

ESTABILIDADE DO MOLHO DE TOMATE EM DIFERENTES EMBALAGENS DE CONSUMO¹

Sandra Balan Mendoza JAIME^{2,*}, Rosa Maria Vercelino ALVES², Elisabete SEGANTINI²,

Valéria Delgado de A. ANJOS³, Emilia E.E. MORI³

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo (vidro, metálica e cartonada), após simulação de transporte e estocagem a 23 e 35°C, por um período 240 dias ao abrigo da luz. O parâmetro de cor avaliado separadamente não influenciou significativamente a perda de qualidade dos produtos a 23°C, mas teve influência significativa à 35°C. O molho de tomate acondicionado na embalagem cartonada apresentou maior perda de cor em relação às demais, devido às características intrínsecas deste tipo de embalagem, sobretudo sua maior permeabilidade ao oxigênio, provocando um maior escurecimento e a conseqüente redução na vida útil do produto. Considerando-se este aspecto, a taxa de deterioração da cor na embalagem cartonada, comparativamente às demais foi, em termos médios, cerca de 1,7 e 1,9 vezes superior às embalagens metálicas e de vidro, nas temperaturas de 23 e 35°C, respectivamente. O parâmetro sensorial mais crítico e utilizado como indicativo da vida útil foi a perda de qualidade (PQ), uma vez que englobou as alterações de cor e sabor do produto. O molho acondicionado na embalagem cartonada apresentou valores de PQ entre 3,5 e 4,1 vezes superior aos valores obtidos para o produto nas embalagens de vidro e metálica à 23°C, respectivamente. Na temperatura de 35°C, as taxas foram 2,1 e 1,6 vezes superiores, respectivamente. De forma geral, as embalagens de vidro e metálicas apresentaram um desempenho similar entre si, com melhores características de proteção ao produto, devido à barreira oferecida quanto à entrada de oxigênio.

Palavras-chave: Molho de tomate; Embalagem; Perda de qualidade

SUMMARY

TOMATO SAUCE STABILITY IN DIFFERENT TYPES OF COMMERCIAL PACKAGES. The aim of this study was to investigate the tomato sauce stability in different types of commercial packages (glass, can and aseptic carton), after transport simulation and storage protected from light at 23 and 35°C during 240 days. Color characteristics apart-evaluated not influenced the product loss quality at 23°C, but has significant influence at 35°C. The rate color loss of tomato sauce in aseptic carton package showed bigger color loss than glass and can packages, because the intrinsic characteristics of this package, especially the superior permeability to oxygen. This feature caused the most darkness and consequently limited shelf life of the tomato sauce. The rate color loss of tomato sauce in aseptic carton package showed values nearly 1.7 and 1.9 times superior

to values obtained to the product in can and glass packages at 23 and 35°C, respectively. The most critical and sensorial characteristics used to estimate the shelf life was the quality loss (QL), because it included color and flavor changes of the product. Tomato sauce in aseptic carton showed QL values at 3.5 and 4.1 times superior to values obtained to the product packed in glass and can at 23°C, respectively. At 35°C, the rates were 2.1 and 1.6 times superior, respectively. Generally the glass and can packages exhibit the same performance, offering more protection to the tomato sauce.

Keywords: Tomato sauce, packaging, quality loss

1 — INTRODUÇÃO

Os produtos industrializados derivados de tomate são tradicionalmente comercializados no Brasil, tendo atingido cerca de 362 mil toneladas em 1995. Ligado ao conceito de conveniência, os molhos prontos vem se destacando no mercado nacional com 20% desta participação e constantes lançamentos de novas formulações, podendo ser encontrados nas diversas embalagens como metálicas (66%), vidro (6%) e cartonada (28%) [5]. Os molhos existentes no mercado brasileiro são do tipo "peneirado" ou "tradicional" (com pedaços de cebola e de tomate). Em geral os molhos prontos contém cebola, tomate, óleo comestível e ervas finas, sendo que algumas formulações incluem ainda pedaços de carne.

Nos produtos à base de tomate, um dos principais parâmetros de qualidade é a cor. Com as alterações de cor ocorrem ainda alterações de odor e sabor do produto, deteriorando suas características iniciais. A perda da cor vermelha característica é decorrente da oxidação dos pigmentos carotenóides e da formação de compostos escuros devido, principalmente à reação de Maillard (escurecimento não enzimático) [8, 9, 12].

O pigmento presente em maior quantidade no tomate é o carotenóide licopeno e, em menor quantidade, o β -caroteno. Os carotenóides perdem cor, passando do vermelho para o incolor, devido às reações oxidativas dependentes da temperatura de estocagem, disponibilidade de oxigênio, exposição à luz, atividade de água e acidez do produto [13]. O escurecimento do produto de vermelho para marrom, no entanto, é atribuído à formação de compostos poliméricos insaturados de várias composições, ocorrendo geralmente, através da reação de Maillard. Esta reação leva à formação de substâncias de coloração escura sendo função, principalmente, da temperatura de estocagem, pH e atividade de água do produto [8, 9, 10].

Alguns produtos da oxidação de pigmentos e de outros compostos, como o ácido ascórbico, podem vir a participar da reação de Maillard e, conseqüentemente,

¹ Recebido para publicação em 06/06/97. Aceito para publicação em 15/06/98.

² Centro de Tecnologia de Embalagem — CETEA do Instituto de Tecnologia de Alimentos — ITAL, Cx. Postal 139, 13073-001. Campinas, SP, Brasil.

³ Laboratório de Análises Físicas Sensoriais e Estatística — LAFISE do Instituto de Tecnologia de Alimentos — ITAL, Cx. Postal 139, CEP 13073 — 001. Campinas, SP, Brasil.

* A quem a correspondência deve ser enviada.

as reações de oxidação também podem ser associadas ao escurecimento do produto durante a estocagem.

As reações de caramelização e de degradação do ácido ascórbico também são mencionadas como causadoras de escurecimento, podendo ocorrer com maior velocidade para maiores temperaturas de estocagem [10].

O tipo de embalagem no qual o produto é acondicionado também pode influenciar na sua vida útil. Em geral, os molhos de tomate exigem um material de embalagem que ofereça boa proteção contra a oxidação, contra a perda de umidade e a contaminação microbiana. As embalagens devem evitar as alterações das características sensoriais do produto, além de satisfazer as necessidades de *marketing*, custo, disponibilidade entre outras. Em casos onde é feito o acondicionamento a quente do produto, para diminuição da concentração de oxigênio no espaço livre e da carga microbiana da embalagem, exige-se também do material de embalagem, uma estabilidade térmica e dimensional nas temperaturas de enchimento. Além desses requisitos a boa hermeticidade do sistema de fechamento assegura a manutenção das características do material de embalagem e evita a recontaminação microbiana do produto.

2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Avaliou-se a estabilidade do molho de tomate acondicionado em três tipos de embalagens de consumo existentes no mercado brasileiro (vidro, metálica e cartonada), por meio da avaliação das características sensoriais dos produtos estocados a 23°C e 35°C e mantidos ao abrigo da luz. Foram avaliados os parâmetros mais críticos de perda de qualidade por um período de 240 dias, associando-se a influência do transporte à estabilidade do produto.

2.1 – Características dos produtos/embalagens

Utilizou-se produtos adquiridos diretamente dos pontos de venda, de mesma marca comercial, sendo as principais características do produto e das embalagens utilizadas descritas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Vale salientar que o molho de tomate acondicionado na embalagem cartonada é do tipo peneirado, sem pedaços de cebola e tomate, diferenciando-se dos demais produtos avaliados nas embalagens de vidro e metálica.

TABELA 1. Características do molho de tomate nas três embalagens estudadas.

| Embalagem | PH | Acidez Titulável (g ác.citrico/100g amostra) | Sólidos Solúveis (°Brix) | Sólidos Totais (%) | Cloretos (g NaCl/100g amostra) |
|------------------------------------|-------|--|--------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Vidro | 4,10 | 0,4 | 11 | 12,2 | 1,5 |
| Metálica | 4,10 | 0,4 | 12 | 12,2 | 1,5 |
| Cartonada | 4,10 | 0,8 | 12 | 13,1 | 1,3 |
| Limites Estabelecidos ¹ | ~4,20 | 0,5-1,0 | 8-11 | mín(11,0) | 1,4-1,5 |

¹ Limites estabelecidos segundo LEITÃO [7] e ABIA [2, 3].

TABELA 2. Principais características das embalagens.

| Embalagem | Descrição | Capacidade Volumétrica (ml) | Dimensões (mm) | TPO ₂ à 23°C/65%UR (cm ³ (CNTP)/emb/dia) |
|-----------|--|-----------------------------|----------------|--|
| Vidro | Pote com tampa em folha cromada tipo "garra e torção" | 500 | 80/155* | 1,47 |
| Metálica | Corpo em folha-de-flandres, tampa e fundo em com folha cromada com revestimento cromo metálico | 350 | 74/94* | - |
| Cartonada | Laminado PEBD/cartão duplex/PEBD/Al/lonômero/PEBD | 520 | 98/64/88** | 47,9 |

*diâmetro/altura

**altura/largura/comprimento

Anteriormente ao acondicionamento das embalagens nas temperaturas de estocagem, as amostras foram submetidas a um ensaio de simulação de transporte, com o objetivo de aplicar às embalagens as mesmas solicitações mecânicas encontradas no meio de distribuição real, para uma distância de 2000km a uma velocidade média de 50km/h. Com isso, as embalagens foram colocadas em um equipamento de vibração MTS, modelo 495.100, com uma mesa de 1500X1500mm, capaz de desenvolver até 5 toneladas de força dinâmica. Utilizou-se a técnica de vibração randômica com perfil de densidade espectral de potência utilizando-se o espectro sugerido para caminhões, de acordo com a Norma ASTM D4728-91 [1] com valor médio eficaz (RMS) na aceleração de 0,52g's durante 4 horas. Para o controle do equipamento de vibração, utilizou-se o equipamento *Random Vibration Controller* — Schlumberger, modelo 1209.

2.2 – Estudo de estabilidade

A perda de qualidade do molho de tomate estocado nas temperaturas de 23±2°C e 35±3°C e mantido ao abrigo da luz, foram avaliadas por meio de avaliação visual da cor e alteração de sabor. Procurou-se avaliar periodicamente a integridade das embalagens de vidro, metálica e cartonada, buscando verificar a existência de algum tipo de interação do produto com a embalagem durante todo o período de estocagem.

No estudo foram utilizadas as seguintes metodologias:

2.2.1 - Avaliação das embalagens

a) Avaliação visual

Efetou-se avaliações visuais na parte interna da tampa (tipo "garra e torção" utilizada no pote de vidro) e da embalagem metálica, conforme metodologia descrita por DAN-TAS *et al* [4]. Na embalagem cartonada efetuou-se também uma avaliação visual, procurando identificar a presença de eventuais falhas no revestimento interno, as quais pudessem provocar pontos de corrosão no alumínio.

b) Hermeticidade

A hermeticidade das embalagens de vidro e metálica foi avaliada através da determinação direta do nível

de vácuo pelas tampas, utilizando-se um vacuômetro específico acoplado a uma agulha de perfuração marca Record, com resolução de 0,5pol.Hg. Na embalagem cartonada a hermeticidade foi avaliada por meio de um ensaio eletrolítico, com posterior identificação da região de ocorrência de vazamento, através do uso de uma solução colorida, conforme metodologia descrita em OLIVEIRA *et al.* [11].

No ensaio eletrolítico a embalagem é cortada ao meio (transversalmente) e em cada uma das metades é colocado uma solução de NaCl a 1%. Em seguida, a embalagem é imersa num recipiente com a mesma solução do interior da embalagem, sendo cada metade avaliada separadamente, colocando-se um eletrodo na solução contida no interior da embalagem e o outro na solução do recipiente de imersão. Ambos os eletrodos são conectados a uma fonte de corrente contínua e a um amperímetro, medindo-se a passagem ou não de corrente. A detecção da passagem de corrente pode ser decorrente de vazamento, sendo sua confirmação e localização efetuada por meio do ensaio de penetração da solução colorida.

Uma solução colorida de baixa tensão superficial (0,5% de Rhodamina B em isopropanol) é aplicada por toda a superfície interna da embalagem, verificando-se após 15 minutos, se há presença de vazamentos na região da termosoldagem ou de fratura da estrutura laminada nas dobras e vincos.

2.2.2 - Avaliação sensorial

As avaliações sensoriais (visual de cor, alteração de sabor característico e perda de qualidade) foram realizadas por uma equipe de quinze provadores treinados, utilizando-se uma metodologia específica desenvolvida por GACULA & SINGH [6], por meio de escalas lineares com comprimento de 10cm. O processo de treinamento concentrou-se no reconhecimento das características do produto (recém produzido) e das alterações inerentes a eles, advindas da estocagem e das possíveis interações da embalagem com o produto.

As amostras dos produtos nos três tipos de embalagem, para cada temperatura de estocagem, foram avaliadas comparativamente com os seus respectivos padrões, mantidos à temperatura de $2\pm 1^{\circ}\text{C}$.

a) Avaliação visual de cor

As avaliações visuais de cor (valor atribuído: 0,5 = não característico; 9,5 = característico) foram realizadas por meio de comparação, por julgadores com discriminação normal, em uma cabine "Super Skylight", com iluminação controlada, sendo as amostras apresentadas em recipientes de mesma capacidade (160ml). Segundo a metodologia utilizada por GACULA *et al.* [6] as amostras foram codificadas e apresentadas de forma casual, sem seqüência previamente estabelecida.

b) Alteração de sabor do produto

A alteração de sabor do molho de tomate com o tempo de estocagem, englobou os parâmetros de perda

de sabor característico (valor atribuído: 0,5 = fraco; 9,5 = forte) e a presença de sabor estranho (valor atribuído: 0 = nenhum; 9,5 = intenso). O delineamento da avaliação sensorial aplicado foi o monádico, sendo realizado em cabine individual iluminada por luz vermelha, de modo a eliminar a influência de cor do produto no seu sabor.

c) Perda da qualidade

O parâmetro perda de qualidade (valor atribuído: 0 = nenhuma; 9,5 = total) foi avaliado considerando-se os aspectos de alteração de cor e perda de sabor característico do produto como um todo, segundo metodologia específica desenvolvida por GACULA & SINGH [6], por meio de escalas lineares com comprimento de 10cm.

2.2.3 - Análise Estatística

A análise estatística dos resultados foi feita através de análises de variâncias, comparações múltiplas entre médias e estimativas dos coeficientes de correlação linear simples, por meio do programa Statgraphics, versão 6.0, utilizando-se do Teste da Diferença Mínima Significativa (DMS), considerando-se um nível de confiabilidade de 95% (nível de erro de 5%).

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Avaliação das embalagens

a) Avaliação visual

Nas embalagens de vidro, independentemente da temperatura, não foi constatado nenhuma evidência de corrosão interna nas tampas metálicas, apresentando-se em bom estado, sem riscos ou manchas, durante todo o período de estocagem.

As embalagens metálicas estocadas a 23°C e 35°C apresentaram-se, durante todo o período de realização do estudo, com verniz homogêneo e sem manchas, sendo constatado em algumas unidades a presença de pequenos riscos. Estes pequenos riscos, contudo, não favoreceram um maior grau de corrosão das embalagens metálicas, em virtude do baixo grau de acidez e do tipo de ácido apresentado pelo molho de tomate (ácido cítrico).

Detectou-se como única alteração das embalagens cartonadas, uma certa pigmentação de cor vermelha na sua superfície interna.

b) Hermeticidade

Não foram detectadas alterações significativas nos níveis de vácuo durante todo o período do estudo, tanto na embalagem de vidro, oscilando de 22,6 a 21,6pol.Hg, como na metálica, oscilando de 13,9 a 12,5pol.Hg, respectivamente para ambas as embalagens condicionadas a 23°C e 35°C . Estes resultados indicam uma elevada hermeticidade de ambos os sistemas de embalagem e de um baixo nível de corrosão no caso da embalagem metálica e da tampa metálica da embalagem de vidro.

Com respeito à embalagem cartonada, de um total de 62 unidades avaliadas durante todo o estudo, somente duas embalagens apresentaram vazamento na região vincada, sendo uma na parte superior (com 0 dias, após simulação de transporte) e outra na parte inferior (com 240 dias de estocagem a 23°C). Pode-se concluir, portanto, que a ocorrência dos vazamentos não foram decorrentes do tempo e nem das condições de estocagem, mas sim das próprias características desse tipo de embalagem.

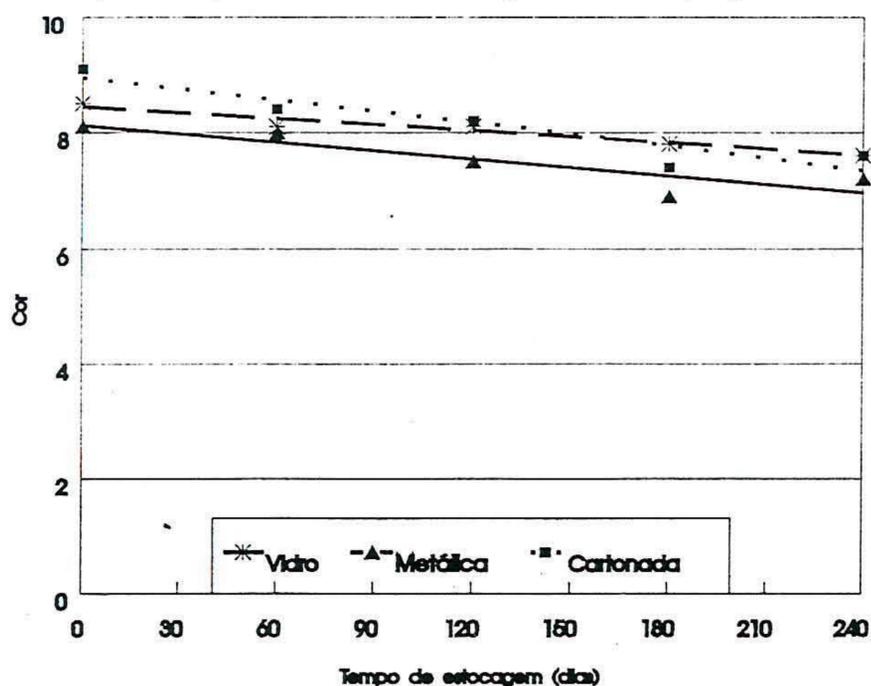
De forma representativa procurou-se observar, através do congelamento do produto e retirada da embalagem, a ocorrência dos pontos de maior permeabilidade através da embalagem cartonada. Observou-se que as regiões mais escuras concentraram-se na solda longitudinal (fita de polipropileno) e no topo e fundo, principalmente, nas dobras da estrutura, indicando ser essas as regiões de maior permeação do oxigênio.

3.2 – Avaliação sensorial

a) Avaliação visual de cor

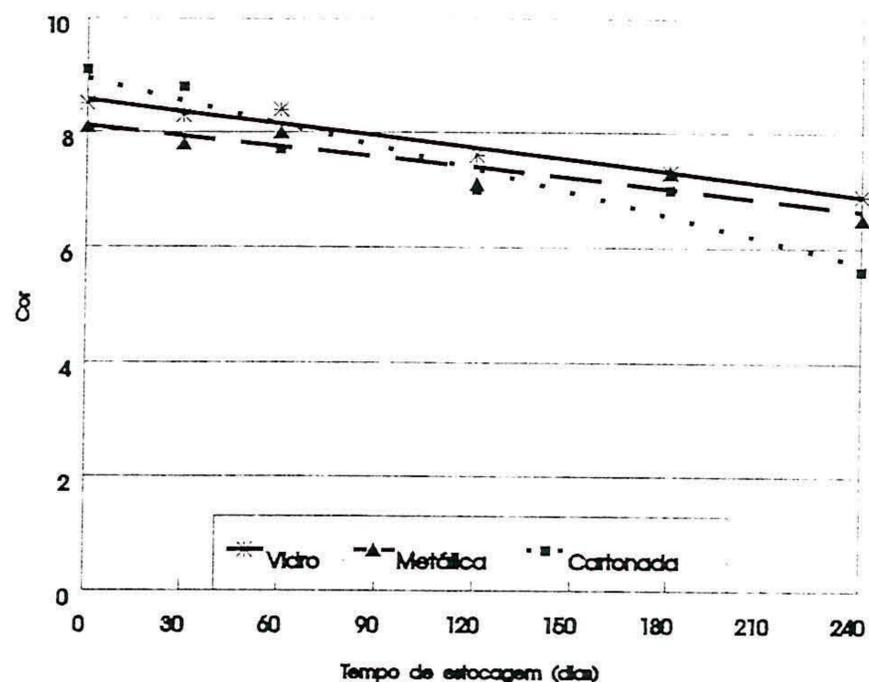
A relação funcional obtida entre a avaliação visual de cor (C) do molho de tomate e o tempo de estocagem (t) nas três embalagens de consumo avaliadas (vidro, metálica e cartonada) encontram-se representados nas Figuras 1 e 2, para as temperaturas de 23°C e 35°C, respectivamente. As equações 1 a 6 descrevem esta relação.

Os coeficientes de correlação (r) comprovam o grau de associação entre a perda de cor e o tempo de estocagem, podendo ser descrito por uma equação linear, para ambos os tratamentos. Sendo assim, a taxa média de perda de cor característica do molho de tomate pode ser expressa pelo coeficiente angular das equações.



Vidro: $C = 8,44 - 0,00350t$ ($r = -0,971$) (1)
 Metálica: $C = 8,12 - 0,00483t$ ($r = -0,894$) (2)
 Cartonada: $C = 8,94 - 0,00667t$ ($r = -0,934$) (3)

FIGURA 1. Efeito do tempo de estocagem à temperatura de 23°C na avaliação visual de cor do molho de tomate (Valor atribuído: 0,5 = não característico; 9,5 = característico).



Vidro: $C = 8,57 - 0,00702t$ ($r = -0,975$) (3)
 Metálica: $C = 8,11 - 0,00617t$ ($r = -0,927$) (4)
 Cartonada: $C = 8,95 - 0,0135t$ ($r = -0,959$) (5)

FIGURA 2. Efeito do tempo de estocagem à temperatura de 35°C na avaliação visual de cor do molho de tomate (Valor atribuído: 0,5 = não característico; 9,5 = característico).

Na condição de estocagem a 23°C (Figura 1), a embalagem cartonada apresentou uma taxa de perda de cor característica cerca de 1,3 vezes superior à metálica e 1,9 vezes superior à embalagem de vidro. A embalagem metálica apresentou-se com uma taxa de perda de cor característica cerca de 1,4 vezes superior à de vidro.

Na condição de estocagem a 35°C (Figura 2), a embalagem cartonada apresentou uma taxa de perda de cor característica cerca de 2,2 vezes superior à embalagem metálica e 1,9 vezes superior à embalagem de vidro. Neste caso, a embalagem de vidro apresentou-se com uma taxa de perda de cor característica ligeiramente maior em relação à metálica, cerca de 1,1 vezes superior.

Pode-se observar, comparando-se o desempenho das embalagens nas duas condições de estocagem (Figuras 1 e 2) que a temperatura de 35°C levou a um aumento da perda de cor característica do molho de tomate nas embalagens de vidro e cartonada (cerca de 100%). A variação observada na embalagem metálica com o aumento da temperatura de estocagem não foi muito acentuada, cerca de 28%, devido provavelmente, à sua pouca variação, não sendo facilmente visualizada/detectada pelos provadores.

Em termos gerais, verificou-se que a cor do molho de tomate pouco se alterou durante os 240 dias a 23°C.

b) Alteração de sabor do produto

Na Tabela 3 encontram-se os resultados obtidos com relação a perda de sabor característico e a presença de sabor estranho do molho de tomate condicionado em ambas as temperaturas, para os três tipos de embalagens estudadas.

TABELA 3. Perda de sabor característico e detecção de sabor estranho em molho de tomate ao longo do tempo de estocagem.

| Embalagem | Tempo de Estocagem (dias) | Temperatura de estocagem (°C)/ Parâmetro Sensorial | | | |
|-----------|---------------------------|---|------------------|----------------------|------------------|
| | | 23 | | 35 | |
| | | Sabor Característico | Sabor Estranho | Sabor Característico | Sabor Estranho |
| Vidro | 0 | 8,9 ^a | 0,1 ^a | 8,9 ^a | 0,1 ^a |
| | 30 | - | - | 8,7 ^a | 0,3 ^a |
| | 60 | 8,5 ^a | 0,2 ^a | 8,4 ^a | 0,3 ^a |
| | 120 | 8,3 ^a | 0,5 ^a | 8,0 ^a | 0,6 ^a |
| | 180 | 8,5 ^a | 0,4 ^a | 8,0 ^a | 0,7 ^a |
| | 240 | 7,6 ^a | 0,8 ^a | 7,0 ^a | 1,3 ^a |
| Metálica | 0 | 8,7 ^a | 0,5 ^a | 8,7 ^a | 0,5 ^a |
| | 30 | - | - | 8,3 ^b | 0,7 ^b |
| | 60 | 8,6 ^a | 0,2 ^a | 8,2 ^a | 0,8 ^a |
| | 120 | 8,3 ^a | 0,6 ^a | 8,0 ^a | 0,7 ^a |
| | 180 | 8,0 ^a | 0,6 ^a | 8,0 ^a | 0,5 ^a |
| | 240 | 7,7 ^a | 0,7 ^a | 6,5 ^a | 1,7 ^a |
| Cartonada | 0 | 8,8 ^a | 0,2 ^a | 8,8 ^a | 0,2 ^a |
| | 30 | - | - | 8,5 ^{a,b} | 0,4 ^a |
| | 60 | 8,3 ^a | 0,3 ^a | 8,0 ^a | 0,5 ^a |
| | 120 | 8,2 ^a | 0,6 ^a | 7,5 ^a | 1,1 ^a |
| | 180 | 7,8 ^a | 1,0 ^a | 6,2 ^b | 2,2 ^b |
| | 240 | 6,0 ^b | 2,7 ^b | 6,5 ^a | 2,1 ^a |

^{a,b} Médias acompanhadas pelas mesma letra, para cada parâmetro (sabor característico e sabor estranho) avaliado separadamente, comparando-se os diferentes tipos de embalagens avaliadas em um mesmo período de estocagem (época) e temperatura de condicionamento, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste da Diferença Mínima Significativa (DMS), ao nível de erro de 5%.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, onde se considerou a época e a temperatura de estocagem separadamente, pode-se dizer que de forma geral, a qualidade do molho de tomate não diferiu estatisticamente, ao nível de erro de 5%, nos três tipos de embalagem avaliadas.

Aplicando-se um teste de análise estatística múltipla (DMS, 95%), considerando os resultados de sabor característico e sabor estranho por tipo de embalagem, observou-se que as embalagens de vidro e metálica apresentaram uma semelhança de desempenho, no que diz respeito à manutenção do sabor característico e aparecimento de sabor estranho, não diferindo estatisticamente ao nível de erro de 5%, embora houvesse menor conservação dessas características a 35°C.

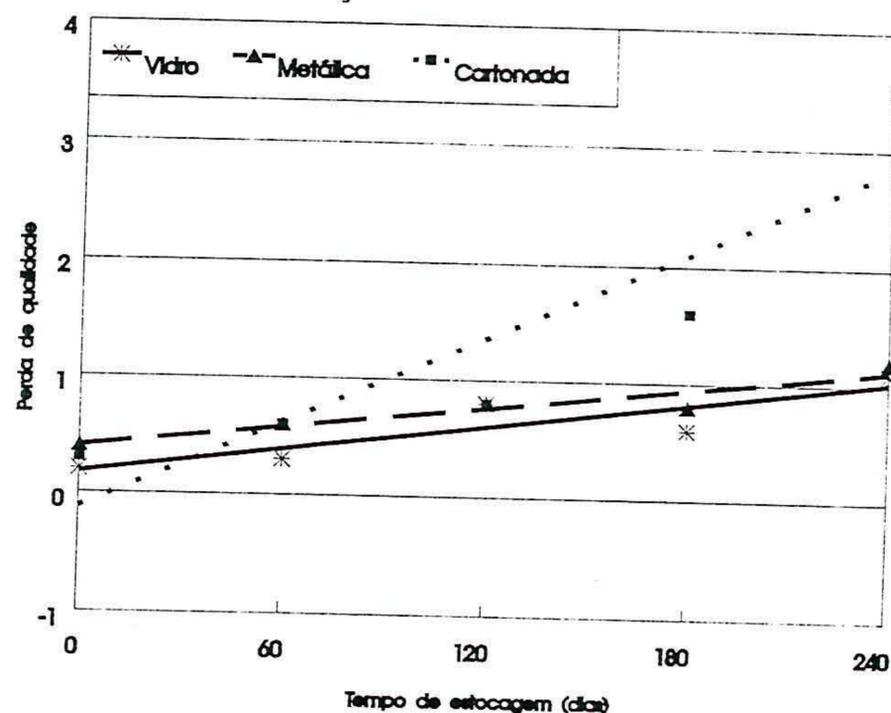
A embalagem cartonada apresentou maior alteração de sabor característico quando condicionada na temperatura de 35°C comparativamente aos resultados obtidos a 23°C, diferindo estatisticamente ao nível de erro de

5%, pelo Teste da Diferença Mínima Significativa (DMS), sendo esta perda observada, principalmente, a partir dos 120 dias de estocagem.

De maneira geral houve pouca perda de sabor característico e pouca detecção de sabor estranho, sendo estas mais acentuada a 35°C para as três embalagens estudadas.

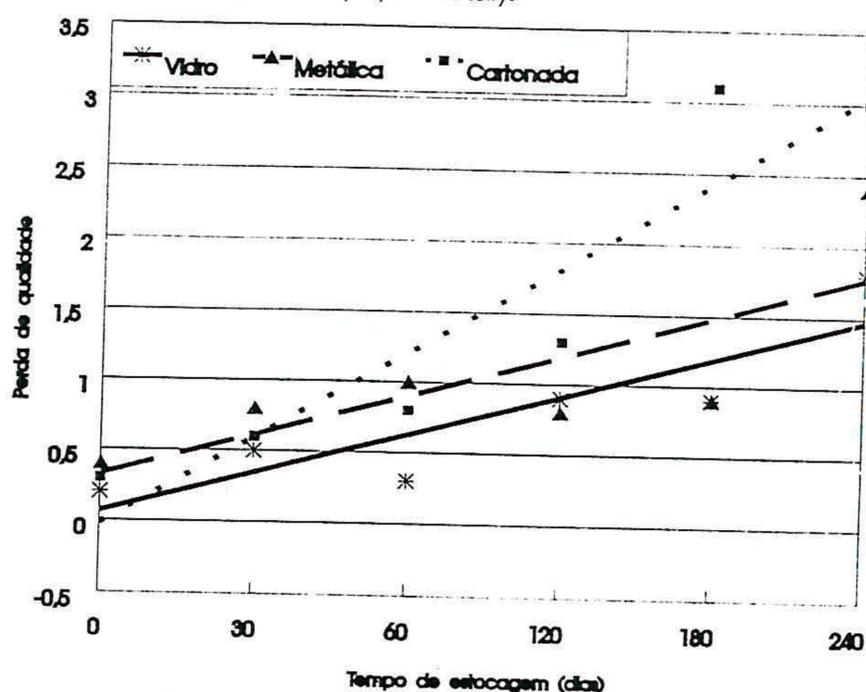
c) Perda de qualidade

A relação obtida entre a perda de qualidade (PQ) do molho de tomate e o tempo de estocagem (t) nas três embalagens de consumo avaliadas encontram-se representados nas Figuras 3 e 4, para as temperaturas de 23°C e 35°C, respectivamente. As equações 7 a 12 descrevem esta relação.



Vidro: $PQ = 0,180 + 0,00350t$ ($r = 0,904$) (7)
 Metálica: $PQ = 0,400 + 0,00300t$ ($r = 0,959$) (8)
 Cartonada: $PQ = -0,120 + 0,0123t$ ($r = 0,907$) (9)

FIGURA 3. Efeito do tempo de estocagem à temperatura de 23°C na perda de qualidade do molho de tomate (Valor atribuído: 0 = nenhuma; 9,5 = total).



Vidro: $PQ = 0,148 + 0,00589t$ ($r = 0,931$) (10)
 Metálica: $PQ = 0,354 + 0,00766t$ ($r = 0,931$) (11)
 Cartonada: $PQ = 0,179 + 0,0127t$ ($r = 0,956$) (12)

FIGURA 4. Efeito do tempo de estocagem à temperatura de 35°C na perda de qualidade do molho de tomate (Valor atribuído: 0 = nenhuma; 9,5 = total).

Através das Figuras 3 e 4 e dos coeficientes angulares das equações obtidas para cada embalagem, pode-se dizer que na temperatura de estocagem a 23°C, a embalagem cartonada apresentou uma taxa de perda de qualidade cerca de 3,5 e 4,1 vezes superior às embalagens de vidro e metálica, respectivamente. Na temperatura de estocagem a 35°C, a embalagem cartonada apresentou-se com taxa de perda de qualidade cerca de 2,1 vezes superior à embalagem de vidro e 1,6 vezes superior à embalagem metálica.

Com base nas estimativas dos coeficientes de correlação linear simples da perda de qualidade com a cor, pode-se concluir que a cor não influenciou significativamente a perda de qualidade do molho de tomate na temperatura de 23°C, mas influenciou significativamente a 35°C, nos três tipos de embalagens estudadas.

Pode-se observar que, tanto a 23°C como a 35°C, as embalagens de vidro e metálica mostraram comportamentos similares entre si, no que diz respeito à alteração de cor e na perda de qualidade durante todo o período de avaliação do produto.

Com relação à influência da alteração do sabor característico e a presença de sabor estranho na perda de qualidade do produto, com base nas estimativas dos coeficientes de correlação linear simples efetuado, observou-se que este parâmetro foi significativo para as embalagens de vidro e cartonada em ambas as temperaturas estudadas. Para a embalagem metálica contudo, ambos os parâmetros influenciaram significativamente na perda de qualidade do produto a 35°C, mas não a 23°C.

Uma vez que a perda de qualidade (PQ) englobou as alterações de cor e sabor do produto, esta foi utilizada como indicativo da vida útil do molho de tomate nas diferentes embalagens de consumo. Adotando-se como perda de qualidade máxima aceitável, o valor 5,0 na escala utilizada, estimou-se os períodos de vida útil do produto estudado para os três tipos de embalagens de consumo (Tabela 4).

TABELA 4. Estimativa de vida útil do molho de tomate com base na avaliação sensorial.

| Temperatura (°C) | Vida útil estimada (dias) | | |
|------------------|---------------------------|----------|-----------|
| | Vidro | Metálica | Cartonada |
| 23 | 1377 | 1533 | 416 |
| 35 | 824 | 606 | 380 |

Uma vez que o prazo de validade do molho de tomate especificado pelo fabricante nas embalagens de vidro e metálica era de 720 dias, na condição de estocagem a 23°C, observou-se uma vida útil superior com relação ao valor especificado pelo fabricante, cerca de 91 e 113%, para as embalagens de vidro e metálica, respectivamente. Para a temperatura de estocagem de 35°C obteve-se prazos de validade compatíveis com a validade do produto para a embalagem de vidro e um pouco inferior na metálica.

Para a embalagem cartonada, o fabricante estipula um prazo de 360 dias, compatível com os prazos obtidos experimentalmente, mesmo na temperatura de 35°C. Neste caso a menor vida útil do molho de tomate na embalagem cartonada, comparativamente às demais ocorreu, principalmente, pela maior permeabilidade ao oxigênio apresentada por este tipo de embalagem, sendo este processo acelerado com o aumento da temperatura.

Em termos gerais, observou-se que temperaturas de estocagem mais elevadas provocam uma maior alteração das características sensoriais e de cor do molho de tomate.

4 — CONCLUSÕES

O molho de tomate mostrou-se um produto pouco agressivo, apresentando baixa interação com as embalagens estudadas, independentemente do tipo de material que as constitui.

Nos três tipos de embalagem (vidro, metálica e cartonada) a cor não influenciou significativamente a perda de qualidade do molho de tomate quando estocadas na temperatura de 23°C sendo, no entanto, significativa à 35°C. A embalagem cartonada apresentou maior taxa de deterioração da cor comparativamente às demais embalagens avaliadas, podendo-se dizer que esta foi, em termos médios, cerca de 1,7 e 1,9 vezes superior às taxas obtidas para as embalagens metálica e de vidro, nas temperaturas de 23°C e 35°C, respectivamente. A influência da alteração do sabor característico na perda de qualidade do molho de tomate foi significativa para os três tipos de embalagens estudadas, principalmente à 35°C. Os prazos de validade especificados pelo fabricante contudo foram obtidos mesmo a temperaturas mais elevadas, exceto para a embalagem metálica.

As embalagens de vidro e metálica demonstraram uma similaridade de desempenho quanto ao requisito de proteção ao molho de tomate, enquanto que na embalagem cartonada, o molho de tomate apresentou maior taxa de perda de qualidade para ambas as condições de estocagem, em virtude de sua maior permeabilidade ao oxigênio.

A temperatura de estocagem foi um dos parâmetros mais críticos que influenciaram a vida útil do molho de tomate, fazendo-se assim, importante o controle desta nas etapas de transporte, distribuição e comercialização do produto, visando a sua maior durabilidade.

5 — REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). Standard test method for random vibration testing of shipping container — ASTM D4728-91. In: **Selected ASTM Standards on Packaging**. 4.ed., Philadelphia: ASTM, 1994. p.287-292.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO — ABIA. **Compêndio da Legislação de Alimentos**: Consolidação das normas e padrões de alimentos, Atos do Ministério da Saúde. São Paulo: ABIA, 1989. v.1, p.7.9-7.10, (NTA — 12/15).

- [3] _____ **Compêndio da Legislação de Alimentos:** Consolidação das normas e padrões de alimentos, Atos do Ministério da Saúde. São Paulo: ABIA, 1989b. v.1, p.7.26-7.30, (NTA -12/42).
- [4] DANTAS, S.T., ANJOS, V.D.A., SEGANTINI, E., GATTI, J.A.B. **Avaliação da qualidade de embalagens metálicas:** aço e alumínio. Campinas: CETEA/ITAL, 1996. 306p.
- [5] DATAMARK CONSULTORES – **Brazil pack'96:** a indústria brasileira de embalagens. 10ed. São Paulo: Datamark Consultores, 1996. P.248-250.
- [6] GACULA Jr, M.C., SINGH, J. **Statistical methods in food and consumer research.** Orlando: Academic Press, 1984. p.294-311.
- [7] LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos, polpas e produtos ácidos. In: SOLER, M.P. *et al.* **Manual técnico de industrialização de frutas.** Campinas: ITAL, 1986. 278p.
- [8] LUH, B.S. Chemical and color changes in canned tomato ketchup. **Food Technology**, Chicago, v.14, n.3, p.173-176, 1960.
- [9] LUH, B.S., CHICHESTER, C.O., CO, H., LEONARD, S.J. Factors influencing storage stability of canned tomato paste. **Food Technology**, Chicago, v.18, n.4, p.159-162, 1964.
- [10] LUH, B.S., LEONARD, S., MARCH, G.L. Objective criteria for storage changes in tomato paste. **Food Technology**. Chicago, v.12, n.7, p.347-351, 1958.
- [11] OLIVEIRA, L.M., ALVES, R.M.V., SARANTÓUPOLOS, C.I.G.L., PADULA, M., GARCIA, E.E.C., COLTRO, L. **Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis.** Campinas: ITAL, 1996. 219p.
- [12] OLIVEIRA, L.M., GARCIA, E.E.C., GARCIA, A.E., BARBIERI, M.K. Embalagem de polipropileno para extrato de tomate: avaliação do desempenho no tratamento térmico e vida-de-prateleira do produto. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v.21, n.2, p.272-284, 1991.
- [13] PADULA, M. **Gioaba** (*Psidium Guajava L.*) cultivar IAC-4: carotenóides e outras propriedades, mudanças durante o processamento e estocagem. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) — Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 1983, 106p.

6 — AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro – ABIVIDRO, bem como a valiosa colaboração dos pesquisadores: Sylvio Alves Ortiz, Maurício R. Bordin, Vera Lúcia P. Ferreira, Issao Shirose e Margarida K. Barbieri.