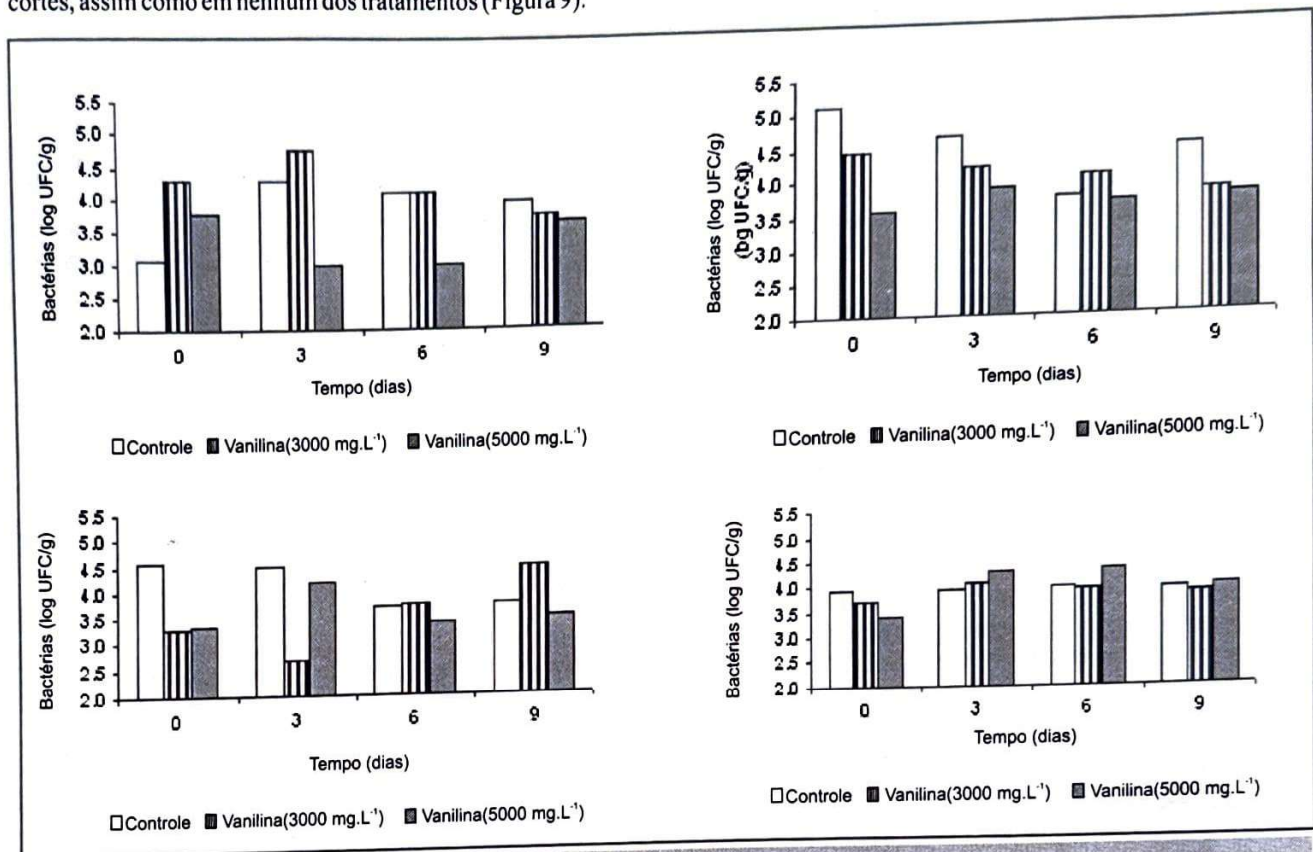


Figura 9. População de bactérias aeróbias mesófilas e de bolores e leveduras em abacaxi 'Pérola' minimamente processado cortado na forma de fatias e de trapézios, respectivamente.

Constatou-se maior contaminação inicial, causada por bactérias, no corte tipo trapézio, ao passo que as fatias apresentaram maior contaminação inicial por bolores e leveduras. A utilização de vanilina 5000 mg.L⁻¹ resultou em menores populações de bactérias aeróbias mesófilas em ambos os tipos de corte. Tal concentração também apresentou melhores resultados sobre a população de bolores e leveduras em fatias, enquanto que os frutos cortados em forma de trapézio apresentaram populações de bolores e leveduras muito semelhantes, independentemente do tratamento a que foram submetidos.

Apesar da vanilina apresentar maior efeito sobre as bactérias, a sua utilização não é recomendada como agente antimicrobiano em abacaxi 'Pérola' minimamente processado, uma vez que as elevadas concentrações requeridas para o controle da população de bactérias aeróbias mesófilas e de bolores e leveduras podem alterar algumas características do fruto, tais como aparência e flavor.

Efeito de hipoclorito de sódio (NaOCl) sobre a microbiota de abacaxi 'Pérola' minimamente processado

Determinou-se a concentração ótima de NaOCl para desinfecção e sanitização de abacaxis 'Pérola' minimamente processados. Não foi constatada a presença de coliformes totais e fecais em nenhum dos tratamentos. Verificou-se, no 1º dia de avaliação, que a população de bactérias aeróbias mesófilas foi maior nos frutos submetidos ao tratamento de desinfecção e sanitização com NaOCl 100 mg.L⁻¹ e 0 mg.L⁻¹, respectivamente, ao passo que os frutos submetidos à desinfecção da casca com concentrações maiores de NaOCl apresentaram contagem semelhante de bactérias. A partir do 7º dia de avaliação as maiores contagens de bactérias aeróbias mesófilas foram obtidas nos frutos não sanitizados, ou seja, àqueles submetidos ao tratamento de NaOCl 0 mg.L⁻¹, independente da concentração de NaOCl utilizada na desinfecção da casca (Figura 10).

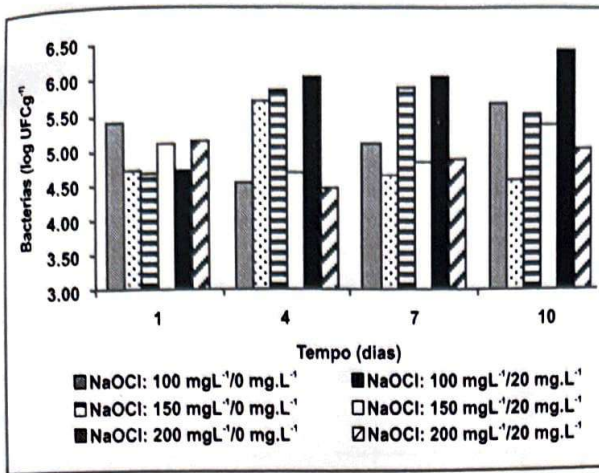


Figura 11. População de bactérias aeróbias mesófilas em abacaxi 'Pérola' minimamente processado submetido a diferentes concentrações de NaOCl para desinfecção da casca e sanitização da polpa, respectivamente.

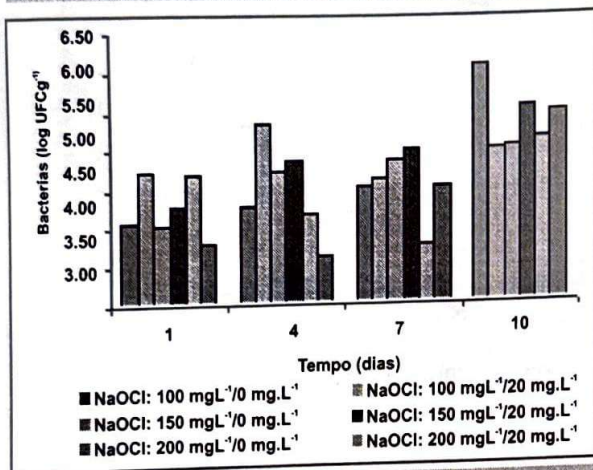


Figura 12. População de bolores e leveduras em abacaxi 'Pérola' minimamente processado submetido a diferentes concentrações de NaOCl para desinfecção da casca e sanitização da polpa, respectivamente.

Verificou-se que a sanitização da polpa é fundamental no processamento mínimo de abacaxi, sendo que o tratamento de desinfecção da casca com NaOCl 200 mg.L⁻¹ e sanitização da polpa com NaOCl 20 mg.L⁻¹ proporciona menor contagem de fungos e leveduras.

Melão

Microbiota do melão cantaloupe 'hy-mark' submetido a sanitizantes associados ou não a surfactante

Considerando que a superfície do melão Cantaloupe favorece a adesão de microrganismos, devido à sua característica rendilhada e a presença de ceras naturais promovendo um alto grau de hidrofobicidade, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de combinações de soluções sanitizantes (cloramina orgânica e ácido peracético) com e sem surfactante (Tween 80) na remoção de mesófilos aeróbios, coliformes e *Salmonella enteritidis*, este último inoculado.

Efeito das soluções sanitizantes de 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica com e sem surfactante na remoção da *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076)

Tratamento de eliminação da flora endógena do melão Cantaloupe. Para avaliação da eficiência das soluções de cloramina orgânica a 1000 mg.L⁻¹ com e sem surfactante na remoção de *Salmonella enteritidis*, foi realizada uma descontaminação inicial da superfície do melão com solução de álcool a 70% seguido de radiação ultravioleta durante 10 minutos, visando a redução da flora endógena da superfície. A contagem de mesófilos aeróbios totais foi analisada em melões controle (lavagem com água corrente) e melões tratados com álcool 70%. A redução dos microrganismos dos melões tratados em relação ao controle foi de 3 ciclos log, variou de 7.4 a 4.2 log UFC/g. A importância da descontaminação inicial é reduzir a flora competitiva, quando for realizada a inoculação de *Salmonella enteritidis* (ATCC 13706), entretanto a redução alcançada não eliminou totalmente a flora endógena. Em relação às barreiras utilizadas neste trabalho, desinfecção da fruta com álcool 70% e radiação UV, pode-se afirmar que as mesmas são recomendadas para reduzir a carga microbiana superficial de produtos alimentícios e outras, entretanto estes métodos não garantem esterilização. Rotem y col. (1985) relata que a exposição de esporos da superfícies de folhas, diretamente na UV, tiveram sua longevidade reduzida. O álcool 70% é um agente bactericida e pode ser uma alternativa para otimizar a redução da flora endógena da superfície de frutas.

A redução da flora competitiva foi alcançada, através dos tratamentos combinados aqui utilizados, e estes parecem ter favorecido o mecanismo de adesão do microrganismo. Este mecanismo de adesão ainda não é bem esclarecido, porém vários trabalhos relatam que no momento em que a flora competitiva é eliminada, o número de sites microbianos na superfície aumenta, favorecendo a adesão. A utilização dos tratamentos combinados para este tipo de descontaminação, depende de fatores como carga inicial da superfície, tipo potencial de microrganismo presente e tempo de aplicação.

Efeito dos tratamentos sanitizantes de 1000 mg.L⁻¹ de cloramina orgânica com e sem surfactante na remoção da *Salmonella enteritidis*

O inóculo inicial de *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) foi de 7.0 log UFC/g. A Figura 12 mostra que as adesões microbianas no melão imerso em água, contendo o inóculo, por 10 minutos e avaliada após 1 hora sob temperatura de 25°C e 24 horas sob 5°C foram de 3.0 log e 3.5 log UFC/g, respectivamente. Frutos tratados com 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total preparado a partir de cloramina orgânica com surfactante nos tempos 1 e 24 horas apresentaram reduções de 1.35 (2.56 log UFC/g) e 1.37 (2.44 log UFC/g) ciclos log, respectivamente. Para os mesmos tempos e concentração do sanitizante sem adição de surfactante, os frutos apresentaram reduções de 0.45 (1.66 log UFC/g) e 0.72 (1.79 log UFC/g) ciclos log na população

do microrganismo. Consta-se pelos resultados que a adição do Tween 80 aumentou consideravelmente a eficiência da solução clorada sobre a *Salmonella enteritidis* aderida à superfície do melão Cantaloupe. Isto ocorreu devido ao fato de que o surfactante reduziu a tensão superficial da solução sanitizante, favorecendo a molhabilidade da superfície do melão, permitindo o melhor contato entre o agente químico e o microrganismo.

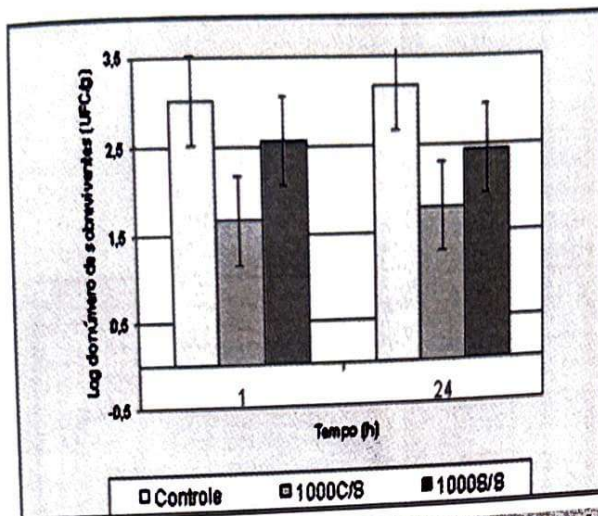


Figura 12. Ação de soluções de 1000 mg.L⁻¹ de cloro residual total, pH 6,5, temperatura de 15°C, preparadas a partir de cloramina orgânica sobre *Salmonella enteritidis* aderida à superfície de melão Cantaloupe.

Os resultados mostram, ainda, que a *Salmonella enteritidis* é capaz de aderir às superfícies de Cantaloupe. Neste experimento, em apenas 10 minutos ocorreu a adesão de 1 microrganismo para cada 10000 em suspensão. Em condições de campo, em que o tempo de contato da fruta com o solo é muito maior, há grande possibilidade da ocorrência de um maior nível de adesão deste microrganismo. Do que se observa nos resultados alcançados é que a superfície do melão Cantaloupe, que se apresenta de forma rendilhada, é um fator que favorece a adesão de microrganismos, dificultando assim a ação dos sanitizantes. Neste sentido, microrganismos patogênicos como *Salmonella* têm sido um problema constante. Aliado aos tratamentos de sanitização, sugere-se no caso de melão Cantaloupe, que seja importante utilizar outras técnicas, tais como a radiação ionizante. Os trabalhos com a utilização dessa técnica já foram iniciados, no entanto, os dados ainda são muito incipientes.

Qualidade e segurança de melão cantaloupe 'hy-mark' minimamente processado e armazenado em diferentes embalagens

Geralmente frutos e vegetais minimamente processados são embalados em sacolas plásticas ou recipientes envolvidos com filmes, os quais criam uma atmosfera modificada com o produto. Foram usados três sistemas de embalagens em atmosfera modificada passiva: 1) Bandejas de poliestireno expandido envolvidos com filmes de Poli(cloreto de vinila) (PVC) perfurado; 2) Bandejas de

poliestireno (PS) expandido envolvido com filme PVC e 3) Caixas de Polietileno tereftalato (PET), com sachês de fibras de celulose no fundo da embalagem, envolvidas com PVC (Figura 13). Os MMP foram acondicionados nestas embalagens e armazenados em câmara a 5°C por 12 dias e avaliados nos dias 0, 4, 8, 12 dias de armazenamento quanto à sua qualidade microbiológica.

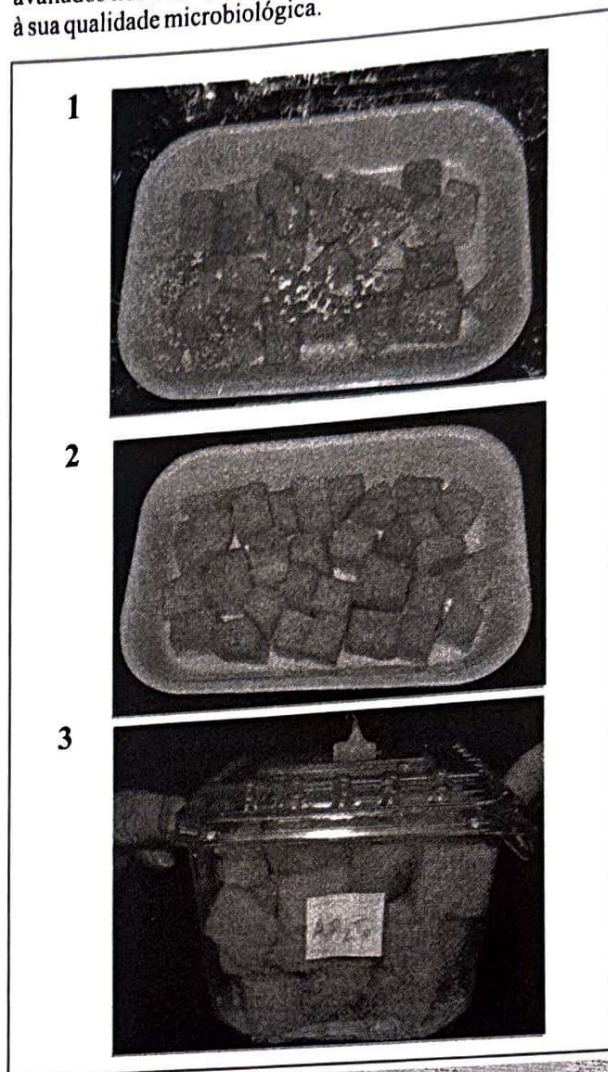


Figura 13. Sistemas de embalagens utilizados para o acondicionamento de melão minimamente processado. 1) Bandeja de Poliestireno expandido e filme de PVC perfurado; 2) Bandeja de Poliestireno expandido e filme de PVC e 3) Caixa de Polietileno Tereftalato e filme de PVC.

Contagem de mesófilos aeróbios

A contagem de mesófilos não foi significativa ($P > 0.05$) para nenhuma das fontes de variação testadas e a média da população, para os tratamentos, foi de 3.62 log UFC/g. Embora a análise de variância tenha apresentado efeito não significativo ($P > 0.05$) para o desenvolvimento de mesófilos, os MMP acondicionados na embalagem de bandejas com PS expandido e PVC apresentou uma contagem inicial de aproximadamente, 4 log UFC/g e esta continuou praticamente inalterada até o 8º dia, atingindo contagem na ordem de 5 log UFC/g no 12º dia.

Nos produtos acondicionados em caixas PET com PVC esta contagem iniciou com 1.79 log UFC/g e no 12º dia esta contagem atingiu 4.59 log UFC/g. De acordo com a IFPA (2001), variações na população de mesófilos são comuns em produtos minimamente processados e não devem ser correlacionados pela aderência às boas práticas de fabricação. Neste estudo observou-se que os primeiros sinais de deterioração nos produtos acondicionados em algumas embalagens de PS expandido com PVC ocorreu a partir do 10º dia. As contagens elevadas da população de mesófilos encontradas neste trabalho sugerem que frutas minimamente processadas quando expostas em temperaturas abusivas, que podem ocorrer nas gôndolas de supermercados, feiras livres e outros locais de comercialização, podem reduzir em até 50% da sua vida de prateleira.

Contagem de psicotróficos aeróbios

A contagem de psicotróficos foi significativa para embalagem e tempo ($P < 0.05$). Assim, estudou-se o efeito do tempo de armazenamento através da análise de regressão. O comportamento do logaritmo do número de sobreviventes de psicotróficos e as equações ajustadas estão apresentados na Figura 14.

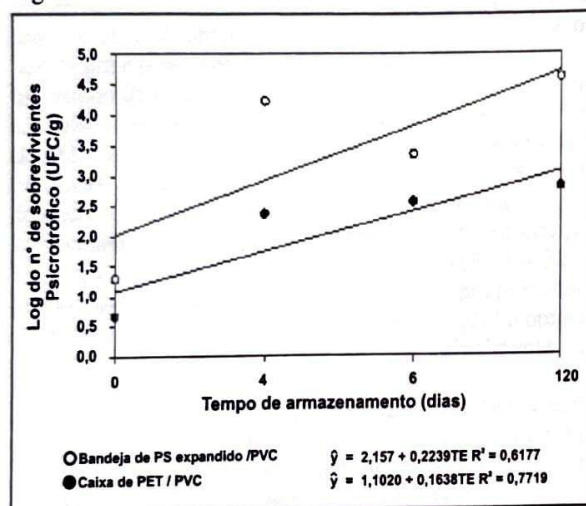


Figura 14. Logaritmo do número de sobreviventes de psicotróficos do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.

A contagem inicial de psicotróficos foi de 0.7 log UFC/g e alcançou 2.8 log UFC/g durante 12 dias de armazenamento à 5°C, no MMP acondicionado em embalagens PET- PVC. Enquanto os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido - PVC a contagem inicial foi de 1.3 log UFC/g, aumentando para 4.6 log UFC/g no final do armazenamento (Figura 15). De acordo com a IFPA (2001), dentre a flora deteriorante característica de frutos e vegetais minimamente processados, *Pseudomonas sp.* destaca-se como microrganismos psicotróficos mais comuns encontrados nestes produtos. Estes microrganismos são aeróbios e crescem à temperatura de refrigeração.

O resultado encontrado neste estudo em que a população de psicotróficos foi menor na embalagem PET, pode ser atribuído à permeabilidade da mesma a oxigênio, que é menor que a da embalagem de bandejas de PS com filme PVC. Embora neste estudo não tenha sido medido a concentração de CO₂, supõem-se que a concentração deste gás possa ter sido maior na embalagem PET e que levou a uma menor população de psicotróficos.

Contagem de fungos filamentosos e leveduras

A contagem de fungos filamentosos e de leveduras foi significativa ($P < 0.05$) com o tempo. Assim, este foi analisado por meio de regressão. O comportamento do logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras e a equação ajustada estão apresentados na Figura 15.

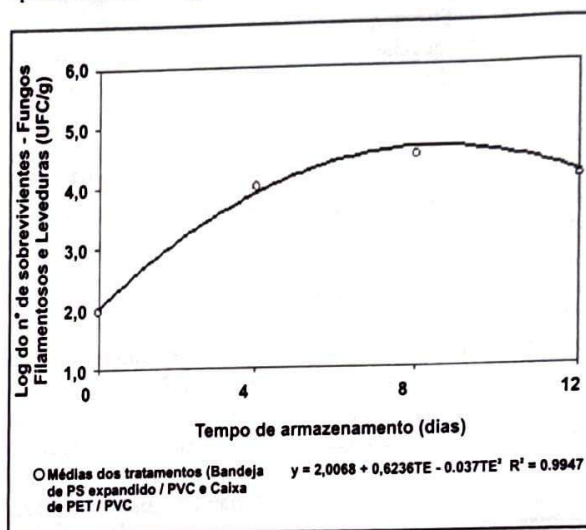


Figura 15. Logaritmo do número de sobreviventes de fungos filamentosos e leveduras do melão minimamente processado acondicionado em embalagens de poliestireno expandido e filme poli (cloreto de vinila) (PVC) (PS-PVC) e caixas de polietileno tereftalato (PET) (PET-PVC) armazenado a 5°C durante 12 dias.

A contagem de fungos filamentosos e de leveduras nos MMP acondicionado na caixa PET apresentou uma contagem inicial de 1.3 log UFC/g, chegando a 3.4 log UFC/g no final do armazenamento. Enquanto os produtos acondicionado em bandejas de PS expandido com PVC a contagem inicial foi de 2.6 log UFC/g e a final foi de 4.8 log UFC/g. Estes resultados podem ser discutidos em função da acidez, já que estes microrganismos crescem bem em meio ácido, em que se observou aumento do percentual de ácido cítrico no final do armazenamento, principalmente para os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC. Neste período, não foi observado visualmente nenhum sinal de deterioração nem presença de fungos na superfície dos produtos em nenhuma das embalagens. Nas embalagens de PS expandido com PVC perfurado, os melões minimamente processados apresentaram crescimento de fungos na superfície já nos primeiros quatro dias.

Pelos resultados alcançados, confirma-se novamente que o tipo de embalagem/ filme com suas características de permeabilidade exercem efeitos diferentes no desenvolvimento de microrganismos. No caso de fungos filamentosos, os mesmos são aeróbicos e requerem potencial de oxidação positivo (presença de O_2) para a sua multiplicação. Assim, para os produtos acondicionados em bandejas de PS expandido com PVC, que possuem uma permeabilidade maior ao oxigênio, a população destes microrganismos foi mais elevada principalmente no final dos 12 dias de armazenamento.

Análise de *Salmonella* sp. e Coliformes

A ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do produto e de coliformes fecais <100 UFC/g foi confirmada nos dois tratamentos.

A presença de *Salmonella* sp. em melão minimamente processado geralmente é carregado do fruto intacto. Neste sentido, deve-se observar a área de cultivo da fruta e os fatores pré e pós-colheita. Castillo y col. (2004) realizou em um estudo de contaminação de *Salmonella* na produção de Cantaloupe em 6 fazendas dos Estados Unidos e 3 fazendas do México. Os autores constataram que das 1735 amostras coletadas de Cantaloupe, água e locais de embalagens nas fazendas do Sul do Texas e México, 31 amostras (1,8%) apresentaram positivas para *Salmonella*. Esta informação ressalta a importância do processo de sanitização dos frutos antes do processamento, pois melões Cantaloupe apresentam características como pH (6-6,5) e aw (>0,85), que favorecem o desenvolvimento de bactérias, principalmente de patogênicos.

Em relação à ausência de coliformes, pode-se constatar que as condições higiênicas durante a produção contribuíram para este resultado, adicionada da possibilidade desta população ter sido inibida por outras barreiras.

Bibliografia

- Alves RE, MSM Souza Filho, MSR Bastos, HAC Filgueiras, MF Borges. 2002. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. Livro de Palestras do II Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças: Viçosa (MG), p. 75-85.
- Antoniolli LR, BC Benedetti, MSM Souza Filho, RE Alves. 2001. Atividade metabólica de abacaxi Pérola minimamente processado. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal Ilhéus (BA): Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, p.147.
- Bai J-H, RA Saftner, AE Watada, YS Lee. 2001. Modified Atmosphere maintains quality of fresh-cut Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *J. of Food Sci.* 66(8):1207-1211.
- Bai J-H, RA Saftner, AE Watada. 2003. Characteristics of fresh-cut honeydew (*Cucumis melo* L.) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol and Technol.* 2:349-359.

A adequação da melhor embalagem e da atmosfera para melões Cantaloupe minimamente processado deve ser minuciosamente estudada, visto que o fruto intacto apresenta uma taxa respiratória de 4 a 5, 7 a 8, 17 a 20, 23 a 33 e 65 a 71 mL CO_2 / Kg.h quando expostos à temperaturas de 5, 10, 15, 20 e 25 °C (Suslow y col., 2000). Considerando que estes valores podem ser mais elevados quando o fruto é submetido ao processamento mínimo associado à exposição das mais variadas temperaturas, faz-se necessário adotar procedimentos de controlar a taxa respiratória destes produtos, para aumentar a sua vida útil. Dentre os vários fatores que influenciam a vida de prateleira do produto, o tipo de embalagem associada à temperatura é um dos fundamentais. Nesse sentido, a embalagem de caixa de polietileno tereftalato com PVC conferiu melhor qualidade e segurança nos melões minimamente processados.

Considerações finais

Frutas minimamente processadas ocupam um importante segmento na indústria moderna. Estes produtos não estão ausentes nem de perigos nem de riscos, sendo então importante assegurar toda sua cadeia de produção com as ferramentas disponíveis para segurança alimentar. O conhecimento prévio da ecologia microbiana destes produtos é um fator primordial, para isto é importante que todos os cientistas envolvidos neste desafio, possam compartilhar as particularidades de cada cultura em toda sua cadeia. Sabe-se que o Brasil tem uma variedade enorme de frutas tropicais, temperadas e ainda as chamadas exóticas, que necessitam de programas integrados de segurança e qualidade e de estabelecimentos de padrões para consumo no mercado interno e externo. Face, a esta necessidade é importante que todos os segmentos de interesse deste nicho de mercado, estabeleça uma corrente para a sensibilização da importância da segurança alimentar.

- Bastos MSR, TE Gurgel, MSM Souza Filho, RE Alves, ACR Souza, EHF Azevedo. 2001. Qualidade de melão cantaloupe Acclaim submetido a processamento mínimo manual e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada por filmes plásticos (PVC e PEBD). Resumos do 4º Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos Campinas (SP): Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. p.284.
- Bastos MSR, MSM Souza Filho, RE Alves, HAC Filgueiras, MF Borges. 2002. Processamento Mínimo de Abacaxi e Melão. Livro de Palestras do II Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças: Viçosa (MG), p. 89-94.
- Bittencourt MT. 2000. Atividade Microbiana em couve (*Brassica oleracea* cv. acephala) minimamente processada Tese MS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, 78 p

- Borges MF, GC Maia, MSM Souza Filho, GA Silva, RW Figueiredo, EHF Azevedo. Avaliação Microbiológica de Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) Processado Minimamente Durante o Processamento e Armazenamento. VI Congreso Latinoamericano de Microbiología de Alimentos -20 a 24 de novembro de 2000 - Buenos Aires - Argentina - Livro de Resumos, pg. 115.
- Bastos MSR, TE Gurgel, MSM Souza Filho, RE Alves, ACR Souza, EHF Azevedo. 2001. Qualidade de melão amarelo submetido ao processamento mínimo manual e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada por filmes plásticos (PVC e PEBD). Resumos do 4º Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos Campinas (SP): Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. p.284-285.
- Carnelossi MAG. 2000. Fisiologia pós-colheita de folhas de couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processadas Tese DS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, 82 p
- Castillo A, I Mercado, LM Lucia, Y Martinez-Ruiz, J Ponce De León, EA Murano, GR Acuff. 2004. Salmonella contamination during production of Cantaloupe: A binational study. *J. of Food Protec.* 67(4):713-720.
- Costa WA. 2002. Controle de *Listéria monocytogenes* couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processada em Tese MS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, 66 p.
- Dantas MIS. 2001. Impacto da embalagem de couve (*Brassica oleracea* cv. *acephala*) minimamente processada na intenção de compra do consumidor Tese MS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, 78 p.
- Elizabete F. 1999. Atividade Microbiana em repolho (*Brassica oleracea* cv. *capitata*) minimamente processado. Tese MS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, p. 50.
- Freire SA, RT Nassu, MSM Souza Filho. 2002. Efeito do cálcio sobre as propriedades físico-químicas de abacaxi minimamente processado In: XX Encontro de Iniciação à Pesquisa, 2002, Fortaleza. (Anais) Fortaleza: UFC. p. 1067.
- IFPA - International Fresh-cut Produce Association. 2001. Food Safety Guidelines for the Fresh-cut Produce Industry. Fourth edition. 213p.
- Oliveira AC, RW Figueiredo, MSM Souza Filho, GA Maia. 2001. Estudo da caracterização físico-química do melão cantaloupe minimamente processado e armazenado a 4°C sob diferentes tipos de cortes. Resumos do 4º Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos Campinas (SP): Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. p. 223.
- Robertson G. 1992. Food Packaging: principles and practice. New York: Marcel Decker, Inc., 676p.
- Rotem J, B Wooding, DE Aylor. 2000. The role of solar radiation, especially ultraviolet, in the mortality of fungal spores, 1985. Apud: Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Crop protection*, 19:715-723.
- Sarantópoulos CIGL, LM Oliveira, E Canavesi. 2001. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. Campinas - SP. CETEA/ITAL, 215p.
- Silva EO. 2000. Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) minimamente processado Tese DS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, 80 p.
- Silva EO, CL Moretti, MAG Carnelossi, R Puschmann, RS Campos, RAL Cardoso. 2002. Quality attributes associated with different centrifugation times in fresh-cut cabbage. *Proceedings of The Florida State Horticultural Society*. Marco Island, Florida, EUA, 115:114-117.
- Silva GC, MSM Souza Filho, GA Maia, RW Figueiredo, SA Freire. 2001. Avaliação do efeito de diferentes concentrações do cloreto de cálcio na qualidade de abacaxi Pérola minimamente processado. Resumos do 4º Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos Campinas (SP): Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos. p.143.
- Suslow TV, M Cantwell, J Mitchell. 2000. Cantaloupe. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Product Facts. University of California: Davis, CA.
- Teles CS. 2000. Avaliação física, química e sensorial de couve (*Brassica oleracea*, l. var. *acephala*) minimamente processada, armazenada sob atmosfera modificada. Tese MS, Universidade Federal de Viçosa Imprensa Universitária, 114 p.
- Vanetti MCD. 2004. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Pp. 30 32.