



Relatório CETEA P002-3/11 - Final

Tampa plástica para bebidas carbonatadas – Videolar x Padrão

Interessado: Videolar S/A

Av. Tamboré, 25 – CEP 06460-000 – São Paulo / SP

Data: 29 de agosto de 2011

Preparado por:

Centro de Tecnologia de Embalagem - CETEA/ITAL

Equipe: Lea Mariza de Oliveira
Bruno Furgeri Gasparino
Raquel Massulo Souza

Observações

Este trabalho foi realizado com equipamentos de monitoramento, medição e inspeção calibrados e adequados às medições requeridas, segundo critérios de aceite estabelecidos pelo Sistema de Gestão da Qualidade do ITAL.

Este relatório foi elaborado de acordo com a Norma Interna CE-017 - Elaboração e Envio de Relatórios, os resultados apresentados aplicam-se apenas às amostras enviadas ao CETEA para ensaio e só pode ser reproduzido na íntegra, a reprodução parcial requer aprovação formal deste Centro.

Nº de páginas: 11

Nº de anexos: 00

Os documentos e registros relativos a esse trabalho, assim como cópia desse relatório, serão mantidos pelo CETEA pelo período de 5 anos.

Este relatório somente é válido com as assinaturas ou a rubrica originais em todas as páginas.

Léa Mariza de Oliveira
Pesquisadora

Eloísa E. C. Garcia
Gerente – Embalagens Plásticas e Meio Ambiente



APRESENTAÇÃO

Este relatório parcial diz respeito às atividades desenvolvidas com as tampas Videolar 1880 e 1881 no trabalho “Tampa plástica para bebida carbonatada – Videolar x Padrão”, realizado para a Videolar S/A, no período de maio a agosto de 2011.

1 OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho das tampas plásticas Videolar 1880 e 1881.

2 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Foi avaliado o fechamento de garrafa de PET cristal, não retornável, contendo água carbonatada, fechada com tampas Videolar 1880 (coloração branca) e Videolar 1881 (coloração azul), ambas em polipropileno, tipo bilabial, com vedante. As amostras foram identificadas como: **Videolar 1880** e **Videolar 1881**.

A tampa Videolar 1880 foi aplicada em garrafa de PET com aproximadamente 48 g e capacidade de 2 litros enquanto, a Videolar 1881, em garrafa *contour* com cerca de 47 g e capacidade de 2,25 litros.

De acordo com a Videolar, as tampas foram produzidas com copolímero Braskem CP 404 XP e o vedante com resina PVC *free* da Sumprem Kuanyeh, código KPC 360 Light Blue.

Todas as amostras foram fornecidas pela Videolar.

3 MÉTODOS

Garrafas foram envasadas no CETEA/ITAL a 4,1 – 4,3 volumes de CO₂, com água carbonatada com ácido cítrico e bicarbonato de sódio, considerando como *fill point* da garrafa com capacidade de 2 litros, 53 mm e, da garrafa para 2,25 litros, 48 mm. Para definição da massa de reagentes necessária para se obter estes teores, utilizou-se a tabela de conversão de pressão e temperatura em volume de gás carbônico dissolvido em água apresentada na norma ASTM F 1115-95 (2010) como Tabela X1.1. A aplicação das tampas foi feita manualmente.

Nas garrafas utilizadas nos ensaios de torque, *strip* torque e SST, as tampas foram aplicadas com o torque indicado pela Videolar, 14 lbf.pol, controlado por meio de torquímetro Owens-Illinois, com fundo de escala de 25 lbf.pol e resolução de 1 lbf.pol.

Os ensaios foram realizados com base nos métodos propostos pela ABNT-NBR 15410 (2006) e pela International Society of Beverage Technologists (2003). Quando os métodos propostos pelas duas fontes de referência eram divergentes, procurou-se seguir o mais exigente.

Torque – Temperatura ambiente e refrigerada

O torque de abertura e de rompimento do laço de tampas aplicadas em garrafas contendo água carbonatada foi monitorado durante 4 semanas de estocagem a 4 °C ± 1 °C e a 23 °C ± 1 °C. O período de estocagem foi iniciado no mesmo dia do envase das garrafas. As medidas foram feitas após 24 horas, 1 e 4 semanas de condicionamento. O torque inicial foi determinado cerca de 15 minutos após o enchimento das garrafas. O ensaio foi realizado em torquímetro Owens-Illinois, com fundo de escala de 25 lbf.pol e resolução de 1 lbf.pol. Doze garrafas de cada amostra (**Videolar 1880** e **Videolar 1881**) foram avaliadas em cada época de ensaio.



Retenção de carbonatação

O teor de carbonatação da água foi acompanhado durante seis semanas de estocagem a $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. O período de estocagem foi iniciado no mesmo dia do envase das garrafas. As medidas foram feitas após 24 horas, 2, 4 e 6 semanas de condicionamento. A determinação do teor de CO_2 foi feita sem *sniff*, com base no procedimento B da norma ASTM F 1115-95 (2010), utilizando-se o sistema Zahm-Nagel, com manômetro com manômetro de 0 lbf/pol² a 100 lbf/pol² e resolução de 0,5 lbf/pol². O volume de CO_2 dissolvido por volume de água foi obtido utilizando-se a tabela de volume de carbonatação disponível na norma citada. Detalhes desta metodologia são descritos por OLIVEIRA e QUEIROZ (2008). Doze garrafas de cada amostra (**Videolar 1880** e **Videolar 1881**) foram avaliadas em cada época de ensaio.

Retenção de carbonatação à temperatura elevada

O teor de carbonatação da água foi acompanhado durante 14 dias de estocagem a $40\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. O período de estocagem foi iniciado no mesmo dia do envase das garrafas. Após 1, 3, 7 e 14 dias de estocagem as garrafas foram transferidas para um ambiente a $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ e aproximadamente após 24 horas foi determinado o teor de CO_2 conforme descrito anteriormente. Doze garrafas de cada amostra (**Videolar 1880** e **Videolar 1881**) foram avaliadas em cada época de ensaio.

Queda livre

A resistência à queda-livre foi avaliada em equipamento desenvolvido pelo CETEA, que consiste em duas plataformas móveis com mecanismo de soltura eletro-pneumático, com variação e indicação milimétrica da altura de queda e base de impacto em chapa de aço. Garrafas com água carbonatada foram ensaiadas na posição vertical, com impacto no fundo e altura de queda de 2 metros. Foram ensaiadas 24 garrafas de cada amostra (**Videolar 1880** e **Videolar 1881**) em cada temperatura de condicionamento, $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ e $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ por aproximadamente 24 horas. O ensaio foi realizado em ambiente a cerca de 23 °C . Considerou-se como falha problemas na tampa como fratura e expulsão e vazamento de produto pelo sistema de fechamento.

Impacto por queda da esfera

A resistência da tampa ao impacto de uma esfera de aço com cerca de 40 mm de diâmetro e massa de 262 g, caindo de uma altura de 762 mm foi determinada em quatro posições de impacto: no topo da tampa, no canto do topo da tampa a 90° , no canto do topo da tampa a 45° e na lateral da tampa. O ensaio foi realizado em ambiente a aproximadamente 23 °C , com garrafas envasadas há 24 horas e condicionadas a $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$. Dez garrafas fechadas com cada uma das tampas em análise foram ensaiadas em cada posição.

Strip torque

O *strip* torque, torque no qual a tampa, quando girada em sentido horário, começa a girar em falso, foi determinado em 20 garrafas fechadas com cada uma das tampas em análise. Logo após o envase as garrafas foram condicionadas a $38\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ por um período de 24 horas, após o qual o *strip* torque foi determinado em torquímetro Owens-Illinois, com fundo de escala de 100 lbf.pol e resolução de 5 lbf.pol.

Resistência à pressão interna - Secure seal test (SST)

A resistência à pressão interna da tampa foi determinada com o equipamento *secure seal tester*, dotado de manômetro de 0 lbf/pol² a 300 lbf/pol² e resolução de 5 lbf/pol². Inicialmente a tampa foi aplicada manualmente na garrafa vazia com o torque recomendado, 14 lbf.pol. A seguir a garrafa foi cortada logo abaixo do anel de transferência, o lacre foi removido e o conjunto tampa/terminação foi fixado no equipamento e imerso em água conforme ilustrado na Figura 1. Iniciou-se então a pressurização do sistema até 100 psi (690 kPa), pressão esta que foi mantida por 1 minuto. Em seguida a pressão foi elevada a 175 psi (1206 kPa) a qual foi mantida por 1 minuto.

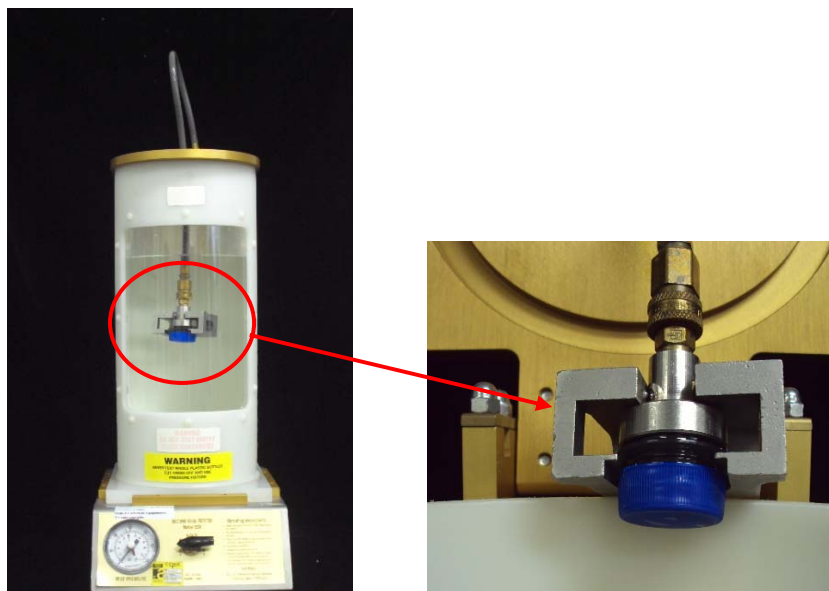


FIGURA 1. Ensaio de resistência à pressão interna.

Resistência à fadiga

Para este ensaio a tampa foi aplicada na garrafa contendo água carbonatada com um torque de 17 lbf.pol (20% superior ao recomendado). A seguir as garrafas foram condicionadas a $38\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ por 28 dias ao fim dos quais as tampas foram avaliadas visualmente quanto à ocorrência de fraturas. Dez garrafas de cada amostra (**Videolar 1880** e **Videolar 1881**) foram avaliadas.



Ciclo térmico

Garrafas fechadas com as tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881**, 24 unidades de cada uma, foram submetidas a três ciclos térmicos iguais, cada um deles com um total de 24 horas qual seja: estocagem das garrafas em pé a 60 °C por 6 horas seguida de uma estocagem a 32 °C por 18 horas. Ao final de cada ciclo foi feita a avaliação visual das amostras com foco em problemas relacionados ao fechamento como tampa frouxa, deformação da tampa, vazamento, abaulamento excessivo da tampa e manchas oleosas no líquido. Os ciclos térmicos foram iniciados na data de envase das garrafas.

4 RESULTADOS

Torque – Temperatura ambiente e refrigerada

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados de torque de abertura e de rompimento da banda de tampas aplicadas em garrafas de PET, contendo água carbonatada, fechadas com as duas tampas em estudo, estocadas a $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ por cerca de 4 semanas. O torque inicial ou seja, 15 minutos após o envase, foi determinado apenas a temperatura ambiente.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentados os resultados de torque de abertura e de rompimento da banda de tampas aplicadas em garrafas de PET, contendo água carbonatada, fechadas com as duas tampas em estudo, estocadas a $23\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ por cerca de 4 semanas.

Nas duas temperaturas de estocagem, os torques médios de abertura e de rompimento da banda das duas amostras mantiveram-se estáveis e dentro de padrões de aceitabilidade. Algumas unidades apresentaram um torque de rompimento da banda abaixo do mínimo recomendado, 5 lbf.pol o que não chegou a comprometer o valor médio.



TABELA 1. Torques de abertura e de rompimento da banda em garrafas de PET 2 litros, durante estocagem a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 4 semanas após o envase – tampa **Videolar 1880**.

Garrafa	Torque (lbf.pol)							
	Inicial		24 horas		1 semana		4 semanas	
	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda
1	9	7	11	7	9	5	15	8
2	8	6	10	7	9	5	11	7
3	10	7	11	6	8	6	11	9
4	10	10	10	6	9	5	9	9
5	9	8	11	7	9	5	11	8
6	10	10	10	7	10	6	11	7
7	10	8	8	8	9	5	9	10
8	11	7	10	8	9	5	10	7
9	10	7	9	7	8	6	12	7
10	10	6	9	6	10	8	9	7
11	11	10	8	7	10	6	12	9
12	10	7	10	6	8	5	10	8
Média	9,8	7,8	9,8	6,8	9,0	5,6	10,8	8,0
DP	0,8	1,5	1,1	0,7	0,7	0,9	1,7	1,0
Mínimo	8	6	8	6	8	5	9	7
Máximo	11	10	11	8	10	8	15	10

DP: desvio-padrão

1 lbf.pol = 0,11 N.m

TABELA 2. Torques de abertura e de rompimento da banda em garrafas de PET 2,25 litros, durante estocagem a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 4 semanas após o envase – tampa **Videolar 1881**.

Garrafa	Torque (lbf.pol)							
	Inicial		24 horas		1 semana		4 semanas	
	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda
1	8	7	9	5	12	10	9	7
2	9	6	7	6	14	10	9	7
3	8	7	9	8	13	11	10	7
4	10	8	10	7	12	9	8	6
5	9	9	9	7	10	11	8	7
6	10	6	9	8	10	10	8	6
7	12	6	9	8	10	10	6	7
8	9	7	8	5	11	12	7	8
9	10	8	9	9	11	10	7	6
10	10	8	8	7	11	7	7	6
11	10	8	9	9	10	10	7	6
12	11	8	7	7	11	10	7	7
Média	9,7	7,3	8,6	7,2	11,3	10,0	7,8	6,7
DP	1,15	0,98	0,90	1,34	1,29	1,21	1,14	0,65
Mínimo	8	6	7	5	10	7	6	6
Máximo	12	9	10	9	14	12	10	8

DP: desvio-padrão

1 lbf.pol = 0,11 N.m

TABELA 3. Torques de abertura e de rompimento da banda em garrafas de PET 2 litros, durante estocagem a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 4 semanas após o envase – tampa **Videolar 1880**.

Garrafa	Torque (lbf.pol)							
	Inicial		24 horas		1 semana		4 semanas	
	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda
1	9	7	9	6	8	5	9	5
2	8	6	7	6	7	4	9	5
3	10	7	11	8	9	6	8	7
4	10	10	8	6	7	5	10	7
5	9	8	11	7	9	5	7	9
6	10	10	10	7	9	7	10	4
7	10	8	9	6	8	6	11	9
8	11	7	10	6	9	5	12	8
9	10	7	8	6	8	5	10	8
10	10	6	9	6	8	7	10	5
11	11	10	10	10	10	6	10	5
12	10	7	10	6	9	7	10	5
Média	9,8	7,8	9,3	6,7	8,4	5,7	9,7	6,4
DP	0,8	1,5	1,2	1,2	0,9	1,0	1,3	1,8
Mínimo	8	6	7	6	7	4	7	4
Máximo	11	10	11	10	10	7	12	9

DP: desvio-padrão

1 lbf.pol = 0,11 N.m

TABELA 4. Torques de abertura e de rompimento da banda em garrafas de PET 2,25 litros, durante estocagem a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 4 semanas após o envase – tampa **Videolar 1881**.

Garrafa	Torque (lbf.pol)							
	Inicial		24 horas		1 semana		4 semanas	
	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda	Abertura	Rompimento da banda
1	8	7	7	5	10	7	6	6
2	9	6	6	7	9	9	7	7
3	8	7	7	6	8	9	7	4
4	10	8	8	5	8	4	7	7
5	9	9	7	7	8	7	6	8
6	10	6	7	7	10	5	6	6
7	12	6	8	6	10	6	7	6
8	9	7	8	7	10	7	7	8
9	10	8	8	5	9	8	7	4
10	10	8	7	5	9	9	7	5
11	10	8	7	4	10	7	6	5
12	11	8	7	5	10	8	6	4
Média	9,7	7,3	7,3	5,8	9,3	7,2	6,6	5,8
DP	1,15	0,98	0,62	1,06	0,87	1,59	0,51	1,47
Mínimo	8	6	6	4	8	4	6	4
Máximo	12	9	8	7	10	9	7	8

DP: desvio-padrão

1 lbf.pol = 0,11 N.m

Retenção de carbonatação

Na Tabela 5 são apresentados todos os resultados de teor de gás carbônico dissolvido na água carbonatada acondicionada em garrafas de PET 2 litros e 2,25 litros, fechadas com as tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881**, respectivamente, durante estocagem a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A partir dos dados apresentados na Tabela 5 foram feitas aproximações para polinômio de segundo grau da perda de carbonatação, em função do tempo de estocagem a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na Figura 2 são apresentadas as curvas de perda de carbonatação em função do tempo de estocagem nas duas amostras.

TABELA 5. Teor de gás carbônico em água carbonatada quimicamente, acondicionada em garrafas de PET fechadas com os dois tipos de tampa, durante estocagem a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 6 semanas após o envase.

Garrafa	Teor de carbonatação (v/v)*							
	24 horas		2 semanas		4 semanas		6 semanas	
	1880	1881	1880	1881	1880	1881	1880	1881
1	4,17	4,07	3,88	3,90	3,70	3,67	3,62	3,59
2	4,11	4,05	3,88	3,84	3,71	3,78	3,68	3,64
3	4,19	4,03	3,90	3,92	3,70	3,77	3,69	3,60
4	4,19	4,06	3,88	3,87	3,71	3,79	3,70	3,58
5	4,16	4,06	3,86	3,91	3,67	3,83	3,67	3,63
6	4,16	4,09	3,86	3,92	3,73	3,79	3,73	3,58
7	4,15	4,10	3,92	3,85	3,69	3,76	3,67	3,60
8	4,16	4,10	3,87	3,87	3,70	3,79	3,67	3,58
9	4,18	4,05	3,91	3,90	3,71	3,77	3,69	3,62
10	4,12	4,07	3,89	3,89	3,69	3,77	3,71	3,61
11	4,16	4,08	3,87	3,83	3,69	3,77	3,67	3,58
12	4,16	4,09	3,89	3,87	3,72	3,75	3,65	3,62
Média	4,16	4,07	3,88	3,88	3,70	3,77	3,68	3,60
DP	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02
Mínimo	4,11	4,03	3,86	3,83	3,67	3,67	3,62	3,58
Máximo	4,19	4,10	3,92	3,92	3,73	3,83	3,73	3,64

DP: desvio-padrão v/v: volume/volume

*: volume de CO_2 calculado pela tabela Volumes of CO_2 dissolved in water – non snift method

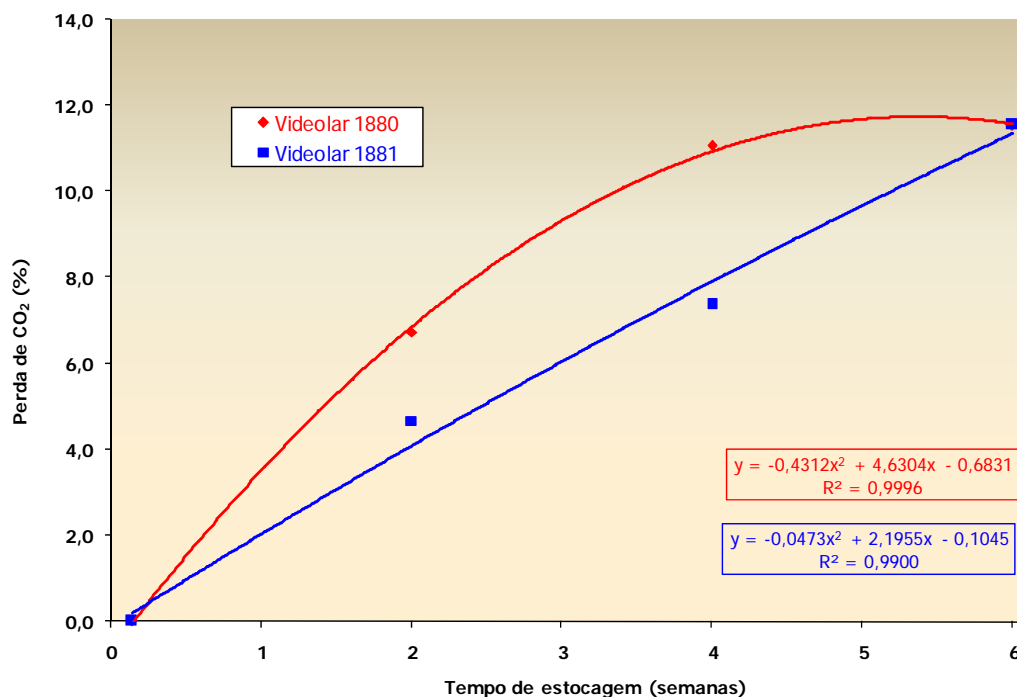


FIGURA 2. Evolução média da perda de gás carbônico na água acondicionada em garrafas de PET 2 litros, fechadas com a tampa **Videolar 1880** e em garrafas de PET 2,25 litros, fechadas com a tampa **Videolar 1881** e estocadas à 23 °C ± 1 °C durante 6 semanas.

Retenção de carbonatação à temperatura elevada

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de retenção de carbonatação nas garrafas com água carbonatada fechadas com as tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881**, durante 14 dias de estocagem a 38 °C – 40 °C. O teor de gás carbônico dissolvido nas duas amostras no início da estocagem não diferiu de forma significativa ao nível de erro de 5%. Contudo durante os 14 dias estocagem se verificou uma tendência de maior teor de gás na água carbonatada envasada na garrafa fechada com a tampa padrão, tendência esta que não chegou a se refletir na perda de carbonatação que foi da ordem de 12% nas duas amostras ao final dos 14 dias de condicionamento a 38 °C – 40 °C.

TABELA 6. Retenção de gás carbônico em garrafas de PET, durante 14 dias de estocagem a 38 °C – 40 °C – tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881**.

Garrafa	Teor de carbonatação (v/v)*							
	24 horas**		3 dias		7 dias		14 dias	
	1880	1881	1880	1881	1880	1881	1880	1881
1	3,80	3,56	3,59	3,43	3,43	3,24	3,21	3,22
2	3,84	3,59	3,58	3,47	3,42	3,35	3,27	3,14
3	3,75	3,64	3,60	3,48	3,45	3,33	3,24	3,15
4	3,76	3,47	3,58	3,47	3,47	3,34	3,22	3,14
5	3,89	3,58	3,60	3,53	3,44	3,37	3,21	3,26
6	3,89	3,63	3,58	3,49	3,43	3,24	3,24	3,20
7	3,76	3,75	3,62	3,53	3,43	3,30	3,21	3,19
8	3,86	3,55	3,59	3,45	3,42	3,32	3,23	3,11
9	3,82	3,67	3,60	3,47	3,40	3,30	3,21	3,19
10	3,87	3,56	3,56	3,45	3,43	3,40	3,21	3,19
11	3,79	3,66	3,57	3,48	3,45	3,43	3,04	3,20
12	3,85	3,72	3,63	3,44	3,40	3,25	3,26	3,11
Média	3,82	3,62	3,59	3,47	3,43	3,32	3,21	3,18
DP	0,05	0,08	0,02	0,03	0,02	0,06	0,06	0,05
Mínimo	3,75	3,47	3,56	3,43	3,40	3,24	3,04	3,11
Máximo	3,89	3,75	3,63	3,53	3,47	3,43	3,27	3,26

DP: desvio-padrão v/v: volume/volume

*: volume de CO₂ calculado pela tabela Volumes of CO₂ dissolved in water – non snift method

** : garrafas não estocadas a 38 °C – 40 °C

Queda livre

Nenhuma das 24 unidades ensaiadas, fechadas com as tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881**, condicionadas em duas temperaturas, 23 °C ± 1 °C e 4 °C ± 1 °C, apresentou falha na tampa no ensaio de queda livre a 2 metros, com impacto no fundo. Ou seja não foram registrados fratura, expulsão e/ou deformação da tampas assim como vazamento pela tampa. Uma garrafa condicionada a 23 °C ± 1 °C, fechada com a tampa **Videolar 1880** falhou no fundo.

Impacto da esfera

Nenhuma das 10 unidades ensaiadas em cada posição de impacto, fechadas com as tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881**, condicionadas a 4 °C ± 1 °C, apresentou falha na tampa ou seja, não foram detectadas fraturas nem perdas de partes.

Strip torque

Na Tabela 7 são apresentados os resultados de *strip torque*. Todas as 20 unidades avaliadas apresentaram um *strip torque* elevado como é desejado.

TABELA 7. *Strip torque* das tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881** aplicadas em garrafas de PET .

Repetição	Torque (lbf.pol)	
	Videolar 1880	Videolar 1881
1	55	45
2	65	45
3	55	45
4	65	45
5	70	50
6	65	45
7	65	50
8	60	50
9	60	45
10	60	45
11	70	45
12	60	45
13	60	50
14	55	50
15	60	45
16	70	45
17	55	45
18	65	45
19	60	45
20	55	50
Média	62	47
Desvio-padrão	5,2	2,4
Mínimo	55	45
Máximo	70	50

1 lbf.pol = 0,11 N.m

Resistência à pressão interna - Secure seal test (SST)

Todas as unidades avaliadas, dos dois tipos de tampas em análise atenderam à especificação ou seja, ausência de vazamento a 100 psi e de expulsão a 175 psi.

Resistência à fadiga

Após 28 dias de condicionamento a $38\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ não foi observada fratura em nenhuma das 10 tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881** analisadas.

Ciclo térmico

Após passarem pelos 3 ciclos de $60\text{ °C}/6$ horas mais $32\text{ °C}/18$ horas, não foram observadas manchas oleosas sobre a água carbonatada. Todas as 24 unidades de cada uma das tampas em análise, **Videolar 1880** e **Videolar 1881** permaneceram no *finish* e visualmente não se percebeu vazamento de líquido e deformação da tampa. Houve perda de pressão em 25% das garrafas fechadas com a tampa **Videolar 1880** e em 46% daquelas fechadas com a tampa **Videolar 1881**, o que costuma ser aceitável.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os ensaios realizados, os quais são os usuais para tampas para bebidas carbonatadas, o desempenho das tampas **Videolar 1880** e **Videolar 1881** atendeu aos padrões de mercado, quando aplicadas em garrafas de PET com capacidade de 2 e 2,25 litros respectivamente, contendo água carbonatada a $4,2 \pm 0,1$ volumes de CO_2 .

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15410**: tampas plásticas com rosca para acondicionamento de refrigerantes e águas: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2006. 8 p.

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM F 1115-95 (2008)e1**: standard test method for determining the carbon dioxide loss of beverage containers. Philadelphia, 2010. 11 p.

INTERNATIONAL SOCIETY OF BEVERAGES TECHNOLOGISTS – ISBT. **Voluntary standard test methods for plastic flat top closures**. Oct. 2003.

OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. (Org.) **Embalagens plásticas rígidas**: principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas: ITAL/CETEA, 2008. 372 p.

RAm 706/11 e 719/11
PRC
