

CARLOS ALBERTO RODRIGUES ANJOS

TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS

500 perguntas frequentes



Visões acadêmicas e tecnológicas discutidas e comentadas

Atena
Editora
Ano 2023

CARLOS ALBERTO RODRIGUES ANJOS

TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS

500 perguntas frequentes



Visões acadêmicas e tecnológicas discutidas e comentadas

Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

**Tecnologias de embalagens - 500 perguntas frequentes:
visões acadêmicas e tecnológicas discutidas e comentadas**

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: O autor
Autor: Carlos Alberto Rodrigues Anjos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
A599	<p>Anjos, Carlos Alberto Rodrigues Tecnologias de embalagens - 500 perguntas frequentes: visões acadêmicas e tecnológicas discutidas e comentadas / Carlos Alberto Rodrigues Anjos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1272-4 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.724232403</p> <p>1. Tecnologia de embalagens. I. Anjos, Carlos Alberto Rodrigues. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 688.8</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DO AUTOR

O autor desta obra: 1. Atesta não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declara que participou ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certifica que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirma a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autoriza a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Prezada leitora, ou prezado leitor, como quase todos os PREFÁCIOS, esse é, também, um POSFÁCIO. Para escrevê-lo precisei conhecer seu autor, sua caminhada na Vida e no Mundo e suas realizações profissionais.

Então, quem é a pessoa que irá responder às 500 perguntas propostas nesta obra? Que caminhos foram construídos na sua caminhada? Quais foram as pessoas que o auxiliaram nessa caminhada? Que respostas ele dá às questões formuladas? Em síntese, quem é CARLOS ALBERTO RODRIGUES ANJOS, autor do presente livro?

Na busca dessas respostas, você está sendo convidada(o) a fazer, comigo, uma viagem ao mundo do autor, o ANJINHO, e uma outra ao mundo mágico da EMBALAGEM, enquanto CONCEITO e IMAGEM, por ele construídos e apresentados neste livro. Algumas questões sobre o autor, sua vida e realizações, serão respondidas por mim; as 500 do livro e muitas outras o serão por Carlos Alberto, vários autores e atores.

Na sociedade de consumo em que vivemos e transitamos, onde se assume escancaradamente que ‘imagem é tudo’, a velha e boa máxima romana que diz *‘não bastar à mulher de César ser honesta; tem, também, que parecer honesta’* se aplica com perfeição a um sistema físico-mecânico-promocional denominado EMBALAGEM, que, em síntese, deve *‘proteger o que vende e vender o que protege’*.

Esse foi o conceito-síntese que os membros da Associação Brasileira de Embalagem – ABRE, nos ensinaram, durante a realização do I COBEM, em 1978, em São Paulo. Hoje, a ele, fazemos um pequeno e importantíssimo acréscimo que, dessa forma, passa a ser esse: *‘EMBALAGEM é o sistema que protege o que vende e vende o que protege, sem comprometer, deteriorar ou destruir o ambiente e a saúde...’*

Não se trata de uma imagem abstrata ou etérea, é a imagem bem concreta e marcante de um produto que tem por funções, além de *‘proteger o que vende e vender o que protege’*; conter, transportar, informar e até educar... Sim, as EMBALAGENS devem cumprir, também, uma função pedagógica e não podem concorrer para a degradação e destruição da saúde dos consumidores e do ambiente saudável...!

Nessa nossa viagem fantástica, regressemos ao primeiro semestre de 1979, no Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA, da Universidade Federal de Viçosa. Um jovem carioca, CARLOS ALBERTO RODRIGUES ANJOS, nascido no Dia do Trabalho do ano de 1957, cursando o sétimo período

do curso de Engenharia de Alimentos (segunda turma da UFV), torna-se meu aluno na disciplina de ACONDICIONAMENTO E EMBALAGEM.

Órfão de pai, aos 13 anos, Carlos Alberto, junto com o irmão mais velho, começou a trabalhar em diferentes situações, muitas vezes insalubres, para fazer face às despesas familiares, que, a essa altura, não conseguia prover as condições ideais de subsistência a todos os sete membros da família.

Aos 17 anos de idade, em 1976, através da sua madrinha de batismo, a querida colega do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Professora Sônia Coelho de Alvarenga, foi para a cidade de Viçosa em Minas Gerais, a fim de iniciar os estudos na Universidade Federal de Viçosa UFV, onde ingressou no Curso de Engenharia de Alimentos, ficando distante da família e privado do convívio e carinho familiar de sua mãe e de seus seis irmãos. Nesse mesmo ano prestou serviço militar, fazendo o curso de formação de Cabos, no Tiro de Guerra TG 04-162, em Viçosa, Minas Gerais.

Em 1978, durante os intervalos de aulas na UFV e no período noturno, começou a lecionar em cursos pré-vestibulares. Essa experiência o auxiliou no aprendizado das disciplinas do curso de Engenharia de Alimentos, lhe despertou o interesse pelo ensino de ciências e serviu como treinamento didático-pedagógico para o futuro mestre que já despontava. Ainda no ano de 1979, após cursar a disciplina de Acondicionamento e Embalagem, do curso de Engenharia de Alimentos, foi por mim convidado para ser monitor daquela disciplina, em função do seu destacado interesse pela área.

Após a formatura em 1º de agosto de 1980, foi, no mesmo mês, trabalhar na empresa Alcan Alumínio do Brasil S.A., multinacional canadense do ramo metalúrgico, no Departamento de Embalagens flexíveis. O Engenheiro Jean Bergerot Filho, nosso velho amigo e parceiro, foi o padrinho dessa indicação.

Em 1983, em busca de novos desafios, foi admitido na empresa Fleischmann & Royal Produtos Alimentícios Ltda., multinacional americana que atualmente chama-se Kraft Alimentos. Em 1985, deixou a empresa e aceitou um novo e diferente desafio: foi admitido na empresa Merck Sharp & Dohme, Produtos Farmacêuticos, multinacional americana, para criar um setor de Qualidade e Avaliação de Embalagens e Processos, lá permanecendo até 1988.

Ter conhecido, convivido e trabalhado com o ANJINHO foi uma honra e uma graça que Deus me concedeu.

Num planeta com cinco ilhas oceânicas artificiais, feitas de lixo, principalmente de embalagens plásticas; com desabastecimento de embalagens

de vidro; com a ausência de redução, reutilização e reciclagem das várias embalagens e de seus materiais de fabricação nos níveis desejáveis; com o Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil; com a ausência de políticas e práticas de destinação dos resíduos sólidos provenientes dos setores fabris e da sociedade em geral, incluindo, é claro, as embalagens; com a necessidade premente de se implementar um eficiente sistema de Logística Inversa (reversa) das embalagens, fica patente que um ‘passeio’ pelas páginas deste livro será uma aventura extremamente desafiante e compensatória.

O livro “TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS – 500 perguntas frequentes – Visões acadêmicas e tecnológicas, discutidas e comentadas” pretende, de maneira simples e didática, relatar situações, *cases* de mercado, perguntas e dúvidas recorrentes em fabricantes e usuários em geral dos diferentes segmentos da engenharia de embalagens.

O objetivo deste livro é fornecer alternativas de consulta e respostas adequadas aos problemas relacionados ao dia a dia dos profissionais de embalagens e para alunos dos cursos técnicos e das engenharias em geral que exercerão suas atividades futuras em desenvolvimento de embalagens, para linhas cada vez mais produtivas e que necessitam de evolução constante.

Podemos, também, afirmar que este livro será uma fonte de consulta complementar às disciplinas de embalagens ministradas nos cursos técnicos e superiores, principalmente de engenharia de alimentos, farmácia, química, mecânica etc.

O livro aborda situações envolvendo materiais oriundos das fontes primárias retiradas da natureza em suas diferentes formas (petróleo: plásticos; minérios: aço, alumínio; vidro; celulose: papel, cartão, papelão e madeira), suas características, processos de transformação, funções e aplicações, reciclagem, legislação, dentre outras. Além disso, destaca equipamentos e sistemas de embalagem, sistemas de fechamento e produtos e acessórios de embalagens em geral.

Não menos importante nos nossos dias, os “*mitos e verdades*” sobre embalagens são abordados com as devidas justificativas técnicas e ou tecnológicas. Alguns deles criados há muitos anos e que, por não se conhecer realmente a verdade, perduram por muito tempo.

Respostas a questionamentos tais como: “*por que a cor azul dos garrafões retornáveis de 10 e 20 litros de água mineral, distribuídos e comercializados no Brasil e em alguns países vizinhos?*”; “*quais materiais produzem dióxido*

de carbono, bem como substâncias derivadas de enxofre e nitrogênio para a atmosfera?"; "quais materiais dispendem mais energia para a fabricação e para a respectiva reciclagem?" Todas essas questões serão abordadas e muito bem respondidas nesta importante obra.

Algumas questões se destacam pela relação quase-umbilical com as práticas culinárias cotidianas que, sem sombra de dúvida, despertarão a curiosidade e chamarão para si a atenção das leitoras e dos leitores:

1. Qual a razão das folhas de alumínio para embalagens flexíveis possuírem uma face fosca e outra face brilhante?
2. Existe diferença de conservação das cervejas entre garrafas de cor verde em relação às garrafas de cor âmbar?
3. O fenômeno de "fadiga estática" em embalagens de vidro está associado ao manuseio prolongado delas?
4. Ainda há dúvidas por parte dos consumidores leigos sobre comprar ou não comprar latas de conservas alimentícias com amassamentos nas laterais. Qual(is) a(s) verdadeira(s) razão(ões)?
5. Basicamente qual a diferença entre 'atmosfera modificada' e atmosfera controlada?
6. Como funcionam as válvulas inteligentes "one-way" utilizadas no acondicionamento de café torrado em grãos em embalagens flexíveis?
7. O revestimento de ovos frescos utilizando uma solução de amido pode exercer influência na vida de prateleira desses produtos? Como ocorre essa proteção externa?

Essas questões, associadas a muitas outras e aos conselhos disponíveis nas mídias sociais, como os abaixo apresentados, são extremamente interessantes e poderão ser respondidas pelo autor, nesta obra e em outras de sua autoria, ou através do contato direto com ele.

- Jamais esquite no micro-ondas bebidas e alimentos acondicionados no plástico. O bisfenol-A (BPA) é liberado em maiores quantidades quando o plástico é aquecido.
- Evite levar ao freezer alimentos e bebidas acondicionadas no plástico. A liberação do composto também é mais intensa quando há um resfriamento do plástico.
- Evite o consumo de alimentos e bebidas enlatadas, pois o BPA é utilizado como resina epóxi no revestimento interno das latas.
- Evite pratos, copos e outros utensílios de plástico. Opte pelo vidro, porcelana e aço inoxidável na hora de armazenar bebidas e alimen-

tos.

- Descarte utensílios de plástico lascados ou arranhados. Evite lavá-los com detergentes fortes ou colocá-los na máquina de lavar louças.
- Caso utilize embalagens plásticas para acondicionar alimentos ou bebidas, evite aquelas que tenham os símbolos de reciclagem com os números 3 e 7 no seu interior e na parte posterior das embalagens. Eles indicam que a embalagem contém ou pode conter o BPA na sua composição.

Destacamos, no entanto, que a obra proporciona uma abordagem técnica que permite fundamentar cientificamente muitos desses conselhos disponibilizados nas mídias sociais e, até mesmo, questioná-los, tendo em vista que muitos deles são duvidosos ou incorretamente abordados.

Seria um imperdoável lapso de memória e uma irreparável injustiça se eu não trouxesse ao conhecimento das leitoras e dos leitores deste livro, os nomes e as importantes contribuições na formação profissional e na caminhada deste grande autor, professor, pesquisador e extensionista, que foram dadas pelos amigos Jean Bergerot Filho, engenheiro da ALCAN, e pelo Professor Doutor José de Assis Fonseca Faria, querido amigo e colega de magistério na UFV. Podem acreditar, juntos e solidariamente, ajudamos a construir o mais destacado e importante luminar do ACONDICIONAMENTO e da EMBALAGEM no Brasil: o Professor Doutor CARLOS ALBERTO RODRIGUES ANJOS.

Boa leitura! Você, com certeza, irá gostar muito.

Prof. Dr. Benjamim de Almeida Mendes

ABREVIACOES, OUTROS TERMOS E SÍMBOLOS	1
INTRODUO	3
EMBALAGENS PLÁSTICAS E ADITIVOS	6
LAMINADOS FLEXÍVEIS	51
EMBALAGENS DE VIDROS	68
EMBALAGENS METÁLICAS	80
EMBALAGENS DE PAPEL, CARTÃO, PAPELÃO ONDULADO E MADEIRAS	93
SISTEMAS DE FECHAMENTO E ABERTURA – TAMPAS	104
ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA	114
SISTEMAS ASSÉPTICOS DE EMBALAGEM	126
EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS	142
ESTABILIDADE DE ALIMENTOS	149
NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAO E EMBALAGENS	166
RECICLAGEM E AMBIENTE	176
LEGISLAO DE EMBALAGENS.....	189
REFERÊNCIAS	204
SOBRE O AUTOR	220

ABREVIACÕES, OUTROS TERMOS E SÍMBOLOS

BOPP – poli (propileno) biorientado

BOPET – poli (etileno tereftalato) biorientado

Biorientação molecular – orientação molecular nos sentidos longitudinal e radial

CNTP – condições normais de temperatura e pressão

Creep – fluência de materiais poliméricos

DEG – di (etileno glicol)

DMT – di (metil tereftalato)

EVOH – copolímero de etileno e álcool vinílico

EVA – copolímero de etileno e acetato de vinila

Flakes – formatos de material polimérico triturado a partir de embalagens descartadas

Heat setting – tratamento dado aos polímeros durante a transformação em embalagens para torná-los resistentes a elevadas temperaturas de uso.

IPA – ácido isoftálico

Kevlar® – fibra sintética a partir de aramidas, marca Du Pont, também conhecida como

Konex®, Nomex® e Twaron®

Limoneno – substância química, orgânica, natural, pertencente à família dos terpenos,

Master batch – concentrado de cores resultante da mistura de pigmentos e aditivos para polímeros

MEG – mono (etileno glicol)

MXD-6® – resina de poliamida marca Mitsubishi

Nylons® – termoplásticos de poliamidas marca Du Pont

PTFE – poli (tetra flúor etileno)

PAN – poli (acrilo nitrila)

PEAD – poli (etileno de alta densidade)

PEBD – poli (etileno de baixa densidade)

PEMD – poli (etileno de média densidade)

PEN – poli (etileno naftalato)

PET – poli (etileno tereftalato)

PP – poli (propileno)

PS – poli (estireno)

PSE – poli (estireno) expandido

PTA – ácido tereftálico

PVC – poli (cloreto de vinila)

PVdC – poli (cloreto de vinilideno)

INTRODUÇÃO

Às vezes nos deparamos com situações inusitadas sejam elas do cotidiano profissional ou durante nossos momentos na vida as quais, muitas vezes, não conseguimos respostas para elas, desde as indagações mais simples até as mais complexas.

Por vezes não sabemos onde e ou a quem recorrer para as respostas mais convincentes ou mesmo para soluções de problemas que atrasam nossas atividades profissionais. Soluções que podem não estar disponíveis na literatura científica ou mesmo nas publicações técnicas e ou em periódicos, tornando nossas vidas um verdadeiro dilema e, porque não dizer, nossas atividades no trabalho, mais difíceis.

O livro “TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS - 500 perguntas frequentes – Visões acadêmicas e tecnológicas discutidas e comentadas” pretende, de maneira didática, relatar situações, “cases” de mercado, perguntas e dúvidas recorrentes em fabricantes e usuários em geral dos diferentes segmentos da engenharia de embalagens.

Muitos problemas que ocorrem diariamente durante a fabricação de embalagens e que podem refletir posteriormente na conservação dos produtos acondicionados, reduzindo a sua validade, são por vezes resolvidos internamente nas empresas e pouco divulgados, mas que podem trazer transtornos futuros aos usuários, caso não sejam solucionados definitivamente.

Com base na experiência de 40 anos do autor em grandes empresas do setor de embalagens, alimentos, farmacêuticos e na Universidade Pública em pesquisa aplicada ao desenvolvimento de materiais e embalagens, estabilidade de produtos, interação produto – embalagem, reciclagem e legislação, este livro oferecerá aos leitores uma viagem interessante ao mundo das embalagens voltadas aos setores de alimentos e bebidas, higiene e limpeza, cosméticos e farmacêuticos.

O objetivo deste livro é fornecer alternativas de consulta e respostas aos problemas relacionados ao dia a dia dos profissionais de embalagens e também para alunos dos cursos das engenharias em geral que exercerão suas atividades futuras em desenvolvimento de embalagens, para linhas cada vez mais produtivas e que necessitam de evolução constante.

Acredita-se que este livro possa ser um material complementar às disciplinas de embalagens ministradas nos cursos técnicos e superiores principalmente de engenharia de alimentos, química, mecânica e de processo.

Certamente que, situações muito específicas e particulares de um material ou de embalagens deixarão de ser abordadas aqui, haja vista a dimensão do assunto. Contudo, alguns vieses de comentários existentes poderão orientar possíveis soluções e oferecer caminhos mais adequados caso a caso.

Grande parte dos problemas abordados didaticamente podem ter soluções práticas quando são discutidos de maneira sistêmica, ou seja, “discutir e analisar as partes para resolver o todo”. Serão utilizadas técnicas de como solucionar os problemas a partir do conhecimento de cada parte e daquilo que se deseja proteger.

Todas as discussões e comentários descritos levarão em consideração o estado físico dos produtos a serem acondicionados, bem como as suas formulações, porque faz parte da contextualização do problema e das possíveis soluções.

O livro aborda situações envolvendo materiais oriundos das fontes primárias oferecidas pela natureza em suas diferentes formas (petróleo: plásticos; minérios: aço, alumínio e vidro e celulose: papel, cartão, papelão e madeira), suas características, processos de transformação, funções e aplicações, reciclagem, legislação, dentre outras. Além disso, equipamentos e sistemas de embalagem, sistemas de fechamento e produtos e acessórios de embalagens em geral.

O conteúdo engloba perguntas e respostas discutidas e comentadas com auxílio e opiniões de autores citados ao final do livro. Não se pretende reescrever aquilo que já está consolidado e exaustivamente descrito em livros acadêmicos e nem se pretende que este material seja uma mera revisão bibliográfica, tampouco tradução de obras técnicas e científicas publicadas em outros países.

Muitos dos “cases” discutidos e comentados são relacionados aos diferentes processos de tratamento e acondicionamento de produtos, incluindo as novas tecnologias, tais como processos assépticos, micro-ondas, e os processos de alta pressão hidrostática com e sem auxílio de temperaturas elevadas. Considerando que esses processos afetam o desempenho de embalagens durante as etapas de enchimento e fechamento, uma análise sobre o comportamento deles e a estabilidade de produtos é de extrema importância.

Não menos importante nos nossos dias, os “mitos e verdades” sobre embalagens serão abordados com as devidas justificativas técnicas e ou tecnológicas. Alguns deles criados há muitos anos e que, por não se conhecer realmente a verdade, perduram por muito tempo. Por exemplo: “o porquê da cor azul dos garrafões retornáveis de 10 e 20 litros de água mineral, distribuídas e comercializadas no Brasil e em alguns países vizinhos”.

Assuntos relacionados à Legislação Brasileira de embalagens e materiais em contato com produtos, principalmente alimentícios, que em muitos casos não são esclarecedoras em relação às suas exigências, levando as empresas e profissionais a recorrerem a órgãos oficiais e às instituições de ensino e pesquisa. Também serão objetos de discussão neste livro.

Há alguns anos no Brasil discute-se o destino dos resíduos sólidos, porém essas discussões ainda não foram completamente implementadas no que diz respeito às

responsabilidades e o destino dos resíduos sólidos provenientes dos setores fabris e da sociedade em geral, incluindo é claro, as embalagens. Nesse contexto, pretende-se abordar algumas perguntas que são feitas a respeito das tecnologias de reciclagem associadas aos materiais de embalagens pós-consumo no Brasil e outros países do cone sul.

Neste assunto, existem casos relacionados aos materiais de embalagem associados ao seu ciclo de vida no ambiente em que são comercializados. Perguntas que pairam na sociedade, tais como: quais materiais produzem dióxido de carbono, bem como substâncias derivadas de enxofre e nitrogênio para a atmosfera? quais materiais dispendem mais energia para a fabricação e durante a respectiva reciclagem?

Os avanços tecnológicos em materiais de embalagem, bem como de equipamentos e processos de transformação serão discutidos e associados com as demandas da sociedade a fim de justificar a atual pressão ambiental, principalmente em países desenvolvidos e que possuem leis mais rigorosas para uso de materiais descartáveis e aqueles países que limitam a cota entre descartáveis e retornáveis.

Muitas perguntas são feitas a respeito de materiais de fontes renováveis, muitos deles viáveis tecnologicamente e outros, nem tanto. Sabe-se, porém, que podem ser alternativas futuras a alguns materiais sintéticos derivados de fontes primárias. Abordagens de algumas dúvidas e a direção das atuais pesquisas podem mostrar o estado da arte desses materiais e o seu futuro como materiais de embalagens para atender às demandas de uma sociedade cada vez mais consciente para o consumo e sustentabilidade.

Ao final, o autor espera ter contribuído de maneira prática, tecnológica e científica para a solução de problemas relacionados às áreas de intersecção das embalagens e com as tecnologias de transformação de matérias primas em materiais e embalagens de forma geral. Somado a isso, espera-se que o conteúdo venha a desmistificar conceitos errôneos baseados em teorias infundadas e, apenas em supostas ventilações midiáticas.

EMBALAGENS PLÁSTICAS E ADITIVOS

1. ALÉM DOS ASPECTOS DE APARÊNCIA, QUAIS OS PONTOS NEGATIVOS E POSITIVOS DAS CORES NAS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS PLÁSTICOS USADOS EM MATERIAIS DE EMBALAGENS?

R. Para muitas das embalagens, a cor é simplesmente para dar aspectos de marketing, para outras embalagens elas exercem a função de filtrar a radiação UV/visível que causa a degradação de componentes de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos e cosméticos em geral. Atualmente, é possível utilizar absorvedores de radiação dispersos nos polímeros e manter as embalagens transparentes. Do ponto de vista da reciclagem, quanto menos cores nas embalagens, o processo se torna mais fácil, além dos materiais possuírem maior valor como sucata. Para algumas aplicações nas quais não se exigem grande qualidade, materiais plásticos reciclados são incorporados de cargas minerais, corantes e pigmentos com a finalidade de melhorar a aparência dos mesmos.

2. COMO SÃO INCORPORADOS OS CORANTES E PIGMENTOS DURANTE A FABRICAÇÃO DOS POLÍMEROS E/OU DURANTE OS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO EM EMBALAGENS?

R. Em geral, esses aditivos são incorporados na forma de “master batch” fabricados com a própria resina e adicionado em percentuais definidos antes da alimentação nos equipamentos de transformação, em função da cor desejada. Para alguns polímeros que possuem temperatura de fusão acima de $\pm 270^{\circ}\text{C}$, esses aditivos devem ser adicionados próximos da saída das matrizes de transformação, devendo permanecer pouco tempo em temperaturas muito elevadas, conseqüentemente, preservando suas características. Caso a resina deva ser submetida a uma secagem antes dos processos de transformação, esses aditivos devem também serem secos juntamente.

3. ATUALMENTE, DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO DO VINAGRE EM EMBALAGENS PLÁSTICAS DE PET, ESTÁ SENDO CONSTATADO EM ALGUMAS REGIÕES DO PAÍS, QUE O VOLUME LÍQUIDO ESTÁ ABAIXO DAQUELE DECLARADO NO RÓTULO DA EMBALAGEM. COMO IDENTIFICAR AS POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA?

R. O problema reside na perda de água do produto pela difusão através da parede da embalagem, proporcionada pela espessura das embalagens que vem sendo reduzida ao longo dos anos, tornando a permeabilidade mais alta. Este problema é agravado em algumas regiões do país nas quais as temperaturas médias ultrapassam a 30°C .

4. ALGUNS PLÁSTICOS UTILIZADOS EM EMBALAGENS E CONSIDERADOS NOCIVOS AO AMBIENTE, TAIS COMO O POLI (CLORETO DE VINIL) (PVC) E O POLI (ESTIRENO) (PS) ESTÃO SENDO GRADATIVAMENTE SUBSTITUÍDOS POR OUTROS MATERIAIS MAIS INERTES E MENOS AGRESSIVOS AO AMBIENTE, ALÉM DE SEREM MAIS ACEITOS PELAS EMPRESAS DE EMBALAGENS. COMO SUBSTITUÍ-LOS INTEGRALMENTE MANTENDO AS FUNÇÕES DE PROTEÇÃO DAS EMBALAGENS?

R. Em função da composição química não ser favorável a algumas aplicações, esses materiais são de difícil reciclagem, pois necessitam ser adicionados de muitos aditivos para uso em outras aplicações que não embalagens. Um dos problemas do uso das resinas de PVC como embalagens de alimentos em geral, é o residual do monômero de cloreto de vinila, além de alguns aditivos que podem migrar com certa facilidade dependendo do tipo de alimentos. Com o aparecimento das resinas de PET, praticamente todos os produtos alimentícios, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, por pressões ambientais, mudaram de embalagem, dada a composição das resinas de PET. No caso do poli(estireno) (PS), algumas aplicações ainda persistem em utilizá-lo, porém com menor grau de migração de substâncias derivadas, tais como: copos, pratos e bandejas descartáveis, utensílios domésticos, dentre outros que possuem breve contato com os alimentos. No entanto, uma das suas formas que provoca maior transtorno para a sua coleta e reciclagem é o poli (estireno expandido) PSE, conhecido como “isopor”. Por ser leve e de volume considerado, fisicamente se torna um problema ao ambiente e, muitas vezes, não são devidamente destinados para retrabalho.

5. QUAIS AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO CHAMADO “PLÁSTICO VERDE”, DERIVADO DA CANA DE AÇÚCAR?

R. O “plástico verde”, assim chamado, principalmente na imprensa escrita e falada, trata-se de um polímero com as mesmas características do polímero obtido do petróleo. O poli (etileno de baixa densidade) (PEBD), obtido da desidratação do álcool etílico produzido da cana de açúcar, uma fonte renovável. Por sua vez, este a partir de reações de desidratação, produz o etileno. As evidências mostram que essa via de obtenção do PEBD é mais cara quando comparada com a via do petróleo. Ainda não se conhece o real impacto ao ambiente quando comparamos as duas vias de obtenção.

6. QUAL A INFLUÊNCIA DA UMIDADE RESIDUAL NAS RESINAS DE PET ANTES DO PROCESSO DE INJEÇÃO DE PRÉ-FORMAS?

R. Para se obter o máximo de desempenho das resinas de PET para utilização em embalagens, torna-se necessário que o valor de umidade inicial de aproximadamente 0,6%

(p/p), diminua para 0,005% (p/p) ou menos. Antes da resina entrar em fusão qualquer umidade presente a uma temperatura acima da temperatura de fusão, irá hidrolisar o polímero, reduzindo o seu peso molecular e, conseqüentemente, as propriedades físicas, químicas e físico-químicas. Por exemplo, devido a rápida absorção de água, a exposição de contentores de resinas de PET abertos por 1 hora em ambiente com 50% de umidade relativa proporciona ganho de umidade de 0,03% (p/p). Após um dia, o ganho é de 0,11% (p/p). Para evitar a absorção de umidade, os equipamentos de injeção, principalmente, são alimentados em conexão com os secadores.

7. O ACETALDEÍDO (H_3C-COH) É UM COMPOSTO PRESENTE NAS EMBALAGENS DE PET. COMO É FORMADO E COMO EVITAR OU REDUZIR A FORMAÇÃO?

R. O aldeído acético ou acetaldeído (H_3C-COH) é um líquido volátil e incolor, possui odor típico de fruta e é componente de aromas artificiais utilizados nas indústrias de bebidas e alimentos. É gerado durante a polimerização do PET, em pequenas quantidades e não é dependente dos níveis de umidade das resinas. Os níveis residuais encontrados nas resinas de PET recém fabricadas para uso geral são inferiores a 3,0 mg/kg. O acetaldeído possui capacidade de difundir-se através da estrutura molecular da resina de PET e através das paredes das embalagens sopradas. Nas embalagens, a maior parte do acetaldeído existente é proveniente do processo de injeção devido a termo degradação da resina no interior da injetora. A presença desse composto nas embalagens finais pode causar alteração de sabor em bebidas tipo cola e, principalmente, em águas minerais.

8. PRÉ-FORMAS FABRICADAS DE RESINAS DE PET POSSUEM PRAZO DE VALIDADE?

R. As pré-formas com maior tempo de estocagem e em função da umidade relativa e temperatura a que estão expostas, absorvem mais umidade devido ao estado amorfo em que se encontram. Esse estado das moléculas favorece a absorção de umidade quando comparado ao estado semi cristalino, por exemplo, das resinas de PET virgem. A absorção de umidade pela pré-forma se dá em nível molecular devido ao processo de secagem da resina que a reduziu para níveis de 20 a 40 mg/kg, valores desejáveis para a injeção das pré-formas. Essa umidade que se liga na estrutura do polímero irá provocar o que é chamado de “envelhecimento do polímero”, fenômeno observado em polímeros de condensação como os poliésteres. Essa umidade atua como uma espécie de lubrificante aumentando o volume livre de relaxamento do polímero, o que mais tarde poderá provocar expansão da embalagem, fenômeno físico que ocorre em embalagens de bebidas carbonatadas nas prateleiras dos supermercados. Pré-formas com mais de seis meses de fabricação e,

dependendo das condições de estocagem, podem apresentar problemas de instabilidade nas sopradoras de garrafas. Umidades relativas de estocagem acima de 80% não são recomendadas para estocagem de pré-formas por mais de 6 meses.

9.A BI ORIENTAÇÃO MOLECULAR DE POLÍMEROS DURANTE A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PODE EXERCER INFLUÊNCIA NA RESISTÊNCIA MECÂNICA E NA BARREIRA AOS GASES E VAPORES?

R. O aproveitamento total das propriedades de uma embalagem a partir da orientação dos polímeros na fabricação está condicionado ao grau de biorientação molecular proporcionado durante o estiramento e sopro. No caso de embalagens de PET, a pré-forma deve ser injetada de maneira tal que permita perfeito estiramento nos sentidos longitudinal e radial sob ação do sistema de sopro e alongamento definido em cada tecnologia. O comportamento sob a ação do reaquecimento e resfriamento, simultaneamente deve ser compatível com os equipamentos utilizados e de acordo com o grau do polímero. A orientação molecular é um processo em que o polímero é estirado em uma ou mais dimensões abaixo do seu ponto de fusão forçando as moléculas da cadeia do polímero, na maioria randomicamente orientadas, a se alinharem. O grau de alinhamento atingido depende do polímero em particular e das condições de orientação que foram adotadas. Este processo produz estruturas que são mais resistentes, e em alguns casos, mais transparentes que as estruturas não orientadas com a mesma composição. Níveis de estiramento muito elevados em relação aos níveis de estiramento biaxial são necessários somente para a fabricação de embalagens com alta rigidez para suportar pressões internas, tais como a pressão das bebidas carbonatadas. A orientação molecular é o resultado do estiramento imposto ao polímero nas condições de geometria, de temperatura e de tempo bem definidos. Os esforços para produzir embalagens plásticas biaxialmente orientadas começaram na década de 1950 com a utilização do poli(etileno de alta densidade) (PEAD) e em um segundo momento empregando o poli(propileno) (PP). Os equipamentos para produzir essas embalagens foram desenvolvidos com sucesso e, finalmente, surgiram as embalagens biorientadas. Contudo, nenhum dos polímeros testados conseguiu atingir, quando orientados, níveis desejados de resistência à expansão causada pela pressão interna (creep) e a baixa permeabilidade ao CO₂, propriedades que as embalagens para bebidas carbonatadas devem, necessariamente, apresentar.

10. QUAL TESTE É APLICADO PARA VERIFICAR A QUALIDADE INICIAL DE PRÉ-FORMAS ANTES DO PROCESSO DE SOPRO PARA REFRIGERANTES COM GÁS?

R. Em embalagens de PET para bebidas com gás, alguns testes são importantes porém, o teste de “fluxo” de polímero, ou seja, como estão ordenadas as moléculas após o processo de injeção, poderá tornar a etapa de sopro mais ou menos eficiente em termos de estiramento. As pré-formas são analisadas sob luz polarizada, que revela como as moléculas foram arranjadas no esforço aplicado durante a etapa de injeção.

11. NÍVEIS MUITO ELEVADOS DO COMPOSTO ACETALDEÍDO NA FABRICAÇÃO DAS RESINAS E DURANTE O PROCESSO DE INJEÇÃO DAS PRÉ-FORMAS DE PET SE DEVEM A QUAIS FATORES?

R. Dentre os materiais plásticos utilizados como embalagens, os que mais merecem destaque quanto à presença de acetaldeído são os poliésteres, ou seja, o polietileno tereftalato e o poli (etileno naftalato) (PEN). O acetaldeído é formado durante a polimerização dessas resinas, caracteristicamente polímeros fabricados pelo processo de polimerização em fase líquida, seguido de polimerização em fase sólida para fornecer características apropriadas para a utilização na fabricação de embalagens sopradas para diversas aplicações. O acetaldeído aparece como um subproduto da termodegradação das resinas por meio de grupos terminais hidroxil-éticos e ou via decomposição de ligações ésteres, durante a fusão a aproximadamente 270°C e devido ao atrito no interior do canhão da injetora, associado ao tempo de retenção na temperatura de fusão. O acetaldeído formado no processo de injeção de pré-formas permanece retido na estrutura polimérica predominantemente amorfa e, posteriormente, após o sopro, difunde-se através da parede da embalagem a uma baixa taxa de difusão, manifestando-se nos produtos acondicionados. Além do tempo de permanência na temperatura de fusão, outros fatores são responsáveis pelos níveis residuais de acetaldeído em garrafas de PET, tais como: tipo e formulação da resina, tipo de equipamento, desenho da rosca da injetora e as condições de transformação.

12. OS LIMITES ACEITÁVEIS DA PRESENÇA DE ACETALDEÍDO EM EMBALAGENS DE PET PARA DIVERSOS PRODUTOS SÃO DIFERENTES?

R. Uma típica especificação de acetaldeído em embalagens de PET para águas minerais é de 1,0 mg/L, determinada no espaço livre das mesmas por cromatografia a gás, porém algumas empresas utilizam como especificação valores entre 3 a 5 mg/L no espaço livre de garrafas descartáveis e retornáveis transparentes e aproximadamente de 12 a 15 mg/L para garrafas coloridas para refrigerantes carbonatados. Já para águas minerais os valores

variam de 1,0 a 4,0 mg/L, também medido no espaço livre das embalagens. Para se obter esses valores nas garrafas, as pré-formas apresentam níveis de acetaldeído de 25 mg/kg, nesse caso medido pela moagem em moinho criogênico e análise por cromatografia a gás. Valores residuais de acetaldeído determinados no espaço interno de garrafas originadas de pré-formas com valores também conhecidos são obtidos por algumas empresas com a finalidade de fixar parâmetros de equipamentos associados a graus específicos de resinas. Esses valores podem ser utilizados com boa margem de segurança e garantir, de certa forma, a definição de um padrão de fabricação e de qualidade em fornecimento de pré-formas. Há uma especificação utilizada em países da Europa para níveis máximos de acetaldeído em embalagens para óleos e azeites comestíveis de aproximadamente 20mg/L.

13. COMO SE DÁ A OCORRÊNCIA DO COMPOSTO “LIMONENO” NAS RESINAS DE PET RECICLADAS?

R. O composto limoneno e outros monoterpenos são libertados na atmosfera em grandes quantidades por meio de diferentes fontes e faz parte da formulação de diversas bebidas cítricas. Não consta na literatura científica a sua geração a partir da degradação de PET pós consumo reciclado. A existência em embalagens recicladas pode estar relacionada aos resíduos de refrigerantes, principalmente os com sabores de frutas, e que ficam retidos na parede das embalagens. O limoneno é resistente à reação de hidrólise e sua remoção somente ocorre em temperaturas próximas a 300°C, daí o fato de não ser eliminado na fase de extrusão (temperatura máxima de 290 °C) ou na polimerização no estado sólido (temperatura máxima de 230 °C). A sua eliminação é através de lavagem eficiente dos “flakes”, com a utilização de detergentes específicos e com hidróxido de sódio, para boa eficiência. Através dos canais de “degasagem” da extrusora é possível remover parte do limoneno e, através de vácuo profundo em reatores – ou arraste por gás nitrogênio – aquecido a 220 °C, em contrafluxo durante a polimerização no estado sólido. Ou seja, é essencialmente um contaminante e, se presente na resina pós consumo de PET, indica uma limpeza e descontaminação deficientes.

14. ALGUNS COMPOSTOS CONTAMINANTES PRESENTES NAS RESINAS RECICLADAS DE PET SÃO ORIGINADOS DA CONTAMINAÇÃO POR PVC, RECICLADOS JUNTAMENTE. COMO ESTÁ A TECNOLOGIA DE SEPARAÇÃO DESSES DOIS MATERIAIS?

R. Em processos de separação física dos plásticos através da densidade, alguns materiais apresentam densidades semelhantes a do PET, portanto, passíveis de estarem misturados nas etapas posteriores da reciclagem. Os polímeros da família das poliolefinas apresentam

densidade inferior a densidade da água ($r = 1,0 \text{ g/cm}^3$ nas CNTP), sendo removidos quando espalhados em um tanque de água. Para materiais com densidades superiores a densidade da água, ocorre decantação, indo para o fundo do tanque (PET $r = 1,2$ a $1,4 \text{ g/cm}^3$ e PVC $r = 1,4 \text{ g/cm}^3$) e posteriormente aspirados para alimentar as outras etapas da reciclagem. Um dos desafios mais importantes de uma tecnologia de reciclagem inovadora é a capacidade em eliminar os contaminantes físicos presentes no conjunto dos materiais de embalagem utilizados conjuntamente com o PET, ou seja, o poli (cloreto de vinil) (PVC), o poli(estireno) (PS) e os poli(etilenos) (PEBD, PEAD, PEMD). Um eficiente processo de seleção de embalagens e extração de rótulos e tampas, certamente eliminará a maior parte desses polímeros que de certa maneira provocam alterações na qualidade final dos materiais de pós-consumo de PET no que diz respeito às propriedades de cor, viscosidade intrínseca e densidade, principalmente.

Atualmente a separação é manual e como os materiais são parecidos fisicamente, é possível que a seleção não seja 100% eficiente. O uso de sensores a base de radiação infravermelha para separar compostos de origem vinílica pode ajudar de maneira eficiente a separação, mas é um dispositivo de elevado custo para ser adquirido por pequenos e médios recicladores.

15. DURANTE A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DESTINADAS AOS SISTEMAS ASSÉPTICOS PARA ALIMENTOS, O CALOR DOS PROCESSOS DE INJEÇÃO E OU EXTRUSÃO PODE SER SUFICIENTE PARA ESTERILIZAR ESSAS EMBALAGENS?

R. Para alimentos acondicionados por meio de sistemas assépticos do tipo contínuo, ou seja, as embalagens são fabricadas dentro da área asséptica e, o calor da extrusão poderá ser o agente físico de esterilização. Entretanto, é possível fazer a combinação com vapor, peróxido de hidrogênio, irradiação e outros agentes quando a estabilidade do produto à temperatura ambiente exigir maior segurança. Há muitas patentes de processos assépticos pelo mundo, cada uma delas com a sua especificidade em função da operação.

16. HÁ NO BRASIL UM NÚMERO GRANDE DE TIPOS DE TAMPAS PLÁSTICAS DE ROSCA PARA REFRIGERANTES CARBONATADOS E ÁGUAS MINERAIS. QUAL A DIFERENÇA ENTRE ELAS E QUAIS AS RAZÕES PARA O USO DE UMA EM RELAÇÃO A OUTRA?

R. Basicamente para aplicação em bebidas com gás e águas minerais, as tampas plásticas de rosca com ou sem lacre de abertura, podem ser fabricadas de dois matérias, o poli (etileno de alta densidade) (PEAD) e o poli (propileno) (PP), por meio dos processos de

injeção (maioria) e estampagem por pressão, essa última com melhor acabamento de maneira geral. Em ambos os processos, as tampas podem ter o vedante interno ou não, cabendo a cada uma delas oferecer a proteção necessária para manter a estabilidade dos produtos e impedir tentativas de violação, evidenciando o rompimento do lacre.

17. COM O PASSAR DOS ANOS, AS EMBALAGENS PLÁSTICAS DE REFRIGERANTES COM GÁS FICARAM MAIS LEVES E SEUS DESENHOS E GARGALOS ALTERADOS. A QUE SE DEVEM TAIS MUDANÇAS? A QUALIDADE DOS PRODUTOS PERMANECEU A MESMA?

R. A partir da segunda metade da década de 1990 os desenvolvimentos de embalagens de PET tornaram-se mais evidentes através das formas específicas dadas às embalagens e que associavam e diferenciavam mais as grandes marcas de produtos, por meio de desenhos específicos e que as caracterizavam.

As últimas mudanças relacionadas à redução de peso em pré-formas estavam concentradas na região do gargalo (espessura, altura e tipo) e na região do pescoço e ombro pelo alívio dos ângulos que não permitiam um maior estiramento na região superior das pré-formas, no corpo pela redução de espessura e, finalmente, na região do calcanhar e fundo pelo desenvolvimento de novos ângulos associados ao formato da base. Todas essas alterações permitiram perfeito desempenho durante o processo de sopro, mas tornando a embalagem mais frágil para manuseio durante o consumo das bebidas. Essa percepção pelo consumidor está relacionada a uma característica das embalagens que por muito tempo foi considerada importante como decisão de compra, trata-se da rigidez da parede que deve ser tal que não permita que o líquido extravase da garrafa logo após a abertura, pela aplicação da força da mão na região central da garrafa. Regiões menos espessas desde que devidamente orientadas no sopro e bem distribuídas, sem acúmulo excessivo de material localizado, podem resistir a pressões internas do gás das bebidas e também ao impacto queda, porém salienta-se que a permeabilidade aumentará e isso tornará a vida útil das bebidas reduzida.

18. QUAL A RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE E PERCENTUAL DE CRISTALINIDADE EM RESINAS DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET)?

R. A de densidade é utilizada para caracterizar cristalinidade da resina de PET e o valor da célula unitária de cristal é $1,455 \text{ g/cm}^3$ e a densidade amorfa é de $1,335 \text{ g/cm}^3$ em temperatura de 30°C . A partir destes valores, é possível calcular a fração de cristalinidade, usando a seguinte equação:

$1/\rho = [\alpha/1,455 + (1 - \alpha) /1,335]$, onde ρ – é a densidade e α – fração cristalizada.

19.O SUCESSO MUNDIAL DA UTILIZAÇÃO DAS RESINAS DE POLI (ETILENO TEREFALATO) (PET) EM RELAÇÃO A OUTROS TERMOPLÁSTICOS EM DIFERENTES SEGMENTOS DE MERCADO DE EMBALAGENS É BASEADO EM QUAIS FATORES?

R. Atualmente as mudanças de materiais plásticos para o PET estão, sobretudo, baseadas nas exigências dos consumidores, motivados pela tendência mundial na proteção ambiental, transparência, facilidade de uso e descarte e também pelas conveniências da vida moderna. Aliados aos aspectos de transparência, brilho, resistência, capacidade de reciclagem, dentre outros, os diferentes sistemas de fechamento existentes, evidenciam a embalagem de PET, entre os tipos metálicos e plásticos, sendo os últimos através de tecnologias de barreira aos gases incorporadas em função das necessidades de proteção exigidas. Dentre os diversos sistemas de fechamento, há aqueles por pressão, indução, rosca e acravação (rolha metálica), usados com muita eficiência, já que o processo de injeção-estiramento-sopro, predominante na maioria dessas embalagens, favorece o acabamento e a colocação das tampas, conseqüentemente maior capacidade de estanque e hermeticidade das embalagens. Do ponto de vista de interação produto – embalagem, o PET é o material mais aceito em todos os países desenvolvidos e reconhecido como seguro pelas Agências Reguladoras de Saúde.

20. ANTES DA DESCOBERTA DO POLÍMERO DE POLI (ETILENO TEREFALATO) (PET) NA DÉCADA DE 1940, AS RESINAS DE NYLONS® JÁ DOMINAVAM O SEGMENTO TÊXTIL. O QUE EXPLICA ESSA MUDANÇA?

R. Ambos os polímeros atualmente são utilizados no setor têxtil, mundo afora e, as resinas de poliéster por estarem mais disponíveis, além do seu preço/tonelada ser bem mais barato, algumas propriedades relacionadas ao tipo de resina, tornam esses materiais mais utilizados. O uso das resinas de poliésteres na indústria têxtil teve sua evolução a partir do aumento dos processos de reciclagem de embalagens de PET em geral. As propriedades interessantes que diferenciam o polímero PET do Nylon® incluem, ser linear a fim de não permitir polimerização em cadeias laterais, possuir peso molecular acima de 10.000; possuir elevado grau de simetria a fim de proporcionar cristalização; ser facilmente orientado, a fim de proporcionar alta resistência e reduzido alongamento; deve conter, regularmente espaçados, grupos polares, para permitir forte coesão intermolecular e alto ponto de fusão; deve ser resistente ao calor, umidade, produtos químicos, solventes orgânicos e permitir a adição de pigmentos e corantes.

21. NA FABRICAÇÃO DE RESINAS DE POLI(ETILENO TEREFALATO) (PET) PODEM SER USADOS, TANTO O ÁCIDO TEREFÁLICO, COMO O SEU ÉSTER CORRESPONDENTE, O 1,4-DI-METIL-TEREFALATO. EXISTE DIFERENÇA NA QUALIDADE FINAL DAS RESINAS OBTIDAS?

R. Utiliza-se com mais frequência o ácido tereftálico (PTA) e em menor escala o 1,4-dimetil-tereftalato (DMT). A diferença está no processo de utilização do PTA que gera como subproduto a água, enquanto que na utilização do DMT o subproduto é o metanol. A maior dificuldade há alguns anos era de encontrar o DMT com pureza adequada aos processos de fabricação de PET, o que limitava a sua utilização. A produção de ácido tereftálico no mundo aumentou significativamente desde o ano de 2002, enquanto que a de DMT apresentou crescimento pequeno.

22. EM RESINAS DE POLI (ETILENO TEREFALATO) (PET), QUAL A DIFERENÇA EM UTILIZAR GRAU HOMOPOLÍMERO E GRAU COPOLÍMERO, EM RELAÇÃO À APLICAÇÃO EM EMBALAGENS?

R. As tecnologias de moldes de injeção evoluíram e proporcionaram redução, por exemplo, no ciclo de injeção e aumento no número de cavidades do molde, aumentando significativamente a produtividade e a qualidade final das peças injetadas. Os sucessivos avanços nos sistemas de resfriamento dos moldes, bem como nos desenhos de roscas, proporcionaram melhor desempenho dos polímeros, aumento na produção de pré-formas de melhor qualidade, além das melhorias no processo de sopro e resistência das embalagens. A tecnologia de polímeros aos poucos também tornou-se responsável pelos avanços atualmente encontrados nos setores de embalagens em geral. Os graus das resinas, baseados na característica de viscosidade intrínseca e as variações relacionadas aos graus de polímeros e copolímeros pela adição de comonômero – ácido isoftálico, visando o melhor desempenho nas atuais injetoras de pré-formas, foram muito importantes, pois proporcionaram a fabricação de peças com características diferenciadas de aplicações. Também, essas mudanças em polímeros estão associadas a um melhor comportamento quando submetido ao atrito com a rosca da injetora, não permitindo elevação excessiva da temperatura além da temperatura de fusão e, conseqüentemente, degradação da estrutura molecular do polímero. Essas características reduzem a queda do valor da viscosidade intrínseca e a geração de acetaldeído, características importantes para a resistência e qualidade para aplicação em alimentos e bebidas.

23. COMO PODE SER EXPLICADA A VERSATILIDADE DAS RESINAS DE POLI (ETILENO TEREFALATO) (PET) PARA UTILIZAÇÃO EM EMBALAGENS DE VOLUMES ACIMA DE 1000 ML COMBINADO COM REDUÇÃO DA MASSA (GRAMAS)?

R. As primeiras embalagens a partir de resinas de PET para bebidas carbonatadas descartáveis para 2000 mL apresentavam peso de 64 gramas o que, rapidamente foi reduzido para 58, 56 e 54 gramas, respectivamente e permanecendo assim por alguns anos. Atualmente é possível encontrar embalagens de 2000 mL de aproximadamente 42 gramas. As primeiras embalagens apresentavam características específicas que à época justificavam a redução de material plástico, o que de fato ocorreu. Essas características incluíam o desenho da embalagem, a terminação da boca (desenho e espessura), o grau de polímero e os processos de injeção e sopro. Tudo isso baseado na disponibilidade das tecnologias, por exemplo de tampas, de equipamentos de transformação e nos aspectos de barreira da embalagem na retenção de gás, na resistência mecânica, na segurança do consumidor e na disponibilidade de graus diferenciados de resinas. Os aspectos ambientais mais tarde foram levados em consideração em função da evolução das tecnologias citadas. As últimas mudanças relacionadas à redução de peso em pré-formas estavam concentradas na região do gargalo (espessura, altura e tipo) e na região do pescoço e ombro pelo alívio dos ângulos que não permitiam um maior estiramento na região superior das pré-formas; no corpo pela redução de espessura e, finalmente, na região do calcanhar e fundo pelo desenvolvimento de novos ângulos associados ao formato da base.

24. QUAIS AS CARACTERÍSTICAS MAIS IMPORTANTES DAS RESINAS DE PET QUE DEVEM SER LEVADAS EM CONSIDERAÇÃO QUANDO DO DESENVOLVIMENTO DE PRÉ-FORMAS DESTINADAS A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PARA BEBIDAS COM GÁS?

R. O baixo peso (gramas) das embalagens de PET é proporcionado pela combinação de suas propriedades, tais como: grau de cristalinidade, orientação molecular, expansão elástica, tensão molecular, espessura da parede e viscosidade intrínseca. Em função do volume de gás desejado, é possível alterar o desenho da garrafa, principalmente do fundo para suportar a pressão interna e reduzir a permeabilidade ao gás carbônico.

25. COMO OCORRE A REDUÇÃO DOS VALORES DE VISCOSIDADE INTRÍNSECA (DL/G) DURANTE A FUSÃO DAS RESINAS DE POLI (ETILENO TEREFALATO) (PET) NA FABRICAÇÃO DE PRÉ-FORMAS PARA EMBALAGENS?

R. A viscosidade intrínseca é a medida do peso molecular, ou seja, quanto maior o peso molecular, maior a viscosidade intrínseca. Os níveis de umidade remanescentes na resina

de PET após a secagem, exercerá forte influência no processo de injeção tanto para resinas de baixa como para resinas de alta viscosidade intrínseca. No processo de injeção ocorrem reações de hidrólise e de degradação térmica da resina – produzindo compostos de baixo peso molecular – pelo atrito com a rosca da injetora, combinado com a temperatura e tempo de retenção, causando a formação de compostos de baixa massa molecular. Em um processo de injeção bem controlado, uma redução de aproximadamente 5% do valor nominal da viscosidade intrínseca é perfeitamente real e aceitável. Redução acima de 5% pode ser indício de problemas de secagem e ou dos parâmetros de injeção.

26. DE QUE MANEIRA AS PROPRIEDADES TÉRMICAS DAS RESINAS DE POLI (ETILENO TEREFALATO) (PET) PODEM SER MELHORADAS PARA PERMITIR A UTILIZAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS QUE SÃO ACONDICIONADOS A QUENTE?

R. O enchimento a quente de bebidas é realizado por gravidade em temperaturas que pode variar desde 65°C até, aproximadamente, 85°C, podendo combinar com a adição de conservantes químicos ou não. Para atender estas condições e viabilizar uma embalagem de PET, é necessário realizar um tratamento conhecido como termofixação que pode ser a partir da cristalização do gargalo – melhorar a resistência à deformação – é realizado por meio de um pré-sopro, seguido de encolhimento, reaquecimento e, um sopro no molde final resfriado. O resfriamento do produto acondicionado é feito em temperatura ambiente e, ao resfriar-se, o líquido diminui de volume e provoca formação de vácuo no interior da embalagem. O desenho da embalagem nesse caso necessita ser adequado para não evidenciar colapso, tanto no corpo como no fundo e ombro, regiões que são mais afetadas com deformações momentâneas, visíveis nos pontos de vendas. Para a manutenção de vácuo, utiliza-se uma membrana selada por indução na boca do frasco e uma tampa de rosca com lacre de segurança. O processo conhecido como “heat setting”, apareceu para preencher uma lacuna deixada pelas embalagens de vidro, inviável em algumas situações de mercado.

27. EM RELAÇÃO A BARREIRA AOS COMPOSTOS DE AROMAS DE ALIMENTOS E BEBIDAS, COMO É O COMPORTAMENTO DOS MATERIAIS PLÁSTICOS UTILIZADOS EM EMBALAGENS PARA ESTES PRODUTOS?

R. Alguns materiais plásticos são mais susceptíveis de absorção de compostos aromáticos presentes em alimentos e bebidas e, do ponto de vista de estabilidade sensorial, esse fato é prejudicial aos produtos e às marcas. Alguns compostos de aromas possuem maior afinidade com determinados polímeros pela natureza de ambos e, portanto, podem ser absorvidos com maior facilidade e ficar retido na estrutura do polímero ou difundir numa

etapa posterior para fora da embalagem. Nesse aspecto, os polímeros de natureza química “apolar” diferem dos polímeros de natureza química “polar” pela afinidade pela água, ou seja, os apolares – poliolefinas (polietilenos e polipropileno) – são menos permeáveis ao vapor de água em relação aos polares, com radicais – OH e – NH₂ (copolímero de etileno + álcool vinílico e as poliamidas) – que tendem a absorver e reter mais umidade na estrutura química. Devido a origem do nome, as poliolefinas possuem certa afinidade por compostos de aroma, principalmente oleosos, devendo ser modificadas, por exemplo, obtendo os metalocenos (grupo de uma ampla classe de compostos organometálicos), que podem apresentar maior resistência a esse fenômeno.

28. EM TEMPERATURAS DE CONGELAMENTO ($\leq -20^{\circ}\text{C}$), QUAIS OS MATERIAIS PLÁSTICOS MAIS RECOMENDADOS E POR QUÊ?

R. Os materiais mais recomendados são aqueles em que as temperaturas de transição vítrea (T_g) sejam bem diferentes das temperaturas de congelamento. A transição vítrea é a transição reversível em materiais amorfos – ou em regiões amorfas de materiais semicristalinos – entre um estado duro e relativamente rígido e um estado mole e “borrachoso” que provoca mudanças grandes nas propriedades mecânicas de um material quando atinge essa condição. Essas mudanças podem descaracterizar completamente os materiais plásticos e provocar desde alterações nas propriedades de barreira, até danos mecânicos irreversíveis. Por exemplo, a T_g do poli (etileno tereftalato) é de 70°C ; a T_g do poli (cloro de vinil) é 80°C ; a T_g do poli (estireno) é 95°C ; a T_g do poli (propileno) atático é -20°C . A T_g do poli (carbonato) é 145°C , enquanto que a do Nylon-6 apresenta T_g de 47°C e do Nylon-6,6, de aproximadamente 70°C . Os polietilenos podem apresentar T_g variando de -130 a -80°C , em função do processo de obtenção.

29. EM ALGUNS PAÍSES DO MUNDO EXISTEM CERVEJAS ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS. COMO ESTÁ REGULAMENTADO O USO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA CERVEJAS NO BRASIL? CASO ESSA ALTERNATIVA FOSSE VIABILIZADA TECNOLOGICAMENTE, QUAIS CARACTERÍSTICAS ESSAS EMBALAGENS DEVERIAM APRESENTAR?

R. A Resolução 105 da ANVISA permite o uso dos materiais PET, Nylon, EVOH dentre outros para contato com alimentos e bebidas, monocamada e multicamadas. Algumas cervejas podem ser pasteurizadas e acondicionadas em sistemas assépticos e em sistemas de filtração por meio de membranas. No sistema asséptico (alta temperatura e tempo reduzido) a cerveja é pasteurizada, resfriada e em um ambiente asséptico ela é envasada

em embalagens também assépticas. No sistema de filtração o produto não é aquecido e sim filtrado através de membranas para retenção do maior número de células de leveduras, pois elas se multiplicam e desestabilizam biologicamente o produto. A estabilidade dessas cervejas é inferior às mesmas cervejas pasteurizadas em túneis (62°C por tempo definido em função do tipo de embalagem), acondicionadas em vidro ou latas de alumínio. Do ponto de vista sensorial, é um produto mais agradável, pois não foi aquecido, mas de estabilidade inferior ao da cerveja pasteurizada em túnel. Tanto a absorção de oxigênio como a perda de gás carbônico devem ser retardadas ao máximo para aumentar a estabilidade, e isso poderá ser alcançado com uma especificação correta dos materiais de embalagem. Normalmente as embalagens para cervejas do tipo padrão possuem cor âmbar e verde, ambas oferecem proteção à radiação ultravioleta. É importante salientar que em decorrência da presença de oxigênio dissolvido nas bebidas, e o residual na embalagem no momento do enchimento, com o passar do tempo ocorrerá interação com reações de oxidação, afetando a estabilidade física das bebidas. Em função dos diferentes processos de transformação, algumas combinações podem ser feitas de maneira a encontrar a barreira desejada para cada aplicação, sendo possível obter estruturas – lendo de fora para dentro da embalagem, como: – PET/Nylon-6/PET; PET/MXD-6/PET; PET/EVOH/PET; PET/PET_{abs}.O₂/PET; PET/PET_{abs}.O₂/PET/ PET_{abs}.O₂/PET; PET + MXD-6; PET + poli (etileno naftalato) (PEN). É possível encontrar algumas marcas de cervejas regionais em embalagens de PET de curta duração fabricadas pelo sistema “flash pasteurization”, seguido de acondicionamento em temperaturas baixas, pois estas embalagens não resistem ao aquecimento em túneis de pasteurização. As micro cervejarias pelo Brasil vendem o chopp artesanal em embalagens de PET de 1000 e 2000 mL para consumo rápido em residências.

30. QUAIS AS CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS QUE DIFERENCIAM AS EMBALAGENS DE PET RETORNÁVEIS DAS EMBALAGENS DESCARTÁVEIS PARA REFRIGERANTES COM GÁS?

R. Basicamente as principais características incluem a viscosidade intrínseca que é superior nas retornáveis (aproximadamente 0,84 dL/g), o peso da pré-forma é maior, conseqüentemente, a espessura também é maior. O desenho do fundo também é diferente, além da porcentagem de ácido iso-ftálico (comonômero) adicionado, ser mais elevada para reduzir a velocidade de cristalização durante o resfriamento. Esse fato é importante por ser a embalagem de maior espessura e de difícil resfriamento em relação às embalagens descartáveis, o que poderá afetar a transparência das embalagens.

31. QUAIS AS IMPLICAÇÕES DA ESTERILIZAÇÃO ATRAVÉS DO USO DE RADIAÇÃO GAMA EM EMBALAGENS PLÁSTICAS DESTINADAS AO ACONDICIONAMENTO DE ALIMENTOS E FARMACÊUTICOS?

R. Uma das implicações e a ação da radiação sobre as ligações covalentes e iônicas existentes em alguns polímeros que poderá provocar a degradação da estrutura química com formação de compostos reativos e de baixo peso molecular. Por exemplo, é desaconselhável o uso de embalagens plásticas cloradas (PVC e PVdC), pois poderá se degradar e formar ácido clorídrico pela ação de oxigênio e umidade presente no ambiente.

32. POR QUE ALGUMAS EMBALAGENS DE LEITES FERMENTADOS AINDA SÃO FABRICADAS A PARTIR DO POLI (ESTIRENO) (PS), CONSIDERADO UM POLÍMERO QUIMICAMENTE POLUENTE E AGRESSIVO AO AMBIENTE?

R. É possível que a empresa possua um processo de fabricação de embalagens “in-line” acoplada ao processo de enchimento, já consolidado no que diz respeito à produção e ao tipo de material adequado ao processo. Do ponto de vista ambiental, é um material que vem sendo substituído por materiais mais quimicamente inertes e mais sustentável, como por exemplo o poli (etileno de alta densidade) ou o poli(propileno). Do ponto de vista de estabilidade do produto, o material de embalagem oferece boa proteção porque é conservado em temperaturas baixas e o tempo de contato é muito reduzido para ocorrer qualquer interação química.

33. QUAIS AS RAZÕES DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA ÁGUAS MINERAIS DE VOLUMES INFERIORES A 500 ML SEREM TÃO FRÁGEIS AO PONTO DE DIFICULTAREM A SUA ABERTURA?

R. O setor de águas minerais é segmento de mercado onde a redução de peso de material está mais evidente. Há necessidade de se rever o desenho das embalagens, principalmente do fundo, pois é a região responsável pela estabilidade das embalagens na vertical, sendo significativamente afetado pelo enchimento total das embalagens pelo engarrafador, forçando uma deformação por excesso de líquido e pela dilatação ou retração do líquido durante o transporte e comercialização. Na cadeia de custo o sistema de embalagem assume papel importante, porque em tese, a água em si não tem custo. Então, o custo dos materiais de embalagem, tais como: caixas de papelão ou filmes termoencolhíveis, rótulos, tampas, garrafas e acessórios, passam a ser os itens alvos de redução de custos. Algumas características das embalagens necessitam ser levadas em consideração de maneira a não afetar a estabilidade dos produtos, por exemplo a rigidez da parede – amassamentos laterais e na região do fundo pelo manuseio e queda durante o fechamento e abertura,

podendo provocar rejeição pelos consumidores.

34. QUAL O LIMITE MÁXIMO DE PRESSÃO DE GÁS CARBÔNICO EM EMBALAGENS DE PET PARA REFRIGERANTES COM GÁS SEM QUE EVIDENCIE DEFORMAÇÃO DAS REGIÕES OMBRO, CORPO E FUNDO?

R. Há um limite máximo do nível de gás em refrigerantes carbonatados acima do qual torna o produto sensorialmente indesejável para consumo. Esse nível vai depender de cada sabor e ou aroma da bebida, sendo que as bebidas do tipo colas e tônicas são as que possuem os maiores níveis de gás carbônico. Com o advento das embalagens de PET, os desenhos, formatos e volumes das embalagens passaram a ser importantes nesse caso, pois afetam diretamente a permeabilidade ao CO₂. O volume máximo de gás carbônico recomendado para embalagens de PET com fundo do tipo petaloide é de 5,0 mL de CO₂/L de líquido, equivalente a uma pressão de aproximadamente 98 lb/in² em temperatura de 30°C e, aproximadamente, 75 lb/in² em uma temperatura de 22 °C. Os volumes de gás da maioria dos refrigerantes, situam-se entre 2,8 a 4,2 mL de CO₂ /L de líquido. Entretanto, as empresas procuram compensar a perda inicial adicionando um pouco mais no ato do enchimento em embalagens mais permeáveis com tampa de plástico.

A pressão interna dos refrigerantes com gás aumenta em função da temperatura a que o líquido está submetido e isso é um agravante, porque aumenta a permeabilidade ao gás carbônico. Especialmente em países como o Brasil, as embalagens devem possuir boa qualidade, pois poderá apresentar deformações quando pressurizadas e expostas em temperaturas acima de 40°C por tempo prolongado. Pressões acima de 80 lb/in² (5,6kgf/cm²), podem causar deformações no fundo e ombro, principalmente.

35. NA DÉCADA DE 1970, HOVE UMA TENTATIVA DO GOVERNO DE SÃO PAULO DE DISTRIBUIR ÓLEO DE SOJA EM EMBALAGENS DE PEBD, SEMELHANTE À DE LEITE PASTEURIZADO PARA A POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA. TECNOLOGICAMENTE ESSA IDEIA NÃO DEU CERTO. POR QUÊ?

R. Como o PEBD é o principal termoplástico da família das poliolefinas, de natureza química apolar, portanto, altamente permeável ao oxigênio. Esse fato, além dos aspectos de manuseio, enchimento e fechamento, tornou inviável o seu uso para esta aplicação. À época, pensava-se que, em função de ser o material mais barato poderia ser economicamente viável, porém não se pensou inteligentemente na proteção do produto em relação à oxidação.

36. O QUE SE ENTENDE POR UM MATERIAL PLÁSTICO “COMPÓSITO” E COMO PODE SER COMPARADO COM “BLENDAS” POLIMÉRICAS?

R. O termo composto é utilizado para se referir a conjugação de materiais para alcançar propriedades desejadas no produto final. O termo “materiais compostos” não foi muito bem aceito por diversos fatores, um deles é que o material composto não necessariamente significa material conjugado com outro material, porque pode corresponder a uma composição de um material com outros produtos que não apresentam como objetivo conjugar propriedades. Já as blendas poliméricas são materiais poliméricos originados da mistura física de dois ou mais polímeros sem, no entanto, que haja qualquer reação química intencional entre eles. Há algumas décadas houve uma desaceleração no desenvolvimento de novos homopolímeros e um dos motivos foi o econômico. Tais restrições despertaram nas empresas a utilização de técnicas de modificações dos atuais polímeros e uma delas é a fabricação de blendas poliméricas.

37. AS CARGAS MINERAIS UTILIZADAS GERALMENTE PARA REDUZIR CUSTOS DAS RESINAS PLÁSTICAS, TAIS COMO; TALCO, CARBONATO DE CÁLCIO, NEGRO DE FUMO E CAULIM. ESSES PRODUTOS EXERCEM INFLUÊNCIA NAQUILO QUE CHAMAMOS DE REFORÇO DE PROPRIEDADES DAS RESINAS?

R. O talco, por exemplo, é um silicato de magnésio hidratado que pode apresentar propriedades de reforço, tais como: aumenta a rigidez, aumenta a resistência à flexão, reduz a tendência ao “creep”, melhora o módulo de fluência sob flexão, melhora a estabilidade dimensional, melhora a condutividade térmica, aumenta a dureza das peças fabricadas, dentre outros. Já o negro de fumo é um tipo de carga não mineral que pode ser considerado como reforço, principalmente em matrizes elastoméricas. As suas características incluem o aumento do módulo e a resistência sob tração dos elastômeros. Diminui a resistividade elétrica.

38. DE QUE FAMÍLIA QUÍMICA É A FIBRA KEVLAR® QUE APARECEU NA DÉCADA DE 1970?

R. O KEVLAR® é um polímero da família das poliamidas aromáticas, fabricado por extrusão e fiada sob condições especiais. Apresenta baixa densidade e elevada resistência a tração. Tais fibras podem produzir estruturas com elevada resistência ao impacto. Esse termoplástico amarelado, opaco, possui excelentes propriedades dielétricas, excelente resistência ao calor e alta cristalinidade. É utilizado como fibras de reforço em compósitos, em material esportivo, vasos de alta pressão, dentre outros. Os nomes mais comuns encontrados são Kevlar®, Konex®, Nomex® e Twaron®.

39. QUAL A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA BORRACHA NATURAL E EXISTE SUBSTITUTO SINTÉTICO QUE POSSUI AS MESMAS PROPRIEDADES?

R. A borracha natural é composta de poli (cis-isopreno). Esse material esteve em falta durante a Segunda Guerra Mundial o que se tornou um grande problema tecnológico para muitos países, ficando restrito aos países produtores. A partir desse fato, muitas tentativas em laboratório de se produzir um substituto sintético não tiveram sucesso, pois a polimerização do isopreno não resultava em um polímero com a mesma característica, ou seja, 100% composto de cis-isopreno, que é a composição da borracha natural. Não havia à época, catalizadores especiais para alcançar tal grau de isomerismo. A partir daí, novas tentativas foram colocadas em prática para produzir as chamadas borrachas sintéticas, tais como: poli (butadieno) e o poli (isobutileno), ambos com propriedades inferiores a borracha natural. Depois, muitas formulações se sucederam a partir de copolimerização de monômeros diferentes para obtenção de borrachas sintéticas.

40. ALÉM DA MODIFICAÇÃO DE POLÍMEROS POR MEIO DO PROCESSO DE COPOLIMERIZAÇÃO, QUAL OUTRO PROCESSO É USADO PARA ALTERAR AS PROPRIEDADES DE POLÍMEROS?

R. Uma das maneiras de modificar as propriedades dos polímeros além do processo de copolimerização, é por meio de misturas físicas de polímeros em estado sólido. Sob condições controladas esta mistura pode proporcionar um material com características desejadas e, além disso, pode ser de custo baixo. Preferencialmente, os polímeros a serem misturados devem estar no estado de pó para melhor homogeneização da mistura. Após, a mistura é transferida para uma extrusora de rosca – melhor uma extrusora de rosca dupla – em seguida resfriada e granulada. O grau de dispersão, o nível de miscibilidade e a compatibilidade entre os componentes são os principais fatores envolvidos no desenvolvimento de blendas de polímeros.

41. A ESTABILIDADE QUÍMICA DOS POLÍMEROS DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DAS FORÇAS DE INTERAÇÃO ENTRE ELES. QUAIS AS FORÇAS PREDOMINANTES ENTRE POLÍMEROS?

R. As forças que atuam em polímeros que permitem a interação entre as moléculas são basicamente as intermoleculares que correspondem à atração entre as moléculas dos polímeros após o processo de polimerização, considerando o estado agregado. Estas ligações são chamadas de secundárias e tem como origem a configuração eletrônica que resulta da atração interatômica dentro das moléculas de polímero. As outras forças

são as *intramoleculares* que correspondem às ligações químicas entre os monômeros no processo de polimerização, ou seja, as ligações covalentes que se concretizam através do emparelhamento de elétrons.

42. QUAL A DIFERENÇA ENTRE OS EQUIPAMENTOS DE EXTRUSÃO DE PLÁSTICOS QUE POSSUEM ROSCA SIMPLES DAQUELES QUE POSSUEM ROSCA DUPLA?

R. A principal função de uma extrusora de rosca simples é promover a plastificação, sendo alimentada por polímeros em forma de partículas sólidas com a função de promover a fusão de forma homogênea que sai da extrusora. A função da extrusora de rosca dupla é promover a mistura de polímeros e a sua extrusão.

43. O PROBLEMA DE “MISCIBILIDADE” DOS MATERIAIS AINDA É UM IMPEDIMENTO AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE “BLENDAS” POLIMÉRICAS PARA EMBALAGENS?

R. Para aplicações em embalagens, algumas blendas poliméricas ainda não são concretizadas em nível operacional, mas as misturas de polímeros compatíveis já são realidade no mundo industrial. Os mecanismos responsáveis pelos fenômenos de miscibilidade e para o desenvolvimento de compostos compatíveis para a consolidação de blendas, principalmente para aplicação em embalagens ainda limita o aparecimento desses novos materiais. Esses mecanismos incluem as interações intermoleculares, responsáveis pela miscibilidade

44. POR QUE O POLÍMERO POLI (ACRILONITRILA) – PAN NÃO É UTILIZADO EM PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PARA CONTATO COM ALIMENTOS?

R. Na década de 1970, os estudos para utilização como embalagens em contato com alimentos mostraram elevada migração de compostos de acrilonitrila, considerado cancerígeno à época. Atualmente ainda não é utilizado para tal finalidade. Trata-se de um material de excelentes propriedades físicas, químicas e físico-químicas interessantes para aplicação como material de engenharia. Possui temperatura de amolecimento de aproximadamente 317°C e temperatura de transição vítrea de aproximadamente 105°C. Possui baixa cristalinidade e torna-se parcialmente cristalino após processo de estiramento. É um termoplástico de cor amarelada e transparente. Suas aplicações mais interessantes são em fibras têxteis e na fabricação de fibras de carbono. Caso fosse liberado para uso em contato com alimentos as suas propriedades de barreira seriam a mais importante no conjunto das outras propriedades.

45. AS PROPRIEDADES TÉRMICAS DE POLÍMEROS PODEM EXERCER INFLUÊNCIA NAS EMBALAGENS FINAIS PARA PRODUTOS ALIMENTÍCIOS TRATADOS TERMICAMENTE?

R. Os polímeros são maus condutores de calor e a capacidade de transferência de calor é medida pela condutividade e difusibilidade térmicas. A capacidade de reter calor é determinado pelo calor específico. As alterações observadas nas dimensões, devido a mudanças de temperatura, são determinadas por meio da expansão térmica. Quando os materiais plásticos são sujeitos a variações de temperatura e isso incluem as embalagens, devem ser consideradas as temperaturas de fusão cristalina e temperatura de transição vítrea.

46. DE QUE MANEIRA AS CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE POLÍMEROS PODEM AFETAR A ESTABILIDADE DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS?

R. Das características ópticas mais importantes em polímeros para embalagens, a transparência é a que mais afeta a estabilidade de produtos acondicionados. A transparência à radiação visível é elevada em polímeros amorfos ou em aqueles que apresentam baixo grau de cristalinidade, medido pela transmitância. Os plásticos comuns podem deixar passar até aproximadamente 92% da radiação incidente. Por outro lado, os polímeros muito cristalinos são translúcidos ou semitransparentes, ou até mesmo opacos. Atualmente, as deficiências de materiais transparentes podem ser corrigidas por meio da adição de aditivos absorvedores de radiação, sem afetar o brilho e transparência.

47. A “TRANSIÇÃO VÍTREA” É DE MUITA IMPORTÂNCIA NA TRANSFORMAÇÃO DE POLÍMEROS E EMBALAGENS, PRINCIPALMENTE NAQUELES MATERIAIS ONDE AS REGIÕES AMORFAS E CRISTALINAS PREDOMINAM. COMO ESSA CARACTERÍSTICA PODE INFLUENCIAR A SELEÇÃO DE MATERIAIS PARA EMBALAGENS?

R. A temperatura de transição vítrea (T_g) em polímeros é uma importante característica a ser levada em consideração no desenvolvimento de embalagens para alimentos, principalmente aqueles que sofrem acondicionamento em temperaturas elevadas. A transição vítrea está associada à região amorfa dos polímeros e é a temperatura em que a mobilidade das cadeias moleculares, em função da rotação dos grupos laterais em volta das ligações primárias, se torna restrita pelas forças de coesão intermolecular. Essa temperatura é característica de cada polímero em função da sua estrutura química e deve ser observada a cada desenvolvimento que se desejar realizar. As características totais dos materiais de embalagens podem ser alteradas à medida que as temperaturas de operação

se aproximar da temperatura de transição vítrea.

48. COMO A CARACTERÍSTICA DE “ESTABILIDADE DIMENSIONAL” DE POLÍMEROS PODE SER ÚTIL DURANTE A SELEÇÃO DE MATERIAIS PARA EMBALAGENS DE ALIMENTOS?

R. A estabilidade dimensional é comum em polímeros que não possuem grupos hidroxila ou amina, pois esses grupos favorecem a formação de ligações de hidrogênio, conseqüentemente, variação nas dimensões dos produtos fabricados, em função da umidade e temperatura predominantes no ambiente. No segmento de embalagens, os materiais poliamidas e o copolímero de EVOH apresentam tais características. Para materiais com elevado índice de cristalinidade, a sua estabilidade dimensional também é elevada em função da existência das forças de coesão que dificultam as ações sobre as regiões ordenadas da estrutura molecular. Para embalagens que exigem elevada resistência mecânica, deve haver um equilíbrio entre as regiões amorfas e cristalinas do polímero para resistir às variações, por exemplo, quando sob pressão em refrigerantes com gás.

49. HÁ CERTA CONFUSÃO SOBRE “BARREIRA ÀS RADIAÇÕES ULTRAVIOLETAS” E RESISTÊNCIA “ÀS RADIAÇÕES ULTRAVIOLETAS”. QUAL A DIFERENÇA ENTRE ELAS?

R. As reações de oxidação tanto nas estruturas poliméricas quanto nos produtos acondicionados podem ser aceleradas pela ação de radiações tanto na faixa do ultra violeta como na faixa do visível. Uma das propriedades a serem consideradas no desenvolvimento de embalagens plásticas é a sua resistência à oxidação, que é mais comumente encontrada nas estruturas de polímeros saturadas – sem ligações duplas – entre átomos de carbono. Os materiais mais comuns com tais características incluem os poli(etilenos) e o poli(propileno). Nos polímeros insaturados – com uma ou mais ligações duplas – entre átomos de carbono, as reações de oxidação podem ocorrer por meio dessas ligações, com quebra das cadeias maiores, conseqüentemente redução nas características mecânicas e de barreira dos materiais. A barreira às radiações ultra violeta depende fundamentalmente da estrutura polimérica dos materiais ou da adição de aditivos durante a fabricação em refletir ou absorver as radiações que possam provocar a oxidação dos produtos acondicionados com redução da estabilidade ou alteração das suas características sensoriais.

50. O QUE SE ATRIBUI AS DIFERENÇAS ENTRE AS PERMEABILIDADES AOS GASES E VAPORES NOS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS EM MATERIAIS DE EMBALAGENS?

R. Todos os polímeros apresentam certa permeabilidade aos gases e vapores que ocorre de maneira intersticial através de poros permanentes ou transitórios da membrana ou por meio de sorção em um lado do material, seguido de difusão através do material e dessorção ou evaporação no outro lado do material. As moléculas de gases – menores – difundem-se através das regiões amorfas porque as cadeias dos polímeros estão mais afastadas. A presença de pequenos cristalitos diminui a permeabilidade. A permeabilidade do gás carbônico é maior em relação à permeabilidade ao nitrogênio para a maioria dos polímeros, isso é justificado pelo tamanho da molécula dos gases. Os materiais de natureza apolar são boa barreira ao vapor de água e péssima barreira aos gases, enquanto que os materiais polares são excelente barreira aos gases e péssima barreira ao vapor de água. Daí, em tecnologia de embalagens, a iniciativa de produzir embalagens flexíveis laminadas, combinando as características de uma em relação à outra para alcançar as barreiras desejadas.

51. QUAIS AS VANTAGENS DA EXTRUSÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS A PARTIR DO PROCESSO DE SOPRO (BALÃO) E DO PROCESSO DE MATRIZ PLANA NA OBTENÇÃO DE FILMES EXTRUSADOS?

R. O filme extrusado é definido como um produto da extrusão de resinas, desde que a sua espessura não seja superior a 0,025 mm. Os filmes podem ser obtidos por sopro (balão) ou matriz plana. O processo de sopro é o mais comum e apresenta uma grande vantagem sobre o processo de matriz plana que é a facilidade da biorientação molecular, conseqüentemente, boa distribuição das propriedades mecânicas em ambas as direções. Uma das vantagens do processo via matriz plana é o melhor controle da espessura, principalmente para as espessuras mais reduzidas, além disso a distribuição de espessura nesse processo é melhor em velocidades de produção mais altas. Ambos os processos são adequados para aplicações específicas e as variações de um em relação ao outro estão, sobretudo, relacionadas à aplicações finais.

52. O QUE CAUSA O FENÔMENO DE “BLOCAGEM” DOS FILMES EXTRUSADOS, APÓS O BOBINAMENTO?

R. Normalmente esse fenômeno é observado na extrusão de filmes de poli(etileno) e poli(propileno) entre duas folhas. O “blocking” é causado pelo polimento da superfície

dos filmes e pela sua densidade. Os filmes de superfícies mais lisas são mais fáceis de apresentar esse fenômeno em relação aos filmes de acabamento mais ásperos. Polímeros com densidades mais elevadas tendem a apresentar menor tendência ao fenômeno de “blocking” em relação aos de densidades mais baixas após a extrusão em filmes. Uma das causas que poderá ocasionar o “blocking” é a elevada tensão nos roletes que puxam os filmes após a extrusão. Temperaturas elevadas na extrusão podem ocasionar “blocking”, principalmente quando a temperatura do ambiente de extrusão for mais elevada e isso é comum nas estações mais quentes do ano.

53. A CARACTERÍSTICA DE ÍNDICE DE FLUIDEZ DAS RESINAS TERMOPLÁSTICAS EXERCE INFLUÊNCIA NA QUALIDADE FINAL DE FILMES E PEÇAS DE EMBALAGENS? COMO OCORRE ISSO?

R. As resinas de maior índice de fluidez fluem mais rapidamente no molde com menor pressão, conseqüentemente, apresenta menor tendência a deformação. As resinas de maior densidade são menos susceptíveis de deformação e a temperatura do molde deve ser bem monitorada. Sabe-se que o uso de resinas de maior índice de fluidez possui algumas desvantagens como a formação de bolhas de ar nas peças injetadas, por vezes traduzindo em oxidação das resinas e a redução da resistência à quebra quando sob pressão. Por outro lado, uma vantagem é que apresenta menores ciclos no resfriamento dos moldes.

54. COMO SE DÁ O PROCESSO DE TERMOFORMAGEM DAS RESINAS TERMOPLÁSTICAS PARA OBTENÇÃO DE EMBALAGENS EM GERAL?

R. No processo de termoformação ou termoformagem, uma chapa ou lâmina termoplástica fabricada por extrusão em matriz plana ou por calandragem é possível utilizar todas as resinas termoplásticas destinadas à fabricação de embalagens. Uma chapa ou lâmina termoplástica aquecida por meio de calor é forçada contra um molde utilizando-se pressão para adquirir a forma final desejada. As técnicas de termoformagem são conhecidas como “vacuum forming” e “drape forming”. Na primeira técnica a lâmina é forçada pelo vácuo aplicado contra o molde ou contra a caixa do molde, sendo então aquecida. Na segunda técnica, a lâmina fixada pelas garras é colocada na posição de descida, pré-aquecida e forçada contra o molde e aplica-se o vácuo. As técnicas são bem parecidas, ou seja, a lâmina é aquecida antes ou em contato com o molde e o vácuo é aplicado.

55. OS TERMOS RELACIONADOS AOS POLÍMEROS, COMO “TERMOPLÁSTICOS” E “TERMOFIXOS”, SÃO SEPARADOS POR APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DE CADA UM DELES. COMO PODEM SER DEFINIDOS?

R. Conforme afirma o Instituto Britânico de Padrões, a definição de plásticos é um “amplo grupo de materiais sólidos que tem geralmente por base resinas sintéticas ou polímeros naturais modificados e que possuem em geral, apreciável resistência mecânica que em determinado estágio da sua fabricação, a maioria dos plásticos pode ser fundida. Alguns plásticos são semelhantes às borrachas enquanto que algumas formas de borracha quimicamente modificadas são consideradas plásticos”. Os termoplásticos são materiais que possuem estruturas químicas lineares ou ramificadas e possuem a propriedade de amolecerem seguidamente sob a ação de calor e endurecerem novamente quando resfriados (polietilenos, polipropileno, poli (cloreto de vinil). Os termofixos são materiais que possuem elevado nível de ligações cruzadas, amolecem uma vez e após, mediante a aplicação de calor suficiente endurecem de forma irreversível – conhecido fenômeno com o nome de cura – As resinas curadas são insolúveis em solventes (resinas epóxi, poliuretano).

56. POR VEZES, AS PROPRIEDADES DE BARREIRA DE MATERIAIS PLÁSTICOS SÃO CONFUNDIDAS COM AS RESPECTIVAS RESISTÊNCIAS QUÍMICAS. O QUE DIFERENCIA UMA CARACTERÍSTICA DA OUTRA?

R. A resistência dos materiais de embalagens plásticas à absorção ou a evaporação de gases, vapores e aromas, a resistência à permeabilidade de óleos e gorduras e à radiação pode ser definida como barreira. No caso da resistência química de materiais plásticos está relacionada com a capacidade de não ser alterada, solubilizada parcialmente ou totalmente, amolecida, dentre outras manifestações, quando são submetidos ao contato com alguma substância química.

57. COMO SE DÁ O PROCESSO DE PERMEABILIDADE AOS GASES E VAPORES NOS ESPAÇOS INTERMOLECULARES DE MATERIAIS PLÁSTICOS PARA EMBALAGENS?

R. Basicamente o processo de permeabilidade aos gases através dos espaços intermoleculares ocorre em três estágios, que são: absorção e solubilização do gás permeante na superfície do filme plástico, difusão do gás através do filme plástico em função da ação de um gradiente de concentração e, o último estágio, desorção e evaporação do gás no outro lado do filme plástico. No caso de uma face do filme plástico ser exposta a um gás em uma determinada pressão parcial, o primeiro e o último estágio do processo

de permeação – solubilização e evaporação – são mais rápidos quando comparado com o estágio de difusão. O mecanismo de difusão envolve o transporte do gás através das regiões amorfas dos polímeros e acontece em função da mobilidade dos segmentos deles, formando espaços livres.

58. DE QUE MANEIRA O “GRAU DE BIORIENTAÇÃO MOLECULAR” PODE INTERFERIR NAS CARACTERÍSTICAS DE PERMEABILIDADE DOS FILMES PLÁSTICOS DESTINADOS À FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS?

R. A cristalinidade dos polímeros mostram regiões compactas da estrutura molecular de difícil difusão de gases e vapores. A partir da biorientação molecular que é a ordenação das cadeias moleculares que, por sua vez, provocam compactação dos cristalitos, consegue-se reduzir a difusão de moléculas de gases e vapores. O processo de biorientação além de aumentar a resistência mecânica dos materiais, proporciona melhoria nas características de barreira. À medida que o grau de biorientação aumenta, ocorre maior compactação dos cristalitos, conseqüentemente, mais regiões organizadas e de difícil difusão de moléculas de gases. Um típico exemplo são as garrafas de PET para refrigerantes com gás. Outros materiais como o poli(propileno), poli (estireno), poli (etileno tereftalato), poli (cloreto de vinil) e outros podem apresentar redução da permeabilidade aos gases quando submetidos ao processo de biorientação.

59. A DIFERENÇA ENTRE A PERMEABILIDADE AOS GASES E AOS VAPORES ORGÂNICOS MOSTRA QUE UM PLÁSTICO DE BOA BARREIRA AOS GASES NÃO SIGNIFICA SER BOA BARREIRA AOS VAPORES ORGÂNICOS E VICE VERSA. COM SE DÁ ESSE MECANISMO DE PERMEABILIDADE?

R. Vapores orgânicos podem alterar as características sensoriais de produtos alimentícios e devem ser objeto de controle, utilizando filmes mais compatíveis com tais exigências. Os filmes poliméricos que apresentam boa barreira ao oxigênio mostram também ser eficientes em relação a barreira aos vapores orgânicos. Há também, os filmes que apresentam melhor barreira aos vapores orgânicos em relação ao oxigênio, assim como existem filmes com melhor barreira ao oxigênio em relação a barreira aos vapores orgânicos. Através das diferentes características químicas, alguns filmes de Nylon® apresentam menor permeabilidade aos vapores orgânicos quando comparados com os filmes de copolímero de etileno e álcool vinílico (EVOH). Essas diferenças de permeabilidade entre materiais poliméricos são justificadas pelas características de cada permeante e da afinidade com os materiais. Para não haver confusão, convém reforçar, que um filme polimérico com boa barreira ao oxigênio, necessariamente não é boa barreira aos vapores orgânicos. Algumas

alternativas tecnológicas de aumentar a barreira ao oxigênio pode, em alguns casos, melhorar também a barreira aos vapores orgânicos.

60. OS GASES CHAMADOS PERMANENTES (O₂, H₂, N₂) POSSUEM CALOR DE SOLUBILIZAÇÃO BAIXO E POSITIVO. COMO ISSO AFETA A PERMEABILIDADE DESSES GASES EM EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ALIMENTOS?

R. Para os gases como nitrogênio e oxigênio, o coeficiente de solubilidade aumenta com a elevação da temperatura, provocando aumento da permeabilidade dos materiais. Em relação à temperatura, a solubilidade é menor quando comparada com a difusibilidade. Para gases permanentes a energia de ativação para a permeabilidade é sempre de valor positivo, ou seja, a permeabilidade tende a ser mais elevada com o aumento da temperatura.

61. EXISTE DIFERENÇA ENTRE OBTER POLÍMERO DE POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE PELO PROCESSO DE ALTA PRESSÃO E PELO PROCESSO DE BAIXA PRESSÃO?

R. O poli (etileno) de baixa densidade pode ser obtido por ambos os processos, porém a diferença entre eles é o número de ramificações e o comprimento das mesmas. Nos processos de alta pressão, podem ser usados reatores tipo autoclave e reatores tubulares para obter os polietilenos convencionais. Os mais comuns processos de obtenção de poli (etileno) de baixa densidade a baixa pressão, incluem: fase gasosa em leito fluidizado, fase gasosa em leito agitado, fase líquida em suspensão e fase líquida em solução e são adotados por diferentes empresas em função das suas especificidades operacionais. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens para cada aplicação desejada. O processo a baixa pressão é utilizado para a produção de polietileno de baixa densidade linear. Os polietilenos obtidos por meio de reatores de autoclaves, apresentam maior número e comprimento das ramificações laterais, já os polietilenos obtidos por meio de reator tubular, apresenta menor número e menor comprimento das ramificações laterais, ambos os processos mais utilizados na produção das resinas convencionais. A presença das ramificações em cadeias laterais é razão para variações em um grande número de características físicas como a densidade, a dureza, a flexibilidade, a viscosidade da massa fundida, a transparência a permeabilidade aos gases e vapores, dentre outras. Algumas dessas características são fundamentais para o desenvolvimento de embalagens para alimentos e bebidas.

62. COMO PODE SER EXPLICADA A DIFERENÇA EXISTENTE ENTRE OS DIVERSOS TIPOS DE POLIETILENOS COM BASE NAS RESPECTIVAS DENSIDADES?

R. A característica de densidade de um polímero reflete a sua estrutura química e a sua organização molecular, ou seja, as regiões cristalinas são mais compactas enquanto as regiões amorfas são mais volumosas. A maioria dos polímeros possui densidade entre 0,9 e 1,5 g/cm³, sendo que boa parte deles apresenta densidade próximo a 1,0 g/cm³. Em relação aos diversos tipos polietilenos, a diferença existente consiste na disposição dos átomos de carbono na estrutura molecular que pode apresentar cadeias lineares, cadeias lineares com cadeias laterais em pequeno número ou em alto número, dependendo do processo de fabricação. A diferença de densidade, ainda que pequena entre eles – todos abaixo de 1,0 g/cm³ – algumas características são diferentes entre os polietilenos de mais baixa densidade em relação aos de mais alta densidade, tais como: alongamento, resistência à tração, resistência ao impacto, resistência ao “stress cracking”, resistência ao calor, processabilidade, rigidez, dentre outras.

63. COMO A RAZÃO DO PROCESSO DE SOPRO – DIÂMETRO DO BALÃO/DIÂMETRO DA MATRIZ – DE POLIETILENOS AFETA AS PROPRIEDADES DO PRODUTO FINAL EXTRUSADO PARA EMBALAGENS?

R. Por serem os polietilenos, polímeros de estruturas químicas de cadeias longas elas tendem a se alinhar na direção de fabricação devido ao estiramento proporcionado pelos roletes que puxam o material extrusado. Nessa linha de raciocínio, um filme é excessivamente orientado no sentido de fabricação quando o diâmetro do balão soprado é aproximadamente igual ao diâmetro da matriz da extrusora. Diz-se que a razão de sopro é igual a 1. Um filme fabricado em tais condições, apresentará reduzida resistência ao rasgamento na direção de fabricação e elevada resistência na direção transversal ao da fabricação. No caso de filmes para embalagens, as características de resistência devem ser semelhantes, por isso durante a extrusão de filmes é introduzido ar no balão soprado para que as moléculas sejam orientadas no sentido contrário ao da fabricação assim, obtendo maior balanceamento das propriedades dos materiais por esse processo. As razões de sopro balão de filmes de polietilenos destinados a aplicação em embalagens estão entre 1,8 e 3,0.

64. O ACABAMENTO DE BRILHO NA SUPERFÍCIE DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FABRICADA POR INJEÇÃO É DEVIDO A QUAIS FATORES?

R. Existem diversos tipos de moldes utilizados no processo de injeção fabricados por

ligas de metais específicas e de dimensões exatas para suportar as condições impostas pelo processo sem alterações. Os produtos moldados pelo processo de injeção em geral possuem superfícies lisas e brilhantes e isso depende de alguns fatores relacionados às características das resinas, estado do molde e parâmetros do processo. Em relação às características das resinas, quanto maior a densidade e o índice de fluidez, mais brilhante será o acabamento. O molde deverá apresentar alto polimento e aquecimento para aumentar o brilho. Temperaturas mais elevadas do processo também podem ajudar a aparência do produto injetado.

65. O PROCESSO DE MOLDAGEM ROTACIONAL – ROTOMOLDAGEM – É UM PROCESSO QUE SE CARACTERIZA PELO USO DO CALOR E AUSÊNCIA DE PRESSÃO. QUAIS AS VANTAGENS DESSE PROCESSO PARA A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS?

R. É um processo adequado para a fabricação de peças ocas, totalmente fechadas ou com aberturas, tais como bolas, tanques, contentores e outros. O processo é baseado no princípio da força centrífuga. Na moldagem rotacional os peletes de polímeros, devido a movimentos giratórios, procuram afastar-se do ponto central do molde, recobrando durante este movimento, total e de maneira uniforme, a superfície interna do molde. O ar quente é o método comumente utilizado e é mais recomendado para peças de paredes inferiores a 1,5 mm, podendo chegar em temperaturas de 200 a 480°C, aproximadamente. Embora seja um processo simples, os equipamentos são complexos para a obtenção de grandes produções com menor custo. Em função das especificidades das embalagens de pequenos volumes e variados desenhos, este processo não é recomendado para embalagens em relação aos processos de injeção e sopro e suas variações.

66. AS PROPRIEDADES DO TERMOPLÁSTICO, COPOLÍMERO DE ETILENO-ACETATO DE VINILA (EVA) SÃO ALTERADAS EM FUNÇÃO DAS PORCENTAGENS DOS RESPECTIVOS MONÔMEROS, ETILENO E ACETATO DE VINILA?

R. Os copolímeros de EVA podem ser fabricados contendo somente uma pequena porcentagem em peso do acetato de vinila, ou podem ser produzidos contendo acetato de vinila com até 50% ou mais. Os copolímeros de EVA com baixa quantidade de acetato de vinila possuem características semelhantes às do poli (etileno de baixa densidade), porém os copolímeros de EVA contendo elevadas porcentagens de acetato de vinila, são semelhantes às borrachas em aparência.

67. A RESISTÊNCIA DOS COPOLÍMEROS DE EVA AO OZÔNIO PODE COMPROMETER A SUA APLICAÇÃO COMO EMBALAGENS PARA FRUTAS E HORTALIÇAS?

R. Os polímeros de polietileno de baixa densidade e o copolímero de EVA apresentam características semelhantes quanto a ação do ozônio e são usados regularmente para frutas e hortaliças. Testes práticos em atmosfera formada por 1,0 mg/kg em ar sob temperatura de 40°C durante 30 dias, mostraram comportamento natural sem qualquer modificação nas características físicas dos copolímeros de EVA.

68. COMO PODE SER CONTROLADA A ELASTICIDADE DOS FILMES DE EVA PARA EVITAR PROBLEMAS DE BLOCAGEM E A APARÊNCIA RUIM DAS BOBINAS DURANTE SEU USO EM LINHAS AUTOMÁTICAS DE EMBALAGEM?

R. A alta elasticidade dos filmes de EVA exige maior controle de processo no que diz respeito a uniformidade da tensão de bobinamento em comparação aos filmes de poli(etileno de baixa densidade), e isso se torna mais importante à medida que a rigidez das resinas é diminuída. Excessivas tensões alongam demasiadamente os filmes entre os rolos puxadores e o bobinamento, causando a blocagem desnecessária, além da aparência comprometida das bobinas. A aderência natural dos copolímeros de EVA faz com que a refrigeração adequada no balão seja bem observada para a obtenção de filmes com qualidade e reduzida tendência de blocagem nos rolos e durante o bobinamento.

69. COMO O MONÔMERO DE ACETATO DE VINILA PODE SER UTILIZADO NA COMPOSIÇÃO DE CERAS “MICRO CRISTALINAS” E “CERAS PARAFÍNICAS”?

R. Os copolímeros de EVA com aproximadamente 20 a 25% de acetato de vinila são muito compatíveis quando utilizados em conjunto com ceras micro cristalinas. No caso de ceras parafínicas, a resina deverá possuir aproximadamente de 25 a 30% do monômero acetato de vinila, porém a compatibilidade com ceras fica limitada quando a porcentagem do monômero está próximo de 35% em peso. A utilização de copolímeros de EVA como ingrediente de produtos para formulação de “hot melts”, principalmente par uso como adesivos de embalagens de cartões, plásticas e de papelão ondulado são, geralmente, de mais elevada densidade e índice de fluidez, quando comparadas com as resinas utilizadas em processo de extrusão, sopro ou injeção.

70. A SECAGEM DAS RESINAS DE PET PARA O PROCESSO DE INJEÇÃO-ESTIRAMENTO-SOPRO É UM REQUISITO FUNDAMENTAL PARA O PROCESSAMENTO FINAL DESSES MATERIAIS. COMO SE DÁ TAL SECAGEM?

R. A redução dos níveis de umidade das resinas de PET não é simplesmente remoção de água por aquecimento. Tratando-se de um polímero higroscópico por natureza, a redução da umidade depende do processo de difusão molecular. Resinas com 0,1 a 0,3% (p/p) de umidade inicial quando fornecida, necessitam ser reduzidas até níveis de 0,005% (p/p) ou menos. Para determinadas aplicações especiais, torna-se necessário reduzir até 0,001% (p/p). Para se obter uma resina de PET com boa capacidade de injeção, a secagem convencional deve ser devidamente controlada, obedecendo as seguintes condições: A temperatura do ar de secagem deve estar entre 170°C e 180°C, ideal 175°C e o tempo de secagem entre 4 e 6 horas e não menos que 4 horas, dependendo da umidade inicial. A temperatura do ar de regeneração das câmaras deve estar entre 190°C e 200°C e no máximo 210°C. O ponto de orvalho do ar desumidificado deve situar-se entre -40°C e -30°C, preferencialmente -40°C ou menor. O fluxo de ar deve ser da ordem de 4,0 m³/kg.h de resina. Estas condições são utilizadas com muita eficiência na secagem convencional da resina destinada à fabricação de embalagens. No entanto, as condições de secagem podem variar em função de diferentes fatores associados à resina e às instalações de secagem. Nesse caso torna-se importante o monitoramento da umidade da resina durante o processo de secagem. É um processo de simultânea transferência de calor e massa e é uma maneira prática de diferenciar os diversos processos de secagem é classificá-los pelo modo de transferência de calor, ou seja: secagem por convecção, condução e radiação. O termo secagem geralmente refere-se a remoção de solvente de uma substância e que, na prática, o solvente é frequentemente água e o gás frequentemente o ar. Essa combinação é a base da discussão do assunto de secagem. Entretanto, é importante enfatizar que as relações são igualmente aplicáveis para outros sistemas. O monitoramento do processo de secagem da resina de PET, quanto aos parâmetros importantes à manutenção da qualidade final da resina no estado fundido, favorece a injeção das pré-formas para posterior fabricação das embalagens. A utilização de peneira molecular como material dessecante do ar e, uma boa prática de limpeza do filtro de ar pode aumentar a vida útil do dessecante, consequentemente, a qualidade da secagem.

71. O FORMATO E AS DIMENSÕES DOS GRÃOS DA RESINA DE PET PODEM EXERCER INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE SECAGEM DA RESINA. QUAL É O COMPORTAMENTO?

R. Atualmente existem diferentes dimensões e formatos de grãos de resinas de PET que vai depender do processo de fabricação. Por exemplo, grãos cilíndricos de diâmetro 2,8 mm e

comprimento 1,7 mm, requerem menor tempo de secagem quando comparados com grãos de formato de paralelepípedo de 4x4x2,5 mm e este, menor tempo que outro do mesmo formato e de dimensões 4x5x2,5 mm. O efeito do formato e das dimensões dos grãos da resina de PET já foi exaustivamente estudado utilizando-se diferentes combinações do binômio tempo/temperatura. De maneira geral, grãos cilíndricos ou esféricos necessitam menor tempo de secagem à mesma temperatura quando comparados com grãos de formatos quadrados ou retangulares.

72. É POSSÍVEL PRODUZIR “BLENDAS” DE RESINAS DE PET COM RESINAS DE NYLON®? QUAIS AS VANTAGENS E APLICAÇÕES DESSA MISTURA?

R. A eficiência das blendas poliméricas está sobretudo baseada na compatibilidade de ambos os materiais quanto à miscibilidade da mistura. Polímeros obtidos por meio do processo de condensação podem ser modificados para tornarem-se mais compatíveis. Os Nylons mais comuns (Nylon 6 e Nylon 6,6) possuem algumas restrições quando em misturas com resinas de PET, dependendo do percentual de adição ao PET. As temperaturas de fusão são bem diferentes e isso pode provocar alterações na aparência final das embalagens. Ambos os materiais necessitam de uma secagem, pois a umidade remanescente poderá provocar reações de hidrólise e redução das propriedades de um de outro. O advento das resinas de Nylon MXD-6, tornou mais compatível a mistura com as resinas de PET e as características de comportamento de ambos na temperatura de fusão permitiu melhor controle e miscibilidade. As resinas de Nylon são reconhecidamente boa barreira ao gás oxigênio, característica pobre nas resinas de PET. Apesar do preço das resinas de Nylon serem mais elevados em relação as resinas de PET, as baixas porcentagens utilizadas em blendas, permite um bom equilíbrio do preço final da embalagem, além de permitir novas e importantes aplicações que requerem maior proteção ao oxigênio.

73.A CLARIDADE E TRANSPARÊNCIA DE PRÉ-FORMAS A PARTIR DE RESINAS DE PET VIRGEM ESTÁ ASSOCIADA AO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO OU A ALGUMA CARACTERÍSTICA DAS RESINAS?

R. Quando o processo de secagem e injeção da resina estão bem controlados, a viscosidade intrínseca do polímero terá uma perda aceitável, inferior ou igual a 5% do valor inicial. Qualquer perda maior irá em detrimento à claridade, brilho e transparência das pré-formas. Isso é explicado pelo aumento do grau de cristalinidade do polímero. No interior do secador, a resina apresenta 50% de forma cristalina e 50% de forma amorfa, aproximadamente, podendo variar de grau de resina para resina e de fabricante para fabricante. Quando os

grãos são introduzidos no canhão da injetora, cujo objetivo é aquecê-los de 175°C a 270°C em um curto período de tempo, passa-se a ter aproximadamente 70% em estado amorfo e 30% parcialmente cristalino. Essa combinação é importante para que se tenha boa qualidade da pré-forma após o processo de injeção, favorecendo a manutenção das propriedades mecânicas da embalagem final, além da manutenção do brilho e transparência. A exposição prolongada da resina no secador pode provocar oxidação do polímero do fundo para o topo do funil e, conseqüentemente, o processo de injeção de pré-formas produzirá peças sem transparência. O controle dos parâmetros dos processos de injeção que, atualmente estão bem superiores em comparação há 20 anos tem proporcionado a fabricação de peças com qualidade excelente. Os avanços em tecnologias de fabricação de embalagens de PET foram basicamente devido ao desenvolvimento de novas tecnologias em processos de secagem e tipos de resinas, de equipamentos de injeção, de resfriamento de moldes, extração de pré-formas, dentre outros, proporcionando melhor qualidade final das peças injetadas. Agora, caso o aquecimento das pré-formas antes do sopro não seja devidamente controlado, certamente ocorrerá alteração nas características de brilho e transparências das embalagens, ou seja, aquecimento desuniforme e insuficiente ou aquecimento excessivo poderá provocar perda de transparência das embalagens sopradas.

74. APÓS O ENCHIMENTO E FECHAMENTO E, DURANTE O USO DE EMBALAGENS DE PET PARA REFRIGERANTES COM GÁS, OCORRE O FENÔMENO “CREEP” NAS EMBALAGENS. COMO ISSO AFETA A PERDA DE GÁS CARBÔNICO AO LONGO DA VIDA DE PRATELEIRA DOS PRODUTOS?

R. O fenômeno conhecido como “creep” – fluência do material – pode ocorrer até 72 horas após o esforço mecânico do sopro e isso nas embalagens de PET pode provocar certa contração de volume de no máximo 2% do volume total da embalagem. Quando as embalagens são pressurizadas elas dilatam e ao cessar a pressão, elas retornam à forma original. Caso ocorrer aumento excessivo de volume em relação a uma dada especificação, problemas podem ter ocorrido na etapa de estiramento. As propriedades mecânicas das garrafas de PET são alcançadas quando a Taxa Natural de Estiramento (TNE) ocorrer antes do contato da parede da embalagem com a superfície do molde de sopro, ou seja, deve-se alcançar o máximo de estiramento antes de tocar as paredes do molde resfriado e, quando tocar cessar a movimentação molecular. Uma vez que a Taxa Natural de Estiramento é inversamente proporcional à viscosidade intrínseca, valores muito baixos na pré-forma, durante o sopro, atinge a superfície do molde antes de ser alcançado o estiramento necessário. Após o enchimento e pressurização, a garrafa ainda expandirá e dessa maneira apresentará deformações inaceitáveis à comercialização. Como resultado,

as propriedades da garrafa, como claridade, retenção de gás, carga vertical e alongamento, são afetados indiretamente pela viscosidade intrínseca. A viscosidade intrínseca é uma indicação do peso molecular do polímero que indica o comprimento da cadeia polimérica. No estado amorfo, e não orientado, as cadeias do PET são altamente emaranhadas, embaraçadas umas as outras. Esse estado influencia sobremaneira as características de estiramento do PET. Quanto maior o nível de desorganização menor o estiramento do PET. Como esperado, cadeias longas estão mais embaraçadas quando comparadas com cadeias menores, logo se alongarão mais.

75. POR QUE O DESENHO DA EMBALAGEM DE PET É TÃO IMPORTANTE NO CONJUNTO DAS PROPRIEDADES E NA CONSERVAÇÃO DOS REFRIGERANTES COM GÁS?

R. Tecnicamente, um excelente formato para uma embalagem para bebidas carbonatadas seria em forma de esfera, ou seja, um verdadeiro vaso de pressão associando mínima relação área/volume. Sabe-se que isso é praticamente impraticável pela adversidade dos tamanhos das embalagens, principalmente para embalagens de pequenos volumes e por diversos fatores tecnológicos e de mercado. Desde o aparecimento da embalagem de PET no mercado de bebidas carbonatadas um desenho que predominou por muitos anos foi a de um cilindro com fundo e ombro hemisféricos, tendendo para a mínima relação área/volume, atendendo em parte as exigências da função de proteger o conteúdo. Associado à relação área/volume, algumas regiões da embalagem devem apresentar ângulos suaves de maneira a evitar elevados graus de “stress” do polímero e também para aumentar a resistência à carga vertical e à queda. Nas regiões de transição, como por exemplo, do “ombro” para o “corpo” e do “corpo” para o “calcanhar” ou “fundo”, é importante que os ângulos sejam suaves de maneira a atender a resistência quando vazia e após o enchimento. Isso poderá ser perfeitamente definido através de uma boa seleção ou desenvolvimento de uma pré-forma compatível com a embalagem final desejada.

76. AS RESINAS DE PET COLORIDAS, PRINCIPALMENTE VERDE E ÂMBAR, POSSUEM A MESMA VISCOSIDADE INTRÍNSECA (MG/L) QUANDO COMPARADAS COM AS RESINAS NATURAIS?

R. As resinas de PET coloridas, em princípio, deveriam apresentar o mesmo valor de viscosidade intrínseca, porém ao misturar os corantes e pigmentos nas diversas formas, poderá ocorrer certa redução no valor nominal da viscosidade original, mas que não significativo ao ponto de interferir nos processos de injeção e sopro. É claro que as resinas mais escuras tendem a absorver mais calor, mas em função do reduzido tempo de retenção

na temperatura de fusão na injeção, poucas variações são percebidas nas peças injetadas. O processo de secagem das resinas coloridas deve seguir as mesmas condições das resinas virgens e, não devem apresentar problemas durante a etapa de injeção. Os níveis de acetaldeído também são semelhantes aos valores das resinas virgens.

77. A IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS EM PRÉ-FORMAS DE PET UTILIZANDO LUZ POLARIZADA É EFICIENTE E CAPAZ DE IDENTIFICAR PROBLEMAS EM PROCESSOS DE INJEÇÃO?

R. Muitos dos defeitos existentes em pré-formas de PET são facilmente detectados quando são expostas à luz natural e luz polarizada. A luz polarizada permite observar o fluxo de polímero obtido durante o processo de moldagem por injeção. A partir da interpretação correta sob ação de luz polarizada, muitos dos defeitos de injeção de pré-formas podem ser detectados. Normalmente o exame das pré-formas é realizada sob luz natural, luz polarizada orientada em 45° e 90°. Defeitos como cristalização, opacidade, bolhas, turbulência do fluxo, pequenas depressões, defeitos no anel de suporte, marcas de condensação de água no molde, material projetado, defeitos na rosca de diversos motivos, dentre outros. A luz polarizada pode revelar muitos defeitos que não são visualizados a olho nu ou sob luz natural.

78. QUAIS OS PRINCIPAIS MOTIVOS DAS FALHAS POR “STRESS CRACKING”, GERALMENTE NOS PONTOS DE INJEÇÃO EM EMBALAGENS DE PET SOB TENSÃO E COMO CORRIGIR TAIS PROBLEMAS?

R. O termo “stress cracking” é em geral utilizado para descrever o aparecimento de fissuras em regiões de acúmulo de material na embalagem em contato com alguns produtos. Esse fenômeno ocorre quando se tem a ação de um agente químico e tensão mecânica, levando a ocorrência de fissuras naquela região. Atualmente, devido ao avanço nos conhecimentos sobre o fenômeno, torna-se mais fácil o seu controle. Tanto os polímeros amorfos quanto os cristalinos mostram susceptibilidade ao aparecimento do “stress cracking”, porém, na maioria das vezes, os polímeros amorfos mostram maior tendência a esse tipo de falha. A maior incidência de falha de polímeros amorfos ao “stress cracking” em relação aos semicristalinos é atribuída ao maior volume livre, facilitando a difusão do agente químico para as regiões intermoleculares. Muitas das falhas por “stress cracking” envolvem contato do produto com fluidos como tintas, adesivos, agentes de limpeza, lubrificantes, dentre outros já bem identificados. No caso específico das embalagens de PET, a partir de pré-formas injetadas, o ponto de injeção que é a região “mais quente” da peça, acumula certo grau de cristalização e dificuldade de estiramento. Esse estado em que se encontra o

polímero deve ser desfeito parcialmente a fim de equilibrar as propriedades mecânicas e suportar as tensões internas em embalagens de refrigerantes carbonatados, por exemplo. Por outro lado, em embalagens de produtos agressivos quimicamente deve ser observado a ação dos princípios mais ativos do conteúdo e estudar a melhor maneira de evitar o aparecimento desse fenômeno. Uma alternativa para solucionar ou amenizar é adicionar certa porcentagem da resina de Nylon na resina de PET para uso em embalagens de produtos mais alcalinos.

79. O CUSTO DE FABRICAÇÃO DE RESINAS DE PET PODE VARIAR EM FUNÇÃO DO VALOR FINAL DA VISCOSIDADE INTRÍNSECA?

R. A etapa mais dispendiosa no processo de fabricação de resinas de PET é a polimerização em estado sólido ou, mais conhecida comercialmente, como pós-condensação. Além do tempo que, quanto maior tanto maior será a viscosidade intrínseca – até o limite desejado para cada aplicação – há um consumo de nitrogênio elevado e ou aplicação de vácuo, ambos necessários para o término da reação de polimerização, como para o arraste de compostos de baixo peso molecular como etileno glicol, acetaldeído, água e outros. Para aplicação em embalagens de volumes menores e variados entre 30 e 250 mL, para líquidos não gaseificados, a rigor, não é necessária uma resina de grau elevado de viscosidade intrínseca, pois nestes casos, as embalagens não necessitam de elevado percentual de estiramento e podem ser facilmente fabricadas por outros processos que não o de injeção-estiramento-sopro em um ou dois estágios, por exemplo o processo de injeção-sopro. Nesse caso a viscosidade intrínseca poderia estar na faixa de 0,74 – 0,76 dL/g e atender com muita propriedade aos requisitos de fabricação e proporcionar embalagens com qualidade final adequada ao fim a que se destina a um custo inferior às mesmas embalagens fabricadas com uma resina por exemplo, de 0,84 dL/g, comum no mercado nacional.

80. EM FUNÇÃO DO GRAU DE VISCOSIDADE INTRÍNSECA DAS RESINAS DE PET, COMO ESSA CARACTERÍSTICA PODE AFETAR A QUALIDADE EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DAS EMBALAGENS?

R. As aplicações de resinas de PET para produtos agressivos quimicamente são avaliadas de maneira a proporcionar adequação para cada caso. Obviamente que as restrições de uso são as mesmas para polímeros com alta ou baixa viscosidade intrínseca, entretanto ressalta-se que quanto maior o volume da embalagem, maior deverá ser o índice de estiramento – dependendo do desenho da embalagem – em processo de sopro

devidamente ajustado e essas embalagens, proporcionando maiores propriedades de resistência. Mercados como higiene e limpeza, cosméticos, farmacêuticos, alimentos e bebidas alcoólicas em doses, produtos químicos, dentre outros que utilizam embalagens, tais como potes e frascos, não necessitam de resinas com grandes propriedades mecânicas e elevados índices de orientação molecular, mas sim de boa qualidade de acabamento nas regiões do gargalo e fundo, brilho, transparência. Ainda nessa linha de raciocínio, produtos desidratados, granulados ou em pó que apresentam elevada estabilidade, exercem mínima interação com o material PET e esse fato não está relacionado com o valor da viscosidade intrínseca, como mencionado. No início dos desenvolvimentos das resinas de PET pós condensadas os estudos estavam concentrados em embalagens de 1500 e 2000 mL e as resinas deveriam apresentar características especiais, como por exemplo associar baixo peso (gramas) e elevado volume, isso para atender ao cobijado e promissor mercado de refrigerantes com gás. Neste caso, a VI tornou-se a principal característica físico-química das resinas, pois para atender aos requisitos de barreira ao gás carbônico, resistência ao impacto e ao empilhamento, manter a rigidez da parede lateral, estabilidade dimensional, dentre outras propriedades, o valor da VI deveria ser compatível com os processos de transformação à época.

81. AS RESINAS RECICLADAS DE PET POSSUEM A MESMA QUALIDADE QUANDO COMPARADAS COM AS RESINAS VIRGENS PARA APLICAÇÃO EM REFRIGERANTES COM GÁS?

R. Para a eliminação dos compostos contaminantes encontrados na natureza e daqueles que são colocados nas embalagens de PET por uso indevido e que por determinado tempo ficou em contato com o material plástico, difuso na massa de polímero, torna-se necessário submetê-lo a todas as etapas de reciclagem mecânica e química. Na etapa de refusão, simultaneamente em conjunto com um sistema de degasagem a vácuo durante o processo de extrusão, é de extrema importância para a retirada da água e grande parte dos compostos voláteis existentes no material de pós-consumo. No entanto, a completa ou quase completa recuperação do PET, em comparação com a resina virgem, somente se consegue após submeter a resina a uma fase de pós-condensação em estado sólido, processo em que a resina recuperada de PET é submetida à elevada temperatura sob alto vácuo durante um longo período de tempo para eliminar as substâncias contaminantes e, desta forma gerar novamente matéria-prima com grau adequado para atender às condições do processo de secagem – injeção – estiramento – sopro de embalagens para alimentos e bebidas de acordo com as Normas brasileiras e internacionais vigentes. Muitas vezes as resinas de pós-consumo não necessitam de longos tempos no processo de pós-condensação para

recuperar a os valores da viscosidade intrínseca, mas sim para remover os compostos contaminantes residuais existentes no material reciclado.

82. QUAIS AS RAZÕES PELAS QUAIS AS EMBALAGENS RETORNÁVEIS DE PET PARA REFRIGERANTES COM GÁS TER USO REDUZIDO EM RELAÇÃO ÀS EMBALAGENS DESCARTÁVEIS, JÁ QUE O ACÚMULO DE EMBALAGENS DESCARTÁVEIS NO AMBIENTE, BEM COMO A SUA COLETA E RECICLAGEM AINDA CARECE DE GESTÃO EFICIENTE?

R. Nos países desenvolvidos nos quais as Leis relacionadas às cotas entre embalagens retornáveis versus embalagens descartáveis e outros, nos quais as embalagens descartáveis para determinados produtos são proibidas, o uso de retornáveis ganhou notoriedade, associado com a evolução das sociedades e a gestão de resíduos sólidos eficiente. Uma embalagem plástica para ser retornável necessita de alguns cuidados antes, durante e após seu uso a fim de facilitar a sua completa e eficiente limpeza e higienização sem, no entanto, causar qualquer problema para as próximas reutilizações. No Brasil assim como em países em desenvolvimento, frequentemente se usa as embalagens plásticas para acondicionar outros produtos que não alimentos e bebidas, causando sérios transtornos para a sua limpeza. Cuidados que devem ser observados incluem: após o uso, enxaguar as embalagens com água corrente para remover o resíduo de bebida retida na embalagem, recolocar a tampa para a proteção do gargalo contra danos devido a choques e empilhamento, não usar para qualquer produto não alimentício como alternativa, seja líquido ou sólido, evitar deixar as embalagens no tempo até a entrega subsequente. Certamente isso facilitará a lavagem e descontaminação mais tranquila nos engarrafadores de refrigerantes.

À medida que as embalagens retornáveis são utilizadas para outras finalidades domésticas, elas necessitarão de uma lavagem mais intensa com utilização de temperaturas elevadas e hidróxido de sódio diluído, por exemplo. Embalagens retornáveis que necessitam de lavagem mais pesada, tem sua vida diminuída pela redução das propriedades, como brilho, transparência, bem como do aparecimento do fenômeno de “stress cracking” a partir do ponto de injeção no centro do fundo, com conseqüente perda da resistência mecânica. O resíduo de refrigerante no interior das embalagens, com o passar do tempo, sofrem fermentação pela ação dos fatores ambientais, produzindo compostos que aderem na superfície, sendo de difícil remoção durante o processo de limpeza.

83. QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS PONTOS DE PERDA DE GÁS NO CONJUNTO EMBALAGEM-TAMPA DE PET PARA REFRIGERANTES COM GÁS E QUAL A INFLUÊNCIA DO VOLUME DA EMBALAGEM NA PERDA DE GÁS?

R. Existem 4 regiões distintas de permeabilidade aos gases na embalagem, que são: a boca, o ombro, o corpo, e o fundo. A permeabilidade pela região da boca se dá através da tampa (geralmente de polietileno de alta densidade ou de polipropileno) e pela interface tampa-garrafa. A região compreendida entre o pescoço e ombro há acúmulo de material amorfo com baixa taxa de estiramento e isso facilita a difusão dos gases. A região do corpo é a área de menor permeabilidade, pois está bem estirada e orientada nos sentidos radial e longitudinal e a região entre o calcanhar e fundo que à semelhança da primeira, mostra acúmulo de material amorfo sem estiramento e baixa orientação molecular. Apesar da redução de material em tais regiões proporcionar redução das características mecânicas das garrafas, poderá proporcionar melhor orientação e distribuição de material, conseqüentemente reduzir o efeito da difusão dos gases. A relação área x volume é um dos fatores que afetam a permeabilidade aos gases, ou seja, quanto menor o valor da relação/volume, menor será a permeabilidade da embalagem, isso significa que as embalagens de volumes maiores possuem maior retenção de gás em relação as de menor volume, para um mesmo produto.

84. COM O DESENVOLVIMENTO DO NYLON® MXD-6, AS EMBALAGENS PLÁSTICAS DE PET PARA CERVEJAS SE TORNARAM UMA REALIDADE EM TERMOS DE CONSERVAÇÃO. COMO É FEITA ESSA COMBINAÇÃO?

R. As características de barreira aos gases e vapor de água do MXD-6 são superiores às do Nylon-6 e às do PET em todas as faixas de umidade relativa e melhor que às do EVOH em condições de saturação de umidade. Isso é explicado pela alteração molecular da estrutura do MXD-6 em relação à estrutura do Nylon-6. A combinação das resinas de PET com a resina de MXD-6 pode ser feita através de blendas – as temperaturas de transição vítrea são próximas – poliméricas ou por meio de coextrusão de um sobre o outro material. A dispersão do MXD-6 na estrutura do PET após a biorientação molecular poderá proporcionar maior barreira ao oxigênio e maior estabilidade dimensional quando submetido ao enchimento à quente, por exemplo. Atualmente é possível obter uma embalagem em 3 ou 5 camadas, da seguinte maneira e de fora para dentro: PET/MXD-6/PET ou PET/MXD-6/PET/MXD-6/PET a depender da estabilidade e do tipo de cerveja a ser acondicionada. No caso de misturas de polímeros, adicionando-se aproximadamente 7 a 8% em peso de MXD-6 em resina de PET é possível alcançar certa resistência ao calor da pasteurização, caso a cerveja for submetida em túnel de aquecimento e uma razoável barreira ao oxigênio.

85. QUAIS AS RAZÕES PELAS QUAIS OS MATERIAIS POLI (CLORETO DE VINIL), (PVC) E O POLI (ESTIRENO), (PS) AO LONGO DOS ANOS VEM SENDO SUBSTITUÍDOS POR OUTROS MATERIAIS POLIMÉRICOS PARA USO EM EMBALAGENS DE PRODUTOS DE CONSUMO EM GERAL?

R. A partir da década de 2000, os desenvolvimentos de embalagens são voltados para a sustentabilidade e proteção ambiental. Muitas empresas em países seguidores dos acordos internacionais para o Meio Ambiente, vem substituindo embalagens consideradas mais poluentes, tanto química como fisicamente por outras, digamos, mais “amigas do ambiente”. Tais substituições têm sido feitas em diversos segmentos dos mercados de produtos de consumo, com base em dados científicos reportados por Centros de Pesquisas e Universidades renomadas. A partir do conhecimento de materiais mais inertes e menos poluentes, além do seu potencial para reutilização após o devido reprocessamento, as empresas vem fazendo opção por tais mudanças e, de certa maneira, contribuindo com o papel social e proteção do ambiente.

86. COMO MATERIAL DE BARREIRA AO OXIGÊNIO, O COPOLÍMERO DE EVOH É UMA EXCELENTE ALTERNATIVA EM FILMES PARA EMBALAGENS, PORÉM PROPORCIONA ALGUNS INCONVENIENTES DURANTE A SUA TRANSFORMAÇÃO. COMO É UTILIZADO ESSE MATERIAL EM LAMINAÇÃO POR COEXTRUSÃO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS?

R. O uso do copolímero de EVOH em laminados flexíveis ou semirrígidos é uma excelente opção para aumentar a barreira aos gases, porém deve estar entre dois materiais, preferencialmente de boa barreira ao vapor de água. A combinação do PET com o copolímero de EVOH, de maneira semelhante ao que ocorre com laminados com Nylon, com o passar do tempo, ocorre delaminação, nesse caso causada pela absorção de umidade pelo PET e, através de difusão penetrando até a camada intermediária alcançando a estrutura molecular do EVOH, desfazendo-a e, conseqüentemente, descaracterizando o polímero como material de barreira. Isso porque o EVOH que contém grupos – OH na estrutura absorve umidade tornando-se inapropriado como material de barreira ao oxigênio. A via útil de embalagens em multicamadas contendo copolímero de EVOH associado com o PET (que apresenta razoável barreira ao vapor de água) pode estar limitada ser limitada para o acondicionamento de produtos com vida útil prolongada, devendo ser utilizada em seguida, logo após o sopro ou estocada em ambientes de umidade relativas reduzidas.

87. POR QUE AS RESINAS DE PET CRISTALIZADAS NÃO SÃO COMUMENTE USADAS NO BRASIL? QUAIS SÃO AS LIMITAÇÕES DO SEU USO?

R. As resinas cristalizadas de PET são copolímeros e é um dos plásticos mais amplamente

utilizado na área de alimentos para pronto preparo. Essas resinas possuem ponto de fusão de aproximadamente 285° e pode, portanto, serem utilizadas em fornos domésticos de microondas ou em fornos convencionais. Os copoliésteres são de difícil transformação, mas é possível produzir com qualidade final bem controlada. Essas resinas não são eficientes em equipamentos de forma-enche-fecha, porque não é facilmente termoformada e devem ser cristalizadas para desenvolver resistência ao calor quando do aquecimento dos alimentos. O grau de cristalinidade pode variar de 15 a 30%, mas normalmente está em 25%. A lâmina extrusada tem uma densidade amorfa de 1.195 g/cm³, mas quando está 100% cristalino a densidade aumenta para 1.265 g/cm³ durante a cristalização térmica. O filme utilizado para fechamento das embalagens geralmente um poliéster revestido de vernizes com capacidade para termoselagem. Por tais razões e outras relacionadas aos custos de importação a utilização desse material ainda é muito insipiente em países como o Brasil.

88. O QUE SIGNIFICA UM POLÍMERO SER “TRANSPARENTE” QUANDO SUBMETIDO A AÇÃO DE MICRO-ONDAS?

R. O uso da energia de micro-ondas em compósitos e blendas poliméricas, alimentos e plásticos em geral como forma de alternativas viáveis de transformação, modificações e secagem de produtos com benefícios em velocidade de processamento e qualidade do produto final tem crescido substancialmente no mundo. As propriedades dielétricas de materiais são muito importantes, pois determinam as características de transmissão que afetam a atenuação de energia do campo e sua distribuição nos materiais. As respostas dielétrica e térmica dos materiais tratados sob campo de micro-ondas dependem da composição química, estrutura física e geometria dos materiais e da maneira de transferência da energia do campo eletromagnético para esses materiais. Em processamento industrial, o aquecimento utilizando energia de micro-ondas resulta em interações dos constituintes químicos dos materiais com o campo eletromagnético. As propriedades dielétricas dos materiais afetam o balanço de energia do campo, ou seja, a eficiência de transferência de energia do equipamento para os materiais assim como a distribuição no interior dos mesmos. As interações entre os constituintes químicos dos materiais com o campo eletromagnético conduzem à geração de calor instantâneo no interior dos materiais devido ao atrito molecular, inicialmente pela ruptura das pontes de hidrogênio fracas, associadas com rotação dos dipolos de moléculas de água livre e com a migração de sais livres por eletroforese em campo elétrico de rápida mudança de polaridade. O PET é um polímero linear simétrico flexível, porque não apresenta grupos altamente polarizados que sejam atraídos pelas cadeias adjacentes. A estrutura cristalina de uma molécula apresenta uma

regularidade estrutural, porque as ligações covalentes determinam um número específico de vizinhos para cada átomo e a orientação no espaço dos mesmos, existindo, portanto, uma repetição ao longo de um polímero linear. A baixa permissividade dielétrica (ϵ_c) das resinas de PET parcialmente cristalinas, bem como os reduzidos níveis de umidade inicial, influenciam sobremaneira a eficiência da aplicação da energia de micro-ondas nestes termoplásticos.

89. A RESISTÊNCIA DE MATERIAIS PLÁSTICOS AO ENVELHECIMENTO ESTÁ RELACIONADA ÀS QUAIS PROPRIEDADES DESSES MATERIAIS?

R. O envelhecimento de materiais plásticos, conhecido como “aging” é um fenômeno decorrente da perda das suas características físico-químicas com o passar do tempo e influenciado pela ação dos fatores de ambiente, tais como: reações de deterioração pela ação do oxigênio e ozônio da atmosfera. Além disso, a ação de calor, radiação em diferentes comprimentos de onda e temperaturas baixas. Alguns polímeros são mais resistentes em relação a outros e um artifício usado para aumentar a resistência ao envelhecimento é a adição de aditivos adequados para cada caso. Em geral os polímeros de natureza apolar são mais resistentes aos fatores de ambiente em relação aos polímeros de natureza polar.

90. QUAIS AS ETAPAS ENVOLVIDAS NA FABRICAÇÃO COMERCIAL DE UM “NOVO” POLÍMERO TERMOPLÁSTICO?

R. No início do século IX os desenvolvimentos eram baseados em desenvolver um sistema de catálise complexo o que demandava muito tempo e um custo excessivo. Passada esta etapa de laboratório é necessário ampliar a escala do processo de polimerização. A partir da escala piloto, passa-se, então, para uma escala real de produção na qual os equipamentos também são desenvolvidos em paralelo. Atualmente, os desenvolvimentos de processos e equipamentos em países como o Brasil ainda dependem de algumas tecnologias, principalmente de catalisadores, que são protegidos por patentes.

91. EM RELAÇÃO A OUTROS POLÍMEROS DA MESMA FAMÍLIA QUÍMICA, PORQUE O POLI (ETILENO DE ALTA DENSIDADE) (PEAD), É PREFERÍVEL PRINCIPALMENTE PARA PROCESSOS DE INJEÇÃO DE CAIXAS DE BEBIDAS, ENGRADADOS E UTENSÍLIOS DOMÉSTICOS EM GERAL?

R. As propriedades importantes do PEAD são devido ao seu elevado grau de cristalinidade – aproximadamente 90%. A densidade é elevada e a temperatura de amolecimento é maior que a temperatura de ebulição da água. O PEAD possui boas propriedades mecânicas, tais

como: rigidez, resistência à tensão e ao escoamento e elevada resistência ao impacto em queda livre. Bastante resistente a ações químicas e baixa permeabilidade aos gases. Essas propriedades credenciam. O PEAD para ser utilizado com muita eficiência em processos de injeção de engradados de bebidas, utensílios domésticos em geral, dentre outros materiais e, ainda em processo de extrusão-sopro de frascos e garrafas para diferentes mercados de produtos de consumo. Devido a sua elevada cristalinidade, a sua aparência branco-leitoso, muitas vezes obriga aos fabricantes a utilizarem cores para dar outra aparência às embalagens.

92. QUAIS AS DIFERENÇAS BÁSICAS ENTRE OS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO DE POLÍMEROS EM EMBALAGENS POR MEIO DE “EXTRUSÃO-SOPRO” E “INJEÇÃO-SOPRO”?

R. Os processos de extrusão-sopro para frascos e garrafas, basicamente apresentam três etapas que incluem a fusão e plastificação da resina, a extrusão do “parison” ou pré-forma e o sopro propriamente dito. No processo de injeção-sopro a pré-forma é injetada em um molde e em seguida ou posteriormente é soprada em outro molde para a formação da embalagem final. No processo de extrusão-sopro a velocidade é maior em uma operação contínua, usa apenas um molde, ocorre melhor homogeneização da resina fundida, equipamentos mais baratos, podem produzir embalagens de volumes maiores, dentre outras vantagens. Já o processo de injeção-sopro não ocorre acabamento das embalagens, maior uniformidade de espessura, melhor acabamento das embalagens, melhor resistência ao “stress cracking”, melhor brilho e transparência, equipamentos mais caros e os moldes também, dentre outros.

93. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS E FENÔMENOS EM MATERIAIS PLÁSTICOS SÃO DE RELEVANTE IMPORTÂNCIA PARA UTILIZAÇÃO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS, TAIS COMO A “RESILIÊNCIA” E A “HISTERESE”. NA PRÁTICA, O QUE SIGNIFICA TAIS FENÔMENOS?

R. O termo “resiliência” em plásticos significa o caráter elástico do material e é determinada pela quantidade de energia recuperada após a deformação. Já a “histerese” é um fenômeno observado em alguns polímeros no qual algumas propriedades, em um estágio determinado, dependem de estádios anteriores. Em engenharia de materiais, é usual se referir como “memória” do polímero para aquela propriedade determinada”. O processamento térmico revela algumas propriedades de materiais plásticos, ou seja, a sua história térmica, a manifestação corriqueira da histerese.

94. EM EMBALAGENS PLÁSTICAS DE PRODUTOS PERIGOSOS, A “RESISTÊNCIA AO IMPACTO” É UMA CARACTERÍSTICA IMPORTANTE E BEM CONTROLADA EM PROCESSO DE FORMULAÇÃO E FABRICAÇÃO. O QUE SIGNIFICA MATERIAIS QUEBRADIÇOS OU FRIÁVEIS E MATERIAIS RESISTENTES OU TENAZES?

R. As embalagens de produtos considerados perigosos devem cumprir certos requisitos de qualidade compatíveis com as normas de segurança para o fim a que se destina. A característica de resistência ao impacto significa a tenacidade ou a resistência de um material rígido à deformação a uma elevada velocidade. Em testes de qualidade, em velocidades normais de aplicação de força, os materiais quebradiços mostram baixa extensibilidade, ao contrário dos materiais resistentes que mostram essa característica elevada. Como exemplo prático, temos o PEBD que estira significativamente, mas não é quebradiço e o PEAD, com menor estiramento, devido a maior porcentagem de cristalinidade, mas ambos apresentam boa resistência.

95. ALGUMAS EMPRESAS ADOTAM O TERMO “ESTABILIDADE TÉRMICA” ERRONEAMENTE PARA VERIFICAR DEFORMAÇÕES EM EMBALAGENS DE PET PARA REFRIGERANTES COM GÁS. O QUE SIGNIFICA, ENTÃO, O TERMO “ESTABILIDADE DIMENSIONAL?” PODE ESTAR RELACIONADA A “EXPANSÃO TÉRMICA?”

R. Normalmente as empresas fabricantes de refrigerantes carbonatados realizam um teste de qualidade – estabilidade térmica –, submetendo as embalagens em temperaturas próximas de 40°C /24 horas em pressões de 60 a 80 lb/in², com a finalidade de verificar a queda do nível de enchimento das bebidas, conseqüentemente, a qualidade da embalagem soprada. A “expansão térmica” é a característica que revela o volume a mais necessário para acomodar os átomos e moléculas por estarem vibrando com maior velocidade e amplitude em função do aquecimento. Já a “estabilidade dimensional”, ela é alta em polímeros altamente cristalinos, como é o caso das resinas de PET destinadas à fabricação de embalagens, pela dificuldade de desfazer as regiões ordenadas, que resultam em coesão molecular. Normalmente a estabilidade dimensional é verificada em polímeros que não possuem na constituição grupos – OH ou – NH₂, pois favorecem a formação de pontes de hidrogênio, conseqüentemente, variação nas dimensões das embalagens ou peças. Esse problema é comumente encontrado em resinas de Nylons®.

96. PARA EMBALAGENS DE ALIMENTOS DE MANEIRA GERAL, OS VALORES DE TEMPERATURA DE TRANSIÇÃO VÍTREA “TG” DE POLÍMEROS SÃO DE GRANDE RELEVÂNCIA, PRINCIPALMENTE PARA PRODUTOS CONGELADOS E AQUELES QUE EXIGEM ACONDICIONAMENTO A QUENTE. O QUE SIGNIFICA ISSO NA PRÁTICA?

R. Trata-se de uma característica importante em tecnologia de embalagens porque está associada à região amorfa dos polímeros. Essa transição é de segunda ordem e representa a temperatura na qual a mobilidade das cadeias moleculares, em função da rotação dos grupos ligados lateralmente em volta das ligações primárias, torna-se restrita devido a coesão molecular. As ramificações nas cadeias aumentam a mobilidade, provocando redução da temperatura de transição vítrea. Temperaturas abaixo da de transição vítrea os materiais se comportam como mais duros porque não ocorre mobilidade. Nos polímeros de uso corriqueiro para embalagens em geral as temperaturas não ultrapassam a 110°C. Em se tratando de embalagens de alimentos que serão submetidos a tratamentos térmicos em temperaturas acima dessa temperatura, há que se observar uma correta especificação a fim de manter as características dos materiais dentro das normas de qualidade ao fim a que se destina.

97. POR VEZES SE CONFUNDEM, “PROPRIEDADES FÍSICAS” COM “PROPRIEDADES MECÂNICAS”. COMO PODE SER DEFINIDA UMA EM RELAÇÃO À OUTRA?

R. Para um bom desempenho de materiais poliméricos para embalagens, muitas características devem ser levadas em consideração, todas elas pertencem a três grandes grupos: propriedades químicas, propriedades físicas e propriedades físico-químicas. As propriedades físicas são definidas como aquelas que não incluem qualquer tipo de modificação da estrutura em nível das moléculas dos polímeros. Nesse caso estão incluídas as propriedades mecânicas, elétricas, óticas e as propriedades térmicas. Como a propriedade mecânica é uma propriedade física, ela compreende todas as características que determinam a resposta dos polímeros às influências mecânicas externas – capacidade dos polímeros desenvolverem mudanças reversíveis e irreversíveis e, mostrarem resistência à quebra. Outras propriedades físicas importantes em polímeros para embalagens incluem a densidade (g/cm^3) e a estabilidade dimensional, já discutida em um dos “cases” em materiais plásticos.

98. COMO A ABSORÇÃO DE ÁGUA POR POLÍMEROS PODE SER UM PROBLEMA DURANTE A FABRICAÇÃO E USO COMO EMBALAGENS DE ALIMENTOS EM GERAL?

R. A resistência a umidade é uma propriedade química importante em polímeros, pois

aumenta as dimensões das peças tornando a aplicação problemática em termos de precisão. A absorção de umidade pela estrutura do polímero pode provocar o aparecimento de pequenas fraturas e comprometer outras propriedades, principalmente as mecânicas. Para polímeros como os Nylons e o copolímero de EVOH, capazes de formar pontes de hidrogênio, a absorção de água poderá prejudicar sobremaneira a estabilidade dimensional e gerar fraturas na peças ou embalagens durante a sua utilização.

99. EM RELAÇÃO À “INFLAMABILIDADE”, QUAL O COMPORTAMENTO DE POLÍMEROS ORGÂNICOS EM RELAÇÃO A POLÍMEROS SINTÉTICOS E OU DE ENGENHARIA?

R. A facilidade de queima oferecida pelos polímeros orgânicos é uma grande desvantagem em relação aos polímeros sintéticos. Em função da natureza química do polímero, a decomposição térmica pode ser mais simples ou mais complexa. As madeiras que são compostas de celulose, são fáceis de sofrer queima, bem como o celofane, nitrato de celulose e outros. Já os polímeros de engenharia, como os termorrígidos – resinas fenólicas, mostram maiores dificuldades de combustão. Cada polímero oferece uma reação quando da sua queima, características específicas de cada um em relação à composição da estrutura molecular.

100. QUAIS SÃO OS IMPEDIMENTOS TECNOLÓGICOS E LEGAIS ATRIBUÍDOS AO MATERIAL POLICARBONATO (PC) EM SE ESTABELECEM COM UM IMPORTANTE MATERIAL DE EMBALAGENS PARA ALIMENTOS?

R. Ao longo dos anos esse polímero tem se mostrado muito resistente e inofensivo para contato com alimentos e bebidas. Atualmente no Brasil é utilizado para a fabricação de garrações retornáveis de águas minerais de 10 e 20 litros sem qualquer problema de migração de substâncias nocivas, de acordo com a Legislação Brasileira. Apenas não é permitido para a fabricação de mamadeiras infantis de uso constante para o preparo de refeições para recém nascidos, apesar de todas as pesquisas científica demonstrarem que a migração da substância bisfenol-A está muito abaixo do nível máximo permitido por quilograma de peso corpóreo. Ademais, trata-se de um polímero de elevada resistência ao impacto, ao calor das sucessivas lavagens de garrações, além de estabilidade dimensional e muito boa barreira aos gases, características relevantes para uso como material de embalagem.

LAMINADOS FLEXÍVEIS

1. QUAIS OS GANHOS DA SUBSTITUIÇÃO DO MATERIAL CELOFANE PELOS FILMES DE POLI(PROPILENO) BIORIENTADO (BOPP) E O POLI (ETILENO TEREFALATO) BIORIENTADO (BOPET) NOS SETORES DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS EM GERAL?

R. Além do rendimento por metro quadrado (g/m^2) dos filmes de BOPP e BOPET serem bem maior quando comparado com os filmes de celofane – quase em desuso, eles oferecem melhor barreira ao vapor de água e elevada resistência mecânica, características fundamentais para a fabricação de diferentes laminados flexíveis para diversas aplicações. Na década de 1980 com o aparecimento dos filmes de BOPP de aproximadamente $17,0 g/m^2$ e, posteriormente o filme de BOPET com aproximadamente $16,8 g/m^2$, o filme de celofane de $30 g/m^2$ rapidamente foi substituído em diversos setores de produtos de consumo. Esses produtos incluíam os maços de cigarros, biscoitos, "wafers", dentre outros.

2.QUAIS SÃO OS MOTIVOS DA SEPARAÇÃO DAS CAMADAS (DELAMINAÇÃO) DE MATERIAIS LAMINADOS FLEXÍVEIS DURANTE A ESTOCAGEM DAS BOBINAS E NAS EMBALAGENS COM PRODUTOS APÓS SEREM EXPOSTAS NOS PONTOS DE VENDAS?

R. Durante a estocagem dos laminados flexíveis compostos de materiais não porosos, como folha de alumínio, filmes de BOPP e BOPET, dentre outros, a separação deles, em parte, se deve a deficiência nos processos de secagem dos adesivos e tensão de bobinamento, além da pressão dos roletes de união após a colagem. A viscosidade dos adesivos deve ser bem controlada a fim de aplicar a quantidade especificada. A delaminação das regiões de fechamento das embalagens, visualizadas durante a comercialização se deve ao excesso de calor e pressão de termoselagem durante a formação da embalagem pelo processo forma-enche-fecha.

3. NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS FOLHAS DE ALUMÍNIO PARA USO DOMÉSTICO, QUAL FACE DA FOLHA É MAIS RECOMENDADA PARA USO EM CONTATO COM ALIMENTOS, A FOSCA OU A BRILHANTE?

R. Do ponto de vista de segurança alimentar, ambas as faces possuem a mesma qualidade higiênica, pois durante o processo de corte e bobinamento em bobinas domésticas de uso final, verifica-se que uma face está em contato com a outra e são manuseadas pelos operadores de máquina e durante o empacotamento, da mesma maneira.

4. OS ADESIVOS UTILIZADOS PARA A COLAGEM DE PAPEIS UNS AOS OUTROS COM A FINALIDADE DE PRODUIR CARTÕES DE GRAMATURA MAIOR, SÃO DE ORIGEM VEGETAL OU ANIMAL?

R. Os adesivos em geral são de origem vegetal, podendo ser também de origem do petróleo, mas ambos devem ser à base de água. Isso se deve ao custo reduzido e a possibilidade de evaporar a água através das fibras de celulose após a junção das partes. Durante a secagem a temperatura de evaporação da água deve ser bem controlada de maneira a não permitir deformações na estrutura dos cartões pelo excesso de calor aplicado.

5. POR QUE AS EMBALAGENS LAMINADAS FLEXÍVEIS MULTICAMADAS DE ALTA BARREIRA AOS GASES APRESENTAM CUSTO/KG ELEVADO. AS RAZÕES SÃO DE DISPONIBILIDADE DE MATÉRIAS PRIMAS OU A COMPLEXIDADE DOS PROCESSOS DE TRANSFORMAÇÃO?

R. Em geral os laminados de alta barreira aos gases possuem espessura reduzida, portanto, elevado rendimento por metro quadrado, ou seja, produz um número maior de embalagens por área de material. Além disso, a maioria dos materiais poliméricos de alta barreira aos gases e vapores são importados, sujeitos a alíquotas de impostos maiores. Em relação ao material alumínio, o seu preço está atrelado às variações cambiais e ao momento econômico mundial, fatos que tornam o custo final dos laminados elevado.

6. HÁ MUITO TEMPO AS EMBALAGENS INDIVIDUAIS DE CHOCOLATES POSSUÍAM UM CARTÃO DE SUSTENTAÇÃO DO PRODUTO DENTRO DO ENVOLTÓRIO EXTERNO. ATUALMENTE ESSE CARTÃO NÃO MAIS EXISTE. O QUE MUDOU?

R. Com o desenvolvimento dos filmes de poli (propileno) perolado e da possibilidade da selagem a frio desses materiais com resinas capazes de realizar o fechamento em baixas temperaturas, as regiões de fechamento tornaram-se de certa maneira mais rígidas, com auto sustentação própria. Com isso, e adotando-se práticas mais justas de manuseio, transporte e comercialização, esse cartão foi eliminado do conjunto da embalagem.

7. COM O APARECIMENTO DA TERMOSELAGEM DO FILME DE BOPP TORÇÃO PARA BOMBONS, A ESTABILIDADE DO PRODUTO AUMENTOU. QUAL FOI A PRINCIPAL INOVAÇÃO?

R. Os bombons são produtos sensíveis à absorção de umidade e aromas externos, podendo perder a sua crocância, aroma e sabor durante a comercialização. O fato de a embalagem ainda continuar com o fechamento por torção, mas selada a frio, proporcionou um aumento da sua estabilidade, além de adicionar maior segurança ao consumidor em

termos de possíveis contaminações e aberturas indevidas.

8. EM LAMINADOS FLEXÍVEIS COM TRÊS OU MAIS CAMADAS, QUAL A DIFERENÇA EM SE USAR O FILME EXTERNO DE POLIPROPILENO BIORIENTADO (BOPP) E O FILME DE POLIETILENO TEREFTALATO BIORIENTADO (BOPET)?

R. A rigor, a diferença de rendimento é considerada muito semelhante, mas o filme de BOPP possui maior espessura em relação ao filme de BOPET e isso pode requerer ajustes nos equipamentos de fabricação de embalagens contínuos pela maior rigidez dos filmes de BOPP. Esses filmes em geral são utilizados na camada externa dos laminados para receber a impressão interna e ou metalização e fornecer maior resistência mecânica à embalagem final. Em se falando de barreira ao vapor de água, ambos são semelhantes quando em espessuras iguais ou parecidas.

9. QUAL A INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE FUROS EM FOLHAS DE ALUMÍNIO NA PERMEABILIDADE AOS GASES E VAPORES EM LAMINADOS FLEXÍVEIS?

R. Os defeitos conhecidos como furos em folhas de alumínio provenientes da laminação a frio, principalmente em folhas abaixo de 0,015 mm de espessura destinadas à fabricação de laminados flexíveis para alimentos aparecem em função de fatores inerentes ao processo. A utilização de óleo mineral na laminação, associado a velocidade de processo, bem como a descontinuidade na superfície das folhas mais espessas, podem originar furos durante a redução de espessura no processo. Atualmente, com os avanços em tecnologia de laminação a frio e da metalurgia, o número de furos por m² é muito reduzido em folhas finas. Uma especificação antiga diz que uma folha de 0,009 mm de espessura deve ter no máximo 100 furos/m² para ser utilizada em laminados compostos de papel kraft natural e filmes de poli (etileno de baixa densidade) (PEBD) extrudados em camadas, sem no entanto causar problemas de barreira ao vapor de água e aos gases.

10. QUAL A RAZÃO DAS FOLHAS DE ALUMÍNIO PARA EMBALAGENS FLEXÍVEIS POSSUÍREM UMA FACE FOSCA E OUTRA FACE BRILHANTE?

R. Nesse caso, uma face é diferente da outra porque durante a laminação são fabricadas “dupladas” e as faces brilhantes estão em contato com o cilindro de aço de alto brilho que proporciona o acabamento. Já as faces foscas, voltadas uma para a outra, não entra em contato com os cilindros de laminação. Após a separação das folhas e bobinamento, são geradas duas bobinas de folha de um lado brilhante e outra fosca.

11. QUE TIPOS DE ADESIVOS SÃO UTILIZADOS NA COLAGEM DE FOLHAS DE ALUMÍNIO COM PAPEIS MONOLÚCIDOS BRANCOS?

R. Trata-se de um substrato poroso (papel) e outro não poroso (alumínio), este último devendo mostrar a face de colagem isenta de qualquer contaminação que possa impedir a aderência ao papel. Nesse caso, utiliza-se o adesivo aquoso à base de poli (acetato de vinila) (PVA) que possui boa aderência em ambas os materiais após a secagem em estufa que deve possuir boa circulação e exaustão da água evaporada. A viscosidade do adesivo deve se manter constante e de acordo com a gramatura (g/m^2) a ser aplicada.

12. QUAL O PROCESSO DE LIMPEZA E HIGIENIZAÇÃO DAS FOLHAS DE ALUMÍNIO DESTINADAS À FABRICAÇÃO DE BANDEJAS DESCARTÁVEIS PARA ALIMENTOS? ESSE PROCEDIMENTO EXERCE INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO?

R. As folhas de alumínio destinadas a fabricação de bandejas descartáveis (tipo marmitex) são de tempera dura e devem ser higienizadas antes do corte em bobinas de larguras desejada para cada tipo de bandeja. O processo de laminação a frio deixa resíduos e pós metálicos, além do óleo mineral de laminação que deve ser removido antes da estampagem das bandejas. Normalmente utiliza-se a imersão das folhas em uma banheira contendo ácido esteárico dissolvido em álcool etílico, continuamente, utilizando para isso um equipamento dotado de estufa com exaustão para a secagem, exaustão e condensação do álcool. Fica depositado uma fina camada de ácido esteárico sobre a folha que irá facilitar a estampagem das diferentes bandejas. Há um gasto excessivo de álcool etílico, porém é necessário realizar, pois as bandejas fabricadas não sofrem qualquer limpeza após a sua fabricação e antes do seu uso.

13. QUAL A PRINCIPAL DIFERENÇA ENTRE FOLHAS DE ALUMÍNIO DE USO DOMÉSTICO E AQUELAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS?

R. Basicamente são folhas de temperas diferentes. A folha de alumínio doméstica é de tempera dura – que não sofreu recozimento – após o processo de laminação. Além disso podem ser de ligas diferentes em termos de elementos químicos, tais como, magnésio, cobre, ferro, silício, dentre outros. Já as folhas utilizadas para a fabricação são de tempera mole, ou recozidas para aliviar as tensões mecânicas da laminação a fim de facilitar as etapas bobinamento e desbobinamento, colagem, extrusão e outras.

14. OS RESÍDUOS DE ÓLEOS MINERAIS UTILIZADOS NA LAMINAÇÃO A FRIO DE FOLHAS FINAS DE ALUMÍNIO, PODEM EXERCER ALGUMA INFLUÊNCIA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS? ESSE ÓLEO PODE SER NOCIVO À SAÚDE?

R. Resíduos de óleos minerais em folhas de alumínio podem provocar baixa aderência de adesivos e vernizes durante a extrusão de substratos plásticos, com conseqüente delaminação após seu resfriamento e ou durante a etapa de fabricação das embalagens. É necessário que o processo de recozimento das folhas remova o máximo possível desse resíduo de óleo da superfície das folhas destinadas à fabricação de laminados flexíveis.

15. NA FABRICAÇÃO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS A PARTIR DE MATERIAIS NÃO POROSOS POR MEIO DE COLAGEM, QUE TIPOS DE ADESIVOS PODEM SER UTILIZADOS? OUTROS PRODUTOS PODEM SER APLICADOS PARA MELHORAR A ADERÊNCIA DOS SUBSTRATOS?

R. devido ao fato de os adesivos utilizados na laminação de materiais não porosos utilizarem solventes orgânicos para sua dissolução, necessita de ser eliminado antes da união dos substratos e devidamente condensado e recuperado, pois ele não é removido após a união de dois ou mais materiais. Normalmente tais adesivos são a base de poli (uretano) (PU), que podem ser fabricados com ou sem solvente, de um ou dois componentes químicos. A base destes adesivos é composta de pré-polímeros obtidos por meio da reação química de isocianatos.

16. COM O ADVENTO DAS EMBALAGENS FLEXÍVEIS, A INDÚSTRIA FARMACÊUTICA PASSOU A SUBSTITUIR MUITOS MEDICAMENTOS QUE ANTES ESTAVAM EM EMBALAGENS DE VIDRO. QUAL A VANTAGEM DO USO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS EM RELAÇÃO AOS VIDROS NESSAS APLICAÇÕES?

R. Existem muitos produtos farmacêuticos sensíveis a absorção de umidade e, para isso, é necessário oferecer barreira a esse fenômeno durante a vida de prateleira declarada em seus rótulos. As embalagens flexíveis além de oferecer boa barreira ao vapor de água, radiação e aos gases, permite ao consumidor ter acesso apenas àquele comprimido, drágea ou cápsula que irá consumir periodicamente, o que não acontece com as embalagens de vidro. A velocidade das linhas de enchimento de embalagens flexíveis pode ser maior. Além desses fatos técnicos, comercialmente falando, as embalagens flexíveis proporcionam maior economia no conjunto final.

17. NA DÉCADA DE 1970, POR INICIATIVA DAS FORÇAS ARMADAS DE MUITOS PAÍSES DESENVOLVIDOS, AS EMBALAGENS FLEXÍVEIS ESTERILIZÁVEIS PASSARAM A FAZER PARTE DAS RAÇÕES OPERACIONAIS EM SUBSTITUIÇÃO ÀS EMBALAGENS METÁLICAS. COMO SE DEU ESSA MUDANÇA?

R. Os “retortable pouches”- embalagens flexíveis esterilizáveis, são conhecidos no meio industrial como a lata flexível. É plenamente justificável o seu uso pelas Forças Armadas pelo simples fato de serem eficientes na conservação, bem como em termos de peso (gramas), fato importante considerando a logística e as atividades desenvolvidas pelos militares. Essas embalagens possuem qualidade para conservar por tempo longo os alimentos e resistem suficientemente aos tratamentos de esterilização comercial, podendo ser até mais eficiente pois o tempo exigido é inferior quando comparado às latas.

18. QUAIS TECNOLOGIAS ERAM UTILIZADAS PARA MELHORAR A BARREIRA DO CELOFANE AOS GASES E VAPORES PARA USO EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS PARA ALIMENTOS NA DÉCADA ATÉ A DÉCADA DE 1980?

R. O celofane é um biofilme de fibras de celulose, como se fosse papel. Não possui barreira de proteção aos gases e vapores sem ser aplicado sobre ele alguns tipos de vernizes que podem ser de natureza nitrocelulose, vinílico, acrílico, dentre outros. Atualmente sua aplicação se restringe ao uso doméstico como envoltórios de produtos artesanais e alimentos de curta duração.

19. O USO DOS FILMES DE NYLON® EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS MUDOU SIGNIFICATIVAMENTE A OFERTA DE PRODUTOS NO MERCADO. QUAIS AS PRINCIPAIS VANTAGENS DO USO DESSE POLÍMERO NO SETOR DE EMBALAGENS?

R. O Nylon® é um polímero da família das poliamidas que apresenta alta barreira ao oxigênio e proporciona a fabricação de laminados flexíveis para uso em sistemas de embalagens à vácuo para diversos produtos derivados de carnes e de laticínios, além de produtos da agricultura. Possui elevada resistência mecânica boa maquinabilidade em processos de coextrusão. Por ser de elevado custo, esse material é usado em quantidades reduzidas na combinação com outros substratos em um laminado.

20. POR SER UM POLÍMERO OBTIDO PELO PROCESSO DE CONDENSAÇÃO, COMO A UMIDADE PODE AFETAR AS CARACTERÍSTICAS DO NYLON® QUANDO UTILIZADO EM LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA EMBALAGENS?

R. Para ser transformado em peças ou embalagens, esse polímero necessita ser submetido a um processo de secagem para eliminação da água residual do processo

de condensação. Níveis elevados de água durante a fusão, poderá interagir e alterar as propriedades físico-químicas da resina, provocando, por exemplo, retração de peças após a fabricação e resfriamento. Além disso, no caso das embalagens, pode provocar alteração das propriedades de barreira.

21. NAS EMBALAGENS TIPO BRICK, QUAL A DIFERENÇA DA ESTRUTURA DOS LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA PRODUTOS ACONDICIONADOS ASSEPTICAMENTE E PRODUTOS QUE SÃO SUBMETIDOS AO TRATAMENTO TÉRMICO EM AUTOCLAVES APÓS O ACONDICIONAMENTO NESSAS EMBALAGENS?

R. A estrutura dos laminados flexíveis para embalagens tipo brick assépticas, possuem na composição camadas de poli (etileno de baixa densidade) (PEBD) e a estrutura dos laminados flexíveis para embalagens submetidas ao tratamento térmico em autoclaves possuem na composição blendas de poli (propileno) PP. Isso é plenamente justificável porque os filmes de PP são mais resistentes ao tratamento pelo calor em relação ao PEBD, protegendo de certa maneira as regiões de fechamento por termoselagem.

22. DURANTE A FABRICAÇÃO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS UTILIZANDO CARTÕES KRAFT NATURAL OU DUPLEX, QUAIS CUIDADOS SE DEVE TER DURANTE A ESTOCAGEM E MANUSEIO DESTES MATERIAIS?

R. Cartões de natureza celulósica são passíveis de absorção de umidade e isso pode ser agravado em regiões as quais as umidades relativas predominantes durante o uso seja acima de 80%. Papeis, cartões, caixas de papelão ondulado quando absorvem umidade acima de 11%, poderá desenvolver muitas espécies de fungos e, posteriormente, contaminação dos produtos acondicionados e perda de resistência dependendo da embalagem.

23. QUAIS OS MOTIVOS DECORRENTES DA PERDA DE HERMETICIDADE DE EMBALAGENS ASSÉPTICAS FORMATO BRICK E QUAIS AS CONSEQUÊNCIAS PARA OS PRODUTOS ACONDICIONADOS?

R. Trata-se de uma embalagem que não possui resistência à carga vertical, portanto sujeita a danos durante o manuseio, estocagem e a comercialização. As abas dobradas e fixadas nas laterais fornecem a estabilidade da embalagem durante o uso, mas caso sofram algum tipo de amassamento, poderá aparecer defeitos de vedação e, conseqüentemente entrada de ar e redução da vida útil do produto acondicionado. Além disso, defeitos aleatórios menores provenientes da termoselagem são comuns e também podem ser responsáveis pela admissão de ar do ambiente para dentro da embalagem. Da mesma, porém e tempos diferentes, a admissão de ar pode gerar crescimento de microrganismos próximo as áreas

de fechamento com redução da vida útil dos produtos acondicionados.

24. O MATERIAL INTERNO DE REVESTIMENTO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA EMBALAGENS TIPO BRICK SÃO DE MESMA NATUREZA PARA TODO E QUALQUER PRODUTO ACONDICIONADO?

R. Em geral o revestimento interno dos laminados das embalagens tipo brick para produtos como leite, sucos e néctares de frutas e outros é o poli (etileno de baixa densidade) (PEBD) ou blendas com poli (etileno de alta densidade) (PEAD) em proporções diversas. Quando se exige maior eficiência de fechamento, pode-se utilizar o poli (etileno) metalocênico – com metais na estrutura – ou ainda outro termoplástico com tais características, como o copolímero de etileno + ácido acrílico) (EAA).

25. COMO É REALIZADA A FIXAÇÃO DAS ABAS AO CORPO DA EMBALAGEM TIPO BRICK PARA MELHORAR A RESISTÊNCIA MECÂNICA?

R. Essa fixação é feita por meio de vapor super aquecido aplicado no local com auxílio de ferramentas para a junção. Para muitos modelos de embalagens tipo brick, a primeira camada é composta por poli (etileno de baixa densidade) (PEBD) que possui, dentre outras funções a de fixar as abas nas laterais da embalagem para dar estrutura e resistência.

26. OS LAMINADOS FLEXÍVEIS DESTINADOS À FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS ASSÉPTICAS TIPO BRICK SÃO ESTERILIZADOS ANTES DA FORMAÇÃO DAS EMBALAGENS? COMO SE DÁ O PROCESSO?

R. O revestimento interno sofre uma imersão em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e, em seguida é submetida a ação de radiação ultra violeta que além de esterilizar, remove o excesso de peróxido. Esse procedimento é realizado em um ambiente asséptico, pois não permite recontaminação por microrganismos na superfície que estará em contato direto com os alimentos.

27. DURANTE O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS POR COEXTRUSÃO DE DOIS OU MAIS MATERIAIS POLIMÉRICOS, A INCOMPATIBILIDADE QUÍMICA DOS MATERIAIS PODE AFETAR O DESEMPENHO DA EMBALAGEM FINAL?

R. Quando os substratos a serem co-extrusados são de mesma família a aderência é muito boa, desde que os parâmetros de processos sejam compatíveis com cada um deles, principalmente a temperatura de fusão no momento da união. Para a laminação de materiais com características diferentes, utiliza-se produtos de superfície para melhorar

a aderência e evitar possível separação posterior. Por exemplo, a coextrusão de Nylon® 6 com PET – apesar de serem polímeros de condensação – ao longo do tempo se separam, pois possuem temperaturas de fusão bem diferentes, mas esse problema foi solucionado com a utilização de um tipo de poliamida mais compatível, o tipo MXD-6.

28. O TRATAMENTO “CORONA”, NOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS É UTILIZADO COM QUAL FINALIDADE?

R. O tratamento corona que é uma descarga de ozônio sobre a superfície de materiais plásticos aumenta a energia das ligações covalentes no local, facilitando a aderência de outros materiais. Do ponto de vista tecnológico trata-se de um recurso para reforçar as estruturas laminadas coladas e ou extrusadas, evitando possíveis fenômenos de delaminação dos materiais durante a estocagem e na fabricação das embalagens, principalmente durante as etapas de termoselagem.

29. DURANTE A FABRICAÇÃO DOS DIFERENTES MATERIAIS PARA SEREM UTILIZADOS NOS LAMINADOS FLEXÍVEIS, QUAL DELES EXIGE MAIOR CONSUMO DE ENERGIA PARA A OBTENÇÃO: A FOLHA DE ALUMÍNIO, O PAPEL OU OS POLÍMEROS?

R. A obtenção das folhas de alumínio quando comparado com a obtenção de papel e polímeros, consome mais energia, considerando toda a cadeia de fabricação. Além disso, a obtenção do alumínio primário, somada com a produção da alumina são responsáveis por cerca de 75% da geração de CO₂. Devido ao fato de o alumínio ser um metal muito estável, a energia necessária para a sua produção é extremamente alta, chegando à 16.500 kWh para cada 1000 kg de alumínio produzido. Após essa etapa ainda consome energia para produzir folhas finas. O maior consumo de energia na fabricação dos polímeros está no processo de polimerização para obtenção das diferentes resinas termoplásticas.

30. AS MISTURAS DE POLÍMEROS DE MESMA FAMÍLIA QUÍMICA (BLENDAS), PODE MELHORAR ALGUMAS CARACTERÍSTICAS RELACIONADAS AO DESEMPENHO DAS FUNÇÕES DE BARREIRA E RESISTÊNCIA MECÂNICA DA EMBALAGEM?

R. Trata-se de uma prática comum no dia a dia das indústrias transformadoras de plásticos em embalagens. As misturas de polímeros sem dúvida trazem resultados mais interessantes de desempenho em processo e das embalagens pela melhoria de alguma propriedade desejável, seja ela físico-química ou mecânica. As blendas de polímeros de naturezas diferentes requerem a adição de algum componente para tornar a mistura compatível.

31. AS FOLHAS DE ALUMÍNIO QUE ENTRAM EM CONTATO DIRETO COM CHOCOLATES EM BARRA SÃO REVESTIDAS INTERNA E EXTERNAMENTE COM VERNIZES E OU TINTAS PARA PROTEÇÃO?

R. Todos os materiais metálicos devem ter revestimentos de proteção para contato com alimentos, conforme Legislação Brasileira atual. Normalmente, nas faces internas podem ser aplicados vernizes com capacidade para selagem a frio ou apenas de proteção e a face externa pode ser impressa com dizeres legais ou mesmo colorido.

32. QUAL (IS) A RAZÃO (ÕES) PELA (S) QUAL (IS) VERNIZES DE FECHAMENTO DE TAMPAS DE ALUMÍNIO PARA COPOS DE ÁGUA MINERAL OU IOGURTES DEVEM SER COMPATÍVEIS COM O MATERIAL POLIMÉRICO DOS COPOS?

R. Os vernizes das tampas de alumínio devem ser adequados para o tipo de polímero que fabricou os copos e a selagem deve ser tal que não provoque o desprendimento do verniz durante o transporte e utilização. Em geral, para copos fabricados de poli (propileno) (PP), podem ser usados vernizes ou filmes de PP extrusados sobre a folha de alumínio. Cuidados de compatibilidade devem ser considerados ao especificar a liga de alumínio para tampas com vernizes, pois o elemento de liga magnésio pode provocar desprendimento precoce de vernizes vinílicos. O fato de alguns filmes se separarem da folha de alumínio durante a abertura dos copos pode estar associada a diferentes fatores e o mais comum é o excesso de temperatura e pressão dada no momento do fechamento.

33. OS ELEMENTOS DE LIGA EM FOLHAS DE ALUMÍNIO EXERCEM FUNÇÕES ESPECÍFICAS APLICADAS A CADA CASO. QUAL A FUNÇÃO DOS ELEMENTOS MAGNÉSIO E MANGANÊS EM FOLHAS DE ALUMÍNIO PARA LAMINADOS FLEXÍVEIS?

R. As ligas de alu-Mn são da classe 3000 e possuem boa resistência à corrosão, já as ligas alu-Mg são da classe 5000 e, além de maior resistência à corrosão, mostram boa resistência mecânica e boa ductilidade. As suas aplicações irão depender das exigências dos materiais a essas tendências, bem como dos fatores associados à maquinabilidade quando em linhas automáticas de acondicionamento.

34. SABE-SE QUE OS ELEMENTOS FERRO E SILÍCIO SÃO CONTAMINANTES NATURAIS DO ALUMÍNIO. QUAL A INFLUÊNCIA DELES NA RESISTÊNCIA AO ESTOURO DE FOLHAS DE ALUMÍNIO PARA EMBALAGENS?

R. Os elementos de liga em alumínio exercem função importante no conjunto das propriedades das folhas destinadas a embalagens. Não existe alumínio 100% puro, isso

porque os elementos Ferro e Silício são inerentes e permanecem em níveis insignificantes, porém quando adicionados em quantidades diferenciadas, podem mudar significativamente a resistência dos materiais. A presença do elemento Ferro aumenta a resistência ao estouro e deixa as folhas mais duras. As folhas com ligas de Ferro são usadas quando se deseja elevada resistência ao estouro, como é o caso das bandejas tipo marmitex estampadas por pressão.

35. COMO PODE SER CONTROLADO O APARECIMENTO DE DEFEITOS DE ROMPIMENTO DE FOLHAS DE ALUMÍNIO E, CONSEQUENTEMENTE, APARECIMENTO DE FUROS, DEVIDO ÀS SUCESSIVAS DOBRAS DURANTE A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS TIPO BRICK?

R. Uma alternativa seria avaliar a melhor liga de alumínio disponível, ou por encomenda, que resista ao esforço mecânico aplicado durante as termoselagens e dobras do laminado durante a fabricação das embalagens. Elementos de liga em folhas de alumínio poderão oferecer maior resistência mecânica quando sofrem esforço mecânico de dobras. Por outro lado, dos substratos dos laminados utilizados na fabricação de embalagens tipo brick, a folha de alumínio é o único que não oferece dilatação durante as dobras, por isso tende a favorecer o aparecimento de defeitos como furos e rasgos.

36. QUAL A FINALIDADE DO PROCESSO DE “RECOZIMENTO” DE FOLHAS DE ALUMÍNIO APÓS A ETAPA DE LAMINAÇÃO A FRIO PARA A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS?

R. Esse processo de recozimento tem como objetivo principal aliviar as tensões mecânicas originadas durante as sucessivas laminações para a redução da espessura das folhas de alumínio. Isso acomoda os cristais da estrutura do metal, bem como aumenta a resistência mecânica das folhas. Um outro objetivo não menos importante é a eliminação do residual de óleo mineral utilizado entre as folhas e os cilindros de laminação para redução do atrito, tendo em vista que os laminadores mais modernos podem operar a aproximadamente 1000 metros/ minuto durante a laminação de redução de espessura.

37. PORQUE O CARTÃO KRAFT NATURAL FOI SUBSTITUÍDO PELO CARTÃO DE COR BRANCA NOS LAMINADOS FLEXÍVEIS DESTINADOS À FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS TIPO BRICK? QUAL A INFLUÊNCIA DO TIPO DE FIBRA NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DAS EMBALAGENS?

R. Do ponto de vista de aparência o cartão duplex (branco) é mais apresentável e atende às exigências de resistência oferecida pelas embalagens. É um cartão de espessura

mais reduzida e fibras compactadas. Já o cartão kraft natural quando de fibras longas pode oferecer maior resistência mecânica e rigidez de parede nessas embalagens. É mais susceptível de absorção de umidade e crescimento de fungos, quando não tratados. Em geral os materiais celulósicos a partir de fibras longas são mais resistentes quando comparados com materiais a partir de fibras curtas.

38. QUAIS AS VANTAGENS EM USAR FOLHAS DE ALUMÍNIO DE 0,009 MM EM RELAÇÃO À FOLHA DE 0,007 MM EM LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA CAFÉ À VÁCUO?

R. As folhas de maior espessura possuem menos defeitos/m² e, nas aplicações à vácuo, isso pode oferecer melhor proteção. Atualmente as folhas de alumínio fabricadas no Brasil possuem boa qualidade e reduzido número de furos. As folhas de menor espessura são utilizadas em embalagens de menor volume porque influencia na estabilidade dos alimentos acondicionados. Em termos de redução de custos, as folhas de menor espessura possuem maior rendimento/m² e isso pode ser uma grande vantagem nos dias atuais.

39. O USO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO AGENTE ESTERILIZANTE NA CAMADA INTERNA DOS LAMINADOS FLEXÍVEIS EM SISTEMAS ASSÉPTICOS PODE AFETAR A QUALIDADE DO FECHAMENTO DAS EMBALAGENS?

R. Desde que o residual de H₂O₂ seja devidamente removido, não afetará em nada a qualidade do fechamento, tampouco reagir com a camada de plástico. Em geral, o que poderá ocorrer caso existir resíduo desse composto é alguma alteração de ordem sensorial dos produtos acondicionados, mas não há relatos nesse sentido na literatura científica e industrial.

40. É POSSÍVEL QUE OS DIFERENTES TIPOS DE EQUIPAMENTOS DE ACONDICIONAMENTO UTILIZANDO O MESMO LAMINADO FLEXÍVEL PODERÃO EXERCER INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DO FECHAMENTO DURANTE AS OPERAÇÕES DE FORMA-ENCHE-FECHA DA EMBALAGEM?

R. Em função das especificidades de cada tecnologia, alguns ajustes são necessários de maneira a manter o bom desempenho durante a fabricação de embalagens no ato do acondicionamento. De qualquer maneira, os parâmetros que devem ser observados nesse sentido incluem, a velocidade de produção, a distribuição de espessura do material e os mordentes de termoselagem quanto a: tempo, temperatura e pressão de fechamento.

41. O PROCESSO DE BIORIENTAÇÃO MOLECULAR DE FILMES PLÁSTICOS EXERCE INFLUÊNCIA NA BARREIRA AOS GASES E VAPORES EM COMPARAÇÃO AOS MESMOS FILMES SOMENTE ORIENTADOS NO SENTIDO DA FABRICAÇÃO?

R. A biorientação molecular reduz os espaços entre as moléculas pelo entrelaçamento, reduzindo assim a mobilidade de gases e vapores. Quanto maior o grau de biorientação, melhor é a barreira, até um limite para cada polímero. Em geral, os polímeros de cadeias mais longas (peso molecular mais alto), são mais fáceis de biorientar durante a fabricação. Salienta-se que, a biorientação proporciona maior resistência mecânica de filmes como o BOPP e o BOPET em reduzidas espessuras e a permeabilidade é diretamente proporcional a espessura. Portanto, utilizar a biorientação como justificativa para melhorar a barreira de materiais plásticos poderá não ser muito vantajoso.

42. O USO DE PARAFINA (DERIVADO DE PETRÓLEO) PARA REVESTIMENTOS DE ALGUNS LAMINADOS FLEXÍVEIS AINDA RESISTE AO TEMPO. QUAL A ALTERNATIVA VIÁVEL E EFICIENTE PARA TAL SUBSTITUIÇÃO?

R. Há muitos anos a parafina é utilizada em tecnologia de embalagens e tem resistido ao tempo, porém em função das mudanças ambientais e hábitos da sociedade em geral, procura-se substituir por algum material que faça a mesma função. A parafina é utilizada em embalagens de doces, balas, bombons, etc. com a finalidade de não deixar o produto aderir ao material de embalagem, além de proporcionar facilidade de dobras e vincos. Em laminados (papel + folha de alumínio) para manteigas e margarinas para dar barreira à passagem de gordura e formato das dobras. A parafina é estável à temperatura ambiente e a baixas temperaturas se mantém rígida sem desprendimento e migração de compostos para os produtos acondicionados. As alternativas mais interessantes atualmente são os revestimentos com filmes plásticos extrusados e alteração do material de embalagem para outro mais sustentável. Uma alternativa que pode ter espaço futuramente é a utilização de revestimentos à base de biopolímeros (carboidratos, proteínas e ou lipídeos) modificados para atender a cada caso específico.

43. QUAL TIPO DE ADESIVO UTILIZADO PARA A FIXAÇÃO DOS RÓTULOS DE PAPEL EM GARRAFAS DE CERVEJAS DE 600 ML RETORNÁVEL E QUAIS AS VANTAGENS DA SUBSTITUIÇÃO DO PAPEL DE FIBRA CURTA PARA O PAPEL DE FIBRA LONGA DESSES RÓTULOS?

R. Há mais de 20 anos os rótulos de papel monolúcido para embalagens retornáveis de vidro para cerveja eram fabricados a partir de celulose de fibra curta, o que causava um transtorno durante a lavagem das garrafas recebidas do mercado. Os rótulos se desfaziam

em pequenos pedaços e provocava sucessivas paradas para limpeza e manutenção das lavadoras. Com a mudança para papel fabricado a partir de fibras longas, a remoção durante a lavagem se tornou mais fácil porque os rótulos saíam inteiros, praticamente. O uso de adesivo à base de água para essa aplicação é importante para bom desempenho do processo de limpeza e esterilização das embalagens, facilitando a sua remoção. Em geral os adesivos podem ser a partir de coprodutos ou subprodutos da indústria de laticínios e de milho.

44. OS LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA EMBALAGENS DE SACHÊS PARA CAFÉ SOLÚVEL OFERECEM MELHOR PROTEÇÃO QUANDO COMPARADAS COM AS EMBALAGENS DE VIDRO COM SELO LAMINADO E TAMPA DE ROSCA?

R. O ganho de umidade pelo café solúvel, principalmente aquele obtido pela via de liofilização é o fator limitante da sua estabilidade. Essa absorção de vapor de água do ambiente externo conduz para o fenômeno físico de aglomeração do produto. Portanto, antes da abertura da embalagem o vidro oferece melhor proteção durante a comercialização. Dependendo da composição do laminado, é possível que possa atender a vida útil declarada no rótulo. Laminados que possuem folha de alumínio são mais eficazes quando comparados com laminados com filmes plásticos metalizados, que também vai depender da qualidade do fechamento por termoselagem. Após abertas as embalagens, esses materiais oferecem menos proteção quando comparadas com as embalagens de vidro com tampa de rosca.

45. POR QUE AS EMBALAGENS FLEXÍVEIS DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS SÃO DE ESPESSURAS SUPERIORES EM RELAÇÃO ÀS EMBALAGENS DE ALIMENTOS? ISSO SE DEVE AO MAIOR GRAU DE PROTEÇÃO OU AO SUPERDIMENSIONAMENTO?

R. De maneira geral os produtos farmacêuticos possuem validade acima de 3 anos, superiores a grande maioria dos alimentos processados em qualquer material de embalagem. Os “blisters” (bolha) são compostos de plástico termoformado e selado com folha de alumínio com verniz (tempera dura), para facilitar a expulsão dos medicamentos e os conhecidos Alumínio-Alumínio, para produtos que necessitam de maior proteção em relação aos fatores de ambiente (radiação, vapor de água e gases). As embalagens tipo “strip” (fita), podem possuir várias especificações e ser de 3 a 4 áreas de fechamento por calor. O fato de os laminados flexíveis para esses produtos serem mais robustas podem ter várias justificativas, por exemplo, aumentar a vida útil desses produtos, maior sensibilidade de alguns produtos e, finalmente, o custo desses laminados não ser significativo na composição final.

46. COMO OS LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA SACHÊS DE AÇÚCAR E SAL DE USO EM DOSES PODERIAM SER MAIS SUSTENTÁVEIS?

R. Atualmente esse laminado é composto de papel monolúcido de aproximadamente 40g/m² com um filme de poli (etileno de baixa densidade) (PEBD) extrusado de 12 a 15g/m². Uma mudança a fim de tornar mais sustentável seria substituir o filme de PEBD por uma resina termoselante biodegradável, tornando a embalagem mais degradável ao ser dispensada no ambiente. Porém, ainda estamos em fase de desenvolvimento de uma resina que atenda a todas essas exigências.

47. REDUÇÃO DA ESPESSURA DE FILMES PLÁSTICOS É UMA PRÁTICA CONSTANTE NAS EMPRESAS PARA A REDUÇÃO DE CUSTOS COM EMBALAGENS. EM FUNÇÃO DO PRODUTO A SER ACONDICIONADO, ESSA PRÁTICA PODERÁ COMPROMETER A SUA ESTABILIDADE OU A SUA RESISTÊNCIA MECÂNICA?

R. Em se tratando de alimentos e bebidas sensíveis aos fatores ambientais, toda e qualquer redução de espessura, poderá comprometer a estabilidade desses produtos, tendo em vista ser um parâmetro diretamente proporcional à difusão de gases, vapores e aromas do ambiente, além, de comprometer a resistência mecânica e seu manuseio durante o uso. Alguns exemplos de redução de espessura podem ser citados, tais como, embalagens de PET para óleos comestíveis, vinagres e águas minerais. No caso de águas minerais tornou as embalagens mais frágeis para manuseio. No caso dos óleos e vinagres, redução da vida de prateleira pelo aumento da permeabilidade ao oxigênio e ao vapor de água e perda de peso por evaporação do conteúdo, respectivamente.

48. OS LAMINADOS FLEXÍVEIS CONTENDO PAPEIS, UTILIZADAS COM CARTUCHOS NO ACONDICIONAMENTO DE GELATINAS EM PÓ COM SABORES, OFERECEM A MESMA PROTEÇÃO QUANDO COMERCIALIZADAS NAS DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL?

R. A mistura em pó para o preparo de gelatinas possui açúcar, gelatina natural, corantes e aromas. A estabilidade é sobretudo baseada na absorção de umidade que poderá provocar algumas reações e alterações de sabor e ou aroma. Portanto, em ambientes de umidades relativas elevadas, os sachês de papel/PEBD podem não oferecer a proteção adequada contra a umidade.

49. AS EMBALAGENS FLEXÍVEIS DE LEITE EM PÓ SÃO MAIS EFICIENTES QUANDO COMPARADAS COM AS LATAS DE FOLHA DE FLANDRES?

R. As embalagens metálicas oferecem melhor proteção para o leite em pó em comparação a alguns laminados flexíveis. Dependendo da composição do laminado flexível e da qualidade do fechamento, a validade poderá ser ampliada.

50. COMO SE EXPLICA O USO DE DIFERENTES MATERIAIS DE EMBALAGENS PARA O ACONDICIONAMENTO DE FARINHAS DE TRIGO NO BRASIL?

R. Há muitos anos as embalagens de farinha de trigo de papel branco passaram a compartilhar o mercado com as de plásticos de poli (etileno de baixa densidade) (PEBD) e de poli(propileno) (PP) termoseladas. Essa mudança se deu em função dos avanços tecnológicos em sistemas de embalagens mais rápidos e o uso de materiais de melhor barreira aos fatores ambientais. Ressalta-se aqui que as embalagens de papel são mais susceptíveis de ação da umidade, ataque de insetos e roedores, tornando o produto inadequado para o consumo. Comercialmente falando, as embalagens de plástico possuem menor custo quando comparada com as de papel que ainda depende de um adesivo para seu fechamento.

51. QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS POLÍMEROS QUE APRESENTAM BARREIRA AOS GASES E VAPORES DE POLÍMEROS QUE NÃO APRESENTAM TAIS CARACTERÍSTICAS NA COMBINAÇÃO DE MATERIAIS FLEXÍVEIS PARA EMBALAGENS?

R. Em geral as características que diferenciam os polímeros e copolímeros de barreira aos gases daqueles de barreira ao vapor de água estão associadas às famílias químicas de cada material, sendo que polímeros ou copolímeros que apresentam átomos de cloro (- Cl) e a hidroxila (- OH) ligados a átomos de carbono possuem boa barreira aos gases. Já os polímeros que possuem apenas carbono e hidrogênio na estrutura são boa barreira ao vapor de água.

52. COMO AS TEMPERATURAS DE CONGELAMENTO PODEM AFETAR O DESEMPENHO MECÂNICO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS?

R. Laminados flexíveis que possuem materiais plásticos com temperaturas de transição vítrea (Tg) próxima às temperaturas de congelamento, poderá perder propriedades de rigidez e resistência mecânica, além do fato de poder evidenciar rasgamentos e rompimentos pelo

enrijecimento dos materiais. Algumas situações podem favorecer a delaminação parcial ou total dos materiais do laminado.

53. EM RELAÇÃO ÀS FOLHAS DE ALUMÍNIO, A METALIZAÇÃO DE FILMES POLIMÉRICOS PARA EMBALAGENS PODE OFERECER MELHOR BARREIRA GASES, VAPORES E RADIAÇÃO? DO PONTO DE VISTA DE APARECIMENTO DE DEFEITOS, A PROBABILIDADE DE PROVOCAR “CRACKING” É MAIOR OU MENOR EM METALIZADOS EM RELAÇÃO ÀS FOLHAS DE ALUMÍNIO?

R. A folha de alumínio é melhor material de barreira aos fatores ambientais quando comparado aos plásticos metalizados e, o aparecimento de defeitos em ambos, vai depender do esforço mecânico a que as embalagens estarão sujeitas durante a fabricação, manuseio e comercialização. Em muitos casos, a folha de alumínio poderá ser substituída por filmes metalizados, mas vai depender do grau de proteção exigido pelo produto e da validade esperada. Essas considerações não incluem os defeitos de aderência da metalização durante o processo de aplicação, bem como a interação do produto acondicionado com a camada de alumínio.

EMBALAGENS DE VIDROS

1. QUAL A MELHOR DEFINIÇÃO DE VIDRO MAIS VOLTADA PARA O SETOR DE EMBALAGENS DE MANEIRA GERAL?

R. O material vidro é o resultado da fusão de diferentes matérias-primas de origem inorgânicas minerais, que após serem submetidas a um processo de resfriamento devidamente controlado, origina um material rígido, homogêneo, estável, inerte, amorfo e com propriedades iguais em todas as direções, ou seja, um material isótropo. No caso de embalagens, trata-se de um material moldável a uma determinada temperatura, sem alterações em sua composição, que é a característica principal do vidro.

2. QUAIS SÃO OS CONSTITUINTES BÁSICOS DO VIDRO DE EMBALAGEM E QUAL A SUA FUNÇÃO NO PROCESSO E NA QUALIDADE FINAL DA MESMA?

R. Os constituintes básicos dos vidros de embalagens – conhecido como vidro sodo-cálcico ou, ainda, sílico-sodo-cálcico -, são a sílica (SiO_2) e os óxidos de sódio (Na_2O) e óxidos de cálcio (CaO). A adição dos agentes de fluxos de estabilização para reduzir a solubilidade do vidro de silicatos alcalinos em água, mantendo-se a fusão em temperaturas na faixa de 1600°C , é uma das características desse tipo de vidro. Em geral, utilizam-se óxidos de cálcio e de magnésio que agem para substituir parte do óxido alcalino à base de sódio. Outra adição importante é a de óxido de alumínio (Al_2O_3) para dar qualidade às características de moldagem e também na inércia química desse tipo de vidro.

3. AS EMBALAGENS DE VIDROS FOSCOS, MUITO UTILIZADOS NO SEGMENTO DE COSMÉTICOS SÃO FABRICADAS A PARTIR DE VIDROS COMUNS OU SOFREM ALGUM TRATAMENTO PARA FICAR COM ACABAMENTO EXTERNO DIFERENCIADO?

R. O vidro é o mesmo tipo sílico-sodo-cálcico, porém o acabamento fosco é dado após a sua fabricação por meio de um banho em ácido fluorídrico (HF) de maneira a “atacar” quimicamente a superfície dando um aspecto de aparência mais adequada a sua aplicação – o ácido fluorídrico é o único ácido que age no material vidro. Basicamente as embalagens são imersas em um banho de ácido, deixando apenas o gargalo sem contato, por um tempo determinado e uma concentração de ácido adequada ao nível de fosqueamento desejado.

4. OS TIPOS DE VIDROS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA SÃO OS MESMOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS PARA ALIMENTOS E BEBIDAS? POR QUÊ?

R. O tipo de vidro utilizado para medicamentos injetáveis na indústria farmacêutica é o borossilicato, ou seja, é fabricado adicionando sais de Boro aos componentes tradicionais do vidro. A sua composição é a partir dos elementos básicos, como dióxido de silício (SiO_2), óxido de Boro (B_2O_3), óxido de sódio (NaO) e óxido de alumínio (Al_2O_3). Este tipo de vidro possui temperatura de fusão mais elevada quando comparada com o vidro comum, exigindo fornos refratários mais adaptados a sua fabricação.

5. AS EMBALAGENS DE CERVEJAS DE VIDRO TIPO “LONG NECK” FABRICADAS NO BRASIL APRESENTAM MAIOR PESO (GRAMAS) QUANDO COMPARADA COM AS EMBALAGENS SEMELHANTES DE CERVEJAS IMPORTADAS. O QUE ACONTECE?

R. Existem dois processos de fabricação de garrafas de vidro, que são o processo de injeção – injeção e injeção – sopro. O mais comum atualmente no Brasil é o de injeção – injeção que proporciona maior espessura e uma distribuição de espessura não tão homogênea ao longo do corpo da garrafa. O processo de sopro – sopro, além de distribuir melhor a espessura na garrafa, proporciona uma redução significativa de material, sem comprometer as propriedades mecânicas das embalagens.

6. HÁ MUITOS ANOS AS EMBALAGENS DE CERVEJAS RETORNÁVEIS DE 600 ML NO BRASIL TIVERAM SEU DESENHO ALTERADO E UMA INSCRIÇÃO NO OMBRO DIZENDO: “USO EXCLUSIVO PARA CERVEJAS”. QUAIS OS PRINCIPAIS MOTIVOS DESSA MUDANÇA?

R. O principal motivo foi a semelhança entre as garrafas de refrigerantes tipo “Tubaína” com as garrafas de cervejas em desenho e volume – de qualidade inferior – que nem sempre eram levadas em consideração quando produzidas por pequenas empresas e estas, misturando-se umas com as outras –, tornando a mistura em distribuidores de bebidas inevitável. Outros motivos podem ser enumerados, tais como a tonalidade da cor âmbar, importante para cervejas e menos importante para alguns sabores de refrigerantes e a aparência física. A velocidade das linhas automáticas em grandes cervejarias, sistematicamente eram afetadas pela quebra constante de embalagens de baixa qualidade, misturadas as embalagens mais resistentes ao atrito, lavagem, enchimento e fechamento. Posteriormente as embalagens para cervejas foram modernizadas em termos de desenho e volume mais justo ao declarado no rótulo, além da inscrição gravada em relevo “uso

exclusivo para cervejas”. As embalagens tornaram-se mais leves e mais resistentes aos processos de acondicionamento, fechamento e pasteurização em túnel contínuo.

7. ATÉ O INÍCIO DA DÉCADA DE 90 O XAROPE DE GLICOSE DE MILHO MARCA KARO ERA ACONDICIONADO EM EMBALAGENS DE VIDRO COM TAMPA METÁLICA DE ROSCA. COM O ADVENTO DAS EMBALAGENS DE PET, PARTE DESSE PRODUTO PASSOU A UTILIZÁ-LA. COMO SE DEU TAL ALTERAÇÃO?

R. As embalagens de vidro permitem realizar acondicionamento a quente de produtos viscosos e isso facilita o enchimento e a possibilidade de aumentar a velocidade dos equipamentos. Com o advento das embalagens de PET, houve a necessidade de reduzir a temperatura desse produto para manter a integridade da embalagem plástica, principalmente na região do gargalo para não afetar o fechamento. O uso da embalagem de PET proporcionou essa mudança e atendeu de maneira satisfatória a barreira aos fatores de ambiente.

8. AS ROLHAS METÁLICAS PARA EMBALAGENS DE CERVEJAS DE VIDRO TIPO “LONG NECK”, BRASILEIRAS SÃO MAIS DIFÍCEIS DE ABRIR MANUALMENTE EM RELAÇÃO ÀS MESMAS EMBALAGENS DE CERVEJAS IMPORTADAS. QUAL A RAZÃO PARA TAL DIFICULDADE?

R. As embalagens de cervejas tipo “long neck” apareceram para atender a uma demanda frequente em ambientes de consumo diversos, tais como: festivais de música, festas regionais, carnavais, dentre outras, onde a abertura manual se fazia exigente. Para tanto, algumas características foram levadas em consideração durante o desenvolvimento desse sistema, que incluem a espessura, a liga e a têmpera das folhas de aço. Porém, face a problemas diversos inerente a algumas economias de países, a disponibilidade desse material por vezes não atende totalmente a demanda, tampouco a especificação correta é levada em consideração. Não bastasse, sabe-se que as embalagens que possuem abertura manual elas devem ser manuseadas, empilhadas e transportadas em consonância para a qual foram desenvolvidas. Especialmente no Brasil, as práticas nesse sentido, em muitos casos não condizem, provocando deslocamento das tampas e, conseqüentemente perda de gás dos produtos e, em casos de vazamento de líquido. Daí, o porquê dessa dificuldade de abertura que leva as empresas a utilizarem uma tampa mais resistente a danos durante a logística de distribuição, tornando difícil a vida dos usuários.

9. QUAL A EXIGÊNCIA DE QUALIDADE DE “ROLHAS DE CORTIÇA” PARA SEREM UTILIZADAS EM VINHOS? COMO OS VINHOS DE QUALIDADE ACONDICIONADOS EM GARRAFAS DE VIDRO PERDEM SEU VALOR COMERCIAL DEVIDO À QUALIDADE DAS ROLHAS DE CORTIÇA UTILIZADAS?

R. Talvez um dos mais elevados gastos da indústria de “rolhas de cortiça” seja o setor de qualidade dessas rolhas, tendo em vista ser, ainda, parcialmente artesanal. Esse controle inicia-se ainda na manutenção e acompanhamento do crescimento das árvores que produzem as mantas de celulose. Os produtos químicos aplicados para evitar crescimento de insetos e microrganismos não devem produzir resíduos de componentes no produto final. Sabe-se que a umidade é um fator crítico em celulose e isso deve ser cuidadosamente controlado para evitar o aparecimento de fungos, responsáveis pela formação do composto tri-cloro-anisol – TCA, que reduz a qualidade de muitos vinhos considerados nobres e de custo final elevado. Esse composto não existe na forma sintética disponível, apenas é produzido como padrão puro, sob demanda para análises frequentes da sua presença. O composto químico precursor do TCA é o tri-cloro-fenol – TCF, muitas vezes utilizado para controle de crescimento de fungos na celulose. Através de enzimas existentes no trato intestinal de algumas espécies de fungos, ocorre reações de des-oxi-metilação do TCF, transformando-o em TCA que não é nocivo a esses fungos. E assim, eles sobrevivem. Os níveis do TCA em rolhas e vinhos são da ordem de ng/kg (ppt), porém perceptíveis sensorialmente por especialistas. Além desse problema, há diferentes qualidades de rolha de cortiça, sendo algumas mais ou menos resistentes mecanicamente e com acabamento superficial diferente em função da sua aplicação e preço final.

10. O FENÔMENO DE “FADIGA ESTÁTICA” EM EMBALAGENS DE VIDRO ESTÁ ASSOCIADO AO MANUSEIO PROLONGADO DA MESMA?

R. O conhecido fenômeno “fadiga estática” em embalagens de vidro é baseado na dependência que a tensão de ruptura do material mostra em relação ao tempo de aplicação da carga. Quando uma embalagem de vidro é submetida a uma carga durante um período longo de tempo, essa embalagem apresentará menor resistência quando comparada com a mesma carga aplicada em um período de tempo menor. No caso de períodos longos de carga sobre a embalagem, poderá provocar a ruptura em baixos valores de resistência. Como conclusão geral, valores menores de carga, o fenômeno de fadiga estática pode ser desprezado, durante a utilização, por exemplo, em embalagens de vidro para bebidas com pressão de gás, mas esse efeito deve ser bem definido e avaliado quando das inspeções de embalagens de vidro destinadas a aplicações que demandam carga vertical excessiva durante a movimentação em estoque e transporte.

11. COMO O SISTEMA DE FECHAMENTO DE EMBALAGENS DE VIDRO PODE INFLUENCIAR NA CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS ACONDICIONADOS?

R. É comum ouvir no mundo industrial que os problemas de conservação de alimentos em embalagens de vidro são ocasionados pelos diferentes sistemas de fechamento, que nunca é de vidro, mas sim metálicos e de plásticos. Esses problemas estão associados tanto às tampas como também às propriedades de vedação do gargalo. Todo e qualquer sistema de fechamento – tampa, embalagem, equipamento, produto –, deve atender a importantes requisitos, como: evitar vazamentos do conteúdo e passagem de vapor ou gases; não interagir com o conteúdo – evitando possíveis migrações de substâncias; deve ser prático e permitir fácil abertura e fechamento; deve evidenciar violação do lacre de segurança; ser adequado e compatível com o equipamento de fechamento; ser compatível com as especificações do gargalo das embalagens de vidro, dentre outras características não menos importantes.

12. COMO SE DÁ O TRATAMENTO TÉRMICO EM EMBALAGENS DE VIDRO PARA ACONDICIONAMENTO DE PRODUTOS À QUENTE?

R. O objetivo da etapa de “recozimento” após a formação das embalagens é aliviar as tensões do material durante o processo de injeção-sopro ou sopro-sopro, tornando as embalagens com a mesma resistência mecânica em todas as direções. A resistência mecânica das embalagens de vidro é influenciada pelo tratamento superficial durante a sua fabricação. Esse fato justifica em muito os grandes desenvolvimentos ocorridos nos últimos anos em relação aos processos para proteção da superfície externa das embalagens, desde a fabricação até a utilização dos produtos, tendo em vista a certa fragilidade peculiar a esse tipo de material. Os tratamentos superficiais são baseados em vaporização de óxido metálico antes da passagem pelo túnel de recozimento em temperaturas próximas a 500°C ou um tratamento a frio pela pulverização de solução a base de polietileno glicol, ácido oleico ou ácido esteárico e, aquecimento em túnel em temperatura aproximada de 100 °C.

13. COMO É A INTERAÇÃO DO VIDRO COM O PRODUTO ACONDICIONADO EM FUNÇÕES DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS?

R. As possíveis interações que ocorrem entre alimentos diversos e o material vidro são consideradas desprezíveis em condições de ambiente em termos de migração de elementos do vidro para alimentos ou de alimentos agindo sobre a estrutura do vidro. Até em vidros mais neutros como o borossilicato – indústria farmacêutica –, que são submetidos a esterilização em autoclaves, não há evidências de migração de elementos do vidro para os produtos. Há

sim a possibilidade de alteração nos alimentos acondicionados em embalagens de vidro transparente pela ação da irradiação ultravioleta, piorando mais caso a temperatura de estocagem seja acima de 40°C. As alternativas para amenizar tais alterações é tornar as embalagens coloridas, tais como nas cores verde e âmbar – mais usadas para bebidas. Outra situação de alterações em alimentos acondicionados em embalagens de vidro são as interações com os sistemas de fechamento, daí, ocorrer a redução da sua vida útil pela permeabilidade aos gases e vapores, perda de vácuo ou, ainda, reações de oxidação da tampa incorrendo em migração de metais para os produtos.

14. COMO SÃO PROPORCIONADAS AS CORES DOS VIDROS PARA EMBALAGENS E QUAL A FUNÇÃO DE CADA UMA DELAS EM RELAÇÃO À PROTEÇÃO CONTRA IRRADIAÇÃO?

R. Uma das maneiras de melhorar a barreira à irradiação que incidem em embalagens de vidro transparente é por meio do uso de compostos inorgânicos responsáveis pelas diversas cores. Normalmente as embalagens de vidro para conservas alimentícias são transparentes e, de maneira geral não são afetadas pela ação da luz uv-visível, mas devem apresentar transparência inferior a 20%. Entretanto, produtos como azeites, óleos comestíveis, cervejas, dentre outros, necessitam proteção contra a irradiação, principalmente na faixa do ultravioleta. Para obtenção da cor âmbar, utiliza-se compostos de enxofre e carbono que oferece proteção na faixa de 280nm a 450nm. Para obtenção da cor verde utiliza-se sulfato de ferro e óxido de cromo. É consenso geral que para cervejas do tipo padrão, a cor âmbar fornece a proteção suficiente, podendo apresentar alguma pequena variação na tonalidade que não afetará a estabilidade física do produto. De maneira geral, embalagens para cervejas pasteurizadas, a cor verde oferece a proteção necessária para que não ocorra a desestabilização física do ingrediente lúpulo, provocando certa deposição de sólidos no fundo do líquido.

15. PARA CONSERVAS ALIMENTÍCIAS EM EMBALAGENS DE VIDRO, QUAL O MELHOR SISTEMA DE FECHAMENTO CONSIDERANDO A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DO PRODUTO ACONDICIONADO?

R. As conservas alimentícias são produtos tratados termicamente e necessitam a manutenção de vácuo após o acondicionamento para manter a estabilidade e as características sensoriais até o consumo final. Os melhores sistemas de fechamentos incluem as tampas metálicas do tipo garra-torção (GT) – twist off –, com vedante de borracha e com ou sem botão de segurança de checagem de vácuo. Outro sistema eficiente é a tampa de pressão-torção (PT), também com vedante de borracha em suas mais variadas patentes existentes

no setor de embalagens. Um tipo de sistema também muito eficiente é o de garra-torção (GT), com borda profunda – variação em função do diâmetro e dimensões da embalagem. O sistema de fechamento com tampa bi material (metal e plástico), ainda que em desuso, é muito eficiente para alguns frascos de vidro para termo processados, dependente também de vedante de borracha para efetivação do vácuo no interior da embalagem. Outro sistema conhecido e muito eficiente, inclui as tampas acravadas de alumínio de abertura fácil utilizadas em embalagens de vidro do tipo copos.

16. DURANTE A FABRICAÇÃO DAS EMBALAGENS DE VIDRO – PENSAGEM, INJEÇÃO-SOPRO E SOPRO-SOPRO –, É POSSÍVEL OCORRER A DEGRADAÇÃO DOS COMPONENTES DA FORMULAÇÃO?

R. Os compostos minerais componentes da formulação da mistura para a fabricação de embalagens de vidro são submetidos a temperaturas acima de 1600°C com a finalidade de homogeneizar e fundir todos em uma única massa fundente. O vidro é também chamado de líquido super-resfriado. A partir da etapa de fusão, a massa vítrea fundida passa por várias fases de viscosidade em função da temperatura e alimenta os moldes em função do tipo de processo de fabricação já em temperaturas mais baixas em relação ao pico mais alto, dentro dos fornos refratários. O esforço mecânico na fabricação apenas conforma a embalagem final sem, no entanto, provocar qualquer alteração nos ingredientes, já organizados nas formas tridimensionais e bidimensionais segundo os elementos da formulação. Durante a etapa de recozimento, as temperaturas de aproximadamente 500 °C somente agem para aliviar e acomodar as tensões oriundas dos esforços mecânicos de cada processo de moldagem das embalagens.

17. VARIAÇÕES NA ESPESSURA DO CORPO DE UMA EMBALAGEM DE VIDRO PODE INFLUENCIAR NA SUA RESISTÊNCIA MECÂNICA APÓS O ACONDICIONAMENTO DO PRODUTO?

R. A distribuição de espessura no corpo de uma embalagem de vidro é de grande importância tanto para embalagens para conservas alimentícias como para embalagens de produtos com gás, porque grandes variações de espessura podem reduzir as propriedades mecânicas e a resistência das embalagens. Defeitos de variações significativas de espessura podem afetar as etapas de lavagem, esterilização, enchimento e fechamento de embalagens de vidro por torná-las mais frágeis com possibilidade de quebras e transtornos nas linhas automáticas de processamento.

18. QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DE EMBALAGENS DE VIDRO PARA ALIMENTOS INFANTIS PRONTO PARA CONSUMO?

R. As principais características incluem o sistema de fechamento e o acabamento do gargalo, ambos responsáveis pela manutenção de vácuo e conservação do produto. O tipo de vidro é o mesmo para embalagens em geral quem é o sílico-sodo-cálcico, devidamente temperado para suportar as elevadas temperaturas de esterilização e acondicionamento. Diversos sistemas de fechamento foram desenvolvidos nos últimos 20 anos de maneira a favorecer a abertura e fechamentos posteriores, inclusive sem uso de quaisquer tipos de abridores ou outros objetos.

19. PORQUE AS CONSERVAS ALIMENTÍCIAS EM EMBALAGENS DE VIDRO COM TAMPA DO TIPO GARRA-TORÇÃO (TWIST-OFF), PERDEM VÁCUO DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO DO PRODUTO ACONDICIONADO?

R. As tampas garra-torção são eficientes quando se apresentam estritamente dentro dos padrões de qualidade para tal finalidade. Características como a espessura, qualidade das garras, quantidade e distribuição dos vedantes e diâmetro sem ovalização, dentre outras, influenciam sobremaneira a vedação. O acabamento do gargalo dos frascos de vidro em relação à espessura do espelho superior onde assenta o vedante da tampa, a falta de material ou descontinuidade ou até mesmo o acabamento da superfície de vedação. A falta de material nos segmentos de rosca pode não permitir a pressão de aperto nos cabeçotes de fechamento, fatores inerentes aos materiais. Alguns fatores relacionados ao acondicionamento também podem não favorecer a formação de vácuo, tais como: reduzido espaço livre, inferior a 10% do volume total e temperatura de envase do produto.

20. DO PONTO DE VISTA DE CONSERVAÇÃO, AS EMBALAGENS DE VIDRO PODEM OFERECER MELHOR PROTEÇÃO EM RELAÇÃO ÀS LATAS DE FOLHAS DE FLANDRES?

R. Ambas as embalagens oferecem excelente proteção e conservação longa para alimentos acondicionados, desde que devidamente herméticas. Uma das vantagens das latas sobre os vidros é em relação à barreira à luz, mas as desvantagens das latas é não mostrar o produto e necessitar, em alguns casos, de objetos para abertura. Os vidros são abertos manualmente. Ainda, as latas possuem dois fechamentos, mais susceptíveis de defeitos de hermeticidade em relação às embalagens de vidro. Outras pequenas vantagens e desvantagens podem ser enumeradas, mas que não afetam sobremaneira a conservação dos produtos.

21. POR QUE AS MAMADEIRAS DE VIDRO FORAM SUBSTITUÍDAS POR PLÁSTICOS? QUAIS AS PRINCIPAIS VANTAGENS?

R. Com o desenvolvimento dos materiais plásticos, algumas embalagens de vidro foram substituídas por diferentes tipos de polímeros, dentre elas as mamadeiras infantis. Especificamente para tal aplicação, o material plástico deveria resistir às sucessivas lavagens e esterilização em função do uso para recém-nascidos. À época, somente o material policarbonato (PC), atendia tais exigências. Na verdade, essa mudança somente se deu em função do risco de quebra das mamadeiras de vidro, consequentemente danos pessoais e ferimentos, principalmente em crianças. Com o passar dos anos, pesquisas científicas demonstraram que existe a possibilidade de migração do composto Bis-fenol A, monômero que origina o polímero policarbonato e que, supostamente é causador de câncer. Atualmente, as pesquisas continuam sendo feitas e traços de Bis-fenol A ainda são encontrados, porém muito abaixo dos níveis máximos permitidos por legislação de muitos países. Uma corrente de pensamento diz que em se tratando de recém-nascido, em relação ao peso corpóreo da criança, tais níveis ainda podem ser nocivos, mas são opiniões de especialistas que muitas vezes deixam de considerar as legislações como o limite seguro. Atualmente as resinas de policarbonato são muito mais seguras em comparação há 20 anos.

22. EXISTE DIFERENÇA DE CONSERVAÇÃO DAS CERVEJAS ENTRE GARRAFAS DE COR VERDE EM RELAÇÃO ÀS MESMAS GARRAFAS DE COR ÂMBAR?

R. A cor verde em garrafas de vidro destinadas ao acondicionamento de cervejas tipo “Premium” oferece a proteção adequada à estabilidade do componente lúpulo. No caso das cervejas tipo “Padrão”, há maior necessidade de proteção à estabilidade física da sua formulação e, daí, o motivo para o uso da cor âmbar nas garrafas de vidro pasteurizadas em túneis. Do ponto de vista de proteção à radiação na faixa do UV-Visível, as cores mais escuras e mais opacas oferecem maior proteção à transmitância de luz.

23. QUAL A IMPORTÂNCIA DO ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE PLANA (ESPELHO) DO GARGALO DE EMBALAGENS DE VIDRO PARA O ACONDICIONAMENTO DE CONSERVAS ALIMENTÍCIAS?

R. A planicidade, bem como o acabamento geral da superfície da boca das embalagens de vidro são de extrema importância para o adequado assentamento da borracha de vedação existente nas tampas após o torque de fechamento e, consequentemente, formação de vácuo e manutenção da estabilidade declarada no rótulo. Imperfeições na superfície de

vedação das embalagens podem causar muitos problemas associados à eficiência da borracha de vedação, tais como: cortes, danos físicos, deformações irreversíveis, entre outros. Esses problemas associados aos valores de torque de fechamento, também podem favorecer a baixa qualidade na formação de vácuo após o resfriamento do produto-embalagem.

24. COMO A RESISTÊNCIA MECÂNICA DAS EMBALAGENS DE VIDRO PODE SER INFLUENCIADA PELAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS EXTERNAS DAS EMBALAGENS?

R. A resistência mecânica das embalagens de vidro está diretamente relacionada à presença de defeitos microscópicos – trincas – existentes na superfície do vidro, decrescendo com o aumento da profundidade da trinca ou da somatória das trincas. As trincas podem ser originadas por meio de diferentes processos, tais como: trincas mecânicas, causadas por impacto, riscos profundos e abrasão. Podem, ainda, ser por meio dos processos de fabricação da embalagem, como: choque térmico, inclusões de substâncias na fusão e dobras ou rugas. Com o advento dos processos de proteção às superfícies externas das embalagens, elas ficaram mais resistentes durante as etapas de fabricação e utilização do produto.

25. QUAIS AS PRINCIPAIS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS EM EMBALAGENS DE VIDRO NAS ÚLTIMAS DÉCADAS?

R. Muitas inovações associadas aos processos de fabricação de embalagens de vidro, bem como àquelas associadas ao ambiente e reciclagem, tornaram o mercado mais competitivo e dinâmico. Novos equipamentos e sistemas de controle de processo a fim de corrigir defeitos e redução de descartes, implantação de sistemas da qualidade tornando os processos com maior produtividade além de aumentar a qualidade das embalagens; Sistemas de fabricação de moldes com maior controle de superfície e dimensões, proporcionando maior diversidade em desenhos e formatos; aumento do uso de cacos de vidros em percentuais maiores, proporcionando maior estabilidade durante a fusão e formulação do vidro; ofertas de embalagens retornáveis mais seguras e resistentes para uso em bebidas com gás; intensificação da redução de peso (gramas) pelo emprego de processos mais avançados, tais como; o processo de soprado-soprado para mercados como embalagens para cervejas de abertura fácil, entre outras.

26. O USO DE RÓTULOS TERMO ENCOLHÍVEIS UTILIZADOS EM EMBALAGENS DE VIDRO PODEM OFERECER ALGUM TIPO DE PROTEÇÃO MECÂNICA EXTERNA E CONTRA A RADIAÇÃO (UV-VISÍVEL) EM PRODUTOS SENSÍVEIS À LUZ?

R. Todos os rótulos que envolvem as embalagens de vidro em quase sua totalidade oferecem elevada resistência a abrasão, evita a projeção de fragmentos de vidro em caso de ruptura e são adaptáveis a qualquer formato desenho de embalagem. Atualmente, utilizam-se os rótulos do tipo 360 graus que envolvem as paredes da embalagem, prevenindo o contato com outras embalagens. Também, é comum os rótulos laminados contendo papel e plástico que proporcionam boa proteção à superfície das embalagens. Os rótulos termo encolhíveis de plásticos são mais eficientes em relação à proteção mecânica e à radiação, dependendo da sua composição, que podem ser fabricados em diversas cores e metalizados.

27. ATUALMENTE EXISTE GRANDE DISCUSSÃO EM SUBSTITUIR AS EMBALAGENS DE VIDRO PARA EMBALAGENS DE PLÁSTICOS (PET) PARA CAFÉS SOLÚVEIS. QUAIS OS PRINCIPAIS PROBLEMAS TÉCNICOS E COMERCIAIS RELACIONADOS?

R. Os maiores problemas técnicos e de conservação do café solúvel residem na barreira ao vapor de água das embalagens de PET – inferior às embalagens de vidro, mesmo que o sistema de fechamento se mantenha o mesmo e a barreira aos gases em manter a atmosfera interna das embalagens adequada à conservação do produto. Quando o café solúvel absorve água, ocorre aumento da acidez, tornando-o alterado sensorialmente. Do ponto de vista comercial, não existe qualquer impedimento em substituir as atuais embalagens de vidro por embalagens de PET quando é levado em consideração toda a cadeia de embalagem em suas mais diversas etapas. Além disso, é possível fabricar a embalagem de PET em linhas de acondicionamento de café, enquanto que a embalagem de vidro é uma dificuldade muito grande. No caso de transporte, seja nacional ou internacional, as embalagens de PET são muito mais econômicas pelo peso reduzido em relação às embalagens de vidro.

28. COMO PODEM SER EXPLICADAS AS REAÇÕES DA ÁGUA COM O VIDRO APÓS LONGO TEMPO DE CONTATO? QUAIS OS MECANISMOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS NAS REAÇÕES ENTRE O VIDRO E A UMIDADE DA ATMOSFERA?

R. As reações da água com o vidro é um ataque hidrolítico, que acontece quando o período de contato do vidro com a água for muito longo. Deve ser levado em consideração o tipo de solução e o pH da água. Soluções ácidas diluídas são mais agressivas que as soluções concentradas. Essa reação hidrolítica ocorre em duas etapas. Primeiro ocorre um ataque primário no qual os íons sódio e potássio são substituídos pelos íons hidrogênio e, em

seguida ocorre o ataque secundário que é o rompimento das ligações da estrutura (Si-O-Si), levando à dissolução do vidro. De outro lado, a degradação superficial do vidro plano pela ação da umidade atmosférica leva ao aparecimento de pequenas crateras, descascamento e manchas visíveis. Outra reação que ocorre em vidros, mas não relacionada às embalagens, é o que chamamos de “intemperismo” e iridescência – efeito parecido ao do arco-íris, cuja cor muda em função do ângulo de observação.

29. É POSSÍVEL OCORRER MIGRAÇÃO DE METAIS DO VIDRO PARA OS PRODUTOS ACONDICIONADOS NO TEMPO DE VALIDADE DO PRODUTO?

R. Alguns estudos constantes na literatura científica, principalmente na área farmacêutica, mostram resultados de migração de alguns metais componentes de embalagens de vidro quando em simulação de tratamento em temperatura de esterilização por tempo prolongado. Os diferentes tipos de vidro apresentam comportamento diferentes, por exemplo, os vidros do tipo I (indústria farmacêutica) são mais inertes quando comparados com os vidros tipo II (indústria de alimentos e bebidas) no que diz respeito a migração de metais da composição. Em função do período considerado curto de contato com alimentos, bem como as condições de tratamento térmico a que são submetidos, a possibilidade de migração de componentes d vidro para os produtos é insignificante.

30. AO LONGO DOS ANOS A INDÚSTRIA VIDREIRA JUNTAMENTE COM A INDÚSTRIA DE TAMPAS VEM DESENVOLVENDO SISTEMAS DE FECHAMENTO MAIS PRÁTICOS EM TERMOS DE ABERTURA E SEGURANÇA CONTRA VIOLAÇÃO. ESSE FATO TEM SENSIBILIZADO A SOCIEDADE PARA USO DE EMBALAGENS MAIS SUSTENTÁVEIS?

R. Em geral, as embalagens de vidro necessitam de sistemas de fechamento adequados e compatíveis, além de serem adequados às diferentes aplicações. A maioria das reações que ocorrem em alimentos acondicionados em embalagens de vidro estão relacionados ao desempenho insatisfatório do tipo de tampa. Atualmente existe uma variedade grande de tipos de tampas, cada qual adequada ao tipo de terminação da embalagem. Algumas características devem ser observadas na seleção de um sistema de fechamento de embalagens de vidro para alimentos e bebidas. Essas características incluem a manutenção da hermeticidade e segurança contra violação, não interagir com os alimentos. Deve ser prático, permitindo facilidade de abertura e fechamento posterior, mostrar eficiência com os equipamentos mais modernos, além de ser adaptável às diferentes terminações das embalagens de vidro. O uso de materiais mais “amigos” do ambiente na fabricação de tampas é desejável e atualmente mais correto em termos de sustentabilidade.

EMBALAGENS METÁLICAS

1. COMO SE INICIA AS REAÇÕES DE TRANSFORMAÇÃO DE ALIMENTOS ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS METÁLICAS DE FOLHAS DE FLANDRES E QUAIS SÃO OS MOTIVOS DESSA OCORRÊNCIA?

R. As reações que envolvem as alterações organolépticas após o acondicionamento e durante a estocagem, dependem do tempo e da temperatura. Essas reações provocam mudanças no sabor, aroma, cor, textura e perdas no valor nutritivo. Em relação à composição nutricional, ou seja, proteínas, lipídeos e carboidratos, as alterações não são significativas em produtos em latas em temperatura ambiente. A estabilidade dos produtos em lata é determinada pela taxa de corrosão que possa ocorrer na embalagem – consequência dessa possível ocorrência é a migração de metais para os alimentos, consequentemente perda do valor nutricional e alterações significativas nas características sensoriais. Outra situação que pode desencadear problemas de deterioração de alimentos em latas é o crescimento microbiológico que pode acontecer por sub processamento do produto ou por defeitos na recravação das latas, perdendo a hermeticidade, consequentemente entrada de ar e crescimento de microrganismos.

2. QUAL A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RESFRIAMENTO DE LATAS METÁLICAS LOGO APÓS A ETAPA DE RE CRAVAÇÃO DAS LATAS E QUAL A SUA RELAÇÃO COM A DETERIORAÇÃO POR VAZAMENTO?

R. Após as operações de recravação de latas de folha de flandres é comum aplicar jatos de água para remoção de resíduos oriundos do transbordamento de salmouras e outras sujeiras das latas. Alguns fenômenos podem ocorrer, entre eles a corrosão externa por contaminantes corrosivos, tais como a umidade. Trata-se de corrosão conhecida por filiforme que é uma corrosão por fresta que pode ocorrer numa superfície metálica sob revestimento orgânico. A qualidade da água, a secagem inadequada, o tipo de rótulo com adesivos com material corrosivo. Produtos que podem sair da embalagem, causam a chamada corrosão secundária que ataca as latas no entorno da embalagem com problema, em seu lado externo.

3. QUAL O PRINCÍPIO DA TECNOLOGIA ENVOLVIDO NA REALIZAÇÃO DA SOLDAGEM ELÉTRICA PARA A FABRICAÇÃO DE LATAS DE FOLHA DE FLANDRES DE 3 PEÇAS?

R. A soldagem lateral de latas de folha de flandres através de processo elétrico é uma soldagem proporcionada por resistência onde ocorre a fusão instantânea de metais,

alcançada pelo efeito de aquecimento pela passagem de uma corrente por meio de uma resistência elétrica e com auxílio da aplicação de pressão. Ao final, obtém-se uma soldagem homogênea, cuja resistência mecânica é superior àquela do material ligado.

4. COMO ACONTECE A CORROSÃO EM LATAS DE ALUMÍNIO PARA REFRIGERANTES COM GÁS, PRINCIPALMENTE OS DO TIPO COLA?

R. Trata-se de um caso de corrosão por “pitting”, favorecido pelo pH dos refrigerantes, principalmente aqueles do tipo cola. Nas embalagens de alumínio verifica-se o fenômeno da corrosão, baseado na interação do produto com o material metálico, além do fenômeno de migração quando o metal é revestido com vernizes orgânicos. A corrosão por “pitting” se desenvolve em latas de alumínio, de maneira geral, quando a temperatura do ambiente no qual as embalagens estão expostas é alta, isto é, principalmente no período do verão. A corrosão por “pitting” se desenvolve na direção da espessura da embalagem, resultando na perfuração da lata e vazamento do produto acondicionado. Ressalta-se que, conforme relatos das indústrias, esse problema é observado entre 15 a 20 dias após o enchimento da bebida, ocorrendo muitas vezes ainda na expedição da indústria engarrafadora. Fatores associados à temperatura, tais como formulação das bebidas, incluindo a qualidade das águas industriais, podem exercer alguma atividade de favorecimento do processo que desencadeia a corrosão por “pitting”.

5. AS EMBALAGENS DE FOLHA DE FLANDRES DE DUAS PEÇAS (CORPO E FUNDO) OFERECEM MELHOR PROTEÇÃO EM RELAÇÃO ÀS LATAS DE ALUMÍNIO TAMBÉM DE DUAS PEÇAS PARA BEBIDAS CARBONATADAS?

R. Ambas as embalagens possuem tampas de alumínio com abertura do tipo “stay on tab” e, o semi corte do anel de abertura pode sofrer dilatação com a elevação da temperatura do produto e, conseqüentemente, aumento da pressão interna e perda de gás por essa região. O alumínio pode expandir mais em relação à folha de flandres, mas ambas oferecem a mesma proteção em condições normais de manuseio, estocagem, transporte e comercialização. A resistência mecânica das latas de FF é maior e, portanto, deve proteger mais o produto em relação à impacto, amassamentos e oscilação de temperatura.

6. A PARTIR DAS ORIGENS DAS MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE FOLHAS DE FLANDRES E DE ALUMÍNIO, QUAL DAS EMBALAGENS SOMA MAIS REQUISITOS PARA ALCANÇAR A SUSTENTABILIDADE NA ATUAL DÉCADA?

R. Para que uma embalagem seja considerada sustentável, deve garantir uma série de itens no processo de produção visando o mínimo de impacto ambiental. O desenvolvimento do material de embalagem ideal para proteger o produto não é mais suficiente, é preciso raciocinar também se o material é proveniente de fontes renováveis, se é reciclável, biodegradável, como também pensar sobre o peso(gramas), espessura(mm) e o preço. A massa(kg) de material utilizado está diretamente ligada à necessidade de recursos naturais, portanto, quanto menor, melhor. Se a embalagem oferece orientação ao consumidor para que seja reaproveitada ou reciclada e tenha um destino correto, ganha pontos para alcançar a sustentabilidade. Atualmente no Brasil e em muitos países desenvolvidos, o material alumínio vem sendo preferido em relação ao aço para a fabricação de embalagens, muito embora sejam os dois materiais obtidos de fontes primárias e esgotáveis. No conjunto das características de ambos os materiais, o alumínio leva certa vantagem sobre o aço no setor de embalagens.

7. PARA QUAIS PRODUTOS AS EMBALAGENS DE AÇO PODEM SER USADAS SEM REVESTIMENTO DE ESTANHO? A CAMADA DE ESTANHO NAS FOLHAS DE AÇO EXERCE INFLUÊNCIA NA QUALIDADE FINAL DA EMBALAGEM?

R. O revestimento de estanho sobre a folha de aço de baixo nível de carbono é feita para proteger contra efeitos da corrosão e seu custo está diretamente relacionado a gramatura aplicada – folha de flandres, porém é possível utilizar - um tipo de folha sem a camada de estanho – folha não revestida, para produtos que não ofereçam a possibilidade de interação com o metal e, conseqüentemente desenvolver reações de corrosão, tais como: produtos secos em pó, granulados ou óleos comestíveis. O revestimento de estanho proporciona melhor aparência às folhas e para cada aplicação a gramatura pode variar em função do grau de agressividade do produto a ser acondicionado.

8. AS LATAS DE AÇO REVESTIDAS COM FILMES PLÁSTICOS SÃO AMBIENTALMENTE MAIS SUSTENTÁVEIS QUANDO COMPARADAS COM AS MESMAS EMBALAGENS COM REVESTIMENTOS DE VERNIZES ORGÂNICOS?

R. As latas laminadas com filmes plásticos são do tipo não revestidas – sem a camada de estanho e, as latas com aplicação de vernizes, podem ser também do tipo não revestidas, para algumas aplicações. As latas feitas de folhas de flandres – com camada de estanho,

também são revestidas e consideradas menos sustentáveis quando comparadas com as não revestidas. Do ponto de vista do uso de menos materiais oriundos da natureza podem ser consideradas mais sustentáveis. Entretanto, no caso em questão, ambas estão em mesmo nível em termos de impactos ambientais, salvo pela gramatura dos revestimentos de plásticos que são superiores às camadas de vernizes aplicados.

9. POR QUE AS EMBALAGENS METÁLICAS AINDA SÃO CONSIDERADAS AS MAIS ADEQUADAS PARA O ACONDICIONAMENTO DE PRODUTOS TERMOPROCESSADOS, TENDO EM VISTA QUE ATUALMENTE JÁ É POSSÍVEL UTILIZAR OUTROS TIPOS DE MATERIAIS TAMBÉM RESISTENTES AOS TRATAMENTOS TÉRMICOS?

R. Uma das várias características mais importantes é a manutenção da hermeticidade ao longo da vida útil, ou seja, impede o contato do produto com os fatores extrínsecos, responsáveis pelas alterações indesejáveis em alimentos acondicionados. Além disso, não interage com o produto e mantém as condições de esterilização comercial, garantindo, assim a qualidade do produto desde a fabricação até o consumo final. Do ponto de vista estratégico, para suprir possível falta de alimentos em situações anormais de guerras, conflitos regionais, pandemias, entre outros, as embalagens metálicas poderão dar proteção por longos tempos em relação a outros tipos de materiais, pelo conjunto das propriedades.

10. QUAIS SÃO AS MAIORES CAUSAS DOS PROBLEMAS QUE OCORREM DURANTE A REGRAVAÇÃO DE EMBALAGENS METÁLICAS DE FORMATOS CILÍNDRICOS?

R. Com a evolução das tecnologias de equipamentos e da indústria siderúrgica de aço, muitos problemas praticamente deixaram de existir na fabricação de materiais e embalagens metálicas, porém alguns problemas ainda ocorrem durante o manuseio e acondicionamento dos produtos em linhas automáticas de envase. Algumas variações ainda ocorrem durante a regravação de latas, tais como: dureza das folhas de flandres, espessura nominal que afetam os ajustes das recravadeiras. Cada equipamento de regravação possui características próprias que podem influenciar a regravação. Outros fatores, como a temperatura na qual é realizada a regravação das latas, o atual estado mecânico de funcionamento das recravadeiras, incluindo os respectivos ajustes dos seus roletes e das contra placas, a qualidade dos revestimentos interno e externo que altera a condição superficial das folhas, entre outros. A qualidade dos flanges das latas, bem como a planicidade das tampas e fundos e a distribuição e massa (gramas) do vedante de borracha podem afetar a qualidade da regravação e a manutenção da hermeticidade das embalagens.

11. QUAIS SÃO OS CUIDADOS QUE DEVEM SER TOMADOS EM RELAÇÃO A ESTABILIDADE DE BEBIDAS COM GÁS EM EMBALAGENS METÁLICAS DE ALUMÍNIO QUE SÃO SUBMETIDAS A TRATAMENTOS TÉRMICOS DE PASTEURIZAÇÃO?

R. Alguns problemas provocados pela elevação da pressão interna em latas de alumínio de cervejas que são submetidas ao tratamento de pasteurização, estão relacionados à dilatação do semi corte do anel de abertura da lata. Como consequência a esse aumento de pressão, ocorre perda de gás por essa região de abertura e alteração sensorial das bebidas. Cuidados devem ser verificados também com a resistência mecânica das latas de alumínio quando ainda em temperatura acima da temperatura do ambiente para evitar amassamentos desnecessários com deformação da tampa e, também perda de gás.

12. A MAIS POPULAR ENTRE TODAS AS BEBIDAS ISOTÔNICAS TEVE SEU LANÇAMENTO EM EMBALAGENS METÁLICAS, MAS COM O PASSAR DO TEMPO, A EMPRESA DESCOBRIU ALGUNS PROBLEMAS DE ESTABILIDADE E SUBSTITUIU-AS PELAS EMBALAGENS DE VIDRO. NESTAS EMBALAGENS, O SISTEMA DE FECHAMENTO ERA FEITO POR MEIO DE TAMPAS METÁLICAS DO TIPO GARRA-TORÇÃO (GT), MUITO UTILIZADA EM FRASCOS DE CONSERVAS ALIMENTÍCIAS. ATUALMENTE, AS EMBALAGENS SÃO DE PET COM TAMPA SELO DE ALUMÍNIO E SOBRE TAMPA DE PLÁSTICO DE ROSCA. COMO EXPLICAR QUE O MESMO PRODUTO QUE PASSOU POR TRÊS MATERIAIS DE EMBALAGENS DIFERENTES ATÉ O MOMENTO, AINDA MANTÉM A MESMA CONSERVAÇÃO?

R. Devido ao tratamento térmico, concomitantemente com o acondicionamento a quente, necessários à sua conservação, as embalagens necessitam oferecer resistência ao enchimento e, também, certa rigidez de parede para suportar o colapsamento (depressão) após o resfriamento do produto e formação de vácuo. À época, as embalagens disponíveis eram as metálicas de folha de flandres e frascos de vidro. Atualmente, as embalagens de poli (etileno tereftalato) – PET com tratamento de termofixação – suportar envase à quente, são utilizadas para produtos dessa natureza, aliadas a um desenho com painéis frontais para amortecer as deformações causadas pela formação de vácuo. A estabilidade do produto declarada no rótulo do produto é perfeitamente compatível com a barreira oferecida pela embalagem.

13. AS MESMAS LATAS DE ALUMÍNIO PARA BEBIDAS COM GÁS SÃO UTILIZADAS PARA BEBIDAS SEM GÁS COMO CHÁS, SUCOS PRONTOS PARA BEBER, ISOTÔNICOS E OUTRAS. ALGUMAS BEBIDAS SÃO PASTEURIZADAS APÓS O ENCHIMENTO E A LATA DEVE RESISTIR AO TRATAMENTO TÉRMICO E, PRINCIPALMENTE AO COLAPSO, APÓS O RESFRIAMENTO. COMO SE DEU ESSA ADAPTAÇÃO?

R. A lata de alumínio de parede reta desenvolvida especialmente para suportar o

acondicionamento de bebidas com gás carbônico, ou seja, de pressão positiva o que, em função da fragilidade da parede, a pressão interna aumenta a resistência da parede, evitando deformações durante o comprimento das funções básicas de uma embalagem. A alternativa encontrada para utilização dessas mesmas embalagens para produtos sem gás foi a adição de nitrogênio líquido antes da recravação das latas. Após fechadas, o nitrogênio muda para o estado gasoso, aumentando a pressão interna, conseqüentemente a resistência da parede da embalagem.

14. QUE TIPO DE VERNIZ É UTILIZADO NAS LATAS DE FOLHA DE FLANDRES PARA “CORNEB BEEF” DESTINADO AOS MERCADOS NACIONAL E INTERNACIONAL?

R. A lata tradicional utilizada para acondicionar “Corned beef” é a do tipo troncopiramidal com chave. Isso se faz necessário para facilitar a extração do produto sem, no entanto, desfazer a forma original obtida durante o processamento térmico. Caso a lata possuir elevada camada de estanho, não há necessidade de verniz, mas se a camada de estanho for baixa, o verniz adequado é o epóxi-fenólico com pasta de alumínio na face interna. Na face externa, o verniz mais adequado é o do tipo éster-epoxi.

15. AINDA HÁ DÚVIDAS POR PARTE DOS CONSUMIDORES LEIGOS SOBRE COMPRAR OU NÃO COMPRAR LATAS DE CONSERVAS ALIMENTÍCIAS COM AMASSAMENTOS NAS LATERAIS. QUAL A (S) VERDADEIRA (S) RAZÃO (ÕES)?

R. Há alguns anos diziam-se que latas amassadas poderiam ocorrer desprendimento de vernizes de proteção e se misturarem aos alimentos. Além disso, dependendo do grau do amassamento havia a possibilidade de comprometer a recravação das latas, como consequência, perda da hermeticidade e comprometimento da qualidade do conteúdo. Entretanto, não era totalmente verdade tais desconfianças e, para desmitificar tais comentários, as indústrias de vernizes desenvolveram formulações de vernizes mais flexíveis ao ponto de resistir aos amassamentos por impacto das latas e, supostos desprendimentos. Desencadeou-se uma campanha grande com todos os envolvidos desde a produção até os supermercados no sentido de manusear com mais cuidado as latas a fim de evitar problemas de amassamentos e exposição em prateleiras nos pontos de vendas.

16. QUAIS SÃO OS FATORES PARA A NÃO FORMAÇÃO DE VÁCUO EM EMBALAGENS METÁLICAS APÓS O SEU PROCESSAMENTO TÉRMICO?

R. Ao aquecer os produtos eles se expandem e aumentam de volume e, quando são resfriados, retornam ao seu estado normal pela redução de volume. Durante o fechamento

das latas de folha de flandres, problemas podem ocorrer na recravação, impedindo a formação de vácuo após o resfriamento. Nesse caso pode ser a partir de defeitos de sobreposição dos ganchos da tampa e da lata, falha de vedante, ajustes dos roletes e contra placa e suas variações. Além disso, o fechamento pode ser comprometido pelo excesso de enchimento das latas. Certamente que estes e outros problemas associados comprometem a hermeticidade das latas. Espaço vazio reduzido, temperatura de enchimento do produto e exaustão deficiente poderá reduzir a possibilidade de formação de vácuo após o resfriamento do produto. Tanto o vácuo como o espaço livre são dependentes das operações de exaustão e da temperatura do produto na operação de fechamento das latas.

17. QUAL O PROPÓSITO PRINCIPAL DA MANUTENÇÃO DE UM VÁCUO ADEQUADO NO INTERIOR DAS EMBALAGENS METÁLICAS?

R. A manutenção de vácuo é de extrema importância porque evidencia que o meio interno está completamente isolado do meio externo. Os fatores extrínsecos que afetam a estabilidade dos alimentos incluem o oxigênio, temperatura, radiação e vapor de água. A formação de vácuo pela eliminação do oxigênio evita muitas reações de transformação que ocorrem em alimentos enlatados. Para produtos que são acondicionados com atmosfera natural, essas reações tornam a vida útil dos produtos muito reduzidas em relação aos produtos que são acondicionados sob vácuo.

18. QUAL A INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DOS PRODUTOS NO COMPORTAMENTO DAS FOLHAS DE AÇO PARA EMBALAGENS DE CONSERVAS ALIMENTÍCIAS FRENTE À CORROSÃO ELETROQUÍMICA?

R. Muitos produtos de diferentes tipos podem ser acondicionados em embalagens metálicas de folha de flandres, mas a vida útil de cada um deles é muito diferente, e isso pode ser explicado pelas características individuais de cada um em relação ao processo de corrosão. Principalmente as características de pH, acidez e outras físico-químicas, podem acelerar ou inibir a corrosão do metal. O processo característico de corrosão da maioria dos produtos enlatados é por meio da oxidação do estanho e redução dos íons hidrogênio. Em se tratando de folha de flandres, a acidez do produto exerce forte ação nesse sentido e, não existe uma proporção entre o nível de acidez e o de corrosão da folha de flandres. Essas reações irão depender muito de fatores associados da qualidade da embalagem com a composição do produto – tipos de ácidos predominantes e as condições de estocagem.

19. A REDUÇÃO DA ESPESSURA DAS FOLHAS DE AÇO E A REDUÇÃO OU A ELIMINAÇÃO DA CAMADA DE ESTANHO PARA AS EMBALAGENS METÁLICAS PODE SER COMPENSADA PELA APLICAÇÃO DE VERNIZES?

R. A redução da espessura em folhas de aço para embalagens no começo da década de 1980 tinha como objetivo a redução de custos, assim como a redução da camada de estanho – haja vista o preço desse metal, que encarecia sobremaneira as embalagens ao final da linha. Novas folhas foram ofertadas no mercado, cada qual com a sua especificidade e preço. As folhas não revestidas somente são usadas para produtos não agressivos quimicamente e podem ser usadas sem vernizes, mas para produtos agressivos, as folhas mais recomendadas são as de flandres com menor ou maior revestimento de estanho e aplicação de vernizes.

20. O TRATAMENTO DE PASSIVAÇÃO APLICADO SOBRE A SUPERFÍCIE DE FOLHAS DE FLANDRES CONVENCIONAL É REALIZADO COM QUAIS OBJETIVOS?

R. Trata-se de um tratamento eletroquímico na superfície das folhas de aço com a finalidade de proteger a camada de estanho contra a corrosão e retardar ou inibir a formação de estanho livre, além de contribuir para a aderência das tintas e vernizes, bem como prevenir contra o aparecimento das manchas provenientes das reações de sulfuração – reações do elemento enxofre das proteínas com o estanho das folhas.

21. OS REVESTIMENTOS DE ESTANHO OU CROMO EM LATAS DE AÇO SÃO DIFERENTES EM AMBOS OS LADOS?

R. Os revestimentos de estanho e cromo podem ser iguais ou diferentes nas duas faces das folhas, mas dependendo do produto a face de maior revestimento deverá ser a interna por apresentar maior resistência à corrosão. Essas folhas são chamadas de “diferenciais” e apresenta uma identificação na face de maior revestimento.

22. ATUALMENTE, QUAL A METODOLOGIA MAIS CONFIÁVEL PARA IDENTIFICAR OS DIFERENTES VERNIZES DE REVESTIMENTO DE EMBALAGENS METÁLICAS DESTINADAS A APLICAÇÃO EM ALIMENTOS E BEBIDAS EM GERAL?

R. Atualmente a espectroscopia de infravermelho é considerada a técnica mais confiável na identificação de vernizes aplicados na superfície de folhas de flandres de latas para alimentos e bebidas. Ela é baseada no princípio de que as moléculas orgânicas absorvem energia eletromagnética em comprimentos de ondas específicos, de acordo com as ligações entre os átomos daquelas moléculas, mostrando um espectro que posteriormente

é comparado com os espectros padrão de cada tipo de verniz. Métodos químicos podem ser usados também e se baseiam nas propriedades que cada um apresenta em se dissolver em solventes determinados. É muito eficiente para os vernizes mais básicos, tais como: epóxi-fenólico, epóxi-vinílico, fenólico, óleo-resinoso, vinílico, entre outros.

23. APÓS A APLICAÇÃO DE VERNIZES NAS SUPERFÍCIES DE FOLHAS DE AÇO PARA EMBALAGENS, ESTES SÃO SECADOS E CURADOS. QUAL A IMPORTÂNCIA DA CURA DE VERNIZES POLIMÉRICOS PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS EM GERAL?

R. O objetivo da aplicação de vernizes em embalagens metálicas é proteger a folha de contato com os alimentos e prevenir processos de corrosão. No entanto, para que as funções dos vernizes sejam devidamente executadas, é necessário que a primeira etapa de secagem seja eficiente e, logo após, a etapa de cura. Cada verniz possui um tempo e uma temperatura ideal de cura, proporcionando o grau correto de polimerização da resina e excelente aderência às superfícies das folhas metálicas. Quando não se atinge o grau ideal de cura de um verniz, poderá ocorrer problemas de aderência ou induzir a alterações sensoriais nos produtos acondicionados, pela migração de resíduos de solventes. Quando ocorre tratamento de cura demasiadamente longo pelo tempo e ou temperatura fora da faixa, poderá ocasionar aumento da rigidez da película, tornando-a menos resistentes a trincas por esforço mecânico das embalagens nas suas diferentes etapas. Como consequência, exposição da superfície metálica ao produto acondicionado.

24. QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS CAUSAS DO APARECIMENTO DE POROSIDADES EM VERNIZES APLICADOS EM EMBALAGENS METÁLICAS E QUAL AS CONSEQUÊNCIAS?

R. Tais problemas eram muito comuns nas décadas de 1970 e 1980, mas com o avanço das tecnologias de limpeza de superfícies das folhas metálicas, qualidade dos vernizes e processos de aplicação de duas camadas, muitos desses problemas acabaram desaparecendo, mas ainda é possível detectar em situações bem especiais. Diz-se que a porosidade dos vernizes sobre folhas metálicas é a exposição da camada de estanho ao contato com alimentos, havendo a possibilidade de desencadear processo de corrosão. Essa ocorrência pode ser em função da espessura, durante a aplicação, algum tipo de energia de superfície no momento, tais como cargas estáticas, entre outros atribuídas ao processo. De outro lado, poderá ocorrer devido a danos mecânicos, manuseio das folhas e durante a fabricação das embalagens. A remoção eficiente de solventes durante a secagem e cura dos vernizes poderá evitar o aparecimento de poros, assim como o

controle da viscosidade da solução durante o processo para tornar a deposição sobre as folhas metálicas mais eficiente.

25. AS OPERAÇÕES DE PRÉ-PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS, TAIS COMO BRANQUEAMENTO E O ENCHIMENTO PODEM INFLUENCIAR A INTEGRIDADE DA EMBALAGEM METÁLICA E A VIDA ÚTIL DOS PRODUTOS?

R. Não há relatos de problemas dessa natureza em alimentos enlatados nem relacionados a integridade da embalagem no que diz respeito à recravação e manutenção de vácuo, bem como em relação ao tempo de vida útil dos produtos. Tais evidências podem, de certa maneira ficarem claras, quando os parâmetros de processo não forem devidamente controlados no que tange a temperaturas de processamento, níveis de enchimento, contaminação das áreas de fechamento pelo excesso de produto, aplicação de exaustão e outros associados.

26. COMO SE COMPORTA ATUALMENTE O MERCADO DE EMBALAGENS METÁLICAS DE AÇO PARA ALIMENTOS APÓS O ADVENTO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS E DE ALUMÍNIO AO FINAL DA DÉCADA DE 1980?

R. As embalagens metálicas de folha de flandres foram substituídas em mercados importantes, tais como o de óleos comestíveis, bebidas carbonatadas, entre outros de menor volume. Houve uma transformação no setor metalúrgico e a qualidade das folhas atualmente é maior, inclusive em comparação às folhas importadas dos EUA. Além dessa transformação, muitos avanços ocorreram no setor de embalagens metálicas de aço, como novos desenhos de embalagens, redução de espessura, latas de duas peças, semelhantes às de alumínio, novos tipos de folhas metálicas para aplicações específicas, entre outras. Muito em função da mudança de comportamento da sociedade e do aparecimento de polímeros com capacidade para acondicionamento de diversos produtos, esses materiais tomaram conta de um mercado grande de óleos comestíveis, águas minerais e refrigerantes carbonatados. No caso do alumínio, em função do seu valor como sucata, facilidade de fabricação, aspectos de sustentabilidade – á época proporcionando uma embalagem de duas peças, assumiu um nicho de mercado de bebidas carbonatadas alcoólicas e não alcoólicas significativo que pertencia às latas de três peças feitas de folhas de flandres.

27. AS FOLHAS METÁLICAS CROMADAS PARA A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS, SÃO INDICADAS PARA QUAIS PRODUTOS?

R. O desenvolvimento da folha cromada foi uma tentativa de apresentar uma alternativa à folha de flandres, já que os revestimentos de estanho já se mostravam demasiadamente

caros na época, principalmente para países que não possuíam reservas de estanho. Essas folhas recebem compostos de cromo por eletrodeposição, sendo uma camada de cromo metálico e outra de óxido de cromo. As características desse material incluem boa aderência de vernizes, elevada dureza devido ao cromo e boa resistência às reações de sulfuração – nesse caso, somente a reação de enxofre das proteínas com o ferro. Atualmente são utilizadas como tampas e fundos de embalagens para conservas, pescados e outros produtos. Não são recomendadas nem utilizadas para produtos ácidos de maneira geral.

28. COMO OCORREM AS REAÇÕES DE “SULFURAÇÃO” EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS METÁLICAS DE FOLHAS DE FLANDRES?

R. Alguns produtos alimentícios que contêm principalmente proteínas com o elemento enxofre podem provocar reações com os componentes das latas de folha de flandres com revestimento de vernizes, com o ferro e estanho, originando compostos sulfetos que dependendo da reação podem aparecer nas cores preta ou amarronzada. As falhas no revestimento de estanho podem expor a liga Fe/Sn e, conseqüentemente, provocar a reação com enxofre, originando o composto FeS – sulfeto de ferro, de cor e não aderente à superfície. Já a sulfuração com aspecto de marmorização da superfície interna total da lata, ocorre em embalagens sem revestimento de vernizes – latas de creme de leite, com aparecimento de cor roxa, aderida na superfície da lata. Também essa reação poderá ocorrer em latas com revestimento de vernizes por falhas de aplicação ou mesmo do tipo de verniz e sua taxa de permeabilidade.

29. QUAL A DIFERENÇA EM USAR EMBALAGENS METÁLICAS DE DUAS PEÇAS EM RELAÇÃO À EMBALAGEM DE TRÊS PEÇAS PARA PRODUTOS DERIVADOS DE PESCADOS?

R. As embalagens de duas peças apresentam apenas uma área de fechamento, enquanto a de três peças possuem duas áreas de fechamento, o que, por princípio, a primeira apresenta melhor proteção em situações normais de uso. Entretanto, as latas de duas peças de alturas reduzidas são mais fáceis de serem fabricadas e, quando cilíndricas, são mais fáceis de serem recravadas. Como os produtos derivados de pescados são esterilizados, as áreas de fechamento devem resistir às condições sem comprometer a hermeticidade em ambos os casos.

30. AS LATAS DE ABERTURA FÁCIL POSSUEM A MESMA RESISTÊNCIA E VEDAÇÃO EM COMPARAÇÃO COM AS EMBALAGENS QUE NECESSITAM DE ABRIDORES PARA A ABERTURA?

R. As latas de folha de flandres de abertura fácil (full open top) por proporcionarem abertura manual, possuem uma região com um semi corte no diâmetro em volta do anel. Essa região possui menor vedação em relação à espessura da folha da lata que pode favorecer a perda de hermeticidade antes e após o respectivo tratamento térmico. A causa de problemas de vedação poderá ocorrer durante o processamento em temperaturas elevadas, ocasionando dilatação dessa região. Já no caso das embalagens de três peças com abertura a partir do uso de abridores, esse problema não ocorre.

31. AS EMBALAGENS METÁLICAS COM RANHURAS NO CORPO OFERECEM MAIOR RESISTÊNCIA AO COLAPSO EM RELAÇÃO ÀS EMBALAGENS COM PAREDE RETA?

R. Em função da redução da espessura das latas de folha de flandres, elas se tornaram menos resistentes mecanicamente ao colapsamento, empilhamento e ao impacto por queda livre. Uma das alternativas para melhorar a resistência dessas embalagens, criaram-se os anéis no corpo, tornando-as mais resistentes mecanicamente e possibilitando estudos de redução de custos pela alteração da espessura da parede.

32. RECENTEMENTE AS EMBALAGENS DE AÇO DE DUAS PEÇAS (CORPO E TAMPA) PARA BEBIDAS COM GÁS, DEIXARAM DE SER FABRICADAS NO BRASIL. QUAIS OS PRINCIPAIS MOTIVOS?

R. A comercialização das latas de aço de duas peças para bebidas carbonatadas estavam concentradas na região nordeste majoritariamente, muito em função da localização da fabricação. Entretanto, os maiores mercados consumidores dessas bebidas estão localizados nos estados do Sul e Sudeste. Pela localização da fábrica de latas de aço no estado de Pernambuco, o frete tornou-se um problema de custo e transporte dessas embalagens – pelas distâncias, principalmente. Outro fator está associado à complexidade de fabricação das latas de aço e ao custo em relação às latas de alumínio. Nos países da Europa, as empresas alternam o uso de uma em relação à outra cada vez que os preços oscilam, isso porque não deve haver grandes diferenças entre fabricantes e usuários. Do ponto de vista de proteção, ambas são eficientes, mesmo porque as tampas de ambas as latas são de alumínio.

33. O QUE ACONTECEU COM A TECNOLOGIA DE “MICRO RE CRAVAÇÃO” DE LATAS DE FOLHAS DE FLANDRES? EXISTIA DE FATO UMA ECONOMIA SIGNIFICATIVA NA REDUÇÃO DE MATERIAIS?

R. A tecnologia da micro recravação foi desenvolvida para ser uma alternativa à redução de custos das embalagens metálicas frente às mudanças e avanços dos plásticos e embalagens tipo “brick”. Estas reduções de custos estavam associadas à redução de espessura das folhas do corpo, tampa e fundo. Basicamente essa tecnologia é similar à da recravação convencional, mas com as dimensões de altura da recravação, profundidade do rebaixo, gancho do corpo, gancho da tampa e a sobreposição em valores aproximados de 50% inferiores às recravações atuais à época. Tais reduções permitiam o uso de folhas de flandres, por exemplo de 0,16mm de dupla redução. A grande dúvida da tecnologia de micro recravação era a pequena sobreposição linear dos ganchos da tampa e do corpo da lata, de aproximadamente 0,66 mm em média em relação à recravação convencional de 1,29 mm. Somado a isso, uma redução de aproximadamente 70% do vedante presente na tampa e fundo. Os entraves associados ao licenciamento da Patente dessa tecnologia, talvez possa ter sido um das causas do não sucesso e evolução da invenção.

34. POR QUE OS DIFERENTES SISTEMAS DE FECHAMENTO E ABERTURA DE LATAS DE FOLHAS DE FLANDRES NÃO CONSEGUIRAM SUSTENTAR OS DIFERENTES MERCADOS PARA ESSAS EMBALAGENS?

R. Muitas tecnologias relacionadas aos sistemas de fechamento de embalagens metálicas foram desenvolvidas proporcionadas pelos avanços e mudanças nas tendências da sociedade, bem como em função dos espaços ocupados por outros tipos de embalagens, principalmente as de plástico e cartonadas tipo “brick”. Mudanças associadas à conveniência, vida moderna, geografia, crescimento da população, composição familiar, entre outras, proporcionaram o uso intenso de materiais plásticos e seus derivados em substituição às embalagens metálicas. É fato que novos sistemas de abertura de latas proporcionaram maior praticidade dessas embalagens sem, no entanto, comprometer a estabilidade dos produtos, porém, tais avanços não mostraram os êxitos esperados pelos fabricantes de latas.

EMBALAGENS DE PAPEL, CARTÃO, PAPELÃO ONDULADO E MADEIRAS

1. QUAIS AS VANTAGENS DO USO DE CARTÕES A PARTIR DE FIBRAS DE BAMBU EM RELAÇÃO ÀS FIBRAS DE PINUS E OU EUCALIPTO PARA A FABRICAÇÃO DE CARTUCHOS DIVERSOS?

R. As fibras de bambu são do tipo fibras longas. O comprimento está entre 2 e 3 mm, em relação a 4 a 6 mm das fibras de pinus e, 0,7 a 1,2 mm das fibras de eucalipto. As fibras de bambu possuem elevada resistência, podendo substituir as fibras de pinus até em papéis Kraft pardo, utilizados na fabricação de sacos de cimento, por exemplo. As fibras de bambu podem ser usadas na fabricação de sacos multifoliados, caixas de papelão ondulado, cartões simplex e duplex, além de uma variedade de outros tipos de papéis de embalagem. Caso sejam misturadas com fibras curtas em proporções diferentes, é possível obter diversos tipos de papéis. O bambu contém sílica e amido, o que não ocorre no pinus e no eucalipto. Esses compostos devem ser removidos do processo de fabricação de celulose por meio de tecnologias simples e já dominada.

2. É POSSÍVEL UTILIZAR REVESTIMENTOS À BASE DE BIOPOLÍMEROS PARA MELHORAR A IMPERMEABILIZAÇÃO DAS FACES DE PAPEIS, CARTÕES E PAPELÕES ONDULADOS?

R. As embalagens de papel, cartões e caixas de papelão podem ser impermeabilizadas com biopolímeros à base de polissacarídeos, proteínas e lipídeos em substituição aos revestimentos derivados do petróleo. Tais revestimentos podem proporcionar barreira aos óleos e gorduras e aos aromas e odores pela impregnação das fibras, reduzindo a absorção dessas substâncias. Além dessas funções, os revestimentos à base de biopolímeros podem ser veículos para adição de conservantes e ou substâncias utilizadas em embalagens ativas.

3. COMO SÃO ESPECIFICADAS AS EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE PARA GRAMPOS METÁLICOS E LINHAS PARA AS EMBALAGENS DE CHÁS FORMATO SACHÊS?

R. Os acessórios e produtos utilizados em embalagem de alimentos e bebidas em geral devem seguir rigorosamente as mesmas normas reguladoras para os materiais de embalagens. Esses materiais não devem transmitir qualquer tipo de contaminante, seja intencional ou acidental. No caso dos grampos, não devem desprender metais pesados e ou alterar as características sensoriais dos chás. Quanto às linhas ou barbantes, devem

apresentar pH compatível com a legislação e, não devem, à semelhança dos grampos, contaminar com substâncias químicas oriundas da fabricação do algodão nas sucessivas lavagens para a etapa da fiação.

4. QUAIS SÃO AS EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE PARA PALITOS DE MADEIRA PARA SORVETES?

R. As madeiras utilizadas na fabricação de produtos e ou acessórios de embalagens para contato com alimentos devem seguir a legislação sobre materiais celulósicos em contato com alimentos da ANVISA e Mercosul. Os parâmetros de qualidade de madeiras para contato com alimentos não devem apresentar resíduos oriundos da sua fabricação, incluindo resíduos contaminantes de substâncias químicas utilizadas na conservação das madeiras quando ainda no campo.

5. UM DOS CONTAMINANTES PRESENTES EM MADEIRAS E CELULOSES EM GERAL É O TRI-CLORO-ANISOL – TCA. COMO SE DÁ O APARECIMENTO DESSE COMPOSTO EM MATERIAIS CELULÓSICOS DE EMBALAGENS?

R. Esse composto é oriundo da reação do tri-cloro-fenol, utilizado como conservante de madeiras para evitar o aparecimento de fungos quando a umidade desses materiais está acima de 7%. Trata-se de uma reação de oxi-metilação realizada por enzimas do trato intestinal de fungos, transformando o grupo fenol em um grupo éter. O TCA é perceptível pela intensidade de sabor, mesmo em níveis de ng/kg encontrados nas rolhas de vinhos e até em palitos de sorvetes. O TCA não é nocivo aos fungos e eles permanecem na celulose, porém descaracterizando em muito a qualidade sensorial dos produtos.

6. QUAL A FUNÇÃO DAS ÁREAS “VINCADAS-RECARTEILHADAS” EXISTENTES NO CORPO DOS CARTUCHOS UTILIZADOS NAS INDÚSTRIAS FARMACÊUTICAS, DE ALIMENTOS, ENTRE OUTRAS?

R. As áreas vincadas-recartilhadas em cartuchos possuem a função de facilitar a montagem em linhas automáticas de acondicionamento de altas velocidades, principalmente em cartuchos de dimensões reduzidas em comprimento, largura e altura. Durante a fabricação dos cartões, pode ocorrer variação da espessura e gramatura e isso pode ter influência tanto na fabricação dos cartuchos, como também durante o uso em máquinas automáticas de acondicionamento. Então, é uma maneira de consertar desvios oriundos das variações das fibras na composição dos cartões para a fabricação dos mais diferentes cartuchos.

7. QUAL A COMPOSIÇÃO DO PAPEL MIOLO ONDULADO USADO NA FABRICAÇÃO DAS CAIXAS DE PAPELÃO?

R. A maioria das caixas de papelão ondulado possuem os miolos fabricados a partir de fibras recicladas de celulose, mas podem ser de fibras virgens de celulose também. No Brasil, o uso de papel reciclado na produção do papelão ondulado é superior a 70% do total produzido. Em algumas situações, a resistência do papel miolo ondulado pode ter a sua resistência melhorada a partir da adição de cargas, resinas e outras substâncias.

8. QUAL O TIPO DE EMPILHAMENTO EM PALETES MAIS ADEQUADO PARA CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO UTILIZADOS EM EMBALAGENS PLÁSTICAS DE ÓLEO COMESTÍVEL. POR QUÊ?

R. As embalagens plásticas para óleos comestíveis não são autossustentáveis, ou seja, possuem baixa resistência ao empilhamento e limitam sobremaneira a estocagem com sobreposição de paletes. As caixas de papelão ondulado para essas embalagens devem possuir certa resistência colunar a fim de suportar o empilhamento e proteger as embalagens de possíveis amassamentos. Apesar do empilhamento cruzado ser o mais recomendado no caso de embalagens com baixa resistência ao empilhamento, a prática do uso do empilhamento colunar no Brasil é maior, justificado pelas condições de transporte rodoviário, geografias regionais, clima e desenho das estradas o que, de certa maneira, prejudica as embalagens quando empilhadas de forma cruzada.

9. QUAIS OS TIPOS DE ADESIVOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO E COLAGEM DAS CAPAS DAS CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO?

R. Na colagem de papeis sobre papeis são utilizados adesivos à base de água em função de serem porosos e facilitar a evaporação da água após a aderência das partes. As fibras de celulose possuem a capacidade de absorver os adesivos e aderir umas as outras. Os tipos mais comuns são os adesivos de base poli (acetato de vinila) – PVA ou a base de derivados de milho ou silicatos. A porcentagem de sólidos nos adesivos é muito importante para uma boa aderência das partes, bem como de certos aditivos para melhorar a reologia de aplicação.

10. AS DIFERENÇAS CLIMÁTICAS DAS REGIÕES DO BRASIL PODEM INFLUENCIAR NA MOVIMENTAÇÃO E ESTOCAGEM DE PRODUTOS ACONDICIONADOS EM CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO?

R. A qualidade das caixas de papelão são baseadas na qualidade das capas interna e

externa, tipo de fibra de celulose – curta ou longa, gramatura das capas e miolo e tipo de onda do miolo. A qualidade das capas está relacionada com a absorção de água/m². Estas características associadas podem fornecer boa resistência das caixas ao empilhamento, ao esmagamento de onda, estouro, absorção de água reduzida, entre outras. Em regiões climáticas nas quais predominam umidades relativas médias anuais acima de 80%, é possível que possam ocorrer problemas de movimentação e estocagem pela absorção de água pelas caixas, como consequência, perda da resistência mecânica de maneira geral.

11. QUAL O TRATAMENTO APLICADO NAS CAPAS DE CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO PARA SEREM UTILIZADAS NO INTERIOR DE CÂMARAS DE RESFRIAMENTO?

R. De maneira geral, as caixas de papelão ondulado devem ser fabricadas a partir de capas tipo kraft de primeira qualidade e a partir de fibras de celulose longas em maior percentual em relação às fibras curtas, revestidas interna e externamente com parafina. A função da parafina é evitar a absorção de umidade tanto da câmara fria quanto dos produtos acondicionados. Alguns exemplos mostram que a camada de parafina aplicada pode variar entre 4,0 a 6,0 g/m², sendo a camada de maior gramatura na capa interna. Outra opção de maior custo é a extrusão de filmes de poli (etileno de baixa densidade) sobre uma das faces de cada capa da caixa de papelão destinadas a essa finalidade. Desenvolvimentos mais antigos utilizam outros impermeabilizantes à prova da absorção de água que impregnam nas fibras, porém de custo mais elevado que a parafina, por exemplo.

12. AS CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO PODEM SUBSTITUIR COM EFICIÊNCIA AS CAIXAS DE MADEIRA UTILIZADAS NO CAMPO PARA ACONDICIONAR FRUTAS E HORTALIÇAS?

R. As caixas de madeira são mais resistentes e permitem várias viagens, porém são menos higiênicas e podem contaminar os produtos caso não possuam um mínimo de qualidade em acabamento. Os pregos e grampos podem desenvolver oxidação – ferrugem e contaminar ou injuriar os produtos nas caixas. Por outro lado, as caixas de papelão ondulado descartáveis podem substituir com eficiência as caixas de madeira evitando danos físicos aos produtos da agricultura. Estas caixas podem ser dimensionadas de maneira a tornar o resfriamento mais eficiente – importante logo após a colheita dos produtos agrícolas. Além disso, permitem criar orifícios nas 4 faces sem, no entanto, reduzir a resistência mecânica e permitindo boa transferência de calor durante o resfriamento.

13. QUAIS AS EXIGÊNCIAS LEGAIS NO BRASIL PARA USO DE PAPEIS DE EMBALAGEM EM CONTATO DIRETO COM ALIMENTOS?

R. O uso de embalagens celulósicas em contato com alimentos é baseado na Portaria 177 de março de 1999 e seus respectivos Anexos da ANVISA e aplica-se também aos materiais celulósicos revestidos ou com tratamento de superfícies com produtos, tais como: parafinas, resinas à base de polímeros, corantes, pigmentos e resíduos de substâncias químicas utilizadas na fabricação do papel.

14. AS EMBALAGENS PARA OVOS DE POLPA DE CELULOSE RECICLADAS E PENSADAS SÃO CONSIDERADAS COMO EMBALAGENS PRIMÁRIAS? O QUE DIZ A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE ISSO?

R. As embalagens de polpa de celulose recicladas e pensadas devem estar de acordo com a Resolução 129 de maio de 2002, além das exigências constantes na Lista Positiva para embalagens e equipamentos celulósicos em contato com alimentos que contém os limites das substâncias presentes em tais materiais. Essa Resolução se aplica a alimentos sólidos secos ou de baixa ação extrativa.

15. SABE-SE QUE AS EMBALAGENS CELULÓSICAS, COMO CARTÕES E CAIXAS DE PAPELÃO SÃO, NA MAIORIA, EMBALAGENS SECUNDÁRIAS. COMO ESSES MATERIAIS PODEM INTERAGIR COM OS PRODUTOS ACONDICIONADOS?

R. Podem interagir quando existir componentes inorgânicos ou orgânicos incompatíveis. Os materiais celulósicos são facilmente atacados por microrganismos, principalmente fungos; insetos, pássaros e roedores, resultando em interação indireta. Essas alterações podem ocorrer durante o armazenamento, principalmente se as condições dos locais não forem devidamente controladas em relação a infestação de pragas e roedores.

16. HÁ MUITOS ANOS AS EMBALAGENS DE AÇÚCAR REFINADO ERAM FEITAS DE PAPEL MONOLÚCIDO BRANCO E FECHADAS COM DOBRA DUPLA POR MEIO DE ADESIVOS. QUAIS OS MOTIVOS LEVARAM A MUDANÇA PARA AS ATUAIS EMBALAGENS DE POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE FECHADAS POR CALOR?

R. Essa mudança aconteceu na época em função do custo maior do papel, uso de adesivos que reduzia demasiadamente a velocidade de produção, além da baixa barreira do papel ao vapor de água, tornando o açúcar empedrado. O uso do poli (etileno) de baixa densidade proporcionou maior velocidade em linhas automáticas de acondicionamento, boa barreira ao vapor de água e redução das embalagens de transporte por apresentar maior resistência mecânica (impacto, perfuração, rasgamento).

17. ALÉM DO USO NA FABRICAÇÃO DE PAPEIS, CARTÕES E PAPELÃO ONDULADO, A CELULOSE QUANDO DEVIDAMENTE TRATADA PODE PRODUZIR MATERIAIS DE EMBALAGENS TRANSPARENTES. QUAIS OS PRINCIPAIS MATERIAIS A PARTIR DESSA CELULOSE?

R. O celofane é um dos materiais transparentes mais utilizados até meados da década de 1980, quando foi substituído pelos filmes de polipropileno biorientado e o poliéster. Possui um aspecto de uma película fina, transparente, flexível e resistente aos esforços de tensão. Não possui resistência ao rasgamento e à umidade e tende a absorvê-la por se tratar de um polímero biodegradável. O processo de produção pode ser da celulose de madeira, algodão ou de outras fontes que, após a esterificação com soda cáustica, bissulfeto de carbono e água, obtêm-se o filme de celofane. Outro material transparente obtido a partir das fibras de celulose é o acetato de celulose que é geralmente realizado por tratamento de celulose na qualidade de polpa de madeira com mistura de vários produtos químicos, sendo o de maior quantidade o ácido acético. Em geral, utiliza-se também o anidrido acético, juntamente com o ácido sulfúrico. Essa etapa do processo é conhecida como acetilação, e seu mecanismo é em um nível molecular – os átomos de hidrogênio das moléculas de celulose são substituídos por grupos acetil. Os filmes de acetato de celulose foram muito utilizados em fotografias. Outro material derivado da celulose é o propionato de celulose, semelhante ao acetato de celulose e que teve seu emprego em itens de plásticos, embalagens de “blisters” em geral, entre outros.

18. OS CARTÕES DO TIPO TRIPLEX (3 CAMADAS) SÃO MAIS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DE CARTUCHOS PARA A INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS E PARA A INDÚSTRIA FUMAGEIRA, ALÉM DE OUTROS DE VALORES AGREGADOS MAIORES. COMO É PRODUZIDO ESSE CARTÃO?

R. Os cartões do tipo triplex são fabricados por meio da união de duas camadas de celulose branca, o miolo de celulose pré-branqueada e revestimento couchê (Caulim) em um dos lados. Estes cartões possuem boa resistência, boa aparência e boa superfície para impressão nos dois lados. É o cartão duplex, com revestimento nos dois lados, podendo ser da mesma qualidade em ambos os lados. Esses revestimentos proporcionam melhor aparência nas embalagens por evidenciar a cor branca nos dois lados. Essas são as razões pelas quais são utilizados como embalagens de produtos que exigem melhor aparência nos pontos de venda, por exemplo.

19. AS EMBALAGENS DE PAPELÃO ONDULADO SÃO DIMENSIONADAS PARA SEREM ARRUMADAS DEVIDAMENTE NOS PALETES PADRONIZADOS. NESSE SENTIDO, ENTRE AS DIMENSÕES DE CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO, QUAL A RELAÇÃO MAIS ECONÔMICA ENTRE COMPRIMENTO X LARGURA X ALTURA?

R. O dimensionamento de caixas de papelão ondulado deve seguir a ordem das medidas, ou seja, o comprimento (C) x a largura (L) x e a altura (A). As medidas devem ser feitas no lado interno das caixas e em milímetros. A relação mais econômica entre as medidas para caixas acontece quando $C = 2L = A$, ou melhor exemplificando, ficaria 2:1:2. Enquanto que as relações 1:1:1 e 2:2:1 resultam num aumento da quantidade de papelão ondulado da ordem de 12 e 33%, respectivamente, para um mesmo volume de caixa.

20. A RESISTÊNCIA MECÂNICA DAS CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO ESTÁ BASEADA NA SOMATÓRIA DO CONJUNTO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE. QUAIS PARÂMETROS DEVEM SER CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DE CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO?

R. Os testes mais comuns e são relativamente simples de serem realizados são: esmagamento de anel, esmagamento individual de ondas, compressão da coluna, arrebentamento ou estouro, esmagamento das ondas em um corpo de prova, gramatura total e parcial das partes da caixa, compressão das caixas, absorção de água e, eventualmente simulação de transporte. A partir dos valores obtidos é possível conhecer com segurança a resistência mecânica de uma caixa de papelão ondulado.

21. OS SACOS DE CIMENTO EXIGEM ELEVADA RESISTÊNCIA MECÂNICA, EXIGINDO SEREM MULTIFOLIADOS. QUE TIPO DE PAPEL É USADO NA FABRICAÇÃO DESSAS EMBALAGENS?

R. Os tipos de sacos de papel kraft multifoliados para cimento podem ter várias camadas e o tipo de fibra é predominantemente a fibra longa, mas um percentual menor de fibras curtas é utilizado para facilitar o manuseio e funcionamento em máquinas de acondicionamento. Esses papeis oferecem maior resistência mecânica, necessária para suportar o manuseio durante a estocagem, transporte e uso de 50,0 kg de produto.

22. POR QUE AINDA O PARÂMETRO DE “RESISTÊNCIA AO ARREBENTAMENTO” PARA DEFINIR QUALIDADE DE PAPELÃO ONDULADO, É UTILIZADO POR ALGUMAS EMPRESAS EM SUAS ESPECIFICAÇÕES COMO REFERÊNCIA DE QUALIDADE?

R. O relacionamento entre empresas usuárias e fornecedores deve ser harmônico de maneira que o sistema de qualidade de ambas seja devidamente consolidado. Para isso,

há alguns anos, têm-se tentado reduzir o número de testes sem, no entanto, colocar em risco a qualidade de caixas de papelão. O teste de “resistência ao arrebentamento” tem sido considerado de pouca relevância em relação a outros testes que retratam melhor a realidade de fornecedores e usuários. Maior importância tem sido dada ao teste de “resistência à compressão de coluna” em função de melhor retratar a qualidade das chapas de papelão ondulado destinada à fabricação das caixas. Além disso, muitas empresas já utilizam cálculos de resistência à compressão de suas embalagens, levando em consideração como o mais crítico em caixas de papelão.

23. NO CÁLCULO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE COLUNA EM CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO A ESPESSURA É UM FATOR RELEVANTE A SER CONSIDERADO. HÁ ALGUMA NORMA SOBRE ESPESSURAS MÍNIMAS RELACIONADAS AO TIPO DE ONDA EM CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO?

R. A Associação Brasileira de papelão ondulado – ABPO, assim como a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, possuem normas de qualidade para disciplinar as avaliações da qualidade de caixas de papelão ondulado e seus respectivos componentes individuais. Para realizar cálculos de resistência à compressão de coluna devem ser considerados valores mínimos de espessura normalmente fabricadas do elemento ondulado, porque variações nesse parâmetro poderá fornecer valores não confiáveis de resistência à compressão de coluna. De acordo com a ABPO, as espessuras mínimas a serem consideradas para cada tipo de onda, para caixas de parede simples são: onda E = 1,2 mm; onda B = 2,5 mm; onda C = 3,5 mm e onda A = 4,5 mm. Para faixas de papelão de parede dupla, por exemplo, a combinação BC = 6,0 mm.

24. POR QUE AS LATAS COMPOSTAS (CORPO DE FIBRA, FUNDO E TAMPA DE METAL OU SELO DE ALUMÍNIO) NÃO SÃO UTILIZADAS EM MAIOR VOLUME NOS MERCADOS DE PRODUTOS DESIDRATADOS? QUAIS OS FATORES QUE LEVARAM A SUA SUBSTITUIÇÃO POR MATERIAIS PLÁSTICOS OU LATAS DE FOLHA DE FLANDRES?

R. O principal motivo da mudança desse tipo de embalagem para latas de folha de flandres ou plásticos está associado com problemas de fabricação, que incluem a baixa velocidade de processo, problemas de fechamento e oscilação na qualidade dos materiais componentes – corpo de fibra e “liner” interno laminado. Apesar dos equipamentos de fabricação de latas compostas serem muito simples e de controle de funcionamento muito mecânico, o avanço do setor de embalagens proporcionou outras alternativas mais interessantes em função da evolução do mercado. Ainda é possível encontrar alguns produtos desidratados nessas embalagens, porque em função da especificação do material utilizado, consegue-se

manter boa barreira ao vapor de água e, ainda, a possibilidade de utilização de atmosfera modificada com boa vedação. Ressalta-se que no passado essas embalagens eram muito utilizadas para acondicionar óleos para motor de automóveis, sendo composta de corpo de fibra com revestimento plástico interno com tampa e fundo de folha de flandres.

25. AS CAIXAS DE PAPELÃO PARA SEREM UTILIZADAS NOS LOCAIS DE COLHEITA DE FRUTAS E LEGUMES FAVORECE O RESFRIAMENTO IMEDIATO EM CÂMARAS FRIAS EXISTENTES NOS LOCAIS DE PRODUÇÃO? QUAL A PROTEÇÃO OU FORMATO DESSAS EMBALAGENS?

R. As caixas de papelão ondulado constituem uma das melhores opções para o acondicionamento de produtos industrializados, enquanto que as caixas de madeira são mais utilizadas para matéria-prima e, em especial, para os produtos hortigranjeiros e frutícolas, principalmente quando feitas de madeira serrada. As caixas de papelão ondulado destinadas às câmaras frias, devem ser revestidas por algum produto impermeabilizante, podendo ser resinas poliméricas, parafinas, extrusão de polietileno, entre outros. O formato deve ser o mais adequado para se obter melhor racionalização de material, facilitando o resfriamento rápido e melhor acomodação nos paletes padrão, sejam eles de madeira ou de materiais plásticos.

26. POR QUE AS ANTIGAS EMBALAGENS DE PAPEL NA COR AZUL, PARA EMBALAGEM MANUAL DE MACARRÃO, AINDA EXISTEM NO MERCADO BRASILEIRO? A PROTEÇÃO OFERECIDA É INFERIOR ÀS EMBALAGENS DE PLÁSTICO PARA O MESMO TIPO DE PRODUTO?

R. Esse tipo de papel é considerado um kraft de segunda qualidade que pode ser fabricado em diferentes cores e que apresenta reduzida resistência mecânica. É fabricado com menos de 50% de pasta química e pode ser encontrado nas gramaturas superiores a 40 g/m², podendo ser monolúcido ou não. É muito utilizado para embalagens em geral e como envoltório para embrulhos. No caso do “papel macarrão”, e ele é assim conhecido pela tradição e, certamente não oferece barreira aos fatores ambientais, como vapor de água, oxigênio e aromas e odores. Certamente os produtos acondicionados nesses papeis, devem ter na sua formulação somente compostos que não se alteram com ação dos fatores externos ou a vida de prateleira é bastante reduzida em relação aos filmes plásticos utilizados no setor de massas alimentícias desidratadas.

27. AS EMBALAGENS PRIMÁRIAS “AUTO SUSTENTÁVEIS” PODEM UTILIZAR CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO DE MENOR CUSTO EM RELAÇÃO ÀS EMBALAGENS PRIMÁRIAS “NÃO SUSTENTÁVEIS”? EM ALGUNS SEGMENTOS DE MERCADO DE EMBALAGENS JÁ SÃO UTILIZADOS ENVOLTÓRIOS PLÁSTICOS TERMOENCOLHÍVEIS. QUAIS AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DESSA SUBSTITUIÇÃO?

R. Com a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, Lei ainda não completamente em vigor, as empresas discutem a redução do uso de materiais de embalagens – além da redução de peso, com vistas a alcançar pontos para a sustentabilidade. Uma das mudanças notadamente importante foi a substituição das caixas de papelão ondulado e cartões kraft por plásticos termoencolhíveis, pare embalagens primárias. Como exemplo, temos as latas de alumínio envolvidas em polietilenos encolhíveis, produtos desidratados em geral, entre outros. Certamente que há uma redução de custos na cadeia de embalagem, além de outros ganhos em linhas automáticas de embalagens. Certamente que é uma tendência mundial em face das mudanças de consumo de materiais e da sociedade de maneira geral. Os plásticos encolhíveis permitem boa acomodação das embalagens primárias, boa proteção contra umidade, facilidade no empilhamento e arrumação em paletes para transporte, porém não oferecem boas propriedades mecânicas em relação às caixas de papelão ondulado. Os plásticos são mais fáceis de serem descartados.

28. QUAIS OS REQUISITOS DE ESPECIFICAÇÃO DE CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO PARA EXPORTAÇÃO EM CONTENTORES EM NAVIOS?

R. Os projetos e especificações de caixas de papelão ondulado para exportação devem obedecer, rigorosamente as exigências de cada país importador no que diz respeito a origem da celulose, produtos químicos usados na conservação e na produção da celulose, controle de pragas e insetos, bem como das características para suportar os tipos de transportes até o destino e as variações climáticas a que serão submetidas. Dependendo do tempo de viagem de navio, as caixas devem resistir a umidades elevadas e variações de temperatura, ambos comuns nesse tipo de transporte. Os adesivos de colagem das capas ao miolo devem resistir e não provocar delaminação até o consumo final dos produtos.

29. OS PAPEIS MONOLÚCIDOS BRANCOS SÃO OS MAIS UTILIZADOS EM COMPONENTES DE MATERIAIS DE EMBALAGEM. QUAL A DIFERENÇA ENTRE OS PAPEIS MONOLÚCIDO DE PRIMEIRA QUALIDADE EM RELAÇÃO AO PAPEL MONOLÚCIDO DE SEGUNDA QUALIDADE?

R. O papel monolúcido de primeira qualidade é conhecido apenas como papel monolúcido é fabricado a partir de celulose química branqueada, porém adicionada de cargas minerais

de aproximadamente 10%. Já o papel monolúcido de segunda qualidade, é o mesmo material do papel monolúcido de primeira qualidade adicionado de pasta mecânica e é utilizado em produtos de qualidade inferior pela variação de tonalidades de cor. Os papeis de primeira qualidade são utilizados na fabricação de sacos em geral e em processos de laminação por colagem ou extrusão de diferentes materiais plásticos.

30. QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PAPEL KRAFT NATURAL PARA SACOS MULTIFOLIADOS DESTINADOS A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS INDUSTRIAIS DE GRANDE PORTE?

R. As embalagens em formatos de sacos multifoliados são, em geral, utilizadas para o segmento industrial e institucional e necessitam apresentar resistência mecânica considerável. Os papeis do tipo kraft natural para essa aplicação, são fabricados a partir de celulose de fibras longas, com 100% de pasta química, adição de sulfatos e, geralmente nas gramaturas de 80 a 90 g/m². Tais papeis, são altamente resistentes ao rasgamento, elevada resistência à tração e boa resistência ao estouro.

SISTEMAS DE FECHAMENTO E ABERTURA – TAMPAS

1. QUAL A RAZÃO DAS TAMPAS DE GARRAFÕES RETORNÁVEIS 10 E 20 LITROS DE ÁGUAS MINERAIS NÃO SEREM SEGURAS DO PONTO DE VISTA DE PROTEÇÃO?

R. O atual sistema de fechamento de garrações de águas minerais é sobreposto por pressão e não existe uma vedação perfeita contra trocas gasosas, além disso não oferece segurança contra possíveis adulterações de qualquer natureza. O mínimo que um sistema de fechamento de alimentos e bebidas deve apresentar é o isolamento do produto dos fatores externos e estanqueidade. Uma das possibilidades de melhorar a vedação é a mudança da terminação dos garrações para a do tipo rosca para uso de tampas com boa vedação e lacre de segurança.

2. QUAL O MOTIVO PELO QUAL OS GARRAFÕES PARA ÁGUAS MINERAIS SÃO DE COR AZUL, UMA VEZ QUE OS ANTIGOS GARRAFÕES DE VIDRO, SUBSTITUÍDOS POR PLÁSTICOS ERAM TRANSPARENTES?

R. Os primeiros garrações de águas minerais eram de vidro e transparentes e necessitava de uma embalagem externa (engradado) para manuseio, transporte e segurança. Com a mudança para o material PVC à época. E, esse material, somente havia disponível em duas cores (azul e amarelo) devido às distintas formulações de cada fornecedor. A opção foi pela azul. Até hoje perdura essa tradição, mesmo depois que embalagens totalmente transparentes e incolores passaram a fazer parte do mercado – as embalagens de PET. Com a entrada do polímero PP, parcialmente transparente, a cor azul colaborou para melhorar a aparência. Nos países mais desenvolvidos os garrações de águas minerais tanto descartáveis como retornáveis, a partir de 5,0 litros, são transparentes.

3. POR QUE A GRANDE MAIORIA OS SISTEMAS DE FECHAMENTO DE PRODUTOS DE LIMPEZA NÃO SÃO À PROVA DE ABERTURA POR CRIANÇAS?

R. A Legislação Brasileira sobre embalagens de produtos de limpeza de maneira geral é muito deficiente em termos de especificação, deixando a gosto dos fabricantes a escolha dos materiais que compõem as embalagens e os respectivos sistemas de fechamento. A grande justificativa dos fabricantes para não uso de tampas à prova de abertura por crianças é o custo elevado em detrimento do valor agregado desses tipos de produtos. Além disso, nem sempre os materiais plásticos de embalagens desses produtos são compatíveis quimicamente com a maioria das formulações de produtos de limpeza, ocorrendo em médio prazo, degradação do plástico com perda das propriedades e, possivelmente vazamentos

desses produtos.

4. HÁ ALGUNS ANOS AS TAMPAS DE ALUMÍNIO DE ROSCA ERAM UTILIZADAS PARA AS GARRAFAS DE REFRIGERANTES COM GÁS. QUAIS AS RAZÕES PRINCIPAIS DA MUDANÇA PARA TAMPAS DE ROSCA DE PLÁSTICOS?

R. Esse sistema de fechamento atende uma grande variedade de frascos e garrafas. Através de seu vedante interno, ela mantém a integridade e as características dos produtos envasados. A sua utilização exige um equipamento de capsulação – recrave devido não vir com a rosca definida. Tanto a rosca quanto o lacre deverão ser feitos no momento do fechamento. Alguns problemas associados ao material alumínio, a capsulação, velocidade de aplicação, dificuldades de abertura com projeção do lacre, fechamento pós-consumo, entre outros, tornaram a mudança inevitável. Com o avanço das tecnologias de injeção e moldagem dos materiais termoplásticos, além dos lacres mais seguros, facilidade de abertura e fechamento para uso posterior, tornaram as tampas de alumínio impraticável nesse segmento de tampas.

5. AS TAMPAS DE ROSCA DE PLÁSTICOS DE GARRAFAS DE VIDRO USADAS PARA REFRIGERANTES COM GÁS OFERECEM MELHOR PROTEÇÃO EM RELAÇÃO ÀS TAMPAS METÁLICAS TIPO CHAPINHA OU TAMPINHA?

R. A barreira aos gases, vapores e aromas proporcionadas pelas tampas metálicas (alumínio ou aço), são superiores às das tampas plásticas, tanto pela propriedade de cada material especificamente, como também pela capacidade de vedação e acomodação na superfície das bocas das diferentes embalagens. As terminações das bocas das embalagens são muito importantes para a acomodação de cada tipo específico de tampas, sendo que os materiais mais rígidos são mais eficientes em relação aos materiais semirrígidos ou flexíveis.

6. PARA BEBIDAS SEM GÁS ACONDICIONADAS À QUENTE EM EMBALAGENS DE PRONTO CONSUMO, COMERCIALIZADAS EM TEMPERATURA AMBIENTE, QUAL O MELHOR SISTEMA DE FECHAMENTO?

R. As embalagens dessas bebidas devem possuir rigidez de parece suficiente para suportar a formação de vácuo (colapso), que ocorre após o resfriamento do produto. Nesse caso, é mais comum frascos de vidro de volume aproximado de 300 mL com tampa tipo garra-torção de aço, podendo ser do tipo com botão de segurança na parte superior para verificação da hermeticidade antes da compra.

7. OS ANÉIS DE ABERTURA DAS TAMPAS DE LATAS DE BEBIDAS COM GÁS EXERCEM INFLUÊNCIA NA CONSERVAÇÃO DESSES PRODUTOS?

R. Os anéis de abertura das tampas “easy open” de bebidas com gás carbônico possuem um semi corte para facilitar a abertura e que poderá dilatar à medida que a pressão interna da embalagem se elevar por algum motivo – em geral por aumento da temperatura no transporte e ou estocagem, ou mesmo durante o processo de pasteurização, no caso das cervejas. A perda de gás nesses casos, altera o sabor e aroma dos produtos, tornando perceptível por equipe de provadores e por consumidores leigos.

8. POR QUE A TAMPA COM ABERTURA TOTAL PARA CERVEJAS EM EMBALAGENS DE ALUMÍNIO NÃO TEVE SUCESSO NO MERCADO, IMAGINADO PELA CERVEJARIA?

R. Um erro estratégico e conceitual da empresa no lançamento, que foi na contramão da proteção ambiental, separando a tampa circular com regiões afiadas e cortantes, dificultando assim, a coleta e reciclagem do material. Não bastasse, a propaganda fazia alusão a “agite antes de abrir” o que, em se tratando de bebidas com gás, provocou derramamento do produto após a abertura. Há muitos anos, uma ideia dessa, mais elaborada e lançada no Japão com embalagens de PET formato latinha e com abertura total, trazia um dispositivo externo no fundo das embalagens que agitava por vibração as moléculas de gás carbônico e, após a abertura havia um volume de espuma adequado e sem vazamentos.

9. ALGUNS PRODUTOS COMO CHÁS E SUCOS ACONDICIONADOS EM LATAS DE ALUMÍNIO IGUAIS ÀS LATAS DE BEBIDAS COM GÁS, PORÉM ESSAS BEBIDAS NÃO POSSUEM GÁS NA COMPOSIÇÃO. QUAL TECNOLOGIA É USADA PARA MANTER AS LATAS SEM AMASSAMENTOS?

R. Somente foi possível utilizar embalagens metálicas desenvolvidas para resistir a pressões positivas sem, no entanto, deformar, em produtos sem gás, a partir da injeção de gotas de nitrogênio líquido que em contato com a bebida, muda para o estado gasoso, desenvolvendo certa pressão interna suficiente para evitar amassamentos das latas de alumínio.

10. QUAIS MATERIAIS PLÁSTICOS SÃO USADOS NA FABRICAÇÃO DAS TAMPAS PARA GARRAFAS DE ÁGUAS MINERAIS? QUAL A PRINCIPAL DIFERENÇA ENTRE AS TAMPAS PARA ÁGUA SEM GÁS E ÁGUA COM GÁS?

R. Em geral os materiais são as poliolefinas – polietilenos e polipropileno e suas blendas em função de cada aplicação. Em geral são usados o PEAD e o PP que fornecem boa proteção,

segurança na abertura e de violação. Para águas sem gás, as tampas podem ser de alturas reduzidas e em conformidade com o perfil das bocas das garrafas e com a economia de material. Já para embalagens de água minerais com gás, a depender do volume de gás de cada marca, as tampas devem ser mais seguras, mais altas e com vedantes internos para melhorar a capacidade de retenção de gás. A terminação dos gargalos deve ser adequada (ranhuras de descompressão) e as tampas apropriadas para quando forem abertas, evitar o chamado efeito “blow off” nos consumidores.

11. OS VEDANTES UTILIZADOS NA FACE INTERNA DAS CHAPINHAS DE GARRAFAS DE CERVEJAS PASTEURIZADAS EM TÚNEL PODEM ALTERAR AS CARACTERÍSTICAS DAS BEBIDAS DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO?

R. Há muitos anos os vedantes presentes nas rolhas metálicas continham PVC na formulação e, por questões de migração de compostos como o monômero de cloreto de vinila, além dos movimentos ambientais por ser o PVC um termoplástico de elevada capacidade poluente, os vedantes passaram a ser do tipo “PVC free”, conseqüentemente reduzindo a possibilidade de interação com o produto acondicionado.

12. MUITOS RELATOS DE CONSUMIDORES DE ÁGUAS MINERAIS EM COPOS DESCARTÁVEIS COM TAMPAS TERMOSELADAS DE LAMINADO ALUMÍNIO/PLÁSTICO OU VERNIZ DIZEM RESPEITO À DIFICULDADE DE ABERTURA. POR QUE TAIS TAMPAS OFERECEM TANTA RESISTÊNCIA PARA SEREM ABERTAS?

R. Há muitas justificativas relacionadas, mas apenas uma delas de fato responde a tantas reclamações. É o fato de os engarrafadores aumentarem as condições de calor e pressão de fechamento para evitar que as tampas se soltem durante o empilhamento e transporte. Em muitos casos, os copos são colocados em caixas de papelão ondulado com 48 unidades (2 camadas de 24), porém sem a devida resistência mecânica. Durante a estocagem, transporte e distribuição, poderá ocorrer danos na carga e, conseqüentemente, desprendimento das tampas, derramamento de água, absorção pelas caixas e perda de resistência ao empilhamento.

13. AS TAMPAS DE GARRAFAS DESCARTÁVEIS DE ALGUMAS MARCAS DE ÁGUAS MINERAIS APRESENTAM CERTA FRAGILIDADE DE ABERTURA, ALGUMAS ATÉ SÃO ABERTAS SEM O ROMPIMENTO DO LACRE DE SEGURANÇA. QUAL O MOTIVO DESSA FRAGILIDADE?

R. Trata-se de tampas de baixa qualidade de fabricação aliado ao uso de resinas de baixa qualidade. Tais tampas são passíveis de adulteração da embalagem tornando inseguro o

consumo dos produtos. As tampas necessitam apresentar certa rigidez e boa adaptação ao gargalo da embalagem, além de evidenciar qualquer tentativa de abertura, porém para alguns mercados os quais o valor agregado dos produtos não é compatibilizado. Daí, as empresas recorrem ao expediente de redução de custos, e isso é muito evidente no mercado de águas minerais de maneira geral.

14. OS SISTEMAS DE FECHAMENTO DE POTES DE VIDRO DE ALIMENTOS INFANTIS SÃO EFICIENTES E SEGUROS PARA A ADEQUADA PROTEÇÃO AO TIPO DE PRODUTO?

R. Em relação aos aspectos de natureza funcional, as embalagens para alimentos infantis exigem sistemas de fechamento compatíveis e perfeitamente adequados ao uso. O sistema deve ser eficiente e seguro, evitando trocas gasosas e vazamento, apresentar inércia em relação a possíveis interações indesejáveis, ser prático e de elevada conveniência, facilitando a abertura e posteriores fechamentos, evidenciar violação, apresentar compatibilidade com as terminações das diferentes embalagens e com o equipamento de fechamento. Todas as patentes de tampas relacionadas a esse mercado são perfeitamente adequadas para oferecer a proteção desejada e segurança de abertura e fechamento.

15. OS SISTEMAS DE FECHAMENTO E AS EMBALAGENS DE SUCOS DE FRUTAS PASTEURIZADOS PELO PROCESSO DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA APRESENTAM BOA BARREIRA AO OXIGÊNIO?

R. Tendo em vista a conservação ser em temperaturas entre 2 e 4°C e, considerando que a velocidade das reações de deterioração em geral é muito baixa, a barreira ao oxigênio do conjunto tampa-embalagem não necessita ser alta. Para aumentar a vida útil desses produtos processados por alta pressão hidrostática em relação às alterações sensoriais, é desejável que a barreira ao oxigênio da embalagem seja de média a alta.

16. AS TAMPAS DE BORRACHA PARA FRASCOS DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS INJETÁVEIS SÃO RESISTENTES AO PROCESSO DE ESTERILIZAÇÃO CONVENCIONAL?

R. As tampas de borracha para essa finalidade, deve resistir às condições de esterilização sem provocar migração de componentes químicos ou resíduos físicos para o produto, após o processo de esterilização. Essas tampas são fabricadas a partir da borracha natural que tem na formulação elastômeros como o poli (isopreno), butil e halo-butyl, Neoprene, entre outros e, ainda, os ingredientes comuns que incluem os agentes de cura, ativador, acelerador, cargas, antioxidantes, plastificantes e pigmentos. Todos os materiais devem cumprir com as exigências descritas na Farmacopeia Brasileira e outros padrões acordados.

17. A EFICIÊNCIA DA REGRAVAÇÃO DAS TAMPAS DE LATAS PARA CONSERVAS ALIMENTÍCIAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DE QUAIS FATORES?

R. Um bom controle da qualidade das folhas de fabricação das latas poderá evitar determinadas variações durante o fechamento da tampa e fundo, fundamentais para a manutenção da hermeticidade das embalagens. Mesmo com todos os controles dos materiais estando corretos e dentro da especificação, existem variações que são inevitáveis durante o processo da chamada “regravação”, responsáveis por tais variações. Aí estão incluídos os desvios de dureza e espessura das folhas, tipo de equipamento de regravação, bem como os roletes de primeira e segunda operação, temperatura de fechamento das latas, situação mecânica dos equipamentos e plano de manutenção preventiva com substituição de peças importantes, qualidade superficial das folhas em relação a aplicação de tintas e vernizes, entre outros associados, como a velocidade de regravação e resíduos de produtos nas áreas de fechamento.

18. COMO A APLICAÇÃO DO VEDANTE DE BORRACHA DAS TAMPAS DE LATAS PARA CONSERVAS ALIMENTÍCIAS PODE INFLUENCIAR NA MANUTENÇÃO DO VÁCUO NAS EMBALAGENS?

R. Trata-se de um componente presente nas tampas e fundos de latas metálicas de extrema importância para a manutenção da hermeticidade da embalagem após o seu fechamento e resfriamento. Variações em relação ao peso (gramas) do vedante, uniformidade de aplicação no entorno do diâmetro, bem como a qualidade e formulação da borracha em relação à resiliência, quando submetidas às condições de tratamento térmico, são de extrema importância para a boa manutenção da hermeticidade e conservação dos produtos enlatados.

19. POR SER MAIS DIFÍCIL A REGRAVAÇÃO DAS TAMPAS DE LATAS DE FOLHAS DE FLANDRES RETANGULARES PARA SARDINHAS EM CONSERVA, EXISTE MAIOR RISCO DE PERDA DE HERMETICIDADE? ISSO PODE SER AGRAVADO PELO TIPO DE TAMPA DE ABERTURA FÁCIL?

R. As embalagens de folhas de aço de baixo nível de carbono para produtos submetidos a autoclaves, tais como os derivados de pescados necessitam ser eficientemente fechados para a manutenção da qualidade pelo tempo declarado como seguro para consumo. Os tipos de latas em formatos retangulares são mais difíceis de fechamento em relação às latas circulares. O controle da espessura das folhas bem como a dureza é fundamental para um bom desempenho dos equipamentos de regravação. As tampas de abertura fácil,

em função de apresentar área semicortada para a abertura manual, devem ser mais bem controladas em relação às tampas normais em relação aos movimentos mecânicos das recravadeiras, mas não devem apresentar problemas de recravação e hermeticidade após as operações de enchimento, fechamento e resfriamento.

20. DIFERENTES SISTEMAS DE FECHAMENTO DE GARRAFAS DE VINHO PODEM AFETAR A CONSERVAÇÃO DESSES PRODUTOS?

R. Os materiais mais usados para o fechamento de garrafas de vinho são: rolha de celulose, rolha mista, rolha plástica e as tampas de rosca de alumínio. A tradicional rolha de cortiça pode ter diferentes qualidades, desde rolhas de primeira qualidade até de terceira qualidade – variam pela uniformidade da celulose e resistência mecânica, além da aparência e da capacidade de vedação. Mesmo as rolhas de primeira qualidade podem transferir o composto TCA – 2,4,6 tri-cloro-fenol, que descaracteriza a qualidade do vinho pela mudança de sabor. Há certa oxigenação através das rolhas de cortiça e isso pode ser bom do ponto de vista do envelhecimento, mas ocorre em baixíssimas velocidades de troca. As rolhas de pior qualidade já permitem maior troca e, pode até, em alguns casos, se romperem ao serem abertas. As rolhas de plástico ou compostas são mais resistentes e possuem boa vedação quanto à passagem de oxigênio. As tampas de alumínio não interagem com o vinho e estão sendo preferidas por muitos países.

21. POR QUE OS SISTEMAS DE FECHAMENTO DE EMBALAGENS DE ISOTÔNICOS NECESSITAM DE SELO DE ALUMÍNIO INTERNO E TAMPA DE ROSCA COM LACRE TERMOENCOLHÍVEL?

R. O selo de alumínio interno é necessário para a manutenção de vácuo criado pelo enchimento à quente do produto, importante para garantir a estabilidade do produto. A tampa de rosca é para ser usada logo após a remoção do selo e durante o consumo. Como a tampa de rosca não contém lacre de segurança, utiliza-se selo termoencolhível para melhor garantia contra a violação.

22. QUAL A REAL FUNÇÃO DAS VÁLVULAS INTELIGENTES UTILIZADAS NO CORPO DAS EMBALAGENS FLEXÍVEIS DE CAFÉ TORRADO EM GRÃOS?

R. A função das válvulas inteligentes para aplicação nos laminados de cafés em grãos é aliviar a pressão interna causada pela liberação do gás carbônico pelo café. Após a torrefação e resfriamento do café em grãos, ele continua a liberar certo volume de gás formado no processo e deve ser liberado para não causar estufamento excessivo da

embalagem. O mecanismo de funcionamento é a abertura de dentro para fora para aliviar a pressão, em seguida, o dispositivo retrai e novamente isola o ambiente interno do externo. Essas válvulas se manuseadas inadequadamente, poderá liberar os aromas do produto.

23. COMO SÃO CLASSIFICADOS OS DIFERENTES TIPOS DE FECHAMENTOS UTILIZADOS EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS EM GERAL?

R. Os requisitos mínimos dos diferentes tipos de fechamento de produtos alimentícios incluem a hermeticidade, a inércia química, a praticidade, a segurança e a funcionalidade. A partir destas exigências, os fechamentos classificam-se em: normal, à vácuo e alta pressão, sendo que diferentes materiais são utilizados na confecção das tampas. Para embalagens de maneira geral, são comumente encontrados os seguintes: as rolhas de cortiça – maior uso em vinhos e outras bebidas alcoólicas; tampas de garrafa-torção (twist-off) – com botão de segurança, vedante e vedante de borracha; tampas de pressão-torção; tampas de garra-torção com borda profunda; tampa feita pela combinação de materiais (bi material); tampas acravadas de alumínio; tampas metálicas de fácil abertura; tampas plásticas para produtos alimentícios não processados termicamente; tampas para produtos líquidos – rolha metálica tipo coroa (Crown); rolha metálica de abertura manual; tampa de alumínio tipo “roll-on”; tampa plástica de rosca; tampa corta fluxo – conta-gotas, entre outras variações de patentes e aplicações novas.

24. ALGUMAS EMBALAGENS DE PET PARA ACONDICIONAMENTO À QUENTE POSSUEM A TERMINAÇÃO NA COR BRANCA. É UM DETALHE APENAS OU HÁ ALGUMA JUSTIFICATIVA TECNOLÓGICA?

R. Trata-se de uma tecnologia de cristalização do gargalo das embalagens para torná-los resistentes a elevadas temperaturas durante o enchimento à quente. A passagem dos líquidos aquecidos, podem provocar certas deformações na boca e dificultar a colocação das tampas, conseqüentemente, a perfeita vedação.

25. AS TAMPAS PLÁSTICAS PARA DIFERENTES APLICAÇÕES EM CONTATO DIRETO OU NÃO COM ALIMENTOS E BEBIDAS DEVEM SEGUIR AS MESMAS LEGISLAÇÕES DOS MATERIAIS DAS EMBALAGENS EM CONTATO COM ALIMENTOS?

R. Os materiais plásticos, bem como os respectivos aditivos utilizados na fabricação de todas as tampas destinadas às embalagens de alimentos e bebidas em geral devem seguir as mesmas legislações relativas aos materiais das embalagens, principalmente aquelas tampas que entram em contato direto com os produtos.

26. O PONTO FRACO QUE PODE COMPROMETER A HERMETICIDADE DAS EMBALAGENS DE VIDRO É A TAMPA. QUANTO MAIS EFICIENTE FOR O SISTEMA DE FECHAMENTO, MENOR SERÃO OS PROBLEMAS DE HERMETICIDADE DESTES RECIPIENTES. OS TESTES CONSIDERADOS RÁPIDOS PODEM FORNECER SEGURANÇA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO FECHAMENTO?

R. Os testes rápidos praticados em linhas de acondicionamento podem dar uma ideia da qualidade da integridade do fechamento das embalagens de vidro. Um deles, conhecido como “Teste de posição da garrafa da tampa (pull-off)”, consiste em localizar a emenda do molde do gargalo dos frascos de vidro, medir a posição da garra, em incrementos de 1,5mm. Em seguida, mede-se a distância entre a linha vertical do molde do gargalo em relação à extremidade-borda da garra da tampa mais próxima. Os resultados podem ser – medidas do lado direito da linha do molde são positivas, indicando um fechamento adequado, por outro lado, medidas do lado esquerdo da linha do molde são negativas, pode haver evidências de problemas nas operações de fechamento. Outro teste bastante comum é o de índice de segurança, que consiste em fazer uma marcação com caneta a partir de uma linha vertical na borda da tampa, continuamente ao frasco de vidro. Em seguida, fazer o movimento de abertura até a quebra do vácuo e, fechar até que o vedante toque o acabamento do vidro até que a tampa fique apenas fixada com os dedos. Caso a linha feita na borda da tampa esteja a direita da linha feita no frasco de vidro, são medidas positivas. Caso a linha da borda da tampa esteja do lado esquerdo da linha do frasco, as medidas serão consideradas negativas, podendo ter ocorrido algum desvio nas operações de fechamento.

27. POR QUE O “BIOTESTE” PARA AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DE EMBALAGENS NÃO É UTILIZADO COM FREQUÊNCIA PARA ESSA FINALIDADE, QUAL A REAL EFICÁCIA DELE?

*R. Este método foi desenvolvido há aproximadamente 50 anos utilizando-se células de *Enterobacter aerogenes* e foi muito utilizado em trabalhos de pesquisa com suspensão de *Bacillus subtilis* para avaliar a integridade de embalagens flexíveis esterilizáveis. O princípio deste teste consiste em inserir um meio de cultura no interior da embalagem, em seguida fechar adequadamente e condicionar numa suspensão com os microrganismos dos tipos acima. Após o período de incubação, avalia-se a hermeticidade da embalagem, baseado na ausência de formação de gases – estufamento. Uma grande limitação dos biotestes é o tempo necessário para a incubação, o qual geralmente situa-se em aproximadamente 7 dias.*

28. OS TESTES DESTRUTIVOS PARA AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE DE SISTEMAS DE FECHAMENTO DE EMBALAGENS SÃO MAIS EFICIENTES QUANDO COMPARADOS AOS TESTES NÃO DESTRUTIVOS?

R. Os testes para avaliar a integridade das embalagens classificam-se em destrutivos e não destrutivos, cujas vantagens e desvantagens dependem da simplicidade, confiabilidade e custo operacional para a realização deles. Os não destrutivos permitem avaliar a embalagem sem destruí-la, porém, utilizam equipamentos sofisticados e de elevado custo, pois possibilitam também a implantação para avaliação em linhas automáticas de produção, ou seja, podem avaliar até 100% das embalagens produzida, se assim exigir. A eficiência de cada um deles depende significativamente das dimensões do microfuro ou do defeito existente na embalagem ou nas áreas de fechamento, bem como da consistência e viscosidade do produto acondicionado.

29. OS SACHÊS DE “DOSE ÚNICA” DE MOLHOS E TEMPEROS UTILIZADOS NOS RESTAURANTES “FAST FOOD” SÃO DIFÍCEIS DE ABRIR MANUALMENTE. ALGUNS LOCAIS OFERECEM UMA PEQUENA TESOURA PARA FACILITAR ESSA ABERTURA. COMO ESSE PROBLEMA PODERIA SER RESOLVIDO?

R. Na maioria das vezes, esses sachês não apresentam aquele “picote”, em uma das áreas de fechamento para facilitar a abertura manual por rasgamento. Dependendo do equipamento de fechamento, tais embalagens podem possuir 4 áreas de fechamento ou 3 áreas de fechamento e, as condições de termoselagens, devem ser devidamente controladas para não haver vazamentos e facilitar o rasgamento manual. Os parâmetros de tempo, temperatura e pressão de fechamento, aliados à espessura do laminado – que deve ser bem definida, exercem grande influência na abertura manual dessas embalagens.

30. POR QUE A TAXA DE HERMETICIDADE DE UMA EMBALAGEM PLÁSTICA DEVE SER NO MÍNIMO IGUAL À TAXA DE PERMEABILIDADE TOTAL QUE OCORRE ATRAVÉS DAS PAREDES DA EMBALAGEM?

R. Embalagens de alta barreira (baixa permeabilidade), requerem maior controle do sistema de fechamento. Considerando que a barreira e a hermeticidade estão diretamente relacionadas com o grau de proteção do sistema de embalagem, geralmente quanto menor a transferência de massa entre o micro e macro ambiente, maior será a vida útil do produto. Por exemplo, em produtos termoprocessados ou em sistemas de acondicionamento asséptico, a falta de hermeticidade resultará em problemas microbiológicos devido a recontaminação através dos defeitos nas áreas de fechamento e microfuros das embalagens.

ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA

1. O SISTEMA DE EMBALAGEM POR MEIO DE “ATMOSFERA MODIFICADA” PODE SER ATIVA OU PASSIVA? QUAL A DIFERENÇA ENTRE OS DOIS SISTEMAS NO ACONDICIONAMENTO DE ALIMENTOS?

R. Nos sistemas de atmosfera modificada passiva (AMP), os produtos são acondicionados em embalagens e a atmosfera em seu interior é alterada pela própria mudança nos produtos em função das características de permeabilidade aos vapores e aos gases da embalagem e também em função das variações de temperatura do sistema produto-embalagem-ambiente. Já na atmosfera modificada ativa (AMA), após o acondicionamento, é feito um vácuo parcial seguido de injeção de uma mistura de gases no interior da embalagem. Esse tipo é indicado para alimentos com reduzida atividade respiratória, porque modificam de forma lenta a atmosfera, levando maior tempo para atingir a atmosfera de equilíbrio se a modificação da atmosfera fosse de forma passiva. Os materiais de embalagem possuem barreiras aos vapores e aos gases diferentes das embalagens usadas na atmosfera modificada passiva.

2. POR QUE OS SISTEMAS DE EMBALAGEM COM “ATMOSFERA MODIFICADA” NÃO SÃO LARGAMENTE UTILIZADOS NO BRASIL?

R. Apesar de já consolidado pelo mundo à fora há anos, os sistemas de atmosfera modificada, principalmente os sistemas ativos, devido ao elevado custo de sua implantação torna-se um impedimento no consumo de alimentos ofertados com essa tecnologia pelos elevados preços para o consumidor final.

Da capacidade de identificação, criação ou de alterações das variáveis, tais como: preço, qualidade, regularidade de oferta e inovação vão depender a obtenção e a conservação de vantagens competitivas, que mantém ou aumentam a participação das organizações no mercado.

3. O USO DE “ATMOSFERA MODIFICADA” PARA O ACONDICIONAMENTO DE BATATAS FRITAS É FUNDAMENTAL PARA PROLONGAR A VIDA ÚTIL DESSE PRODUTO? POR QUÊ?

R. Devido ser um produto produzido por fritura é susceptível de oxidação pelo oxigênio da atmosfera e a atmosfera modifica é uma das técnicas para prolongar a vida útil desse produto. Pode ser utilizado gás nitrogênio ou gás carbônico para inertizar, substituindo o oxigênio do espaço livre das embalagens após o acondicionamento. Em função desse

tipo de produto possuir elevado giro no mercado de consumo, bem como a atmosfera modifica ser um custo adicional, o acondicionamento é feito em atmosfera natural. O tempo entre a produção e o consumo é relativamente curto, não afetando significativamente as características físico-químicas e sensoriais desse tipo de produto. As marcas mais tradicionais utilizam embalagens consideradas de boa barreira ao oxigênio, ao vapor de água e à radiação (UV-visível), proporcionando maior proteção contra os fatores externos.

4. QUAIS SÃO OS GASES UTILIZADOS NO SISTEMA DE “ATMOSFERA MODIFICADA” E COMO SÃO DEFINIDOS OS RESPECTIVOS VOLUMES?

R. Os gases normalmente utilizados em sistemas de acondicionamento de produtos em sistemas de embalagens de atmosfera modificada incluem o nitrogênio, o dióxido de carbono e o oxigênio. O dióxido de carbono é um gás ativo e altamente solúvel em água e gordura, além de possuir efeito bacteriostático e fungistático, agindo como conservante de alimentos. O nitrogênio é um gás quimicamente inerte e normalmente está presente na composição das misturas. A principal função é substituir os gases reativos e reduzir as reações de oxidação de gorduras e aromas, principalmente. O oxigênio é um gás reativo e está presente na atmosfera em cerca de 21%. Sua presença em misturas gasosas para uso em alimentos ainda é discutível e controversa. Por exemplo, elevadas concentrações de oxigênio são aplicadas em sistemas de embalagens de carnes frescas para manter a coloração vermelha brilhante. Os volumes dos gases na mistura, vai depender das características dos produtos, da vida útil desejada, do tipo e característica da embalagem, da temperatura de estocagem, transporte e distribuição. De maneira geral atmosferas com 3 a 8% de oxigênio e 5 a 15% de dióxido de carbono proporcionam aumento da vida útil de alguns produtos, porém para cada tipo existe uma atmosfera específica para obter maior conservação.

5. BASICAMENTE QUAL A DIFERENÇA ENTRE “ATMOSFERA MODIFICADA” E ATMOSFERA CONTROLADA?

R. O sistema de embalagem em atmosfera modificada preconiza o acondicionamento no qual a atmosfera no entorno do produto se altera gradativamente durante o decorrer do tempo de vida útil, devido às interações dos gases com o conjunto produto-embalagem. No caso da atmosfera controlada, existe um controle contínuo da atmosfera no entorno do produto durante a estocagem e distribuição dos produtos. A atmosfera a ser controlada é a mesma em contato com o produto que pode incluir as concentrações dos três gases, além do vapor de água e a temperatura. Normalmente a atmosfera controlada é utilizada

em estocagem e distribuição de produtos em contentores e não em embalagens de venda.

6. QUAIS SÃO OS PARÂMETROS MAIS CRÍTICOS EM RELAÇÃO AO ACONDICIONAMENTO EM EMBALAGENS COM USO DA “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. O sistema de acondicionamento utilizando atmosfera modificada visando o aumento da vida útil de alimentos está associado a alguns fatores críticos que devem ser observados com muita eficiência, tais como: qualidade inicial dos alimentos, bem como a sua natureza; mistura dos gases em relação ao tipo de produto; controle eficiente da temperatura desde o processamento até a comercialização; características de barreira aos gases e vapores da embalagem; eficiência do equipamento em relação ao fechamento.

7. É POSSÍVEL UTILIZAR EMBALAGEM COM “ATMOSFERA MODIFICADA” E MANTER OS PRODUTOS ESTOCADOS E COMERCIALIZADOS À TEMPERATURA AMBIENTE?

R. A temperatura deve ser controlada durante o preparo, distribuição e comercialização dos produtos, pois é um fator decisivo para o sucesso do uso dos sistemas de acondicionamento em atmosfera modificada. Alguns produtos dispensam a refrigeração, tais como: alimentos secos e alguns derivados de panificação, mas como todos os alimentos, deve-se estabelecer uma temperatura ótima de estocagem deve ser definida para cada produto.

Em se tratando de taxa de respiração de vegetais, a influência da temperatura se faz importante porque essa taxa, aumenta entre 0 e 10°C quando comparada com a faixa de 15 a 25°C. Produtos como frios fatiados e vegetais minimamente processados devem ser estocados em temperaturas entre 0 a 5°C e nunca em temperatura ambiente.

8. EM PAÍSES COMO O BRASIL É POSSÍVEL A IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS DE ACONDICIONAMENTO PRÓXIMAS AOS LOCAIS DE GRANDES VOLUMES DE PRODUÇÃO?

R. É possível sim a montagem e implantação de centrais de acondicionamento próximas aos locais de produção e isso pode ser um fator importante para ganho de vida útil de produtos vegetais perecíveis, tendo em vista que a redução de 10°C na temperatura dos produtos logo após a sua colheita pode aumentar a estabilidade em até 15 dias, conforme observação feita por grandes agricultores que possuem áreas de refrigeração nos locais de produção. Essa implantação pode favorecer a colheita de frutas no ponto de maturação desejado pelo consumidor, com ganho de peso para o produtor, possibilitando maior margem de lucro.

9. EM TERMOS DE CUSTO X BENEFÍCIO, QUAIS PRODUTOS SÃO MAIS VANTAJOSOS PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE EMBALAGEM COM “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. Por se tratar de uma tecnologia que exige investimentos diferenciados, além da sua operação exigir mão de obra especializada, alguns produtos podem ser mais vantajosos em termos de lucro para as empresas. Os primeiros fatores que devem ser considerados envolvem os mercados a que se destinam os produtos, tanto varejo como o institucional, o volume de produção, os tipos e características de embalagens que incluem desde a embalagem primária até as de transporte. O tipo de produto exerce grande influência para a decisão de implantar tais sistemas de acondicionamento. Por exemplo, produtos que possuem maiores valores agregados apresentam maior possibilidade de sucesso, tais como: derivados de carne, derivados de leite, massas alimentícias semipreparadas ou preparadas prontas para o consumo, possuem maior sucesso de mercado.

10. HÁ ALGUMA RESTRIÇÃO RELACIONADA À SEGURANÇA DE OPERAÇÃO E MANUSEIO DO GÁS CO₂ EM SISTEMAS DE EMBALAGEM COM “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. Os gases comprimidos podem ser classificados como gases liquefeitos (líquidos sob pressão, à temperatura ambiente), não-liquefeitos e gases em solução. Os gases são armazenados em cilindros de paredes metálicas espessas, testadas para tal finalidade. Todo cilindro de gás comprimido contém uma grande quantidade de energia. Quando esta energia é aliviada inadequadamente, ela pode provocar sérios acidentes. Os gases utilizados em sistemas de atmosfera modificada são fornecidos em cilindros de aço sob alta pressão, sendo seus volumes dependentes do tipo de gás ou mistura de gases. Sua utilização deve seguir todas as normas de qualidade e segurança de manuseio. A utilização do gás carbônico ao contrário do monóxido de carbono, não traz nenhum problema de manuseio em operações que dizem respeito à aplicação em sistemas de embalagens sejam elas flexíveis, semirrígidas ou rígidas.

11. OS MATERIAIS DE EMBALAGENS APROPRIADOS PARA UTILIZAÇÃO EM SISTEMAS DE “ATMOSFERA MODIFICADA” ESTÃO DISPONÍVEIS E SÃO DE CUSTO ACESSÍVEL A PEQUENOS E MÉDIOS PRODUTORES DE FRUTAS E HORTALIÇAS?

R. Nos sistemas de acondicionamento por meio de atmosfera modificada é possível utilizar dois tipos de embalagens em função da taxa de respiração pós colheita de cada produto e também para produtos que não respiram. Em ambos os casos, a maioria dos materiais ofertados devem possuir boas características de barreira aos gases, boa capacidade de selagem por meio de calor, boas características mecânicas e barreira à radiação

(UV-visível). Em geral as embalagens são flexíveis e semirrígidas e compostas pela combinação de diferentes materiais plásticos, alguns deles importados e que elevam os custos dessas embalagens. Para os produtos que respiram, características como mercado a ser comercializado, permeabilidade aos gases e aos vapores, capacidade de fechamento por meio de calor, resistência mecânica e barreira à radiação (UV-visível). Nesse caso, são utilizados materiais mais simples e em forma de filme único e ou combinado com polietileno de baixa densidade para proporcionar fechamento mais seguro. Estes materiais são mais acessíveis e de custo/tonelada bem mais barato em relação aos laminados de alta barreira aos gases.

12. EM RELAÇÃO À OPERAÇÃO DE UM SISTEMA DE EMBALAGENS COM “ATMOSFERA MODIFICADA”, QUAL A QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA NECESSÁRIA?

R. O sistema de acondicionamento por meio de atmosfera modificada em termos de garantia da qualidade é baseado nos princípios da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP), ou seja, está baseado no monitoramento integral dos processos produtivos a fim de garantir a qualidade para o fim a que se destina. Nesse caso, é necessária mão de obra técnica especializada para detectar pontos críticos do processo e definir procedimentos de controle adequados desses pontos. Além disso, o funcionamento em si desses sistemas exige conhecimentos técnico-operacionais avançados.

13. EM RELAÇÃO À CONSERVAÇÃO DE CARNES BOVINAS FRESCAS, O ACONDICIONAMENTO COM “ATMOSFERA MODIFICADA” É MAIS EFICIENTE EM COMPARAÇÃO ÀS MESMAS CARNES ACONDICIONADAS À VÁCUO?

R. As peças de carnes frescas acondicionadas sob atmosfera modificada, isenta de oxigênio, mas com elevados níveis de gás carbônico apresenta maior probabilidade de aumentar a estabilidade em relação às mesmas peças acondicionadas sob vácuo. Isso pode ser explicado porque mesmo na embalagem à vácuo, a respiração acontece aumentando paulatinamente os níveis de gás carbônico no interior da embalagem até chegar em níveis de aproximadamente 20%. Nos sistemas de atmosfera modificada aplicam-se maiores níveis de gás carbônico comparativamente à embalagem à vácuo, portanto, torna-se mais eficaz contra as reações microbiológicas com deterioração.

14. PARA PRODUTOS DO MERCADO INSTITUCIONAL E INDUSTRIAL O USO DE “ATMOSFERA MODIFICADA” EM EMBALAGENS DE TRANSPORTE MOSTRA A MESMA EFICIÊNCIA EM COMPARAÇÃO ÀS EMBALAGENS DE VAREJO?

R. Nesses segmentos de mercado, os sistemas de embalagens com atmosfera modificada são utilizados para carnes frescas e carcaças de animais menores, para abastecer os mercados maiores, utilizando embalagens de transporte, maiores que as de varejo, porém com controle da atmosfera semelhante. Nessas situações, a manutenção da cor vermelha brilhante não é tão importante, mas reduzir ou retardar o desenvolvimento de microrganismos e evitar as reações de oxidação e gorduras e pigmentos, é de elevada importância.

15. PARA O ACONDICIONAMENTO DE PRODUTOS SECOS COM ATIVIDADE DE ÁGUA MENOR QUE 0,60, QUAIS MISTURAS DE GASES SÃO MAIS EFICIENTES PARA A CONSERVAÇÃO?

R. Nesta classe de produtos estão incluídos o café, leite em pó integral, snacks em geral, castanhas e derivados, encapsulados, dentre outros, nos quais as reações de oxidação por meio da ação de oxigênio, radiação e água podem torna-los impróprios para o consumo. Além disso, o ganho de umidade também é um fator que limita significativamente a vida útil desses produtos. No acondicionamento sob atmosfera modificada normalmente utiliza-se fluxo de nitrogênio no espaço livre das embalagens – a isso chamamos de inertização – a fim de reduzir o oxigênio residual a níveis de aproximadamente 2%. As misturas de gases mais utilizadas incluem gás carbônico e nitrogênio a fim de reduzir as reações de oxidação. Para proteção contra umidade, os materiais sempre devem apresentar boa barreira ao vapor de água. Para produtos com elevados níveis de lipídeos, é também importante a barreira à radiação (UV-visível). Os níveis de cada gás componente da mistura, deve ser definida em função da característica de cada produto em especial.

16. COMO AUMENTAR A VIDA DE PRATELEIRA DO CAFÉ TORRADO E MOÍDO UTILIZANDO ACONDICIONAMENTO COM “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. Na escolha da estrutura de uma embalagem ideal para o acondicionamento de qualquer produto é necessário que se conheça as características do produto final, ou seja, o que é que devemos proteger e contra quais fatores. Durante a torra do café ocorrem reações que dão origem à formação de compostos químicos responsáveis pelo conjunto sensorial de aroma e sabor da bebida após o preparo. Nesse processo há também a formação de gases – predominantemente o gás carbônico que aumenta em função do aumento do grau da

torração, ficando oclusos no interior dos grãos. Na moagem, a maior concentração de gás carbônico é liberada e outra parte durante o resfriamento e armazenamento. Durante as etapas de moagem e resfriamento, desgaseificação e acondicionamento deve ser evitado a absorção excessiva de umidade e contato com o oxigênio pela aplicação de vácuo ou utilização da atmosfera modificada a fim de reduzir as reações indesejáveis. Alterando a atmosfera durante o acondicionamento de aproximadamente 1% para 0,5% no espaço livre das embalagens poderá aumentar significativamente a vida útil do café torrado e moído.

17. A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE LEITE EM PÓ INTEGRAL REGULAMENTA O USO DE GÁS INERTE DURANTE O ACONDICIONAMENTO DO PRODUTO. QUAL GÁS OU GASES É POSSÍVEL SER UTILIZADO NESSE ACONDICIONAMENTO?

R. Os fatores que afetam a conservação do leite em pó são a absorção de umidade, a absorção de oxigênio e a radiação (UV-Visível). As embalagens atualmente utilizadas no mercado varejista e institucional são a lata de folha de flandres e os laminados flexíveis. Assim como para muitos produtos secos susceptíveis de alterações pelo oxigênio, o residual desse gás acima de 2% no espaço livre das embalagens poderá comprometer as características físico-química e sensoriais. Durante o acondicionamento do leite em pó, as embalagens são inertizadas com gás nitrogênio ou mistura de nitrogênio com gás carbônico. Essa prática é muito eficiente e aumenta sobremaneira a estabilidade do leite em pó. É importante lembrar que tanto as embalagens rígidas como as embalagens flexíveis, ambas são barreira ao vapor de água, oxigênio e radiação que, além de manter a atmosfera modificada, evita a absorção de umidade e a penetração de luz.

18. A CASTANHA DE CAJU É UM IMPORTANTE PRODUTO DA ECONOMIA DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL E TEM SIDO EXPORTADA EM VOLUMES SIGNIFICATIVOS. BASEADO NA CONSERVAÇÃO E CONSIDERANDO OS TIPOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS, COMO É O SISTEMA DE EMBALAGEM DESSE PRODUTO PARA O EXTERIOR?

R. Trata-se de um produto com elevados níveis de gorduras que contém ácidos graxos importantes à dieta humana que necessitam de proteção contra oxidação. De maneira geral, esses produtos são produzidos torrados e, em alguns casos salgados, que contribui com as reações de oxidação. Em geral as embalagens de exportação são flexíveis de alta barreira ao oxigênio e à radiação (UV-visível), além de barreira ao vapor de água. Possuem boa resistência mecânica e, em muitos casos sob vácuo. Uma alternativa é o uso de inertização em forma de fluxo para remoção do residual de oxigênio e, em seguida termosseladas. Tanto as embalagens com atmosfera de nitrogênio quanto às embalagens

à vácuo, são utilizadas em mercados institucionais e mercado exterior.

19. COMO FUNCIONAM AS VÁLVULAS INTELIGENTES “ONE WAY” UTILIZADAS NO ACONDICIONAMENTO DE CAFÉ TORRADO EM GRÃOS EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS?

R. Essa tecnologia é bastante comum em embalagens laminadas flexíveis que permite a saída do gás carbônico que difunde do interior dos grãos gradativamente ao longo da distribuição, mas impede a entrada de oxigênio, tanto para cafés torrado e moído como para cafés torrados em grãos. Essa válvula é automaticamente acionada quando a pressão no interior da embalagem atinge um nível que permita tal acionamento. É claro que parte dos aromas do café podem sair juntamente com o gás carbônico, mas em níveis baixos e que não comprometem a qualidade final da bebida. Essa válvula poderá ser acionada manualmente pressionando a embalagem, mas já se trata de uma prática não recomendável.

20. QUAL A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DA ATMOSFERA MODIFICADA EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, QUANDO COMPARADA COM O ACONDICIONAMENTO EM “ATMOSFERA NATURAL”?

R. A maioria dos produtos de panificação apresentam atividade de água inferior a 0,90, o que mostra maior resistência a deterioração por bactérias, mas menor resistência a crescimento de fungos e algumas alterações devido a ação de leveduras e isso tem trazido muitos problemas e desafios para o aumento da vida útil desse segmento de produtos. Em função da Legislação Brasileira, é possível utilizar conservantes químicos durante a fabricação de produtos de panificação, porém alguns deles são responsáveis pelas alterações de aroma e sabor. Para pães de forma, é utilizado sais do ácido propiônico dissolvido em álcool em forma de “spray” nas embalagens de poli (etileno de baixa densidade) fechadas com grampos torcidos, além da adição na massa do produto. O sistema de acondicionamento sob atmosfera modificada é uma alternativa para prolongar a estabilidade desses produtos significativamente por meio do uso de gás carbônico, e ou nitrogênio, por exemplo. Conforme relatos de observação em empresas produtoras de pães de forma, é possível aumentar a vida útil de pães de forma dos atuais 20 dias para 90 dias em temperatura ambiente quando utiliza-se atmosfera de 100% de gás carbônico. Entretanto, é necessário que a embalagem apresente barreira suficiente para manter a atmosfera inalterada ou levemente alterada. Outras possibilidades existem em função de cada tipo de produto, mas todas devem considerar a composição e os valores de atividade de água para melhor controle do crescimento de fungos.

21. PARA AUMENTAR A CONSERVAÇÃO DE OVOS COM CASCA, QUAL A MELHOR MISTURA DE GASES NO ACONDICIONAMENTO COM “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. Trata-se de um produto perecível em função, principalmente, de a casca ser altamente permeável. A vida útil de ovos com casca está associada a perda de umidade e de gás carbônico, além do crescimento de fungos na superfície da casca por estar em constante trocas gasosas. Não bastasse, a penetração de oxigênio provoca a oxidação de colesterol e das vitaminas da composição. Uma das maneiras de retardar os processos de deterioração é o uso da cadeia de frio, mas em função do valor agregado desse tipo de produto, isso aumentaria sobremaneira o preço final ao consumidor. O uso da atmosfera modificada pode ajudar a conservação e níveis de aproximadamente 20% de gás carbônico e 80% de nitrogênio poderá prolongar a vida útil à temperatura ambiente, mas ressaltando que a embalagem deverá atender aos requisitos de barreira para a manutenção dessa atmosfera. Uma alternativa interessante para melhorar as características de barreira da casca de ovos é a aplicação de revestimentos à base de biopolímeros com boa barreira aos gases oxigênio e gás carbônico. Normalmente as soluções de revestimento podem ser aplicadas por imersão ou aspersão e secadas à temperatura ambiente.

22. QUAL A RAZÃO DA “ATMOSFERA CONTROLADA” SER AUTOMATICAMENTE CONSIDERADA COMO UM AMBIENTE DE REDUZIDO NÍVEL DE OXIGÊNIO?

R. Os requisitos da embalagem são freqüentemente determinados pela natureza do produto a ser acondicionado. Caso o produto for sensível às condições atmosféricas, como oxigênio, dióxido de carbono, acidez, umidade ou radiação (UV-visível), é frequentemente desejável criar um ambiente artificial em torno do produto, que será mantido dentro da embalagem para evitar mudanças na qualidade ou aparência do produto. Em função dessas premissas é que essa afirmação é muito utilizada em se tratando de atmosfera controlada.

23. QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS DE EMBALAGENS PARA O ACONDICIONAMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. Basicamente as características são: barreira aos gases, vapor de água e aromas, boa resistência mecânica para ser transformados pelos sistemas de extrusão e termoformagem. Na categoria de embalagens flexíveis em formatos de “pouche” e embalagens semirrígidas, estão incluídos os filmes de polietileno tereftalato, copolímero de (cloreto de vinila + cloreto de vinilideno), copolímero de etileno + álcool vinílico; filmes de Nylons, copolímeros de etileno + acetato de vinila, polipropileno biorientado, e folhas de alumínio. A combinação

desejada desses materiais é realizada em função da característica de cada produto e, nesse caso, para produtos que não se alteram por meio da respiração.

24. O QUE DIFERENCIA OS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS CONSERVADOS SOB “ATMOSFERA MODIFICADA” DOS DEMAIS PRODUTOS MANTIDOS EM TEMPERATURAS DE REFRIGERAÇÃO?

R. O uso da atmosfera modificada é reconhecidamente eficaz para prolongar a vida útil de alimentos perecíveis. Entretanto, os alimentos conservados sob atmosfera modificada, se diferencia dos demais alimentos comercializados sob refrigeração não pelo fato de permitir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, mas sim pelo fato de não permitir que microrganismos deteriorantes se desenvolvam simultaneamente com os patogênicos. Em acontecendo isso, os alimentos se tornariam inaceitável para consumo humano. A tecnologia de atmosfera modificada sempre deverá ser acompanhada de estocagem refrigerada para produtos perecíveis.

25. COMO FUNCIONA A TÉCNICA DE “STRIPPING” UTILIZANDO GÁS NITROGÊNIO NAS LINHAS AUTOMÁTICAS DE ÓLEOS E AZEITES COMESTÍVEIS?

R. A técnica de “stripping” é a aplicação de nitrogênio em forma de gás para a remoção de excesso de oxigênio, principalmente, dissolvido nos óleos e azeites originados na fabricação. Como o nitrogênio é um gás imiscível e inerte, nesse caso é utilizado o de pureza mais avançada, isento de oxigênio. O nitrogênio é injetado em contrafluxo no produto em microbolhas por meio de “plugs” ou mesmo por meio de stripper supersônico, projetados para cada situação de produto. É claro que trata-se de uma técnica que pode remover além do oxigênio, gás carbônico, umidade e alguns compostos voláteis indesejáveis presentes no produto.

26. POR QUE NÃO É RECOMENDÁVEL EMBALAGENS COM “ATMOSFERA MODIFICADA” COM NÍVEIS DE OXIGÊNIO INFERIORES A 2,0%?

R. Muitas pesquisas realizadas mostraram que em situações de reduzidas concentrações de oxigênio, a relação entre este gás e o gás carbônico pode provocar aumento das reações de fermentação. Sabe-se que níveis de oxigênio inferiores a 1% em embalagens com atmosfera modificada de diversos produtos com conhecida bioquímica pós-colheita, tais como banana e maçã, é possível a percepção de aromas com características alcoólicas. Portanto, com está descrito com muita propriedade na literatura científica, não é recomendado níveis de oxigênio inferiores a 2% quando da utilização de sistemas com atmosfera modificada.

27. EM RELAÇÃO A AÇÃO DO GÁS CARBÔNICO EM EMBALAGENS COM “ATMOSFERA MODIFICADA”, COMO ATUA NA INIBIÇÃO DE MICRORGANISMOS DETERIORADORES?

R. O gás carbônico oferece efeito inibitório sobre o metabolismo aeróbio e anaeróbio, sendo sua ação baseada em diversos fatores que podem estar associados ou não, tais como: alterações das funções na membrana celular, redução da velocidade das reações enzimáticas ou inibição das mesmas, alteração do pH intracelular na membrana bacteriana, alteração nas características físico-químicas das proteínas, dentre outros. Convém lembrar que níveis aproximados de 0,03% ou inferiores de gás carbônico no interior das embalagens são decorrentes das transformações bioquímicas que ocorrem nos alimentos.

28. COMO SE DÁ A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA COMPLETO DE EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA?

R. Basicamente a implantação é semelhante em algumas etapas a qualquer processo de processamento de alimentos, ou seja, após a escolha do produto a ser tratado, definir os objetivos e especificar o tipo de sistema de acondicionamento. A partir desse ponto, verificar o tipo de equipamento mais adequado ao caso e, então, redigir os procedimentos da linha de fabricação. Em paralelo, definir o sistema de distribuição e suas especificidades em função das regiões a serem atendidas. Após a finalização da linha de produção, iniciar os testes pilotos e de campo. Acertar alguns detalhes e fechar todos os procedimentos de operação e implantar o sistema de fabricação. Nessa última etapa, deve-se atentar para o treinamento de pessoal técnico em relação aos princípios que norteiam a tecnologia de atmosfera modificada.

29. A DEPENDÊNCIA DE IMPORTAÇÃO DE ALGUNS MATERIAIS DE EMBALAGEM PODE, DE CERTA MANEIRA, RETARDAR A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE ACONDICIONAMENTO USANDO “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. Certos materiais de barreira ao oxigênio ainda são importados, tais como: os copolímeros de EVOH e PVdC, além dos Nylons. Os preços dessas resinas geralmente são baseados na variação do preço do Petróleo no mercado internacional, daí ser possível alguns impedimentos ou retardamento na implantação dessa tecnologia. Um grande desafio no setor de embalagens flexíveis no Brasil é o de reduzir a espessura dos materiais nas estruturas laminadas de alta barreira e também o preço delas.

30. QUAIS OS PARÂMETROS CRÍTICOS A SEREM MONITORADOS PARA UM BOM FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS PARA ACONDICIONAMENTO EM “ATMOSFERA MODIFICADA”?

R. A partir do momento que se utiliza embalagens flexíveis laminadas em processo do tipo forma-enche-fecha, alguns parâmetros devem ser observados para maior eficiência quando se aplica atmosfera modificada, tais como: a eficiência na alteração da atmosfera no interior da embalagem e isso pode estar relacionado à mistura gasosa e ao equipamento em si e, a capacidade em realizar as termoselagens com qualidade, observando sempre os parâmetros de tempo, temperatura e pressão rotineiramente. Para modificar a atmosfera no interior das embalagens é possível utilizar o sistema de injeção de gás ou vácuo compensado – primeiro realiza o vácuo e depois injeta a mistura de gases.

31. POR SER MAIS ECONÔMICO, O PROCESSO DE “TERMOFORMAGEM” EM SUAS VARIAÇÕES, PODEM SER MAIS EFICIENTES QUANDO COMPARADOS COM OUTROS PROCESSOS QUE UTILIZAM EMBALAGENS FLEXÍVEIS EM TERMOS DE CONSERVAÇÃO?

R. É um processo de fabricação de embalagens de baixo investimento em relação aos processos de injeção e extrusão, mas não é muito versátil em relação aos diferentes desenhos e dimensões das embalagens porque exige trocas sucessivas de moldes para a termoformagem. Fora isso, este processo permite diferentes variações em função de ajustar aos diferentes materiais plásticos disponíveis. Essas variações incluem a termoformagem aplicando vácuo e ou ar comprimido; estiramento mecânico e vácuo ou ar comprimido; termoformagem positiva utilizando ar comprimido e vácuo. Cada uma dessas variações é específica para cada desenho ou tamanho de embalagem.

SISTEMAS ASSÉPTICOS DE EMBALAGEM

1. QUAIS A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE FECHAMENTO EM PROCESSOS ASSÉPTICOS DE ACONDICIONAMENTO? É UM FATOR CRÍTICO NESSE PROCESSO?

R. Os defeitos de fechamento em embalagens assépticas de alimentos são frequentemente associados a falhas e tendem a ser aleatórios, sendo que as áreas com defeitos são particularmente relevantes em embalagens flexíveis e semirrígidas, que obviamente são mais propensas a danos mecânicos quando comparadas a recipientes rígidos. Por sua vez, defeitos de hermeticidade podem ser descritos como pontos de falhas nas áreas de vedação de embalagens fechadas, então, quando é observada diferença de pressão nos dois lados de uma embalagem, isso poderá indiciar áreas defeituosas. Exemplos típicos desses casos são embalagens de alimentos com defeitos de termoselagem; com defeitos de porosidade dos materiais, que individualmente podem representar outro grupo de problemas; e com materiais com certa permeabilidade aos gases e vapores que podem afetar a qualidade do volume interno.

2. COMO SE DEFINE PROCESSO ASSÉPTICO E O QUE MOTIVOU SEU DESENVOLVIMENTO PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS EM GERAL?

R. O sistema asséptico pode ser definido como o envase, a frio, de um produto comercialmente estéril em uma embalagem previamente esterilizada, sob condições ambientais também estéreis. O processo asséptico foi desenvolvido para melhorar a qualidade de produtos enlatados e tem por finalidade de evitar que o produto e o material de embalagem sofram recontaminação durante as etapas de enchimento e fechamento da embalagem. O material das embalagens deve ser resistente aos agentes e processos de esterilização, permitir o envase asséptico e garantir a integridade do fechamento durante as etapas de comercialização.

3. A UTILIZAÇÃO DA IRRADIAÇÃO PARA ESTERILIZAR EMBALAGENS E TAMPAS DE MATERIAIS PLÁSTICOS EM PROCESSOS ASSÉPTICOS PODE AFETAR A QUALIDADE DOS MATERIAIS DE EMBALAGEM DESTINADAS AOS SISTEMAS ASSÉPTICOS?

R. Alguns processos assépticos de acondicionamento utilizam como agente esterilizante a irradiação gama ou a irradiação UV para a assepsia dos materiais de embalagem, tanto as embalagens como os selos e tampas. Especialmente a irradiação gama, ela pode afetar materiais de origem vinílica, tais como os materiais PVC e PVdC, além dos vernizes, vedantes e adesivos de mesma natureza. Portanto, a que se levar em consideração esses

fatores no momento do desenvolvimento de embalagens, bem como da definição dos agentes de esterilização a serem utilizados.

4. OS PROCESSOS ASSÉPTICOS APARECERAM PARA PERMITIR QUE AS EMBALAGENS POSSAM SER FABRICADAS EM LINHAS CONTÍNUAS DE ENCHIMENTO. É POSSÍVEL QUE O CALOR DA EXTRUSÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS POSSA ESTERILIZAR AS EMBALAGENS?

R. Muitas patentes de processos assépticos de acondicionamento utilizam sistemas integrados e não integrados, ambos produzindo a embalagem simultaneamente à etapa de envase e fechamento. O calor de extrusão (para poliolefinas pode ser entre 170 a 230°C), associado ao sopro utilizando ar estéril é muito eficiente para a esterilização da embalagem para muitos produtos alimentícios. Para outros produtos, essa esterilização pode ser reforçada com o uso de algum agente químico, tais como peróxido de hidrogênio e calor, por exemplo.

5. A EVOLUÇÃO DOS DESENHOS DAS EMBALAGENS CARTONADAS TIPO BRICK, COM A INSERÇÃO DE TAMPAS DE ROSCA TORNOU AS ÁREAS DE FECHAMENTO POR MEIO DE CALOR MAIS VULNERÁVEL QUANTO À HERMETICIDADE?

R. Devido às mudanças nas tendências do mercado e às mudanças na sociedade, embora a forma tradicional mais comum seja do tipo brick, a necessidade de diversificação e diferenciação levou ao desenvolvimento de outras formas de embalagens assépticas, como prisma, triangular, formato “gable top” e outras, assim como à combinação com outros materiais, como garrafas de plástico. Na fabricação de embalagens assépticas, é necessário fazer várias dobras no material para obter a forma retangular. Para isso, é necessário inserir um número de vincos no material, sendo que durante as etapas de formache-fecha, as dobras das abas da embalagem também podem causar vazamentos. Caso a folha de alumínio não resista ao efeito das dobras, ainda existe a proteção das camadas de plástico que contribuem de alguma maneira para, em médio prazo, não permitir a troca de gases do ambiente interno com o externo.

6. EM PROCESSOS ASSÉPTICOS, ESPERA-SE QUE OS SISTEMAS DE FECHAMENTO POSSUAM A MESMA BARREIRA AOS GASES E VAPORES QUE AS EMBALAGENS. ISSO É CORRETO? POR QUE?

R. Ao se desenvolver embalagens para uso em sistemas assépticos deve-se levar em consideração o sistema de fechamento em relação à barreira aos fatores externos – oxigênio, vapor de água, aromas e radiação, tendo em vista a garantia da estabilidade

e segurança do consumidor. Caso os sistemas de fechamento não garantam a mesma barreira em relação ao material da embalagem, certamente a vida útil dos produtos será comprometida em tempo inferior àquele declarado no rótulo.

7. QUAL A DIFERENÇA BÁSICA ENTRE PROCESSOS ASSÉPTICOS CONTÍNUOS E PROCESSOS ASSÉPTICOS DESCONTÍNUOS EM TERMOS DE EMBALAGENS E SISTEMAS DE FECHAMENTO?

R. Nos processos contínuos, os produtos são tratados termicamente de forma contínua, em fluxo, e acondicionados simultaneamente. Durante as paradas dos equipamentos de tratamento térmico, a fabricação das embalagens é interrompida também. Nos processos descontínuos, os produtos podem ser esterilizados, resfriados e estocados em tanques assépticos para posterior acondicionamento, caso os equipamentos de envase não estejam na mesma área de processamento. Nos processos descontínuos pode-se utilizar tanto embalagens já prontas como também as embalagens serem fabricadas no momento do acondicionamento.

8. QUAIS AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DA SUBSTITUIÇÃO DO ACONDICIONAMENTO A QUENTE PELO PROCESSO ASSÉPTICO DE SUCOS DE FRUTAS CÍTRICAS?

R. O resfriamento natural de sucos de frutas após o acondicionamento à quente é muito lento e pode provocar excesso de aquecimento no produto, alterando o sabor e as características naturais. O ideal seria resfriamento rápido seguido de estocagem em ambiente com temperatura controlada. Do ponto de vista de qualidade final do produto o ideal é realizar enchimento asséptico com sistema de embalagem apropriado a cada produto e em função das exigências do mercado consumidor. As vantagens dos sistemas assépticos incluem a redução do consumo de energia, produtos estáveis à temperatura ambiente, embalagens sensíveis a temperaturas elevadas, produtos de melhor qualidade sensorial, além de diferentes sistemas proporcionarem fabricar a embalagem no momento do envase.

9. CERVEJAS PASTEURIZADAS PELO PROCESSO ASSÉPTICO (FLASH PASTEURIZATION) PODEM APRESENTAR MELHOR CONSERVAÇÃO QUANDO COMPARADAS COM A MESMA CERVEJA PASTEURIZADAS ATRAVÉS DE TÚNEL DE AQUECIMENTO CONTÍNUO, EM EMBALAGENS DE VIDRO E ROLHA METÁLICA?

R. O sistema de pasteurização de cervejas conhecido como “flash pasteurization” é uma alternativa consolidada e viável para inativação de leveduras. Além disso, preserva melhor

as características físico-químicas e sensoriais das cervejas, pelo curto tratamento térmico a que esse produto é submetido, seguido de resfriamento rápido. Para além disso, esse tipo de pasteurização pode viabilizar o uso de outros materiais de embalagem que não os vidros. Por exemplo, embalagens de PET e tampas, ambos com absorvedores de oxigênio. As embalagens devem sofrer processo de limpeza e assepsia eficientes, bem como o ambiente de acondicionamento ser devidamente protegido de contaminação.

10. EM TERMOS DE EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO, QUAL O MELHOR PROCESSO DE CONSERVAÇÃO, O PROCESSO ASSÉPTICO OU O PROCESSO DE ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA?

R. O processo asséptico está mais consolidado para muitos tipos de produtos e a condições de temperatura e tempo aplicados são reconhecidamente eficazes para a inativação de microrganismos patogênicos e não patogênicos – a depender ser for apenas para pasteurização ou esterilização, enquanto que o processo de alta pressão associado ou não a temperaturas elevadas, apresenta algumas restrições em relação à inativação de enzimas, dependendo do produto. Uma limitação tecnológica é a capacidade de produção dos processos de alta pressão, que são bem inferiores aos processos assépticos, além de limitar o uso de embalagens rígidas que podem sofrer deformações ou quebras devido à diferença de pressão exercida durante a descompressão.

11. QUAIS OS AGENTES ESTERILIZANTES DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA UTILIZAÇÃO EM PROCESSOS ASSÉPTICOS DE ACONDICIONAMENTO DE ALIMENTOS E BEBIDAS?

R. Os agentes esterilizantes são muitos e, de maneira geral estão associados às respectivas patentes que caracterizam cada processo, podendo ser agentes físicos ou químicos. Dentre os agentes físicos, destacam-se o vapor saturado e as irradiações ultravioleta e gama que podem ser utilizadas em conjunto com um dos agentes químicos. Enquanto que alguns dos agentes químicos, incluem-se o peróxido de hidrogênio, ácido peracético, óxido de etileno, ozônio, cloro e a combinação deles, entre outros. A escolha ou seleção vai depender fundamentalmente do tipo de sistema a ser adotado, do tipo de produto a ser processado e do material de embalagem.

12. EM PROCESSOS ASSÉPTICOS TIPO UHT A ESTABILIDADE DE LEITE FLUIDO EM EMBALAGENS CARTONADAS TIPO “BRICK” É MAIOR QUANDO COMPARADA COM EMBALAGENS DE PET COM SELO DE ALUMÍNIO E SOBRE TAMPA PLÁSTICA DE ROSCA? POR QUE?

R. Em princípio, os laminados cartonados destinados ao leite fluido tipo UHT são de alta barreira ao oxigênio, barreira à luz, ao vapor de água e aromas e odores, principalmente pela presença de folha de alumínio na estrutura. Porém, essas embalagens possuem de 3 a 4 regiões de fechamento passíveis de apresentar algum tipo de problema de hermeticidade, ou seja, a capacidade em manter isolado o meio interno do externo. No caso das embalagens plásticas de PET fabricadas pelo processo de injeção-estiramento-sopro, possuem apenas uma área de fechamento com menores chances de apresentar problemas de hermeticidade. Elas podem ser acrescidas de barreira ao oxigênio e à luz e, portanto, apresentando melhor capacidade de manter a estabilidade do leite UHT dentro do prazo declarado no rótulo.

13. DO PONTO DE VISTA DE CONSERVAÇÃO, OS PROCESSOS ASSÉPTICOS SÃO MAIS EFICIENTES QUANDO SE UTILIZA EMBALAGENS FABRICADAS NO MOMENTO DO ACONDICIONAMENTO OU QUANDO UTILIZAMOS EMBALAGENS PRÉ-FABRICADAS?

R. Desde que os processos estejam devidamente controlados, ambos apresentam a mesma conservação, porém em sistemas forma-enche-fecha, principalmente utilizando laminados cartonados, os problemas podem aparecer nas etapas de esterilização do produto, formação da embalagem, acondicionamento e no fechamento. Já os processos nos quais utilizam-se embalagens pré-fabricadas, os problemas nas etapas de acondicionamento e fechamento são bem reduzidos.

14. EM QUAIS SITUAÇÕES DE ACONDICIONAMENTO UTILIZA-SE EMBALAGENS DE VIDRO EM PROCESSO ASSÉPTICO PARA BEBIDAS EM GERAL?

R. A utilização de embalagens de vidro desde a sua concepção é em produtos que sofrem tratamento térmico seguido de acondicionamento à quente, sem qualquer alteração tanto da embalagem quanto da sua tampa. Com a evolução de sistemas de tratamento de alimentos, principalmente visando melhorar a qualidade nutricional e sensorial dos produtos, muitas empresas mudaram o foco para tal tendência, passando a utilizar sistemas assépticos e, por questões de segurança, higiene, filosofia, proteção, marca, entre outros, mantém o uso de embalagens de vidro, apesar dos custos mais elevados e a logística desde a fabricação até o descarte final.

15. PARA PRODUTOS ALIMENTÍCIOS DE BAIXA ACIDEZ (PH \geq 4,5) TRATADOS POR MEIO DE PROCESSOS “ULTRA HIGH TEMPERATURE” (UHT), QUAL DEVE SER O NÍVEL DE HERMETICIDADE DAS EMBALAGENS?

R. Os defeitos de fechamento em embalagens assépticas de alimentos são frequentemente associados a falhas e tendem a ser aleatórios, sendo que as áreas com defeitos são particularmente relevantes em embalagens flexíveis e semirrígidas, que obviamente são mais propensas a danos mecânicos quando comparadas a recipientes rígidos. Por sua vez, defeitos de hermeticidade podem ser descritos como pontos de falhas nas áreas de vedação de embalagens fechadas, então, quando é observada diferença de pressão nos dois lados de uma embalagem, isso poderá indicar áreas defeituosas. Exemplos típicos desses casos são embalagens de alimentos com defeitos de termoselagem; com defeitos de porosidade dos materiais, que individualmente podem representar outro grupo de problemas; e com materiais com certa permeabilidade aos gases e vapores que podem afetar a qualidade do volume interno. Para além disso, os intervalos de defeitos em fechamento relevantes para as embalagens de alimentos variam de 10^{-5} Pa.m³/s para bactérias e 10^{-7} Pa.m³/s para vírus, sendo também significativamente importantes os valores exigidos para a difusão de água (10^{-3}) e de vapor de água (10^{-4}), assim como para obter estanqueidade absoluta (10^{-11}). Destacamos que esses são valores para produtos alimentícios sujeitos à deterioração pela ação do oxigênio, conforme relatado na literatura científica.

16. QUAIS AS REGIÕES DE MAIOR INCIDÊNCIA DE DEFEITOS DE FECHAMENTO EM EMBALAGENS ASSÉPTICAS CARTONADAS TIPO “BRICK” NAS DIFERENTES TECNOLOGIAS EXISTENTES ATUALMENTE?

R. As regiões de maior incidência de defeitos em embalagens cartonadas são as áreas inferiores e superiores, ao longo da termoselagem transversal. Assim, os valores de força relativa dos vincos transversais e de força relativa dos vincos longitudinais devem ser monitorados de maneira efetiva para que as dobras sejam feitas corretamente e sem esforço desnecessário nessas regiões críticas. Nesse sentido, as termoselagens transversais não devem apresentar amassamentos ou vincos porque eles poderão ser um indício de locais de falhas.

17. É POSSÍVEL UTILIZAR EMBALAGENS PLÁSTICAS COM PESO REDUZIDO EM PROCESSOS ASSÉPTICOS SEM QUE OCORRA O FENÔMENO DE COLAPSAGEM APÓS O ENCHIMENTO E FECHAMENTO?

R. Algumas tecnologias de acondicionamento já proporcionam embalagens de peso reduzido para produtos assépticos de curta ou longa duração. Algumas são baseadas no

desenho das embalagens a fim de “disfarçar” o fenômeno de depressão ou colapsamento, outras preconizam aplicação de nitrogênio líquido após o acondicionamento para desenvolvimento de pressão interna e outras, o uso de “stripping” de nitrogênio gasoso antes do acondicionamento também com a finalidade de remover o oxigênio dissolvido no produto e, também, pressurizar de certa maneira a embalagem, evitando deformações. Tecnologias mais avançadas realizam aquecimento instantâneo na região do fundo das embalagens de PET após o enchimento e fechamento de sucos de frutas, criando pressão interna imediatamente ao fechamento.

18. QUAIS AS METODOLOGIAS MAIS EFICIENTES PARA A DETERMINAÇÃO DE DEFEITOS DE HERMETICIDADE EM EMBALAGENS ASSÉPTICAS?

R. Atualmente, o método utilizado para a detecção de defeitos em embalagens assépticas do tipo brick em linhas automáticas de acondicionamento e em função dos programas de qualidade implantados é o teste eletrolítico (destrutivo), que não é eficiente para defeitos inferiores a 0,1 mm. Outro teste periodicamente utilizado é o uso de solução de corante com baixa tensão superficial (destrutivo), porém ele é demorado e utilizado em situações que geram dúvidas a respeito da eficiência do processo ou mesmo da qualidade do material de embalagem e de sua eficiência para defeitos inferiores a 0,01 mm, sendo questionado no meio científico. Outros métodos mais eficientes são utilizados, tais como a detecção de bolhas de ar em água (10^{-3}), bolhas de gás hélio em etanol (10^{-5}), condutividade térmica (10^{-6}), espectrofotômetro de massa (10^{-10}), entre outros. Muitos deles são de custo elevado e de difícil adaptação em linhas automáticas de embalagem.

19. QUAIS AS SOLUÇÕES PRÁTICAS PARA A CORREÇÃO DE DEFEITOS DE FECHAMENTO ORIGINADOS EM PROCESSOS DE ACONDICIONAMENTO EM EMBALAGENS ASSÉPTICAS?

R. É responsabilidade do setor de manutenção, assessorado pelo departamento de qualidade, à manutenção do bom funcionamento dos equipamentos, bem como a implantação de programas de qualidade, com checagem sistemática dos parâmetros de fechamento no que diz respeito à estabilização da pressão dos mordentes envolvidos nesse processo, do banco de resistências elétricas responsáveis pela regulagem da temperatura ótima em sincronia com o tipo e a gramatura do plástico de contato, assim como o tempo de exposição de fechamento em função da velocidade do equipamento de embalagem.

Outra ocorrência que possibilita o aparecimento de problemas de fechamento é a presença de resíduos de produto nessa região após o enchimento. Isso poderá influenciar a transferência de calor nos indutores de termoselagem e, conseqüentemente, não permitir a

perfeita fusão do polímero e a total união das partes a serem seladas.

20. EMBALAGENS ASSÉPTICAS CARTONADAS PRÉ-FABRICADAS PODEM APRESENTAR MENOS DEFEITOS DE HERMETICIDADE QUANDO COMPARADAS COM AS EMBALAGENS FABRICADAS NO MOMENTO DO ACONDICIONAMENTO?

R. As embalagens cartonadas pré-fabricadas, podem apresentar menor incidência de defeitos tendo em vista que: um tipo pode trazer a termoselagem longitudinal e o fundo já realizado previamente, dependendo apenas do enchimento para o fechamento da parte superior. Outro tipo é somente a termoselagem longitudinal, sendo que o fundo é fechado antes do envase e, posteriormente ao enchimento, fecha-se a parte superior. Os esforços mecânicos que essas embalagens sofrem são muito menores quando comparados com as embalagens formadas e fechadas no momento do acondicionamento. Portanto, menos sujeitas a apresentarem defeitos de hermeticidade.

21. QUAL A INFLUÊNCIA DO TIPO DE MATERIAL PLÁSTICO INTERNO EM CONTATO COM ALIMENTOS NAS EMBALAGENS CARTONADAS ASSÉPTICAS NA QUALIDADE DO FECHAMENTO APÓS O ACONDICIONAMENTO?

R. Normalmente os materiais plásticos responsáveis pela termoselagem das embalagens cartonadas são da família das poliolefinas, sendo os polietilenos os mais comuns, em função também dos custos dos polímeros com maior resistência. Utiliza-se aqueles polímeros de menor custo em função das características intrínsecas de cada família química, que pode apresentar variações em cada lote de fornecimento. Apenas com uma boa especificação do polímero da camada interna, é possível reduzir ou corrigir os defeitos aleatórios de fechamento. Por exemplo, o polietileno de baixa densidade metalocênico (PEBD metaloceno) já é utilizado nos laminados e pode melhorar as características de aderência na temperatura de fusão, seguido do esforço mecânico das dobras. Estudos com materiais termoplásticos com maior faixa de temperatura de termoselagem poderia indicar novas aplicações em função também da interação produto-embalagem. Também, ajustes sistemáticos dos parâmetros de fechamento do equipamento no que diz respeito ao trinômio tempo-temperatura-pressão, aliados à vida útil dos mordentes de fechamento podem prevenir e ou corrigir desvios proporcionados pelas variações na qualidade da camada interna de polímero.

22. QUAL A INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA CAMADA DE ALUMÍNIO NAS EMBALAGENS CARTONADAS NO APARECIMENTO DE DEFEITOS, COMO MICROFURUS E OU ROMPIMENTO DURANTE AS OPERAÇÕES DE FABRICAÇÃO EM PROCESSOS CONTÍNUOS?

R. A presença de microfuros associados à espessura significa que para folhas de alumínio fabricadas de 0,006 a 0,009 mm pode ser apresentado um excesso de microfuros devido ao processo de laminação a frio a que são submetidas as folhas de alumínio de baixa espessura. É claro que para defeitos advindos da refusão do metal, a formação de placas e lingotes e o processo de laminação a quente podem gerar alguns defeitos nas chapas, favorecendo o aparecimento de futuros defeitos em folhas intermediárias e finas. Ainda, a presença de resíduos de óleo mineral de laminação pode facilitar o aparecimento de microfuros na folha de alumínio, bem como o próprio processo de laminação durante o esforço contínuo de bobinar e desbobinar o material. As folhas de alumínio com deficiência de recozimento apresentam certa dureza ou podem estar excessivamente macias e isso pode provocar o aparecimento de defeitos como: rugas, amassamentos, rasgamentos, dobras, entre outros. Por outro lado, a folha de alumínio mais “dura” poderá romper com mais facilidade além de formar mais vincos durante o seu manuseio.

23. AS ESPESSURAS DAS FOLHAS DE ALUMÍNIO UTILIZADAS NOS LAMINADOS CARTONADOS ASSÉPTICOS SÃO AS MESMAS PARA AS EMBALAGENS DE DIVERSOS VOLUMES?

R. A folha de alumínio é o material de maior importância em laminados de alta barreira aos gases, vapores e aromas e radiação UV e visível, destinados à fabricação de embalagens assépticas. Normalmente a espessura pode variar de 0,006 a 0,015 mm, sendo mais comum na espessura de 0,009 mm nas embalagens de 1000 mL. Para as embalagens assépticas de 200 mL, por exemplo, é utilizada folhas de alumínio de aproximadamente 0,006 mm.

24. HÁ POUCO MAIS DE 30 ANOS UTILIZAVA-SE CARTÃO KRAFT NATURAL NA FABRICAÇÃO DE LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA AS EMBALAGENS CARTONADAS ASSÉPTICAS. POR QUE DA MUDANÇA PARA CARTÕES MAIS BRANQUEADOS DO TIPO DUPLEX OU TRIPLEX?

R. A camada de cartão kraft pardo contribui para a rigidez da embalagem, sendo o elemento de menor custo, porém de maior peso (gramas). Para fornecer melhor resistência da embalagem final, o cartão kraft pardo recebe a extrusão de PEBD sobre uma ou duas faces para permitir a união com a folha de alumínio. Por receber os outros substratos, há

uma certa contribuição com as propriedades de barreira ao vapor de água e aos gases. Já o cartão duplex apresenta duas camadas de celulose branca, miolo de celulose pré-branqueada e cobertura couchê (caulim) em um dos lados – gramatura mais uniforme quando comparada ao papel kraft pardo. É preciso, ainda, considerar como textura o aspecto da superfície dos cartões (lisos, texturados, telados, calandrados) e o grau de rigidez. Eles são fabricados por superposição das camadas de polpa durante a remoção de água, sendo que a laminação é feita em mesa plana para a melhor distribuição das fibras ou em cilindro para o melhor ajuste da gramatura. A aparência dos cartões brancos são melhores quando eles são comparados aos do tipo kraft.

25. SABE-SE QUE A CAMADA DE ALUMÍNIO EM EMBALAGENS CARTONADAS ASSÉPTICAS É A DE MAIOR VALOR, PORTANTO SUJEITA A REDUÇÃO EM SUA GRAMATURA/ESPESSURA AO LONGO DOS ANOS. ATÉ QUE PONTO OS DEFEITOS EM FOLHAS DE ALUMÍNIO MAIS FINAS, COMO O NÚMERO DE FUROS/M² PODERÁ INFLUENCIAR NA BARREIRA AOS GASES E VAPORES?

R. Considerando que a folha de alumínio apresenta um número mínimo especificado de microfuros por metro quadrado e que ainda será laminada com duas ou mais camadas de plásticos e outros materiais, é possível que pela área (m²) da embalagem, esses defeitos não venham a comprometer a estabilidade dos produtos em curto e médio prazo de prateleira. À medida que as espessuras são reduzidas, é necessário alterações nas ligas de alumínio para manter as mesmas características mecânicas da folha de maior espessura. Isso evita problemas de rasgamento ou rompimento desse material durante as operações de confecção das embalagens.

26. QUAIS SÃO OS DEFEITOS MAIS COMUNS EM “LAMINADOS FLEXÍVEIS” QUE PODEM GERAR ALGUM PROBLEMA DURANTE A FORMAÇÃO DAS EMBALAGENS CARTONADAS EM PROCESSOS ASSÉPTICOS?

R. Alguns defeitos que podem aparecer durante a fabricação de laminados flexíveis podem ser devido ao processo em si, bem como à qualidade dos materiais separadamente, e que podem afetar o desempenho desses laminados durante as operações de forma-enche-fecha das embalagens. Defeitos como distribuição de espessura de cada camada de plástico na extrusão; o acabamento de superfície do polímero da camada de termoselagem; a temperatura do cilindro de resfriamento pós-extrusão; a tensão de bobinamento pós-laminação; o número de emendas na bobina; as condições de estocagem das bobinas, bem como o tipo de embalagem de proteção para evitar absorção de umidade e danos físicos.

27. QUAIS OS PROBLEMAS RELACIONADOS AO APARECIMENTO DE EMBALAGENS ASSÉPTICAS CARTONADAS “ESTUFADAS” DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO, MESMO ANTES DO PRAZO DE VALIDADE ESTAR VENCIDO?

R. Os problemas nas áreas de fechamento, por menor que seja a ocorrência em relação ao lote produzido em algum momento da cadeia de distribuição, associado ao manuseio, à estocagem, entre outros fatores, poderá favorecer a entrada de oxigênio na embalagem, provocando, conseqüentemente, alterações microbiológicas no produto acondicionado. Nessa perspectiva, as causas de deterioração de alimentos em sistemas assépticos e não assépticos podem ser atribuídas ao processamento inadequado do produto ou à contaminação devido a falhas na higienização do equipamento de acondicionamento. No caso de processamento inadequado, é certo que o período de quarentena, segundo os programas de qualidade das empresas, deverá acusar o problema em todo o lote. Já no caso de contaminação devido à falha na higienização da linha, o problema poderá ocorrer em partes do lote ou mesmo em algumas embalagens. Assim, os defeitos de fechamento em embalagens assépticas de alimentos são frequentemente associados a falhas e tendem a ser aleatórios, sendo que as áreas com defeitos são particularmente relevantes em embalagens flexíveis e semirrígidas, que obviamente são mais propensas a danos mecânicos quando comparadas a recipientes rígidos. Por sua vez, defeitos de hermeticidade podem ser descritos como pontos de falhas nas áreas de vedação de embalagens fechadas, então, quando é observada diferença de pressão nos dois lados de uma embalagem, isso poderá indiciar áreas defeituosas.

28. OS PRODUTOS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DOS LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA EMBALAGENS CARTONADAS, TAIS COMO: TINTAS E ADESIVOS PODEM DE ALGUMA MANEIRA CAUSAR PROBLEMAS DURANTE AS ETAPAS DE FORMAÇÃO, ENCHIMENTO E FECHAMENTO DAS EMBALAGENS?

R. Os produtos utilizados na fabricação de laminados flexíveis compreendem tintas, vernizes, adesivos, primers, hot melts, etc. não chegam a influenciar no aparecimento de defeitos que venham a comprometer a hermeticidade das embalagens, mas podem comprometer as características sensoriais dos produtos acondicionados caso estejam em níveis elevados após o processo de laminação, bobinamento e estocagem e se não forem devidamente secos durante o processo de impressão.

29. EM MUITAS SITUAÇÕES RELACIONADAS ÀS EMBALAGENS CARTONADAS UTILIZADAS EM SISTEMAS ASSÉPTICOS, APLICA-SE UM FILME PLÁSTICO EXTERNO. QUAL A REAL NECESSIDADE DESSE REVESTIMENTO?

R. Utiliza-se o polímero PEBD extrusado na face externa dos laminados com a finalidade de proteger a face impressa da embalagem da absorção de umidade, de atritos que possam remover parte dos dizeres legais, até mesmo na estocagem refrigerada, bem como proporcionar termoselagem das abas laterais ao corpo da embalagem, dando a rigidez necessária para cumprir as funções de manuseio e transporte da embalagem. Em geral, a gramatura é de aproximadamente 12 a 15g/m².

30. QUAIS AS CONDIÇÕES MAIS SEGURAS PARA A ESTOCAGEM DAS BOBINAS DE LAMINADOS ANTES DA FABRICAÇÃO DAS EMBALAGENS CARTONADAS E QUAL O MATERIAL MAIS ADEQUADO PARA O ACONDICIONAMENTO E PROTEÇÃO EXTERNA DESSAS BOBINAS?

R. Controlar bem a qualidade inicial do filme externo em relação à temperatura de encolhimento para não exceder o especificado para não afetar as áreas laterais das bobinas. O manuseio severo poderá favorecer danos mecânicos dessa proteção externa das bobinas. O tipo de transporte pode exercer alguma influência na intensidade de vibrações e sujeitos às intempéries. No transporte rodoviário, a distância associada com o estado das estradas poderá favorecer danos mecânicos. No caso de transporte marítimo, a elevada umidade relativa e o tempo de viagem, exigirá melhor acondicionamento da carga maior. Em geral, as temperaturas devem estar próximas a 23°C para evitar alterações nas características de resistência mecânica dos materiais. Tempos longos de estocagem associados com a temperatura e umidade relativa podem afetar a qualidade dos materiais de acondicionamento das bobinas. Manter a umidade próxima de 60% para evitar crescimento de microrganismos, tais como fungos no cartão duplex na sessão transversal do laminado.

31. COMO AS CONDIÇÕES DE TERMOSELAGEM (TEMPO, TEMPERATURA, PRESSÃO) DOS LAMINADOS FLEXÍVEIS PARA EMBALAGENS CARTONADAS PODEM VARIAR EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DAS LINHAS AUTOMÁTICAS?

R. Quase que simultaneamente às termoselagens transversais, ocorre o movimento das dobras das abas laterais através de esforço mecânico e, esse movimento, poderá ocasionar deslizamento, dobras, ranhuras e rugas nas regiões da união dos termoplásticos, com o passar do tempo revelando poros nas regiões de fechamento. Cabe à manutenção das empresas, um programa de checagem sistemática desses parâmetros de fechamento

no que diz respeito à estabilização da pressão dos mordentes de fechamento, banco de resistências elétricas responsáveis pela regulação da temperatura ótima em sincronia com o tipo de plástico de contato e o tempo de exposição de fechamento em função da velocidade do equipamento de embalagem.

32. COMO SÃO RELATADOS POR CONSUMIDORES OS PROBLEMAS DE CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS DE BAIXA OU ALTA ACIDEZ ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS TIPO CARTONADAS ORIUNDAS DE SISTEMAS ASSÉPTICOS?

R. Os principais relatos a partir de consumidores são identificados como: embalagens estufadas, lacres rompidos, vazamentos, lacres das tampas e embalagens amassadas. No caso específico de embalagens estufadas, ainda dentro do prazo de validade, é um indício de que há problema de vedação. Há casos de relatos de consumidores que ao abrir uma embalagem, mesmo que em estado normal, percebia-se que o produto já apresentava sinais de degradação pela aparência e viscosidade com formação de colônias de fungos na região inferior da embalagem. É fato que, pelas dimensões muito reduzidas dos pontos de entrada de ar na embalagem, eles não permitem a saída de líquidos, mascarando de certa maneira os problemas de estabilidade.

33. COMO É O COMPORTAMENTO DOS MATERIAIS COMPONENTES DO LAMINADO EM RELAÇÃO AO APARECIMENTO DE DEFEITOS DURANTE A FORMAÇÃO DAS EMBALAGENS?

R. Na ordem de surgimento de defeitos por danos mecânicos, a folha de alumínio é o material mais suscetível por sua própria natureza – estoura antes de alongar, seguido do papel e, finalmente, das camadas de plásticos. Essas últimas, por possuírem elevada capacidade de alongamento, podem estirar-se antes de romperem. Ademais, quando ocorre o rompimento de algum material, chamamos o defeito resultante de poro ou de microporo, visto que é um defeito causado durante a manipulação dos materiais.

34. AS EMBALAGENS TIPO BRICK QUE SÃO SUBMETIDAS AO TRATAMENTO TÉRMICO EM AUTOCLAVES APÓS O ENCHIMENTO POSSUEM A MESMA ESTRUTURA DE MATERIAL QUANDO COMPARADAS ÀS EMBALAGENS TIPO BRICK ASSÉPTICAS?

R. A utilização do polímero PP em substituição ao PEBD nos laminados para embalagens de produtos submetidos a autoclaves após o enchimento é necessário para que a embalagem resista ao tratamento térmico e mantenha a integridade durante e após o processamento térmico. Em sua fabricação, são especificados os graus de PP mais adequados com o

objetivo de manter a aderência dos polímeros aos substratos de papel e alumínio, bem como a qualidade do fechamento na termoselagem. Além disso, o PP apresenta elevada resistência à fratura por flexão ou fadiga, boa resistência ao impacto acima de 15°C; boa estabilidade térmica e baixa capacidade de separação posterior (delaminação) do material de embalagem.

35. O SISTEMA DE ABERTURA DAS EMBALAGENS TIPO *BRICK* SUBMETIDAS EM AUTOCLAVES POSSUEM UM SISTEMA MAIS PRÁTICO, NÃO DEPENDENDO DE OBJETOS CORTANTES PARA ABRIR. DO PONTO DE VISTA DE HERMETICIDADE, ESSE SISTEMA DE ABERTURA É EFICIENTE?

R. Essa tecnologia de embalagem, já consolidada em muitos mercados, proporciona que a embalagem e o produto acondicionado sejam tratados por vapor a alta pressão. A substituição do polímero PEBD pelo PP tornou a estrutura laminada mais resistente para suportar o processo de tratamento térmico em autoclave por aplicação de vapor a alta pressão. Esta embalagem é apresentada ao mercado com volumes de 500, 390, 340 e 200 mL e foi projetada para ser de abertura fácil e manual por meio de uma região serrilhada marcada por laser. Atualmente as aplicações são para produtos derivados de tomate, grão de bico, ervilhas, feijão, milho, dentre outros. Trata-se de uma tecnologia complexa e a região de abertura deve ser precisamente controlada para não proporcionar problemas de hermeticidade após o tratamento térmico.

36. O FORMATO DAS EMBALAGENS TIPO *BRICK* SUBMETIDAS AO TRATAMENTO EM AUTOCLAVES PODE INFLUENCIAR O APARECIMENTO DE DEFEITOS À SEMELHANÇA DOS DEFEITOS ENCONTRADOS NAS EMBALAGENS TIPO *BRICK* PELO PROCESSO ASSÉPTICO CONVENCIONAL?

R. As embalagens cartonadas submetidas ao processamento em autoclaves apresenta número menor de defeitos que pode ser influenciado pelo formato e tamanho, bem como ter sido influenciado pelo tratamento térmico, ou seja, pelo fato de que as regiões de termoselagem, quando aquecidas podem favorecer a correção das possíveis falhas no fechamento. Essa é uma suposição com certo grau de evidência, entretanto, sabe-se que a capacidade de termoselagem das resinas de polipropileno, presentes na composição desses laminados, são maiores que as resinas de polietilenos normais que são usadas nas embalagens dos processos assépticos convencionais.

37. DEVIDO SEREM CONCEITUALMENTE HERMÉTICAS, AS DIFERENTES TAMPAS DAS EMBALAGENS ASSÉPTICAS TIPO BRICK, OFERECEM A MESMA BARREIRA AOS GASES E VAPORES QUE OS LAMINADOS OFERECEM?

R. Para as tampas de rosca com selo interno contendo alumínio a barreira pode ser considerada a mesma, porém para alguns modelos nos quais apenas existe a tampa de rosca, certamente que a barreira aos gases e vapores são inferiores. É possível que a vida útil de alguns produtos que utilizam estas tampas, seja inferior em relação às tampas com lacres internos.

38. POR QUE AS EMPRESAS AINDA UTILIZAM O TESTE DE PENETRAÇÃO DE CORANTE PARA VERIFICAR A QUALIDADE DO FECHAMENTO DE EMBALAGENS ASSÉPTICAS SENDO QUE OS RESULTADOS SÃO DEMASIADAMENTE DEMORADOS?

R. O motivo pelo qual as empresas fazem uso de corantes de baixa tensão superficial, como a Rodamina (utilizado como corante traçante para determinação de vazão e direção de fluxos d'água pela fluorescência) ou a Eritrosina é porque são eficientes para defeitos inferiores a 0,001 mm (há divergências entre autores), quando se trata de embalagens tipo brick, porém não são rápidos e são comumente utilizados para checagem das áreas de termoselagem após algum ajuste de processo, face às alterações de parâmetros ou após manutenções rotineiras e ou substituição de peças nos equipamentos.

39. HÁ UMA INSTRUÇÃO NO RÓTULO DAS EMBALAGENS ASSÉPTICAS TIPO BRICK, QUE DIZ: NÃO CONSUMIR SE A EMBALAGEM ESTIVER AMASSADA. A QUE SE DEVE ESSE ALERTA E QUAL TIPO DE PROBLEMA PODERÁ APRESENTAR?

R. O formato retangular da embalagem que mostra “cantos vivos”, e sempre existirá a possibilidade de ocorrer esforço mecânico demasiado nessas regiões durante a fabricação e, possivelmente o rompimento de algum dos materiais que compõe o laminado. As termoselagens transversais e longitudinais são realizadas por ferramentas de indução. As dobras das abas superiores e inferiores são realizadas por força mecânica e a colagem delas nas laterais da embalagem é realizada por meio de ar quente seguida de pressão contra a embalagem de aproximadamente 10 bar. Os valores de Força Relativa dos Vincos transversais e de Força Relativa dos Vincos Longitudinais devem ser monitorados de maneira efetiva para que as dobras sejam feitas corretamente e sem esforço demasiado nessas regiões críticas. Como são embalagens semirrígidas, estão sujeitas a amassamentos quando sofrerem quedas ou choques mecânicos e, conseqüentemente a possibilidade de ocorrer rompimento de algum dos materiais componentes dos laminados e perda de hermeticidade.

40. DE QUE MANEIRA A TÊMPERA DAS FOLHAS DE ALUMÍNIO UTILIZADAS NA FABRICAÇÃO DOS LAMINADOS PARA A PRODUÇÃO DE EMBALAGENS ASSÉPTICAS PODERÁ INFLUENCIAR NO APARECIMENTO DE DEFEITOS DE PERDA DE BARREIRA AOS GASES E VAPORES?

R. A composição das ligas de alumínio com outros metais que são responsáveis pelas características mecânicas da folha pode, de certa maneira, influenciar o aparecimento de micro furos durante o processo de fabricação do laminado flexível. A têmpera da folha de alumínio que é dada pelo tratamento de recozimento após o processo de laminação a frio com o objetivo de aliviar as tensões da laminação deve ser adequada e especificada em função do esforço que a folha será submetida durante as etapas de colagem e ou extrusão na fabricação dos laminados flexíveis. As folhas de alumínio com deficiência de recozimento apresentam certa dureza ou podem estar excessivamente macias e isso pode provocar o aparecimento de defeitos como, por exemplo, rugas, amassamentos, rasgamentos, dobras, etc. Por outro lado, a folha de alumínio mais dura poderá romper com mais facilidade além de formar mais vincos durante o seu manuseio.

EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS

1. QUAIS AS PRINCIPAIS FONTES DE MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA OBTENÇÃO DE SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS OU FILMES NAS PESQUISAS COM BIOMATERIAIS?

R. Atualmente as fontes de matérias primas com a finalidade de obtenção de soluções de cobertura e filmes a partir do conceito de biomateriais, incluem os carboidratos de variadas fontes, tais como: o amido que possui baixo custo, alta disponibilidade, comestibilidade, biodegradabilidade e fácil manuseio. Outras fontes pesquisadas são: a metil-celulose, hidroxil-propil-celulose, a hidroxil-propil-metil-celulose, quitosana, alginatos, pectinas, carragenina e pululana, todos com utilização tanto em filmes como em revestimentos, entre outras provenientes de coprodutos da indústria alimentícia e de vegetais em geral. Outro grupo importante que pode fornecer ingredientes para obtenção desses materiais, incluem as proteínas – colágeno, gelatina, caseína, proteínas do soro de queijos, zeína, proteína isolada de soja, entre outros. O grupo dos lipídeos também se mostram efetivos na composição para a produção desses materiais e as fontes incluem – cera de abelha, cera de carnaúba, óleos minerais, óleos vegetais, acetil glicérides e ainda podem contar com a parafina. São apenas algumas fontes, mas as pesquisas em andamento mostram que é possível a utilização de outras ainda desconhecidas e de custo mais elevado e que são viáveis para tais aplicações.

2. A APLICAÇÃO DE BIOMATERIAIS NA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS TRAZ REDUÇÃO DE CUSTOS NA UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS DE TRANSPORTE?

R. Os biomateriais na forma de revestimentos podem, de certa maneira, impermeabilizar algumas frutas contra a perda excessiva de umidade, melhorar a aparência da superfície externa, retardar certas ações de microrganismos e insetos e impedir absorção de odores e aromas estranhos. Essas características dos revestimentos certamente exercem alguma influência nos projetos de embalagens de transporte, bem como nos projetos de embalagens para uso em câmaras frias e ou transporte climatizado.

3. QUAIS SÃO AS EXIGÊNCIAS EM TERMOS DE LEGISLAÇÃO PARA QUE UM BIOMATERIAL POSSA SER COMESTÍVEL?

R. Os revestimentos, bem como os filmes fabricados a partir de biopolímeros para que possam ser consumidos juntamente com os alimentos nele contidos, devem ser

reconhecidos como seguros pelas Agências Reguladoras de Saúde de cada País e serem processados obedecendo criteriosamente as normas contidas nos Manuais de Boas Práticas de Fabricação estabelecidas para alimentos. A embalagem deve ser fabricada a partir de biopolímeros de cadeia química longa, a fim de promover certa insolubilidade e estabilidade à matriz polimérica em um meio aquoso.

4. QUAIS FORAM AS PRIMEIRAS APLICAÇÕES E DESDE QUANDO SE UTILIZA “BIOPOLÍMEROS” NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS EM GERAL?

R. Tudo começou com a aplicação em revestimentos de salsichas com intestinos de animais. No século XII na China aplicavam-se ceras em laranjas e limões com o objetivo de conservação. Já próximo ao início do século XIX, aparecem os primeiros filmes e revestimentos comestíveis. Na década de 1930 – uso de ceras de abelha, parafina e cera de carnaúba, óleo mineral e vegetal, na conservação de frutas. Emulsões de cera e óleo já eram utilizadas em frutas frescas para controlar amadurecimento e perda de umidade. Na década de 1950 cerca de 100 tipos de embalagens comestíveis foram patenteadas, porém pouco utilizadas à época devido ao pouco desenvolvimento da indústria.

5. OS BIOMATERIAIS ATÉ O PRESENTE MOMENTO PODEM SUBSTITUIR OU MESMO VIR A SER EVENTUAIS SUBSTITUTOS DOS REVESTIMENTOS À BASE DE PARAFINA (DERIVADO DE PETRÓLEO) EM ALIMENTOS?

R. Devido ser a parafina um derivado de petróleo com propriedades interessantes de proteção contra umidade, gorduras, aromas, boa proteção em temperaturas baixas, com características interessantes para obtenção de diferentes formulações de ceras, para alguns produtos alimentícios a sua substituição ainda exige materiais mais resistentes. Por outro lado, para produtos que não exigem elevado grau de proteção, é possível a partir de estudos com resultados comparativos, substituir alguns usos da parafina.

6. QUAIS AS RAZÕES DAS PESQUISAS COM BIOMATERIAIS NÃO CONSOLIDAREM A FABRICAÇÃO CONTÍNUA DESSES MATERIAIS EM EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS?

R. As pesquisas para desenvolvimento de soluções filmogênicas e a obtenção de filmes em laboratório são inúmeras, porém a partir de testes para obtenção de filmes em escala piloto, bem como de forma contínua e industrial, ainda parece tirar o sono de muitos pesquisadores científicos. Procura-se fazer misturas de diferentes materiais para que se consiga produzir uma resina estável e em condições de serem submetidas aos processos mais utilizados na fabricação de plásticos, como a injeção e extrusão em suas mais variadas

diversificações. Uma das fases tecnológicas que necessita ser vencida reside no fato de os biopolímeros de cadeia química longa, necessitam de certa insolubilidade e estabilidade à matriz polimérica em um meio aquoso, a fim de estabilizar a estrutura e proporcionar boa resistência mecânica, principalmente para ser usados como materiais de embalagens.

7. ESSES MATERIAIS POSSUEM BARREIRA AOS GASES E VAPORES PARA SEREM UTILIZADOS COMO MATERIAIS DE EMBALAGENS?

R. Os materiais biopoliméricos não possuem boa barreira aos gases e vapores quando comparados aos materiais poliméricos derivados do petróleo. Os polímeros utilizados atualmente em embalagens de alimentos podem ser combinados em forma de laminados ou mesmo em forma de blendas a fim de melhorar uma ou outra característica deficiente de cada um deles. O mesmo raciocínio é utilizado para melhorar as propriedades mecânicas em função das exigências de cada aplicação.

8. QUAIS AS APLICAÇÕES DOS BIOMATERIAIS QUE PODERIAM SER CONCRETIZADAS A PARTIR DO PROCESSO DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICA?

R. Em função do atual estágio de desenvolvimento do segmento de materiais obtidos principalmente a partir de fontes de polissacarídeos entre outros, é possível, a partir de formulações mais estáveis em temperatura ambiente, produzir pequenas peças por injeção, tais como, talheres, potes, frascos, entre outros, descartáveis e de uso primário, para muitos mercados que não necessariamente o de alimentos.

9. É VIÁVEL A MISTURA DE “BIOPOLÍMEROS” DE FONTES DIFERENTES PARA MELHORAR AS PROPRIEDADES DE UM E OU DE OUTRO MATERIAL?

R. A mistura de amidos de fontes diferentes, contendo por exemplo diferença na composição de amilose e amilopectina pode ser viabilizada a fim de um melhor aproveitamento de um em relação ao outro. Essa combinação vai depender muito da formulação e dos aditivos a serem adicionados e do processo de preparo. Uma outra possibilidade são os compostos – filmes à base de proteínas + lipídeos ou polissacarídeos + lipídeos – podem se apresentar em filmes simples ou em camadas – a combinação melhora as propriedades de ambos e reduz as desvantagens.

10. QUAIS SÃO OS ADITIVOS NECESSÁRIOS PARA SE PRODUIR UMA SOLUÇÃO DE “BIOPOLÍMEROS” COM CARACTERÍSTICAS PARA SEREM USADAS COMO REVESTIMENTOS DE ALIMENTOS IN NATURA?

R. Novos aditivos tem sido testados com a finalidade de melhorar a formação de filmes, mas os principais e utilizados em muitas pesquisas incluem as substâncias plastificantes – não voláteis com elevado ponto de fusão para atingir certas propriedades mecânicas. Os aditivos mais utilizados são o glicerol e o sorbitol. Estas substâncias agem nas ligações de hidrogênio, reduzindo as forças intermoleculares, melhorando as características de flexibilidade, força e resistência. A substância sorbitol é mais utilizada quando se deseja melhorar a taxa de permeabilidade ao vapor de água, em relação ao glicerol.

11. A CARACTERÍSTICA HIDROFÍLICA DA MAIORIA DOS BIOMATERIAIS PODE LIMITAR O SEU USO COMO MATERIAL DE EMBALAGEM? COMO ISSO AFETA AS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DESSES MATERIAIS?

R. O caráter hidrofílico desses materiais não permite a aplicação em produtos secos, por exemplo. Além disso, é necessário utilizar conservantes químicos para evitar o crescimento de fungos. A adição de plastificante, como o sorbitol e o glicerol, pode melhorar a taxa de permeabilidade ao vapor de água, assim como a adição de óleo de girassol que também poderá reduzir a TPVA. A combinação de lipídeos com plastificantes também pode reduzir a TPVA, melhorar a flexibilidade do filme e a resistência mecânica no conjunto das propriedades.

12. OS RESÍDUOS INDUSTRIAIS DE PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS PODEM SER TRANSFORMADOS EM MATERIAIS DE USO COMO EMBALAGENS?

R. Muitos materiais a partir do processamento de alimentos, classificados como subprodutos ou mesmo coprodutos podem ser fontes para obtenção de embalagens ou até mesmo servir como misturas. Com exemplos, as cascas de raízes e tubérculos, cascas de coco, folhas de bambu e bananeiras, entre outros podem ser tratados e aproveitados na fabricação de fibras para embalagens celulósicas. Podem ser usados na fabricação de papeis, caixas de papelão, paletes de madeira, entre outros.

13. O AMIDO É UM DOS BIOMATERIAIS MAIS ABUNDANTES NA NATUREZA E APRESENTA BOA CAPACIDADE PARA FORMAR REVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS, ALÉM DE FÁCIL MANIPULAÇÃO. COMO PODERIA SER UTILIZADO ASSOCIADO AOS ATUAIS MATERIAIS DE EMBALAGENS, COMO: PAPEL, CARTÃO E PAPELÃO ONDULADO?

R. Pode ser uma alternativa viável para a impregnação de papeis, cartões e papelões ondulados pela aplicação nas superfícies ou mesmo impregnado nas fibras. É possível que os revestimentos poderão melhorar as características mecânicas, tornar os cartões mais flexíveis pela absorção das soluções nas fibras após a secagem e aderência. Em médio prazo poderá até substituir alguns revestimentos considerados menos sustentáveis utilizados em combinação nos materiais celulósicos de embalagens. É possível produzir papeis com boa barreira aos óleos e gorduras, além de poder ser adicionado de aditivos intencionais, como conservantes químicos, antimofos e outros, evitando a adição direta nas formulações de alimentos m geral.

14. QUAIS AS ETAPAS DO PROCESSO DE BIODEGRADAÇÃO DOS POLÍMEROS ORGÂNICOS?

R. Os conceitos e definições de biodegradabilidade relacionado aos materiais de origem biológica estão diretamente ligados aos microrganismos, pois transformamos materiais em produtos naturais como CO_2 , água, CH_4 , H_2 e biomassa. O processo de biodegradação acontece em dois estágios: primeiramente acontece a despolimerização e, em seguida, a mineralização para os compostos de decomposição, os fatores externos – de ambiente, devem ser favoráveis, a temperatura, umidade relativa e oxigênio devem favorecer. O pH, nutrientes, além do oxigênio são fundamentais para uma boa decomposição. Possíveis misturas de plásticos sintéticos com biopolímeros (p.ex. amido+PEBD), degradam-se em compostos menores e podem não ser totalmente biodegradáveis.

15. AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS FILMES DE “BIOPOLÍMEROS” SÃO COMPATÍVEIS PARA USO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS EM GERAL?

R. Uma das limitações dos atuais filmes a partir de soluções de biopolímeros são as propriedades mecânicas que incluem a resistência à tração, resistência ao alongamento, resistência ao estouro, entre outras. Tais propriedades vão depender das matérias primas utilizadas na fabricação dos materiais. A capacidade dos polímeros em formar ligações moleculares fortes e em número grande entre as suas cadeias poderá criar forte coesão na estrutura, favorecendo a sus resistência mecânica.

16. OS “BIOPOLÍMEROS” ATUALMENTE UTILIZADOS COMO MATERIAIS DE EMBALAGENS POSSUEM ESTABILIDADE EM AMBIENTES DE ELEVADA UMIDADE RELATIVA?

R. Os materiais atualmente desenvolvidos não são estáveis em condições de umidades elevadas e isso poderá trazer dificuldades para emprego como materiais de embalagem em regiões com predominância climática desfavorável. Da mesma maneira em ambientes de umidades relativas muito baixas, os filmes poderão perder conteúdo de água e tornarem-se quebradiços e inviáveis para utilização.

17. COMO OS “BIOPOLÍMEROS” PODEM SER ADICIONADOS DE CONSERVANTES QUÍMICOS E OUTROS ADITIVOS PARA INTERAÇÃO COM OS ALIMENTOS COM A FINALIDADE DE OBTER RESULTADOS DESEJADOS?

R. Trata-se de um conceito inovador que chamamos de “embalagens ativas” – possui alguma interação com o produto acondicionado. Os revestimentos em papéis para embalagens poderão torna-los veículos carreadores de aditivos, como: aromas, sabores, antimofos, antifungos, vitaminas, corantes, entre outros. Especificamente para produtos como farinhas de trigo, macarrão, pães, é possível utilizar essa tecnologia com muita eficiência.

18. O REVESTIMENTO DE OVOS FRESCOS UTILIZANDO UMA SOLUÇÃO DE AMIDO PODE EXERCER INFLUÊNCIA NA VIDA DE PRATELEIRA DESSES PRODUTOS? COMO OCORRE ESSA PROTEÇÃO EXTERNA?

R. É uma tecnologia conhecida há anos, porém pouco utilizada para ovos devido principalmente ao tipo de produto e as etapas de produção, distribuição e comercialização. É possível fazer revestimento de ovos por meio do processo de aspersão ou imersão. A absorção pela casca porosa favorece a penetração, criando um revestimento de proteção às trocas gasosas e de vapor de água. Certamente que é uma proteção que favorece ao aumento da vida útil do produto, pela proteção à oxidação de vitaminas e colesterol.

20. É POSSÍVEL PRODUZIR EMBALAGENS DE PAPEL COM REVESTIMENTOS DE BIOPOLÍMEROS COM CAPACIDADE DE FECHAMENTO POR MEIO DE CALOR E PARA APLICAÇÃO EM “PÃES DE FORMA” EM FATIAS INDIVIDUAIS?

R. Os revestimentos de biopolímeros com capacidade de termoselagem ainda necessitam de maiores estudos, mas é possível sim comercializar fatias de “pães de forma” em embalagens primárias de papel, tendo como embalagem secundária os atuais sacos de polietileno de baixa densidade. Ainda, é possível adicionar os conservantes de pães – propionatos, nos revestimentos para a manutenção da vida útil.

21. ATUALMENTE QUESTIONA-SE MUITO A RESPEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE EMBALAGENS SINTÉTICAS POR EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS COMO UMA MANEIRA DE REDUZIR O VOLUME DE LIXO GERADO NA SOCIEDADE. QUAIS OS ENTRAVES TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS DESSA SUBSTITUIÇÃO?

R. o conceito de embalagens biodegradáveis – aquelas que ao serem dispostas no ambiente sofrem degradação por meio dos fatores ambientais e o tempo de exposição. Esse conceito está sendo deixado de lado em função dos problemas que causam os materiais sendo deixados no ambiente. Os maiores entraves estão relacionados à falta de políticas públicas voltadas para a coleta e disposição e posterior reciclagem dos materiais sintéticos. Países desenvolvidos possuem Leis que disciplinam o uso de materiais descartáveis em relação aos retornáveis para mercados distintos. Esses países fazem divulgação na mídia em relação ao consumo de produtos que trazem embalagens pouco “amigas” do ambiente com a finalidade de educar a sociedade e desenvolver uma cultura de proteção ambiental.

ESTABILIDADE DE ALIMENTOS

1.A VALIDADE DE BEBIDAS ALCOÓLICAS SEGUNDO A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA É INDETERMINADA, MAS ESSA MESMA LEGISLAÇÃO NÃO MENCIONA SOBRE O TIPO DE EMBALAGEM, MUITO MENOS O SISTEMA DE FECHAMENTO. COM O ADVENTO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS, A VALIDADE PERMANECEU A MESMA?

R. Muitas das Portarias do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento relativas a bebidas alcoólicas não fazem menção a embalagens ou são muito antigas e pouco reformuladas ao longo dos anos. A verdade é que, mesmo em embalagens de vidro, a estabilidade das bebidas alcoólicas, principalmente as destiladas, não deveria ser indeterminada pelo simples fato de as tampas não serem herméticas e, de certa maneira favorecem a difusão de água e álcool. Com o advento das embalagens de poli (etileno tereftalato), um mercado que ainda está engatinhando é o de aguardente de cana, mas a validade não deveria ser indeterminada, isso porque o conjunto tampa-embalagem favorece significativamente a evaporação pelas paredes e pela tampa.

2. CONSIDERANDO PRODUTOS DE TOMATE EM CAIXINHAS TIPO BRICK E QUE SE TRATA DE UM SISTEMA ASSÉPTICO DE EMBALAGEM QUE UTILIZA MATERIAIS DE ALTA BARREIRA AOS GASES, VAPORES E AROMAS E NO QUAL NÃO EXISTE ESPAÇO LIVRE RESIDUAL APÓS ENCHIMENTO E FECHAMENTO, QUAIS AS CAUSAS DO APARECIMENTO DE BOLORES NO PRODUTO AINDA COM A EMBALAGEM FECHADA?

R. Trata-se de um sistema de embalagens no qual a hermeticidade é a garantia da estabilidade, mas se existir falhas de fechamento em alguns dos locais da embalagem, certamente ocorrerá redução da vida útil por motivos óbvios. Muitas dessas embalagens para diversos produtos existentes no mercado apresentam problemas de vedação, permitindo entrada de oxigênio e, conseqüentemente, crescimento de microrganismos e redução da vida útil. Os problemas de fechamento estão associados com o trinômio tempo/ temperatura/pressão de fechamento e durante as operações de forma-enche-fecha em processo.

3. Á ÁGUA DE COCO POR SER UM PRODUTO PERECÍVEL DEVIDO À COMPOSIÇÃO EM ENZIMAS, NUTRIENTES, PH E ATIVIDADE DE ÁGUA ELEVADA, DENTRE OUTROS, É SUSCEPTÍVEL DE CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA. EXISTEM NO MERCADO DIFERENTES APRESENTAÇÕES DE EMBALAGENS DESSE PRODUTO INDUSTRIALIZADO. DO PONTO DE VISTA DE QUALIDADE, QUAL A DE MELHOR PROTEÇÃO?

R. Do ponto de vista nutricional a água de coco recém extraída do fruto é a de melhor

qualidade. Para facilitar o consumo, as empresas fazem a extração e acondicionam em embalagens plásticas de PET, ou resfriam para venda ou, ainda, congelam para vendas posteriores – estas de maior conservação, porém ambas possuem vida útil curta. Outra opção é a água esterilizada em embalagens cartonadas, mas podem ser águas reconstituídas obtidas a partir de frutos maduros, e apresentam alguma descaracterização sensorial em relação às águas de coco frescas. Nesse último caso, a embalagem deveria oferecer excelente barreira ao oxigênio, porém não é o que se observa no dia a dia em função dos problemas de vedação deficiente das áreas termoseladas.

4. AS EMBALAGENS DE PET DE MAIONESE EXISTENTES NO MERCADO, BEM COMO OS SISTEMAS DE FECHAMENTOS UTILIZADOS SÃO OS MATERIAIS MAIS ADEQUADOS PARA A SUA CONSERVAÇÃO? QUAL SERIA A EMBALAGEM MAIS ADEQUADA CONSIDERANDO A ATUAL FORMULAÇÃO DO PRODUTO?

R. O atual sistema de embalagem – frascos e potes de PET com selo de alumínio e sobre tampa de plástico de rosca, oferecem a proteção adequada para o tempo de vida útil declarada no rótulo. Apesar do material PET não oferecer boa barreira ao vapor de água, tampouco ao oxigênio (fatores relacionados às reações de oxidação), a fim de garantir possíveis variações nas condições de estocagem e comercialização durante o período de conservação, o tempo que o produto fica exposto nos pontos de venda são relativamente curtos, não devem afetar a conservação desse tipo de produto. O ideal seria um material com melhor barreira ao oxigênio e ao vapor de água em relação aos atuais.

5. O CAFÉ TORRADO E MOÍDO É COMERCIALIZADO BASICAMENTE EM DOIS TIPOS DE EMBALAGENS FLEXÍVEIS LAMINADAS, A DO TIPO ALMOFADA E O TIPO A VÁCUO. QUAL A DIFERENÇA BÁSICA ENTRE UMA E OUTRA?

R. A estrutura flexível laminada do café acondicionado à vácuo oferece melhor proteção aos fatores externos – oxigênio e vapor de água, além de preservar os aromas iniciais. A estrutura laminada tipo almofada, não oferece boa barreira porque, logo após o acondicionamento a embalagem é perfurada na parte inferior para expulsar o excesso de gás carbônico que vai sendo liberado durante a estocagem. Caso isso não ocorrer, devido ao tipo de embalagem, ela desenvolveria certa pressão interna com expansão de volume e, conseqüentemente, tornaria difícil as operações de estocagem, transporte e comercialização.

6. AS EMBALAGENS FLEXÍVEIS ESTERILIZÁVEIS – “RETORTABLE POUCHE” – HÁ ANOS SÃO REALIDADE NO MERCADO BRASILEIRO. EM COMPARAÇÃO ÀS EMBALAGENS METÁLICAS, ELAS SÃO MAIS OU MENOS EFICIENTES? NA VISÃO DOS CONSUMIDORES ESSAS EMBALAGENS PODERIAM SUBSTITUIR AS EMBALAGENS METÁLICAS?

R. As embalagens flexíveis esterilizáveis são muito eficientes e podem substituir com bastante eficiência as latas de folha de flandres para muitos produtos. O que falta é maior divulgação a respeito da sua eficiência e vantagens, descrevendo toda a cadeia de embalagem. Alguns dos materiais componentes da estrutura flexível laminada ainda dependem de variações de preços internacionais o que pode dificultar a implantação de linhas automáticas do tipo forma-enche-fecha ou enche-fecha.

7. AS EMBALAGENS PARA ÓLEOS COMESTÍVEIS SOFRERAM UMA MUDANÇA RADICAL NA SUA CONCEPÇÃO, SENDO AS LATAS DE 900 ML DE FOLHA DE FLANDRES E FOLHA NÃO REVESTIDA SUBSTITUÍDAS INICIALMENTE, PELOS FRASCOS DE POLI (CLORETO DE VINIL) (PVC) E ESTAS, POSTERIORMENTE, PELOS FRASCOS DE PET. QUAIS AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DESSAS MUDANÇAS EM RELAÇÃO À CONSERVAÇÃO DO PRODUTO E COMO ISSO INFLUENCIOU NAS MODIFICAÇÕES DO PROCESSO DE REFINO E DESODORIZAÇÃO DOS ÓLEOS?

R. Com o advento dos materiais plásticos, as latas de folhas de flandres em diversos segmentos foram sendo substituídas, havendo necessidade de investimentos nas linhas de obtenção de óleos para melhorar a qualidade inicial dos mesmos. Nesse período, as embalagens de PET foram sendo testadas e consolidadas. Á época, estas embalagens não apresentavam barreira ao oxigênio, vapor de água e radiação-UV suficientes para a manutenção da estabilidade de óleos à semelhança daquela declarada nas latas metálicas. Após a consolidação da qualidade inicial dos óleos que tornou a estabilidade à oxidação e acidez mais conhecidas, o plástico finalmente foi concretizado. Atualmente algumas embalagens por apresentarem espessura muito reduzidas, não oferecem boa barreira ao vapor de água, fazendo com que a acidez – em ácidos graxos livres, aumentasse em curto espaço de tempo. Para compensar a redução excessiva de espessura nas embalagens, alguns artifícios são usados por algumas empresas para melhorar a barreira aos fatores de ambiente, tais como o uso de absorvedores de oxigênio e radiação dispersos na resina de PET, conseqüentemente, maior conservação.

8. ATUALMENTE, NO MERCADO, EXISTEM DUAS EMBALAGENS PARA PALMITOS DE AÇAI CORTADOS, A LATA DE FOLHA DE FLANDRES E OS FRASCOS DE VIDRO COM TAMPA GARRA-TORÇÃO. BASEADO NAS EXIGÊNCIAS DE CONSERVAÇÃO DO PALMITO, QUAL A EMBALAGEM OFERECE MELHOR PROTEÇÃO? É POSSÍVEL ACONDICIONAR ESSE PRODUTO EM EMBALAGENS PLÁSTICAS?

R. Além da manutenção do pH do palmito abaixo de 4,5, a embalagem deve oferecer excelente barreira ao oxigênio e manutenção da hermeticidade dada pelo tipo de fechamento. A recravação de latas de três peças de folha de flandres e os frascos de vidro devem, logo após o seu resfriamento, serem devidamente fechadas e observadas quanto à formação de vácuo, o que garantirá a sua conservação. As embalagens plásticas atuais ofertadas não oferecem boa resistência mecânica, podendo provocar amassamentos do produto e torna-los comercialmente de valor mais baixo em relação ao mesmo produto em embalagens rígidas.

9. A PARTIR DO FINAL DOS ANOS 1960, AS EMBALAGENS DE LEITE FRESCO PASTEURIZADO DE VIDRO DE 1 LITRO DEIXARAM DE FAZER PARTE DESSE SEGMENTO DANDO LUGAR AOS TRADICIONAIS SAQUINHOS E, ATUALMENTE, AS GARRAFAS DE PEAD COM SELO DE ALUMÍNIO E TAMPA DE ROSCA. DO PONTO DE VISTA DE PROTEÇÃO, ESSAS EMBALAGENS ATENDEM A CONSERVAÇÃO DO LEITE DECLARADO NO RÓTULO?

R. Com a mudança dos hábitos alimentares, associados à segurança alimentar, conveniência, praticidade, as embalagens tipo almofada foram sendo substituídas por garrafas sopradas de PEAD com selo de alumínio e tampa de rosca. Em termos de proteção as garrafas são mais eficientes em termos de barreira, além de possuir apenas uma área de fechamento, enquanto que as almofadas possuem três áreas de termoselagem. Outros fatores associados incluem a tampa, não necessita de objetos para abertura, nem suporte para apoio. As garrafas possuem maior resistência mecânica e são mais higiênicas.

10. QUAIS AS VANTAGENS E DESVANTAGENS EM USAR EMBALAGENS DE VIDRO E DE PLÁSTICO PARA A CONSERVAÇÃO DE SUCOS DE FRUTAS CONCENTRADOS?

R. Atualmente as embalagens de vidro por suportarem enchimento à quente, não necessitam de adição de conservantes químicos, além de possuir maior barreira ao oxigênio e ao vapor de água. Os sucos acondicionados em embalagens de vidro podem, ainda serem por meio de sistemas assépticos com ganho em qualidade sensorial e nutricional em relação aos mesmos sucos acondicionados à quente. A vida útil de sucos de frutas em embalagens de vidro é superior quando comparada com as embalagens de plásticos. Os plásticos oferecem algumas vantagens na cadeia de logística de fabricação em comparação aos vidros.

11. POR QUE A EMBALAGEM DE FERMENTO QUÍMICO EM PÓ PARA A FABRICAÇÃO DE BOLOS E OUTROS PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO, APÓS MUITOS ANOS FOI SUBSTITUÍDA POR EMBALAGENS DE PLÁSTICO? O QUE AFETA A ESTABILIDADE DESSE PRODUTO?

R. O fermento químico em pó é uma mistura de amido de mandioca ou milho, bicarbonato de sódio, pirofosfato ácido de sódio e fosfato monocálcico. Essa mistura na presença de umidade produz gás carbônico, fundamental para a produção de bolos. A antiga embalagem se tratava de uma lata composta, ou seja, corpo de fibra com fundo e tampa metálicas, ambas acravadas. Na tampa de pressão havia uma membrana de alumínio para dar maior proteção, uma vez que o conjunto da embalagem não oferecia boa barreira ao valor de água, reduzindo assim a sua real efetividade em fazer os bolos crescerem. A atual embalagem de PEAD com selo e tampa de rosca, oferece melhor barreira ao vapor de água, tornando a mistura mais eficiente quando do seu uso.

12. A ESTABILIDADE DE REFRIGERANTES COM GÁS É PROPORCIONADA PELO CONTEÚDO DE GÁS. DO PONTO DE VISTA DE CONSERVAÇÃO, AS EMBALAGENS DE VIDRO COM ROLHA METÁLICA (CHAPINHA OU TAMPINHA), AS LATAS DE ALUMÍNIO, AS DE FOLHA DE FLANDRES E GARRAFAS DE PET POSSUEM DIFERENÇA DE BARREIRA À PERDA DE GÁS. QUAL A DE MELHOR PROTEÇÃO A ESSA PERDA?

R. A embalagem que melhor oferece barreira à perda de gás é a de vidro com rolha metálica, seguida das latas de aço e alumínio, ambas com abertura tipo “easy open” e, por último, as embalagens de PET com tampa de plástico com rosca. As latas perdem gás pelo semicorte dos anéis quando da elevação de pressão devido a estocagem e transporte em temperaturas mais elevadas. As embalagens de PET perdem gás pelas paredes e através do material das tampas – ou é o material PEAD ou PP. As embalagens de vidro são impermeáveis, tanto pela parede como pela tampa metálica.

13. ENTRE OS DIFERENTES VOLUMES DE EMBALAGENS DE PET PARA REFRIGERANTES COM GÁS, QUAL A QUE OFERECE MELHOR BARREIRA À PERDA DE GÁS?

R. Nesse caso, a relação área/volume assume importante função na retenção de gás em refrigerantes com gás acondicionados em embalagens de PET. Quanto maior o valor dessa relação, maior será a perda de gás carbônico. No caso da embalagem de 600 mL, existe, proporcionalmente mais área que volume, enquanto que nas embalagens de 2000 mL, é mais volume do que área. Para embalagens de pequenos volumes, necessariamente aumentar a espessura pode não resolver o problema de difusão de gás, mas o uso de

tampas metálicas poderá reduzir essa perda.

14. EM QUE CONSISTE OS SISTEMAS DE ACONDICIONAMENTO E EMBALAGENS DE PRODUTOS PASTEURIZADOS EM RELAÇÃO AOS SISTEMAS DE PRODUTOS ESTERILIZADOS?

R. Os sistemas de pasteurização convencional seguido de acondicionamento podem utilizar embalagens com menor resistência ao calor. Já os sistemas de esterilização convencional as embalagens devem resistir aos tratamentos em elevadas temperaturas por tempo mais prolongado. No caso dos sistemas assépticos onde ocorre a esterilização do tipo UHT, o resfriamento é simultâneo, proporcionando também o uso de embalagens de menor resistência ao calor. Produtos pasteurizados são conservados em baixas temperaturas, já os produtos esterilizados são conservados à temperatura ambiente.

15. AS CERVEJAS ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS METÁLICAS (ALUMÍNIO E AÇO) POSSUEM QUALIDADE DIFERENTE DA MESMA CERVEJA EM EMBALAGENS DE VIDRO?

R. A qualidade inicial das cervejas é a mesma, porém no caso das latas metálicas o mesmo fenômeno que ocorre com os refrigerantes acontece também nas cervejas. Durante a pasteurização em túnel, a temperatura da cerveja pode chegar a aproximadamente 62°C e permanecer por aproximadamente 15 a 18 minutos e isso provoca elevação de pressão no interior das latas, forçando o semicorte dos anéis e, conseqüentemente perda de gás por aquela região. Essa perda pequena do volume de gás em relação às embalagens de vidro, torna a cerveja com leve alteração de sabor, mas nada que impeça de ser consumida.

16. CASO AS EMBALAGENS DE PÃES DE FORMA FATIADOS FOSSEM TERMOSELADAS EM LUGAR DOS ATUAIS GRAMPOS TORCIDOS, A VIDA ÚTIL DOS PÃES PODERIA SER ESTENDIDA? O MATERIAL ATUAL PROTEGE O PRODUTO ADEQUADAMENTE?

R. Certamente se a embalagem fosse fechada por calor o isolamento seria maior em relação aos fatores ambientais – umidade, oxigênio, aromas e odores, entre outros. Os pães de forma são acondicionados em embalagens de PEBD que foram “borrifados” com propionato de cálcio e ou sódio para manter a atmosfera de conservação de fungos, principalmente. O PEBD é um material com boa barreira ao vapor de água que melhora à medida que aumenta a espessura. É suficiente para manter a estabilidade declarada no rótulo, desde que seja colocado em ambiente de temperatura aproximada de 23°C.

17. AS ATUAIS EMBALAGENS SOPRADAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) NA COR BRANCA PARA LEITE FRESCO OFERECEM PROTEÇÃO ADEQUADA PARA PERMITIR VALIDADE DE ATÉ 10 DIAS EM REFRIGERAÇÃO?

R. A qualidade inicial do leite é fundamental para que a validade alcance o desejado. O PEAD pigmentado de branco – melhora a aparência original do polímero, com o selo de alumínio termoselado e sobre tampa de rosca, isola bem o produto do ambiente. A temperatura de estocagem deve ser bem controlada para produtos pasteurizados a fim de manter a estabilidade pelo período declarado. O PEAD oferece boa barreira ao vapor de água e certa barreira à luz na região do visível, faixa que afeta a estabilidade das vitaminas, principalmente.

18. ALGUNS PAÍSES UTILIZAM EMBALAGENS PLÁSTICAS DE PET PARA ACONDICIONAR CAFÉ SOLÚVEL E O BRASIL UTILIZA EMBALAGENS DE VIDRO. QUAIS AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DE UMA EM RELAÇÃO À OUTRA NA CONSERVAÇÃO DO PRODUTO?

R. A conservação de café solúvel é sobretudo baseada nos níveis de umidade inicial, crítica e de equilíbrio. Os cafés solúveis podem ser obtidos por dois processos basicamente, a liofilização – mais susceptível de alteração pela absorção de água, pelo processo de “spray dryer” – menos susceptível de alteração física pela absorção de umidade. Talvez o maior problema do café solúvel em absorver certo nível de umidade é o desenvolvimento de acidez que o torna sensorialmente alterado quando é preparado apenas com água. As embalagens de vidro com selo interno e tampa de rosca, oferecem maior proteção a absorção de umidade em relação às embalagens de PET. Uma das alternativas mais interessantes para o uso de embalagens de PET é alterar a atmosfera interna das embalagens de PET pela injeção de menos oxigênio e mais gás carbônico. Atualmente alguns países preferem as embalagens de PET em função de muitos benefícios na cadeia de transporte e distribuição, principalmente para mercados de exportação.

19. O PRODUTO CAPPUCINO É UMA MISTURA DE INGREDIENTES – CAFÉ SOLÚVEL, LEITE EM PÓ, AÇÚCAR OU ADOÇANTES, CHOCOLATE EM PÓ E BICARBONATO DE SÓDIO, QUE POSSUEM DIFERENTES ATIVIDADES DE ÁGUA (AW). COMO É DETERMINADA A EMBALAGEM E TAMBÉM A SUA VIDA DE PRATELEIRA?

R. Um dos maiores problemas em determinar a vida útil de produtos produzidos a partir da mistura de diferentes ingredientes com características de conservação diferente é definir qual a interação mais importante entre eles. Na prática, toma-se como referência o produto de menor estabilidade e as reações de transformação que ocorrem nele separadamente.

As melhores embalagens para esse produto são as latas metálicas com abertura tipo “full open top” com sobre tampa de plástico e, em seguida as embalagens de vidro com selo e sobre tampa de rosca. As embalagens de plástico que não oferecer boa barreira ao vapor de água e ao oxigênio para atender a estabilidade pelo menos por seis meses, não são adequadas, isso porque entre todos os produtos da composição, o leite em pó é o de menor estabilidade a esses fatores de ambiente. Os valores de atividade de água de cada um deles, bem como os valores de umidade crítica devem ser levados em consideração a determinação da vida de prateleira. Testes acelerados poderão fornecer resultados imprecisos e cálculos matemáticos baseados nas taxas de permeabilidade ao vapor de água e valores de umidades poderão, da mesma forma, fornecer resultados muito acima do tempo de conservação de cada ingrediente separadamente.

20. AS FARINHAS DE TRIGO E MILHO, POR FORÇA DE LEI, DEVEM SER ADICIONADAS FERRO E DE ÁCIDO FÓLICO – VITAMINA B9 – QUE É SUSCEPTÍVEL DE DEGRADAÇÃO PELA AÇÃO DA RADIAÇÃO NA FAIXA DO VISÍVEL. AS ATUAIS EMBALAGENS OFERECEM A PROTEÇÃO ADEQUADA?

R. Atualmente as embalagens de farinha de trigo e de milho são fabricadas de PEBD, Papel monolúcido ou laminado de PET/PEBD e não possuem barreira à radiação na faixa do visível, importante para a manutenção da estabilidade da vitamina B9. Caso algumas delas seja adicionada de absorvedor de radiação visível, deve ser observado a real eficiência desses absorvedores. Os papeis oferecem certa barreira pela cor, mas muito baixa em relação à exigência dos ingredientes.

21. POR QUE OS REFRIGERANTES COM GÁS DEIXARAM DE SER PASTEURIZADOS QUANDO COMEÇARAM A SER ACONDICIONADOS EM LATAS METÁLICAS DE AÇO E OU ALUMÍNIO?

R. Quando das legislações que autorizaram a adição de conservantes químicos, tais como os sorbatos, benzoatos, propionatos, entre outros, as empresas deixaram de realizar o tratamento de pasteurização para controle de microrganismos. Alguns problemas tecnológicos relacionados a pasteurização de latas com bebidas de elevado nível de gás mostravam muitas perdas na cadeia logística de distribuição.

22. A DIFERENÇA DE QUALIDADE DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE UM MESMO MATERIAL FABRICADAS PELO PROCESSO DE INJEÇÃO-SOPRO EM COMPARAÇÃO AO PROCESSO DE EXTRUSÃO-SOPRO PODE AFETAR A VIDA DE PRATELEIRA DE PRODUTOS ACONDICIONADOS?

R. Ambos os processos são muito utilizados na fabricação de embalagens para diversos segmentos de produtos de consumo, mas o processo de injeção-sopro proporciona melhor acabamento externo das embalagens, melhor distribuição de espessura e acabamento de boca mais preciso quando comparado com as embalagens fabricadas pelo processo de extrusão-sopro.

23. PORQUE AS EMBALAGENS LAMINADAS FLEXÍVEIS PARA BISCOITOS EM GERAL NÃO OFERECEM A PROTEÇÃO DESEJADA PARA MANTER A TEXTURA FIRME DOS PRODUTOS ATÉ O SEU CONSUMO?

R. Os maiores problemas de conservação de biscoitos em geral acondicionados em embalagens flexíveis laminadas se concentram nas regiões de fechamento ou termoselagem, muitas vezes deixam falhas, como consequência, entrada de umidade e oxigênio, tornando a textura enfraquecida, sabor e aroma alterado.

24. QUAIS AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS EMBALAGENS FLEXÍVEIS PARA O ACONDICIONAMENTO E CONSERVAÇÃO DE BISCOITOS RECHEADOS E COM COBERTURA DE CHOCOLATE?

R. A necessidade de proteção desses tipos de produtos está relacionada à oxidação do recheio e da cobertura, principalmente. Os fatores de ambiente nocivos ao produto são a umidade, oxigênio e luz. Uma boa especificação de laminado deve incluir barreira a esses fatores externos, bem como um bom controle das condições de fechamento. A associação dos materiais como PET, BOPP, ambos metalizados e ou laminados com PEBD podem oferecer boas condições de proteção.

25. MUITAS DÚVIDAS A RESPEITO DO USO DE EMBALAGENS DE POLIETILENO TEREFALATO (PET) PARA VINHOS AINDA NÃO FORAM DEVIDAMENTE ESCLARECIDAS. QUAL O MOTIVO PELO QUAL ESSA EMBALAGEM NÃO É ADEQUADA PARA ACONDICIONAR ESSE PRODUTO?

R. É possível utilizar embalagens de PET para alguns tipos de vinhos de curta duração, isso porque a barreira desse polímero ao conservante dióxido de enxofre e seus sais não é boa. Vinhos em embalagens de PET de pequenos volumes, utilizados por companhias de aviação, hotéis, entre outros estabelecimentos, ainda são encontrados, mas também de

uso único após a abertura da embalagem. Além dessa baixa barreira aos compostos de enxofre, a barreira ao oxigênio também não é apropriada para a proteção dessas bebidas.

26. A “VODCA SMIRNOFF”, A MAIS CONHECIDA E VENDIDA NO MUNDO, VIABILIZOU UMA ALTERNATIVA DE EMBALAGEM DE PET APROPRIADA PARA BOATES, CASAS NOTURNAS E GRANDES FESTIVAIS COM ELEVADA CONCENTRAÇÃO DE PESSOAS. ESSE MATERIAL PLÁSTICO NÃO COMPROMETE A QUALIDADE DA BEBIDA?

R. O polímero PET é considerado o mais inerte do ponto de vista de alteração de bebidas alcoólicas destiladas, dentre todos os outros polímeros utilizados para embalagens. Além disso, as propriedades de barreira, brilho, transparência, resistência mecânica e a possibilidade de serem fabricadas em diversos tamanhos e desenhos, a credenciam para essas aplicações. Ao longo do tempo de conservação declarado, a embalagem de PET oferece barreira adequada. No Brasil esse material também é permitido para bebidas alcoólicas tanto destiladas como fermentadas.

27. OS TESTES ACELERADOS DE ESTABILIDADE EM CONDIÇÕES FIXAS DE CONDICIONAMENTO DE ALIMENTOS REFLETEM DE MANEIRA SEGURA A MESMA ESTABILIDADE DE ALIMENTOS REALIZADA EM CONDIÇÕES CÍCLICAS DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA?

R. As condições cíclicas de umidade relativa e temperatura variadas durante testes de estabilidade indicam com maior confiabilidade resultados mais precisos sobre a estabilidade de alimentos acondicionados em relação às condições fixas, mesmo em condições normais quanto em condições aceleradas. Condições cíclicas refletem melhor as variações de temperatura e umidade relativa durante o dia em cada região diferente.

28. POR QUE AS EMPRESAS POSSUEM LIMITES MAIS BAIXOS DE TOLERÂNCIA DA PRESENÇA DO COMPOSTO ACETALDEÍDO EM REFRIGERANTES DO TIPO COLA EM RELAÇÃO AOS OUTROS REFRIGERANTES ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS DE PET?

R. O composto acetaldeído está presente nas embalagens de PET como um produto da decomposição durante a fabricação das pré-formas e, posteriormente se manifesta nas embalagens sopradas, difundindo para o exterior e para os produtos acondicionados. O fato é que o acetaldeído é um componente natural de muitas bebidas fermentadas e destiladas e em muitos produtos alimentícios. É um componente de frutas cítricas e, portanto, susceptível de estar presente em maior concentração na formulação de bebidas com sabor de frutas, o que não ocorre em refrigerantes tipo cola porque não tem sabor de frutas. Portanto, é normal que os níveis de acetaldeído deva ser melhor controlado nessas

bebidas porque poderá alterar o sabor característico.

29. HÁ UMA ESPECIFICAÇÃO DA COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPEIA LIMITANDO A PRESENÇA DE ACETALDEÍDO EM ÓLEOS E AZEITES COMESTÍVEIS EM 20MG/L. QUAL A RAZÃO DE TAL ESPECIFICAÇÃO?

R. Níveis acima de 20µg/L de acetaldeído em embalagens de PET para azeites e alguns óleos comestíveis podem alterar o sabor e aroma característico desses produtos, perceptíveis por provadores treinados. É fato que esses níveis não são detectados em embalagens de PET porque os processos de injeção de pré-formas atuais não degradam as resinas ao ponto de atingir tais valores. Em média, os valores de acetaldeído em embalagens sopradas de PET determinados por meio de cromatografia gasosa são de aproximadamente de 3,0µg/L, muito abaixo dos limites operados por países europeus.

30. HÁ UM FENÔMENO DE PERDA DE VOLUME QUE OCORRE EM EMBALAGENS DE COLÍRIOS OFTÁLMICOS ACONDICIONADOS EM FRASCOS INJETADOS-SOPRADOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) COM BATOQUE E TAMPA DE ROSCA. COMO ESSA PERDA DE PESO PODE ESTAR RELACIONADA À INTERAÇÃO PRODUTO- EMBALAGEM?

R. Em função da formulação desses produtos, é possível que ocorra interação com o material de embalagem e ou difusão de água através da parede da embalagem. Há que se estudar melhor a interação dos ingredientes com o polímero verificando os aditivos presentes e a pertinência de substituição para torna-los mais neutros.

31. QUAIS SÃO OS ASPECTOS A CONSIDERAR NA ESTIMATIVA DA ESTABILIDADE DE ALIMENTOS EM FUNÇÃO DA PERMEABILIDADE. ESSA ESTIMATIVA PODE SER UTILIZADA PARA QUALQUER TIPO DE EMBALAGEM?

R. Alguns aspectos devem ser considerados na estimativa de estabilidade de alimentos, tais como: taxa de deterioração do produto baseadas nas transformações mais importantes; condições ambientais de acondicionamento; características do material de embalagem – taxa de permeabilidade aos gases e vapores, interação com o produto acondicionado. De maneira geral, a seleção dos materiais de embalagens mais adequados para determinados produtos, deve levar em consideração as suas propriedades intrínsecas e os fatores extrínsecos que exercem influência na deterioração dos produtos.

32. QUAIS OS FATORES QUE INFLUENCIAM A ESTABILIDADE DE BATATINHAS FRITAS TIPO “SNACKS” ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS FLEXÍVEIS?

R. Alimentos fritos necessitam de proteção contra a ação de oxigênio e radiação a fim de evitar ou retardar as reações de oxidação de lipídeos. Outro fator importante comercialmente falando é a manutenção da textura que é influenciada pelo nível de umidade. Deve-se ter como princípio os aspectos econômicos da seleção do sistema de embalagem com boa adequação de preços, levando em consideração a utilização de embalagens de custo alto para produtos de alto valor comercial. Considerar também a viabilidade da utilização de um sistema de embalagem em função da rotatividade do produto no mercado, ou seja, utilizar artifícios de atmosfera modificada para manter a qualidade por maior tempo pode não ser viável para produtos com elevada rotatividade.

33. QUAIS AS CONSEQUÊNCIAS DA AÇÃO DA LUZ NA ESTABILIDADE DE MASSAS ALIMENTÍCIAS ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS TRANSPARENTES?

R. A umidade de massas alimentícias secas possuem umidade aproximada de 12% para um boa estabilidade. Esses produtos sofrem deterioração por fungos durante seu armazenamento devido a absorção de umidade e reações enzimáticas à medida que a atividade de água seja alterada. A oxidação de lipídeos pode levar a alterações organolépticas desses produtos, ocasionada pela ação de oxigênio e radiação. Para massas frescas, a velocidade das reações é menor e as embalagens transparentes não exercem influência de forma significativa na estabilidade em temperaturas reduzidas. As massas secas de maior estabilidade devem apresentar boa permeabilidade ao vapor de água, ao oxigênio e a luz.

34. OS CHAMADOS FRIOS FATIADOS SÃO PARTE ESSENCIAL DA REFEIÇÃO DA SOCIEDADE E A DISTRIBUIÇÃO EM SUPERMERCADOS FAVORECE O AUMENTO DA PRODUÇÃO EM FUNÇÃO DA ROTATIVIDADE DESSES PRODUTOS. PARA DERIVADOS DE LATICÍNIOS, QUAL A MELHOR EMBALAGEM PARA FATIADOS?

R. O sistema de comercialização desses produtos permite ao consumidor adquirir a quantidade apropriada para o seu consumo e a distribuição em supermercados favorece o incremento da produção em função da rotatividade dos mesmos. Esses produtos incluem derivados de carne e de laticínios. A embalagem apropriada para fatias de queijo deve levar em consideração a proteção contra alterações físico-químicas e microbiológicas, migração de gorduras e aromas, danos físicos, ação de luz, oxigênio e perda ou ganho de umidade, além de boa compatibilidade com as condições de armazenamento em temperaturas

abaixo 10°C. Em geral, associa-se filmes plásticos de boa barreira ao vapor de água com filmes de boa barreira ao oxigênio para a fabricação de laminados flexíveis.

35. QUAIS AS PRINCIPAIS FUNÇÕES DA EMBALAGEM PARA O ACONDICIONAMENTO DE FRIOS FATIADOS DERIVADOS DE CARNE?

R. Para alimentos frios fatiados derivados de carnes com adição de aditivos e condimentos específicos, as necessidades de proteção estão relacionadas a danos físicos, e às alterações químicas e microbiológicas. A embalagem deve possuir resistência mecânica à perfuração, ao rasgo e aos esforços requeridos durante as operações de acondicionamento, manuseio e transporte. As necessidades de barreira ao vapor de água e ao oxigênio são de extrema importância a considerar em projetos de embalagens para produtos fatiados derivados de carne.

36. COMO EVITAR O ESCURECIMENTO SUPERFICIAL DE FRIOS FATIADOS DERIVADOS DE CARNE COMERCIALIZADOS EM EMBALAGENS INDIVIDUAIS?

R. Observa-se nos produtos frios fatiados derivados de carne certo escurecimento na superfície que é devido à desidratação do produto. Para evitar tal ocorrência, faz-se necessário o uso de materiais de embalagens que não permita a difusão de vapor de água, tanto de dentro para fora como de fora para dentro. Uma das alternativas é o uso de filmes laminados com boa capacidade de aderência à superfície dos produtos fatiados e aplicação de vácuo.

37. A COR DOS ALIMENTOS PODE SER DE ORIGEM EM PIGMENTOS NATURAIS OU ARTIFICIAIS E PODE SER DETERMINANTE NA ESTABILIDADE DESSES PRODUTOS ACONDICIONADOS. AS EMBALAGENS TRANSPARENTES EM GERAL PROTEGEM OS PRODUTOS NA FAIXA DE RADIAÇÃO UV – VISÍVEL?

R. Muitos produtos que sofreram tratamento de conservação e foram acondicionados, perdem um pouco da sua cor natural e as embalagens a partir do uso de tecnologias de proteção às radiações – UV e visível, podem manter a cor próxima daquela antes do acondicionamento. É necessário conhecer bem as características de cada material de embalagem quanto a sua real proteção à transmissão de luz e adotar as soluções mais adequadas a cada caso. A adição de aditivos que mantém a embalagem transparente é a última geração de compostos absorvedores de radiação. Outras tecnologias incluem o uso de cores nas embalagens.

38. COMO É POSSÍVEL REDUZIR AS TAXAS DE OXIDAÇÃO DE ALIMENTOS QUE SE OXIDAM DESDE O ACONDICIONAMENTO, TRANSPORTE, ESTOCAGEM, ATÉ OS PONTOS DE VENDA?

R. Conhecendo os fatores que causam as reações de oxidação é possível usar sistemas de controle associados aos sistemas de embalagens que incluem os equipamentos, materiais de embalagem, características intrínsecas dos alimentos e os fatores extrínsecos que variam de região para região. De maneira geral, os fatores mais importantes a serem controlados é a temperatura de estocagem e o oxigênio. Fatores como umidade relativa e incidência de radiação, principalmente na faixa do ultravioleta, podem exercer ações combinadas que contribuem para as reações de oxidação. O uso de embalagens à vácuo combinadas com temperaturas baixas de estocagem podem reduzir significativamente as reações de oxidação de produtos mais sensíveis.

39. SABE-SE QUE OS COMPOSTOS CAROTENOIDES SÃO COMPONENTES DE ALIMENTOS IMPORTANTES PARA A SAÚDE HUMANA, PORÉM SÃO MUITO SUSCEPTÍVEIS A OXIDAÇÃO. COMO É POSSÍVEL PROTEGER OS PRODUTOS ACONDICIONADOS ATRAVÉS DE EMBALAGENS APROPRIADAS?

R. Como corantes naturais e substâncias bioativas importantes na nutrição humana, a preservação destes compostos é de importância grande. São compostos moleculares com duplas ligações susceptíveis de alterações, principalmente por meio de oxidação. Esse grupo de compostos incluem o alfa e beta carotenos, luteína e licopeno, dentre outros. O licopeno e a luteína podem sofrer alterações em valores de umidade baixo como também em valores altos, sob ação de luz ou na ausência. Temperaturas elevadas podem contribuir para a aceleração das reações. O uso de materiais de embalagens com proteções específicas ao oxigênio, luz e ao vapor de água, podem retardar significativamente as reações, mantendo o estado de qualidade desses compostos semelhante àquele de quando foi acondicionado.

40. EM RELAÇÃO A ABSORÇÃO DE AROMAS E SABORES ESTRANHOS DO AMBIENTE, CASO A EMBALAGEM NÃO OFERECER PROTEÇÃO A ESSES COMPOSTOS, QUAIS ALIMENTOS SÃO MAIS SUSCEPTÍVEIS DE ALTERAÇÃO?

R. De maneira geral, alimentos que possuem elevados níveis de lipídeos são mais susceptíveis de absorção de aromas e odores estranhos do ambiente e mesmo dos materiais de embalagens, caso as tintas e solventes usados na impressão não sejam adequados e compatíveis com os materiais de embalagens. Atualmente, existem filmes poliméricos com permeabilidades seletivas para muitos compostos de aromas estranhos

aos alimentos que impedem a difusão desses compostos do ambiente para o produto.

41. A ALTERAÇÃO DE AROMAS E SABORES DEVIDO AO MATERIAL DE EMBALAGEM PODE SER PERCEBIDO SENSORIALMENTE PELO CONSUMIDOR? QUAL SITUAÇÃO?

R. Os problemas de alterações de sabor e aroma em alimentos acondicionados podem ser percebidos por consumidores a partir de embalagens inadequadas em relação à barreira, bem como dos produtos de tintas, vernizes e adesivos aplicados. Barreiras inadequadas podem absorver odores e aromas estranhos do ambiente, como também a absorção de oxigênio e vapor de água que causam as alterações de ordem química e microbiológica nos alimentos acondicionados.

42. QUAIS PARÂMETROS SÃO UTILIZADOS NA REALIZAÇÃO DE TESTES ACELERADOS DE ESTABILIDADE DE ALIMENTOS?

R. Testes acelerados de estabilidade muitas vezes são necessários para conhecer as tendências e obter predições sobre a vida de prateleira de alimentos acondicionados em um tempo menor quando comparado ao tempo de testes em condições normais de armazenamento. De maneira geral, esses testes são realizados em temperaturas e umidades relativas mais elevadas em relação às condições as quais os produtos serão comercializados, por exemplo. Em geral em testes acelerados utiliza-se temperaturas acima de 30°C, podendo ser de 35°C, 40°C ou maior. É necessário conhecer o fator determinante na vida de prateleira, ou seja, é microbiológica, físico-química, sensorial, entre outras. Um bom conhecimento da cinética das reações predominantes nos alimentos é fundamental para o desenvolvimento de testes acelerados de estabilidade.

43. QUAL A DIFERENÇA DE PERMEABILIDADE AO GÁS CARBÔNICO (CO₂) DE MATERIAIS PLÁSTICOS QUANDO UTILIZADOS PARA ACONDICIONAR PRODUTOS SECOS EM RELAÇÃO A PRODUTOS LÍQUIDOS?

R. Embalagens de produtos secos acondicionados podem conter CO₂ natural – café torrado e moído, como aquelas por alteração da atmosfera no interior da embalagem – tecnologia de atmosfera modificada. A diferença entre produtos secos e líquidos é a solubilidade do gás, que é maior em líquidos. Em embalagens de produtos sólidos secos, em pó, granulado e outros, o gás está presente no espaço livre das embalagens, tornando a sua permeabilidade até mais fácil em relação a produtos líquidos. Porém, ambos dependerão da pressão interna e da taxa de permeabilidade aos gases desses materiais.

44. A QUALIDADE DAS CERVEJAS PILSEN PADRÃO EM GARRAFAS DE VIDRO NA COR ÂMBAR COM ROLHA METÁLICA (CHAPINHA OU TAMPINHA) E PASTEURIZADAS EM TÚNEL, PARA QUE SUA ESTABILIDADE SEJA PROLONGADA ACIMA DE 6 MESES, O QUE É NECESSÁRIO MUDAR EM PROCESSO?

R. Os maiores problemas da estabilidade das cervejas do tipo padrão são a redução dos níveis de carbonatação, a exposição ao oxigênio e à radiação ultravioleta. A partir do controle desses fatores, certamente a vida de prateleira seria estendida desde que a temperatura de estocagem não ultrapasse a 23°C, sendo melhor estocar em temperaturas mais baixas. Sob o ponto de vista da perda de gás, o conjunto garrafa-tampa atualmente é o que há de melhor, da mesma maneira a cor âmbar fornece a proteção adequada à passagem de luz. Resta, então, medidas mais eficazes para reduzir os níveis de oxigênio dissolvido na cerveja e aqueles níveis residuais que ficam no espaço livre antes da colocação das tampas.

45. A CORROSÃO É UM DOS PROBLEMAS QUE PODEM REDUZIR A ESTABILIDADE DE PRODUTOS EM EMBALAGENS DE FOLHAS DE FLANDRES. COM SE DÁ ESSE PROCESSO EM ALIMENTOS ENLATADOS?

R. A corrosão em embalagens metálicas de folhas de flandres ocorre quando existe falhas na recravação e falhas na aplicação de vernizes, como poros, riscos e descontinuidade, como consequência, exposição da camada de estanho e da camada de liga ferro-estanho provocando reações de corrosão eletrolítica. O processo pode ser mais rápido em função do nível de acidez e composição química dos alimentos acondicionados. Na corrosão de metais em meios aquosos acontece uma passagem de corrente elétrica por meio do metal e de corrente definida como iônica no meio da composição dos alimentos, considerado um meio eletrólito, à semelhança do funcionamento de uma pilha galvânica comum.

46. QUAL A DIFERENÇA DE CONSERVAÇÃO DE LEITE CONDENSADO AÇUCARADO EM EMBALAGENS TIPO “BRICK” E LATAS DE FOLHA DE FLANDRES?

R. Do ponto de vista de hermeticidade, as embalagens de folha de flandres são mais eficientes quando comparadas com as embalagens cartonadas tipo “brick” tendo em vista possuir mais áreas de fechamento em relação às latas. Para além disso, as embalagens cartonadas são fechadas através de calor, podendo ocorrer em falhas pontuais de vedação. Os defeitos de fechamento que ocorrem em embalagens cartonadas podem absorver oxigênio do ambiente e, ao longo da estabilidade provocar degradação do conteúdo da embalagem. Como os defeitos detectados são da ordem de 0,001mm em média, as alterações acontecem em períodos mais longos e durante a comercialização. Portanto,

a qualidade desse produto em latas de folha de flandres é superior ao mesmo produto acondicionado em embalagens cartonadas.

47. COMO É POSSÍVEL PROLONGAR A ESTABILIDADE DE FRUTAS CÍTRICAS UTILIZANDO MATERIAIS PLÁSTICOS DE EMBALAGENS?

R. Alguns artifícios podem ser utilizados para prolongar a vida útil de frutas desde a redução imediata de temperatura na colheita em aproximadamente 10°C, seguido de acondicionamento em embalagens plásticas com boa barreira ao vapor de água, fechadas por meio de calor para serem distribuídas para os pontos de venda. Outras tecnologias podem ser usadas, como controlar a atmosfera em câmaras frias, retardando a taxa de respiração ou modificar a atmosfera no interior da embalagem aplicando os gases devidos para o retardamento ou aceleração das transformações bioquímicas que ocorrem nos produtos. Nesse último caso, os materiais de embalagem devem apresentar barreira adequada à manutenção da atmosfera interna da embalagem.

48. COM A POPULARIZAÇÃO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS PARA APLICAÇÕES EM BEBIDAS ALCOÓLICAS, A TAXA DE PERMEABILIDADE AO OXIGÊNIO DE EMBALAGENS DE PET PARA AGUARDENTES DE CANA PODERÁ ALTERAR DE ALGUMA FORMA O CONTEÚDO DAS BEBIDAS?

R. Há uma corrente de especialistas que admitem que a oxigenação de aguardentes de cana através da parede da embalagem poderá melhorar a qualidade sensorial da bebida pela oxidação de alguns compostos mais intensos, como consequência, deixar a bebida mais suave em alguns casos. Por outro lado, trabalhos de pesquisas mostraram que a estabilidade de aguardentes de cana em embalagens de PET durante um ano, em relação às embalagens de vidro em temperatura de 23°C, indicaram que ocorreu uma perda de água e álcool não significativa ao ponto de alterar o volume comercialmente declarado. No caso específico do polímero PET, a sua estabilidade química em relação à migração de compostos indesejáveis é considerada neutra e aprovado por muitos países desenvolvidos para contato com bebidas alcoólicas.

NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO E EMBALAGENS

1. O USO DE FORNOS DOMÉSTICOS DE MICRO-ONDAS AINDA É CONSIDERADO PELA POPULAÇÃO COMO UM PROCESSO DE AQUECIMENTO INSEGURO. POR QUÊ?

R. Trata-se de um problema cultural e de desinformação a respeito dessa tecnologia. Muito se apostou em um estouro de vendas quando do lançamento dos fornos de micro-ondas, porém isso não aconteceu no tempo planejado, tampouco nos anos seguintes. Porém, nos últimos anos, as mudanças devem-se, principalmente, a um melhor conhecimento do sistema, à aceitação dos fornos de micro-ondas e, em parte, à busca por fontes alternativas de energia mais limpas. A energia de micro-ondas desenvolve calor dentro dos produtos, reduzindo os tempos de tratamento, melhorando o rendimento dos processos e a qualidade final desses produtos quando comparado com os processos convencionais utilizados nos diferentes segmentos da indústria. Utilizando-se materiais de embalagens adequados, a energia de micro-ondas aquece os produtos e, esse, através de condução, aquece os materiais de embalagem.

2. QUAL OU QUAIS OS MATERIAIS DE EMBALAGEM MAIS APROPRIADOS PARA USO EM FORNOS DE MICRO-ONDAS E QUE TIPO DE REAÇÃO E INTERAÇÃO PODE OCORRER COM OS MATERIAIS?

R. Os materiais de embalagem que se aquecem pela energia de micro-ondas não são adequados para serem usados sistematicamente, pois são afetados em suas características e desempenho como embalagem. As propriedades dielétricas de materiais de embalagem são muito importantes, pois determinam as características de transmissão que afetam a atenuação de energia do campo e sua distribuição nesses materiais. As respostas dielétrica e térmica dos materiais tratados sob campo de micro-ondas dependem da composição química, estrutura física e geometria dos materiais, além da forma de transferência da energia do campo eletromagnético para esses materiais (BUFFLER, 1992). Dielétricos com moléculas polares, tais como a água, o álcool etílico e o termoplástico PVC são aquecidos facilmente por micro-ondas. Por outro lado, substâncias tais como o tetra (cloro carbono), tetra (fluor carbono) (teflon) e benzeno apresentam comportamento contrário, ou seja, quase não se aquecem. Esses compostos são de natureza química apolar (SENISE, 1985). As propriedades elétricas mais importantes de um material são a permissividade e a permeabilidade e isso deve ser conhecido antes da sua utilização. No dia a dia, os plásticos mais recomendados para uso em micro-ondas, chamamos de “transparentes a micro-

ondas”.

3. POR QUE OS PRODUTOS SE AQUECEM DIFERENTEMENTE QUANDO SÃO SUBMETIDOS À AÇÃO DAS MICRO-ONDAS TANTO EM FORNOS DOMÉSTICOS QUANTO EM FORNOS INDUSTRIAIS CONTÍNUOS?

R. Em fornos domésticos de micro-ondas não há um direcionamento das ondas para o produto que se deseja aquecer, as ondas entram no espaço do forno e são distribuídas aleatoriamente. O aquecimento por micro-ondas vai depender basicamente de três fatores: dimensões, formato e posição em relação ao campo de ondas daquilo que se deseja aquecer. Já em fornos industriais, o campo de ondas é direcionado para aquilo que se deseja aquecer. É por isso que ao colocarmos algum produto para ser aquecido em fornos de micro-ondas por um determinado tempo, ele se aquece desuniforme, mesmo com a rotação do prato suporte. Uma das maneiras de melhorar esse aquecimento se o prato suporte girasse 360° no sentido horário e em seguida 360° no sentido anti-horário e assim sucessivamente. Os elevados custos de fabricação impedem de se construir fornos domésticos com guias de ondas mais direcionados.

4. POR QUE AS EMBALAGENS EM FORMATO DE BANDEJA DE RESINAS DE PET CRISTALIZADAS SÃO MAIS APROPRIADAS PARA UTILIZAÇÃO EM FORNOS CONVENCIONAIS E DE MICRO-ONDAS?

R. Os materiais plásticos cristalizados apresentam maior rigidez e o grau de cristalinidade vai depender da aplicação desejada. O potencial de cristalinidade do material é determinado pela estereo-regularidade do polímero e, em relação ao produto acabado, vai depender muito da velocidade de resfriamento. Na cristalinidade os cristais tendem a um arranjo próprio conhecido como esferolitos. Caso o resfriamento do material seja lento, uma pequena quantidade de núcleos é formada, resultando em uma quantidade reduzida de grandes esferolitos. Já no caso de resfriamento rápido, uma grande quantidade de núcleos é formada, originando uma quantidade grande de pequenos esferolitos. Além da baixa permissividade dielétrica das resinas de PET, tornando-as “transparentes” a ação das micro-ondas, a cristalização fornece elevada resistência mecânica e ao calor, tornando possível a sua utilização em fornos convencionais, até aproximadamente 240°C.

5. O SUPORTE DO PRATO DE VIDRO GIRATÓRIO DOS FORNOS DOMÉSTICOS DE MICRO-ONDAS QUE O MOVIMENTA DURANTE O FUNCIONAMENTO NÃO É AFETADO PELA AÇÃO DAS MICRO-ONDAS?

R. Esse material é o poli(tetra-fluor-etileno) (PTFE) e seu monômero é $(F_2C=CF_2)$. É um

polímero sintético do que possui inúmeras aplicações, comumente conhecido pelo seu nome comercial, “Teflon”. Sua temperatura de fusão é de aproximadamente 327°C. Trata-se de um material “transparente” a ação das micro-ondas, mas não é permitido para uso como embalagens de alimentos pelas Agências Reguladoras de Saúde em diversos países.

6. DENTRE AS TECNOLOGIAS CONSIDERADAS EMERGENTES OU NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS, QUAL DELAS ATUALMENTE APRESENTA ESTUDOS SOBRE SEU EFEITO NAS EMBALAGENS UTILIZADAS?

R. A tecnologia de micro-ondas para tratamento de alimentos, apesar de ser mais antiga, o uso de materiais plásticos de embalagens ainda limita muito o crescimento dessa tecnologia, principalmente em níveis domésticos. Mais recentemente, a tecnologia de pasteurização por alta pressão com ou sem aquecimento vem mostrando estudos sobre o comportamento de embalagens flexíveis e semirrígidas quando submetidas a elevadas pressões com aquecimento simultâneo. Tais estudos verificaram as características físicas, de resistência, fechamento, migração, aparecimento de defeitos visuais, dentre outros em laminados flexíveis destinados aos diferentes setores de alimentos. Todas as outras tecnologias ainda carecem de estudos de laboratório para o desenvolvimento de aplicações de embalagens no setor de alimentos.

7. NO CASO DA TECNOLOGIA DE “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA” APLICADA A ALIMENTOS E BEBIDAS, QUAIS TIPOS DE EMBALAGENS PODEM SER UTILIZADAS SEM ALTERAÇÕES NA SUA QUALIDADE?

R. As embalagens mais usadas são frascos e garrafas, bandejas com membranas termoseladas, “pouches” diversos de laminados flexíveis e outros, fabricados a partir dos termoplásticos conhecidos como o PEBD, PEAD, PP, PET, Nylon e o copolímero de EVOH, em combinação ou em forma de monocamada.

8. A UTILIZAÇÃO DO PROCESSO DE IRRADIAÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS E BEBIDAS ACONDICIONADOS PODE AFETAR A ESTRUTURA QUÍMICA DOS POLÍMEROS DE EMBALAGENS?

R. A irradiação com o objetivo de conservar alimentos é realizada a partir de raios gama e a fonte é o Cobalto 60, muito comum no setor de produtos farmacêuticos. Os raios gama agem nas ligações covalentes dos polímeros provocando rompimento e formação de compostos de baixo peso molecular, conseqüentemente perda das propriedades dos materiais. Por exemplo, a ação da irradiação sobre o polímero PVC pode levar a formação

de ácido clorídrico na presença de umidade e oxigênio, além de tornar o material impróprio para embalagens pela descaracterização física do mesmo. Uma outra irradiação, porém, menos intensa, é a ação da radiação ultravioleta, que também, dependendo do material de embalagem poderá causar algumas alterações na estrutura molecular. No caso do PVC a presença de grupos cromóforos (carboxilas e hidroperóxidos) nas cadeias moleculares ou produzidos no processo que permite a absorção das radiações de 290 a 400 nm, provocam um aumento localizado de energia, acarretando a degradação progressiva desse polímero.

9. O USO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PERMITE A REDUÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA E BAIXAS TEMPERATURAS DE PROCESSO. ESSA MESMA TECNOLOGIA PODE SER APLICADA PARA A ESTERILIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS?

R. A irradiação ultravioleta possui um grande histórico no controle microbiológico do ar. Em aplicações em superfícies tem se destacado, embora para superfícies de alimentos o seu uso é visando o prolongamento da estabilidade dos produtos. A irradiação ultravioleta pode eliminar microrganismos se for aplicada com intensidade e tempo de exposição suficiente, encontrando aplicações diversas como na esterilização do ar, superfícies de equipamentos e em superfícies de embalagens de alimentos. Comprimentos de ondas inferiores a 200 nanômetros são ineficientes, porque as ondas são rapidamente absorvidas pelo oxigênio e pela água. Mas, nas faixas de 210 e 330 nm são mais eficientes como germicidas por serem absorvidas pelas proteínas e ácidos nucléicos, provocando o rompimento de cromossomos, mutações genéticas e inativação de enzimas. O sucesso da aplicação em embalagens pela irradiação UV depende de vários fatores, e a superfície a ser esterilizada deve estar limpa. A irradiação UV tem baixa capacidade de penetração e pode ser facilmente absorvida por partículas sólidas na superfície da embalagem, por isso a superfície a ser esterilizada deve estar isenta de partículas e devidamente seca.

10. QUAL A INFLUÊNCIA DO ESPAÇO LIVRE DA EMBALAGEM DE ALIMENTOS LÍQUIDOS NA PERFORMANCE EM PROCESSOS DE CONSERVAÇÃO SOB “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA”?

R. Para os tratamentos sob HPP, a atmosfera do espaço livre das embalagens mostra maior compressibilidade que o alimento, podendo levar a um tratamento não uniforme e à deformação da embalagem. Nesses casos, a redução do espaço livre é muito importante para um processamento uniforme, além disso, volumes excessivos de ar prolongam o tempo do processo e causar defeitos mecânicos e visuais na embalagem. A aplicação de vácuo para reduzir o espaço livre nas embalagens pode ser uma alternativa de acondicionamento

antes da aplicação do processamento de alta pressão, pois melhoram o fator de carga da câmara do equipamento de alta pressão. As dimensões e formato da embalagem também são fatores críticos para definição do número de unidades a serem tratadas a cada vez.

11. É POSSÍVEL A APLICAÇÃO DE “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA” EM PRODUTOS ACONDICIONADOS EM EMBALAGENS DE VIDRO?

R. A eficiência do processamento de alta pressão é fortemente influenciada pelas propriedades físico-químicas e mecânicas dos materiais de embalagem. Os alimentos processados por alta pressão são acondicionados em materiais laminados flexíveis à base de polímeros, como filmes, e embalagens semirrígidas, como frascos e garrafas. Materiais rígidos, como os fabricados de metal e vidro, não são adequados, pois podem ser irreversivelmente deformados quando submetidos a altas pressões e, no caso das embalagens de vidro, podem quebrar e causar sérios transtornos durante a operação.

12. A COMBINAÇÃO DE “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA, HPP E “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA COMBINADA COM ENERGIA TÉRMICA” – HPTP, PODERÁ PRODUZIR ALIMENTOS SEGUROS E DE QUALIDADE SUPERIOR AOS PROCESSADOS POR TRATAMENTOS TÉRMICOS CONVENCIONAIS?

R. Como toda tecnologia nova, o processamento de alta pressão vem ganhando reconhecimento comercial em todo o mundo por ser uma técnica de pasteurização, capaz de produzir alimentos com qualidade nutricional e sensorial superior em relação aos alimentos produzidos por meio da pasteurização convencional. Uma das dificuldades dessa nova tecnologia é a inativação de esporos bacterianos e algumas enzimas. Quando o objetivo do processamento usando a tecnologia de alta pressão for para esterilização de alimentos, deve ser aplicado em combinação com alta temperatura – método conhecido como esterilização térmica assistida por pressão –, que envolve alta pressão (500–700 MPa) e alta temperatura (90–120 °C), simultaneamente por um tempo mais curto, em comparação aos tratamentos convencionais de esterilização. Isso pode reduzir os efeitos térmicos nos alimentos processados, consequentemente maior qualidade final dos produtos.

13. O TRATAMENTO DE HPTP PODE PROVOCAR ALTERAÇÕES NAS REGIÕES AMORFAS E CRISTALINAS E TAMBÉM AS TEMPERATURAS DE AMOLECIMENTO E FUSÃO DOS POLÍMEROS?

R. Uma pesquisa mais aprofundada na literatura científica poderá fornecer mais detalhes e explicações a respeito do comportamento dos diferentes polímeros quando submetidos

ao tratamento sob altas pressões hidrostáticas. Entretanto, alguns polímeros conhecidos e componentes de laminados flexíveis, como as poliamidas (Nylons), possuem monômeros polares que podem formar ligações de hidrogênio entre as cadeias, ocasionando alta resistência. Esse material quando em contato com ambientes úmidos, absorvem certa quantidade de água e as ligações de hidrogênio são rompidas e novas ligações são formadas com as moléculas de água, resultando em um fenômeno chamado de plastificação. Isso afeta as propriedades térmicas das poliamidas. Para lá disso, a temperatura de fusão das poliamidas pode aumentar com o aumento de ciclos de aquecimento e pressão em função dos tratamentos da HPP. Tais alterações podem ser explicadas pela redução da cristalinidade e pela redistribuição no tamanho dos cristais do polímero após o processamento. Estudos futuros poderão prever e avaliar se tais alterações em polímeros, principalmente aqueles de barreira aos gases vão impactar nas propriedades finais ao ponto de alterá-las.

14. DE QUE MANEIRA AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS MATERIAIS DE EMBALAGEM PODEM SER AFETADAS PELO TRATAMENTO DE ALIMENTOS ACONDICIONADOS E TRATADOS COM “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA” COMBINADA COM ENERGIA TÉRMICA – HPTP?

R. A propriedade físico-química mais importante em materiais poliméricos submetidos ao tratamento por HPTP é a permeabilidade aos gases e vapores, incluindo vapor de água e compostos aromáticos em geral. Essa característica é medida pela quantidade de permeante transferida na unidade de tempo e por unidade de área, através de uma espessura unitária por uma unidade de diferença de pressão entre as faces. Em situações normais de temperatura e pressão, a permeabilidade de moléculas pequenas através de materiais poliméricos se dá nas regiões amorfas, onde as macromoléculas encontram-se mais afastadas. A presença de regiões cristalinas diminui consideravelmente a taxa de permeabilidade. Diversos estudos constantes na literatura científica avaliaram estruturas flexíveis laminadas de embalagens com e sem revestimentos, indicaram redução de barreira originadas nos danos provocados pelo processamento a alta pressão. Para lá disso, algumas estruturas laminadas indicaram redução de barreira devido à compactação das moléculas dos polímeros na etapa de descompressão ao final do processamento. Outros estudos também mostraram o inverso desse fenômeno, ou seja, o processamento de alta pressão fez com que as moléculas dos polímeros fossem compactadas, melhorando assim as propriedades de barreira de outros polímeros. Possíveis modificações que ocorrem em polímeros devido pelo processamento de alta pressão, podem alterar as propriedades de barreira materiais poliméricos e suas combinações e isso deve ser avaliado, combinando as propriedades de barreira desejadas com as características do produto acondicionado e

a estabilidade prevista.

15. A PRESENÇA DE RESÍDUOS DE ÓLEOS MINERAIS DA LAMINAÇÃO DE FOLHAS DE ALUMÍNIO PODEM, DE CERTA MANEIRA, AFETAR A ADERÊNCIA DE POLÍMEROS EXTRUSADOS, FAZENDO COM QUE OCORRA DELAMINAÇÃO FUTURA. COMO ESSE FATO PODE AFETAR A QUALIDADE DAS EMBALAGENS DE ALIMENTOS ACONDICIONADOS E TRATADOS COM “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA” COMBINADA COM ENERGIA TÉRMICA – HPTP?

R. Os laminados flexíveis produzidos por colagem e ou extrusão/coextrusão devem apresentar resistência mecânica ao fim a que se destina, porém, nem todos os atuais laminados foram devidamente estudados após serem submetidos ao tratamento por HPTP. Os laminados flexíveis devem ser adequados para suportar os esforços mecânicos provocados pela compressão e descompressão rápidas, além de proporcionar flexibilidade para suportar o colapso do espaço livre residual e possível redução do volume de alimentos dentro da embalagem. Algumas mudanças irreversíveis nos materiais de embalagem, como deformações visíveis, que podem impactar na funcionalidade e na aparência visual da embalagem podem ocorrer durante o processamento, tais como a delaminação entre a folha de alumínio e o filme plástico que poderá comprometer significativamente a barreira aos gases e vapores. Caso a secagem do adesivo da colagem da folha de alumínio a um filme plástico não for bem realizada, a presença de resíduos de óleos minerais na folha de alumínio poderá facilitar o descolamento quando submetido ao tratamento de HPTP. Esse mesmo raciocínio também é válido para a extrusão de plásticos sobre a folha de alumínio com resíduos de óleos da laminação.

16. PORQUE AS EMBALAGENS CARTONADAS TIPO BRICK NÃO SÃO ADEQUADAS PARA O PROCESSAMENTO DE PRODUTOS POR MEIO DE “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA”?

R. Quando um material de embalagem não rígido ou semirrígido é submetido ao processo de HHP espera-se uma grande deformação irreversível em rígidos e, em alguns casos reversível em semirrígidos, mas com algumas sequelas mecânicas durante o processo. No caso das embalagens tipo brick, também não são adequadas, pois as deformações visuais na estrutura podem causar, por exemplo, perda da rigidez do cartão pela prensagem das fibras, rompimento da folha de alumínio nos cantos da embalagem com posterior perda de barreira, absorção de água pela secção transversal do cartão com posterior crescimento de microrganismos naquelas regiões. Para além disso, perda da resistência das áreas de termoselagem e dos lacres das tampas de rosca.

17. POR SER UM PARÂMETRO CRÍTICO, COMO AVALIAR AS REGIÕES DE FECHAMENTO DE EMBALAGENS LAMINADAS FLEXÍVEIS APÓS O TRATAMENTO DE “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA” COMBINADA COM ENERGIA TÉRMICA – HPTP?

R. O processamento de alta pressão pode alterar as propriedades mecânicas das embalagens, além disso, comprometer a resistência da termoselagem, que é fortemente influenciada pelas propriedades da camada interna do material de embalagem, camada essa fundamental para manter a hermeticidade da embalagem e preservar a qualidade do produto pós processamento.

A termoselagem é uma etapa importante e significativa para embalagens flexíveis, e sua resistência deve ser mantida íntegra durante o processamento, evitando aparecimento de defeitos e vazamentos do produto ou, infiltração do meio de pressurização para o interior da embalagem, garantindo assim a estanqueidade do produto na embalagem. Para avaliar as regiões de fechamento de embalagens flexíveis são utilizados os testes de resistência à tração e resistência da termoselagem por meio de testes oficiais, reconhecidamente eficazes.

18. QUAL TIPO DE FECHAMENTO (SELAGEM A QUENTE OU IMPULSO) É MAIS RECOMENDADO PARA EMBALAGENS LAMINADAS FLEXÍVEIS A SEREM SUBMETIDAS AO TRATAMENTO DE “ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA” COMBINADA COM ENERGIA TÉRMICA – HPTP?

R. Existem no mercado embalagens flexíveis com 3 ou 4 áreas de fechamento. É claro que quanto maior o número de áreas de fechamento, maior a possibilidade de aparecer problemas de hermeticidade e isso é mais problemático em embalagens de produtos com $pH \geq 4,5$. Portanto, as regiões de fechamento nas embalagens devem resistir ao processamento e também durante o manuseio e distribuição de alimentos. A camada interna do polímero em contato com os alimentos, em geral pertencentes à família das poliolefinas, é responsável pela resistência ao calor do processo e pela integridade do fechamento. Segundo a literatura científica, relatada exaustivamente, em geral, a selagem por calor é preferível à selagem por impulso. Também é mais seguro e desejável um fechamento duplo de 5 a 10 mm por área, para uma boa resistência e para diminuir os riscos de defeitos causados pelos diferentes equipamentos de termoselagem. Os parâmetros de fechamento devem ser bem definidos e monitorados constantemente durante o processo, que são: o tempo, a temperatura e a pressão, além do estado mecânico dos “mordentes” de junção.

19. QUAIS OS TIPOS DE ALIMENTOS ATUALMENTE TRATADOS PELA TECNOLOGIA DE HPP, SÃO COMERCIALIZADOS E EM QUE TIPO DE EMBALAGEM?

R. Atualmente a maior parte dos produtos são sucos de frutas, mas também há disponível nos mercados produtos à base de carne, frutas e vegetais, laticínios e ovos, água de coco e outras bebidas, peixes e frutos do mar, dentre outros. A maioria dos alimentos processados por alta pressão nas indústrias é previamente acondicionado usando diferentes combinações de polímeros em laminados flexíveis. A embalagem flexível usada para acondicionar os alimentos que serão processados por alta pressão deve ser adequada para suportar os esforços de rápida compressão e descompressão fornecendo flexibilidade suficiente para compensar o colapso em função do espaço livre, e possível redução do volume interno. Um sistema de embalagem bastante utilizado é o termoforma-enche-fecha na qual a parte inferior da embalagem é fabricada no momento da embalagem, recebendo o produto, em seguida alterando a atmosfera interna e, finalmente, termossoldada com um filme ou combinação de materiais poliméricos para fornecer a barreira adequada.

20. DADA A NOVA ORDEM MUNDIAL E AS TENDÊNCIAS DE CONSUMO DE ALIMENTOS, COMO ESTÃO SITUADAS AS TECNOLOGIAS DE “MICRO-ONDAS” E A DE “SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS”?

R. De acordo com as novas tendências e mudanças de hábitos de consumo, os aspectos como sustentabilidade e ética; confiabilidade e qualidade; conveniência e praticidade; saudabilidade e bem estar, dentre outros relacionados, as tecnologias emergentes e ainda em implantação pelo mundo, sempre devem estar voltadas para a manutenção ou melhoria das características sensoriais dos alimentos, assim como a manutenção ou melhoria do valor nutricional dos alimentos, serem de fácil manutenção e operação. Aspectos de segurança alimentar pela destruição de microrganismos patogênicos e a inativação de enzimas que causam problemas na conservação e que tais processos sejam aceitos pelos consumidores e validados pelas agências reguladoras. Em se tratando de ambiente, que sejam de baixo consumo de energia, produzam volumes baixos de resíduos e não poluentes. Em relação à tecnologia de micro-ondas, as aplicações são voltadas para tratamentos em alimentos prontos para o consumo em nível doméstico e industrial. A cinética de destruição de microrganismos ainda necessita de mais estudos e o tempo de processo é reduzido e a energia é limpa. Na tecnologia de separação por membranas, proporciona manutenção das características sensoriais e propriedades funcionais dos produtos tratados, além de retenção dos ingredientes funcionais contidos em seu valor funcional. Importante padronização alimentos e geração de novos produtos enriquecidos

ou isentos de determinados componentes. A remoção de microrganismos é possível pela microfiltração. Pode ser de operação contínua e automatizada, baixo consumo de energia e facilidade de tratamento e aproveitamento de resíduos.

RECICLAGEM E AMBIENTE

1. DOS ATUAIS MATERIAIS DE EMBALAGENS PARA ALIMENTOS E BEBIDAS – VIDROS, ALUMÍNIO, AÇO, PLÁSTICOS, CARTONADOS E CELULÓSICOS, QUAL DELES REPRESENTA MAIOR IMPACTO AMBIENTAL E PROBLEMAS DE COLETA E RECICLAGEM?

R. Atualmente no Brasil, dois materiais de embalagem se destacam pelo valor de sucata que representam e pela evolução da coleta e reciclagem, são as latas de alumínio e as embalagens de PET, cujos índices de reciclagem crescem a cada ano. Apesar das dificuldades relacionadas à logística de coletas seletivas de embalagens de vidro e suas particularidades em relação à reciclagem em mistura com matérias primas virgens, os programas voltados para a reciclagem continuam ativos e de forma educativa. Os materiais celulósicos, possuem valor de sucata também interessante e diversos são os catadores e cooperativas que sobrevivem dessa atividade. As caixas de papelão são os materiais mais coletados e revendidos como sucatas para a fabricação de novas embalagens. Apesar dos plásticos de maneira geral apresentarem maior impacto ambiental em relação aos outros materiais, pela própria característica de leveza, os programas de coleta e reciclagem estão se desenvolvendo de maneira muito interessante, mesmo que ainda em ritmo lento. Em relação às latas de aço, por ser um mercado menor em relação aos plásticos, o impacto ambiental causado não é tão significativo, porém as empresas de reciclagem continuam a desenvolver projetos para melhorar a coleta e reciclagem dos descartáveis.

2. QUAL O OBJETIVO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, ATRAVÉS DA LEI FEDERAL 12.305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010?

R. Em relação às embalagens, a Política Nacional de Resíduos Sólidos fornece um importante instrumento para a promoção da economia circular e, no Artigo 32, “ênfatiza que as embalagens devem ser fabricadas utilizando materiais que possam ser reutilizados e ou reciclados, sempre que técnica e economicamente viáveis, e serem restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do produto”.

3. COMO NASCEU A IDEIA DE “ECONOMIA CIRCULAR”, COMO AS EMBALAGENS FORAM INSERIDAS E O QUE AS EMPRESAS IMAGINAM O FUTURO DA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL BASEADA NESSA PREMISSE?

R. A economia circular surgiu do pensamento de que pode ser economicamente vantajoso reutilizar e reciclar recursos o máximo de vezes possível em lugar de extrair materiais

virgens presentes pertencentes ao ambiente, em detrimento à economia linear. O modelo de economia linear a que estamos submetidos, é aquele que extrai recursos, produz, utiliza a embalagem, e a envia para a disposição final, enquanto que a economia circular, prevê a recuperação e a reincorporação contínua de recursos e materiais em geral. Na economia circular, os recursos são mantidos em uso pelo maior tempo possível, para que, com isso, o seu valor máximo seja extraído, enquanto em uso, ao mesmo tempo que prevê recuperação e regeneração das embalagens e materiais ao final da sua vida útil. É uma maneira de manter os recursos das fontes primárias na sua função ótima para a sociedade durante o maior tempo possível.

4. QUAL O MAIOR DESAFIO DO BRASIL EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS MAIS SUSTENTÁVEIS?

R. Atualmente, verifica-se que o maior desafio do mercado de embalagens é o de utilizar embalagens mais sustentáveis, conforme as diretrizes mundiais vem sinalizando. No Brasil, sobretudo, os maiores desafios parecem estar localizados na utilização de embalagens de PET em substituição às embalagens de vidro descartáveis devido às particularidades na cadeia de fabricação até a disposição final. As decisões relacionadas ao desenvolvimento e inovações em embalagens, tais como as dimensões, tipo de material utilizado, desenho, peso, dentre outros, bem como as suas interações durante o ciclo de vida que envolve a proteção do produto, a forma de consumo, a maneira de descartar, entre outros, podem reduzir de maneira forte os impactos ambientais dentro do sistema produto – embalagem – equipamentos – ambiente.

5. QUAL É A IMPORTÂNCIA DAS DIFERENTES EMBALAGENS RECICLADAS PENSANDO EM UMA ECONOMIA CIRCULAR?

R. A embalagem em uma economia circular, deve-se ao fato de não existir por si só, ou seja, ela é parte integrante e fundamental para a disponibilidade de um produto para a sociedade, desde as ofertas nas regiões mais próximas da produção até aos locais mais longínquos que dependem de transportes especiais.

A embalagem é uma ferramenta importante para a sociedade, que deve ser acionada para trazer benefícios e ganhos ambientais, sociais e econômicos à cadeia de mercado onde está inserida. A economia circular é um catalizador quando se fala em desenvolvimento e inovações em embalagens à medida que proporciona, oportunidade para análises científicas dos atuais sistemas de fabricação, transporte, distribuição, comunicação, consumo, descarte, reciclagem dos resíduos, valorizando, de fato, cada produto e os

recursos utilizados na sua produção.

6. QUAIS AS ETAPAS DO PROCESSO DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS E TAMPAS DE PRODUTOS PERIGOSOS?

R. Após o uso das embalagens e tampas na agricultura, as mesmas são lavadas de maneira a partir de um procedimento adotado e eficaz, em seguida são destruídas, devolvidas nas unidades de recebimento oficialmente adotadas, são prensadas e levadas para o destino final que é a reciclagem. Na reciclagem são moídas, lavadas e descontaminadas, secas e seguem para o processo de fabricação de peças e manufaturados em geral. Os processos são distintos daqueles realizados com materiais comuns e que não carregam resíduos de produtos perigosos.

7. POR QUE AS EMBALAGENS PARA ÓLEOS COMESTÍVEIS DE PET SÃO RECICLADAS SEPARADAMENTE DE OUTRAS DO MESMO MATERIAL, DESTINADAS AO FUTURO CONTATO COM ALIMENTOS E BEBIDAS?

R. O fato é que o resíduo de óleos que permanecem nas embalagens após o uso e descarte, com o passar do tempo e da ação dos fatores ambientais, sofrem reações de polimerização e ficam difíceis de remoção pela reciclagem normal. Nesse caso, as embalagens de óleos são separadas nas esteiras de triagem e levadas para uma linha de lavagem com produtos químicos para a remoção desses resíduos. O uso de produtos químicos como o NaOH – hidróxido de sódio, pode provocar despolimerização excessiva da resina de PET, reduzindo as propriedades e, conseqüentemente limitando o seu uso em alguns setores do mercado de materiais reciclados.

8. A PARTIR DA RECICLAGEM DAS EMBALAGENS DE PET, COM ESTÁ DISTRIBUÍDA AS APLICAÇÕES DAS RESINAS PRODUZIDAS NO MERCADO?

R. Associação Brasileira da Indústria do PET, relata que a reciclagem de embalagens de PET, produzem novas resinas para serem aplicadas em diferentes setores de produtos de consumo, por exemplo, setor têxtil com aproximadamente, 38%; resinas insaturadas e alquídicas, 24%; embalagens para contato com alimentos e não alimentos, 18%; laminados e chapas, 6%; fitas de arquear, 6%; tubos, 2% e outros, 6%.

9. POR QUE AS INDÚSTRIAS DE ALUMÍNIO PRIMÁRIO SÃO CONSIDERADAS AS PRINCIPAIS FONTES DE EMISSÕES DE COMPOSTOS DE FLÚOR, GASES COM ALTO POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL SE COMPARADOS COM O CO₂?

R. De acordo com o que consta no Instituto Internacional do Alumínio, as indústrias de alumínio primário são consideradas as principais fontes de emissões dos compostos perfluorcarbono (PFC), o tetrafluoreto de metano (CF₄) e o hexafluoreto de etano (C₂F₆), os quais contribuem para o aumento do efeito estufa e, conseqüentemente, para o aquecimento global. Esses compostos são gases com alto potencial de aquecimento global se comparados com o CO₂. Na operação de funcionamento de uma célula eletrolítica para a produção de alumínio, esses gases são produzidos durante um breve distúrbio das condições de operação da célula, conhecido como efeito anódico. Ainda, de acordo com o IAI, as indústrias de alumínio primário foram identificadas como uma das maiores fontes de emissões de gases de efeito estufa no que se refere aos gases de PFC.

10. QUAIS AS RAZÕES PELAS QUAIS A RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE ALUMÍNIO ESTÁ EM NÍVEIS DE APROXIMADAMENTE 98% NO BRASIL?

R. O alumínio apresenta um potencial elevado para reciclagem, tendo em vista que possui valor de sucata bastante significativo em relação aos outros materiais de embalagem. Conforme a Associação Brasileira do Alumínio, aproximadamente 98% de todas as latas fabricadas no Brasil são coletadas e recicladas. Certamente que reduz o impacto ambiental pela redução da extração do minério bauxita e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica, além da economia no uso de água. O processo de reciclagem do alumínio consome apenas 5% da energia necessária para a produção do alumínio primário.

11. DURANTE A RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE ALUMÍNIO, O METAL PERDE EM PROPRIEDADES PARA SEREM NOVAMENTE TRANSFORMADOS EM EMBALAGENS?

R. O maior cuidado com a reciclagem de alumínio é não misturar materiais de ligas diferentes, por exemplo, não é interessante reciclar latas de alumínio de bebidas e alimentos em geral – ligas da família 3000 e 5000 – ABNT, com latas de aerossóis – ligas da família 1000 – ABNT, entre outras. Os elementos de liga são diferentes e variam em função das aplicações e exigências mecânicas nos processos de fabricação.

12. QUAIS OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS DURANTE A FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS CARTONADAS CONTENDO DIFERENTES MATERIAIS DE EMBALAGEM?

R. Partindo da premissa que conceitos e “princípios ambientais” devem ser considerados

em desenvolvimentos de embalagens sustentáveis, é necessário considerar o consumo de energia e todas as emissões de gases de efeito estufa desde a fabricação dos substratos que compõe os laminados formadores das caixinhas, ou seja, os papeis e cartões a partir da celulose, os filmes plásticos oriundos do petróleo e as folhas de alumínio originadas da bauxita. Em seguida, somar tais emissões àquelas originadas nos processos operados pelo fabricante das embalagens. Considerando uma caixinha descartável de 1000 mL, de 39 gramas, o consumo de energia na fabricação apenas do laminado que irá dar origem às embalagens, para 1000 litros de bebidas, é de aproximadamente 50 Mega Joules.

13. DADA A COMPLEXIDADE DA COMPOSIÇÃO DAS EMBALAGENS CARTONADAS, QUAIS PROCESSOS SÃO UTILIZADOS NA RECICLAGEM DESSES MATERIAIS PÓS-CONSUMO?

R. Após o processo de separação do cartão do laminado composto de camadas de polietileno e alumínio das embalagens tipo “brick”, existem três processos industriais de reciclagem: a fabricação de materiais plásticos, a fabricação de placas e telhas, e a sua completa separação através da tecnologia a plasma. Conforme dados da entidade Compromisso Empresarial para a Reciclagem, a reciclagem de caixinhas pós consumo é de aproximadamente 30% do total fabricado no Brasil, atualmente.

14. OS CONTAMINANTES REMANESCENTES PRESENTES NAS EMBALAGENS DE PET PÓS-CONSUMO PODEM VIR A APARECER NO CONTATO FINAL DO ALIMENTO JÁ COM A EMBALAGEM RECICLADA?

R. As pesquisas relacionadas às resinas de PET em contato com alimentos e bebidas e produtos relacionados à saúde, não mostram riscos à saúde através de décadas, estando estritamente de acordo com todos os níveis de migração de compostos nocivos à saúde listados nas mais importantes Legislações de países desenvolvidos, tais como, FDA – Food and Drug Administration, CEE – Comunidade Econômica Europeia, Pharmaceuticals and Medical Devices Agency – Japão, Mercosul e ANVISA. Esse fato tem demonstrado uma redução significativa das pesquisas envolvendo as resinas e embalagens de PET, evidenciando o caráter de inertibilidade desse material. Há consenso entre muitos pesquisadores desses países no sentido de um “esgotamento” de pesquisas relacionadas à migração de compostos nocivos à saúde, com resultados insignificativos e plenamente de acordo com as legislações atuais vigentes.

15. POR QUE AS RESINAS DE PET RECICLADAS SÃO PERMITIDAS PARA CONTATO COM ALIMENTOS E BEBIDAS E OS OUTROS MATERIAIS TERMOPLÁSTICOS NÃO O SÃO?

R. Os avanços na tecnologia de uso e reuso de materiais a partir de resinas de PET são muito grandes, haja vista que os principais pontos pautados pela Agência de Alimentos e Medicamentos dos EUA, no que diz respeito à segurança alimentar no caso de embalagens recicladas de PET para contato com alimentos e bebidas são: os contaminantes porventura presentes nas embalagens de PET pós-consumo podem vir a aparecer no contato final do alimento já com a embalagem reciclada. As embalagens recicladas devem ser devidamente regulamentadas de acordo com as Normas para contato com alimentos, as embalagens finais não devem apresentar substâncias que não aparecem nas Normas para contato com alimentos. Atualmente, para atender tais requisitos, a FDA considera cada pedido de uso de embalagens recicladas individualmente, ou seja, cada empresa deverá solicitar individualmente a sua carta de não objeção. A FDA preparou um documento intitulado: Pontos a serem considerados para o uso de plásticos reciclados em embalagens de alimentos – Considerações químicas, que irá ajudar os fabricantes das embalagens nos processos evolutivos para reciclagem de PET pós-consumo destinadas ao uso em contato de alimentos. Em relação aos outros plásticos mais comuns, há muitas restrições, principalmente pelo seu caráter químico e adição de muitos aditivos coadjuvantes de fabricação e manutenção de propriedades.

16. QUAIS OS MATERIAIS DE ORIGEM CELULÓSICA RECICLADOS QUE PODEM ENTRAR EM CONTATO COM ALIMENTOS E EM QUE CONDIÇÕES SÃO PERMITIDOS?

R. As embalagens celulósicas a partir de materiais reciclados que atualmente entram em contato com alimentos são as embalagens de polpa moldada de celulose, como é o caso dos ovos em geral, caso a casca do ovo seja considerada parte integrante do produto. Conforme consta nos regulamentos da ANVISA, o contato refere-se às embalagens celulósicas destinadas a entrar em contato com alimentos e matérias-primas para alimentos, inclusive aqueles materiais celulósicos revestidos ou tratados superficialmente com parafinas, resinas poliméricas e outros. A maior aplicação de embalagens celulósicas em contato direto com alimentos está concentrada em produtos hortigranjeiros e frutícolas, sejam elas de papel, papelão, moldados, cartuchos ou madeira em geral. Poucos são os alimentos industrializados e, por motivos óbvios, o contato é breve não oferecendo maiores riscos de contaminação. Trata-se de alimentos secos, em pó ou granulados, com poder reduzido de extração de contaminantes da embalagem.

17. COMO É REALIZADA A RECICLAGEM DE CÁPSULAS DE ALUMÍNIO DE CAFÉ PROVENIENTES DE MÁQUINAS AUTOMÁTICAS?

R. No início da década de 1990 a empresa Nestlé desencadeou um sistema de coleta e reciclagem das cápsulas de alumínio descartadas na Suíça. No Brasil, foi iniciada no ano 2011. As cápsulas são coletadas e levadas a um centro de reciclagem para separação do café e da embalagem. É realizado por meio de processo mecânico sem a utilização de água. Após a separação, o alumínio das cápsulas é reciclado e destinado a uma série de finalidades. A borra do café é submetida a um processo de compostagem e transformada em adubos orgânicos.

18. QUAL O DESTINO DOS RESÍDUOS DE TINTAS E VERNIZES DURANTE A FUSÃO DAS EMBALAGENS DE ALUMÍNIO NO PROCESSO DE RECICLAGEM?

R. Devido às elevadas temperaturas de fusão do alumínio nos fornos refratários, as camadas de vernizes e tintas são evaporadas, condensadas e coletadas para posterior uso em outros tipos de formulações. A maior parte desses produtos químicos sofrem degradação pelo calor, tornando-se impróprios para usos específicos, nesse caso são neutralizados e encaminhados para as empresas credenciadas para tratamento de incineração e descarte.

19. DEVIDO A IMPORTÂNCIA DO ALUMÍNIO COMO MATERIAL INDUSTRIAL, COMO SÃO SEPARADOS OS MATERIAIS PARA QUE O PROCESSO SEJA EFICIENTE?

R. A classificação das sucatas obedece aos critérios relacionados ao tipo de liga, ou seja, borra, blocos, cabos, chapas, latas, painéis, perfis, pistões, radiadores, retalhos industriais, telhas e outros. A identificação de ligas de alumínio trabalháveis é feita por um sistema de designação numérica, de acordo com normas ABNT. O alumínio não ligado de pureza mínima de 99% pertencente ao grupo 1000 e as demais ligas são definidas pelo componente de liga principal. As ligas para latas e tampas de bebidas são pertencentes ao grupo 3000 (grupo do manganês) e 5000 (grupo do magnésio).

20. DO PONTO DE VISTA DE QUALIDADE DAS RESINAS DE PET PÓS-CONSUMO ALCANÇADA DURANTE O PROCESSO DE RECICLAGEM, QUAL (IS) VANTAGENS DO USO DESSAS RESINAS NO SETOR TÊXTIL?

R. O PET é um polímero linear e permite polimerização em cadeias laterais, possui peso molecular acima de 10.000 u.m.a – unidade de massa atômica; elevado grau de simetria proporcionando cristalização; é facilmente orientado, a fim de promover elevada resistência e reduzido alongamento; contém, regularmente espaçados, grupos polares, para permitir

forte coesão intermolecular e elevada temperatura de fusão; é resistente ao calor, umidade, produtos químicos, solventes orgânicos e permite a incorporação de pigmentos e corantes com boa dispersão. Essas características colocam o PET em um nível elevado de importância para ser reprocessado e utilizado em diferentes segmentos do mercado, principalmente o têxtil e o de embalagens, seus maiores mercados atualmente. As resinas provenientes de reciclagem possuem melhores características mecânicas em relação às resinas virgens de grau têxtil, sendo mais acessíveis e de menor custo para a fabricação de fios, cordas, tecidos em geral, entre outros.

21. ATUALMENTE A DISCUSSÃO SOBRE O RESÍDUO DO COMPOSTO QUÍMICO “LIMONENO” EM EMBALAGENS DE PET RECICLADAS TEM LEVANTADO VÁRIAS DÚVIDAS SOBRE OS NÍVEIS RESIDUAIS DESSE COMPOSTO NAS EMBALAGENS RECICLADAS FINAIS. COM SE DÁ O APARECIMENTO DESSE COMPOSTO NAS EMBALAGENS DE PET DE PÓS-CONSUMO?

R. A exposição das substâncias originalmente em contato com a embalagem de PET e aquelas presentes na natureza em contato com o material plástico e através do processo de difusão, migram para a estrutura molecular do polímero, ficando alojados parcialmente nos espaços intermoleculares e intramoleculares ou mesmo interagindo com radicais do polímero promovendo mudanças químicas estruturais favorecidas pelas condições ambientais. Certamente os materiais de embalagem presentes no ambiente necessitarão ser reprocessados, descontaminados e submetidos a um processo de reação química (polimerização para aumento do peso molecular) com a finalidade de recuperar a qualidade inicial quando resina virgem. O limoneno, presente em muitos alimentos acondicionados em embalagens de PET, segue a mesma trajetória, cabendo aos processos de reciclagem a eliminação total ou níveis que não venham a migrar para os produtos acondicionados nas embalagens recicladas.

22. COMO FUNCIONAM OS PROCESSOS DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE PET PÓS-CONSUMO E, PARA EFEITO DE PROCESSAMENTO E FABRICAÇÃO DE NOVAS EMBALAGENS, COMO SÃO DEFINIDOS OS PERCENTUAIS DE RESINAS DE PET RECICLADAS A SEREM ADICIONADOS EM MISTURAS COM RESINAS DE PET VIRGENS?

R. Os processos de separação de materiais plásticos podem ser físicos ou químicos. Os processos físicos são caracterizados pela separação através de densidade ou pela ação de radiação ultravioleta ou infravermelho, entretanto, ainda são passíveis de eficiência em casos de materiais que se aderem uns aos outros quando dispersos em água. Por outro lado, os processos químicos utilizam reagentes que atuam sobre alguns materiais

plásticos contaminantes, dissolvendo-os ou degradando-os e, posteriormente, arrastados através de vácuo ou lavagem. Em algumas tecnologias, usa-se calor como agente físico para ajudar o processo. Trata-se de uma descontaminação física por via química, necessitando de sucessivas lavagens para remoção de resíduos químicos. Os percentuais das resinas recicladas em relação às resinas virgens, vai depender muito da aplicação final da embalagem, tais como: transparência, brilho, volume, desenho, produto a ser acondicionado, entre outros. Trata-se de uma mistura física de materiais que deve percorrer todas as etapas que incluem a mistura homogênea, secagem, injeção, estiramento e sopro. Os percentuais podem variar desde 5% de reciclado até 100%.

23. O PROCESSO DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE PET DE BEBIDAS PARA OBTENÇÃO DE NOVAS EMBALAGENS PARA PRODUTOS DE LIMPEZA, NECESSITAM SEGUIR O MESMO PROCESSO DE RECICLAGEM DAS EMBALAGENS PARA CONTATO COM BEBIDAS?

R. Muitas aplicações de embalagens de pequenos volumes e que não necessitam de elevada resistência mecânica, destinadas a produtos de limpeza, lubrificantes, entre outros, podem utilizar resinas recicladas e cristalizadas apenas. A etapa chamada de polimerização em estado sólido possui a finalidade de recuperar as características de qualidade iniciais, mas se as aplicações não exigirem, não há necessidade de utilização de resinas pós-condensada, o que também é de custo mais elevado em relação às resinas apenas cristalizadas.

24. TRADICIONALMENTE AS LONAS PLÁSTICAS DE COR PRETA UTILIZADAS COMO COBERTURA E OU FORRAÇÃO EM AMBIENTES DIVERSOS DA SOCIEDADE NÃO APRESENTAM RESISTÊNCIA E DURABILIDADE PROLONGADA. A QUE SE DEVE ESSE FATO?

R. Muitos desses materiais, muito utilizados na agricultura e obras de maneira geral, são fabricadas para serem utilizadas apenas uma vez, devido à qualidade em suportar os efeitos dos fatores ambientais, como a temperatura, umidade e radiação. Por se tratar de material oriundos de misturas de plásticos reciclados e de diversas origens, as propriedades são prejudicadas e não há um processo de recuperação durante a sua transformação. A cor escura da maioria serve para mascarar os defeitos físicos da mistura de diversas cores.

25. AS EMBALAGENS RETORNÁVEIS DE PET PARA BEBIDAS COM GÁS PODEM SER RECICLADAS E UTILIZADAS PARA A MESMA FINALIDADE?

R. O âmbito da aplicação do Regulamento ANVISA, se aplica às embalagens, artigos

precursores das embalagens e as matéria-prima. Não há qualquer impedimento relacionado à reciclagem de embalagens retornáveis de PET quer sejam de uso para produtos com gás ou dos atuais garrafões de 10 e 20 litros do mesmo material, apenas devem ser eliminadas as regiões das embalagens que possuem impressões na própria embalagem. Os graus de resinas virgens de embalagens retornáveis são superiores aos das resinas destinadas às embalagens descartáveis, e a perda de qualidade no reprocessamento não deverá afetar significativamente as propriedades como a viscosidade intrínseca e a cor, principalmente.

26. QUAIS OS PRINCIPAIS PROBLEMAS ASSOCIADOS AO PROCESSO DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE PET EM REDUZIR OS CONTAMINANTES QUÍMICOS PROVENIENTES DAS EMBALAGENS DE PÓS-CONSUMO?

R. Os problemas técnicos e de insegurança quanto aos processos de reciclagem de embalagens PET existentes no mundo, residem nos aspectos da incerteza de que os contaminantes de capacidade tóxica sejam de fato eliminados e os residuais existentes estejam abaixo do “threshold” das Regulamentações dos países que utilizam (0,5 ppb ou 0,5 mg/L por pessoa por dia, FDA-EUA). O ponto referencial toxicológico mais sensível é o carcinogênico. Os reprocessamentos sucessivos promovem diluição e degradação desses compostos contaminantes. É necessário, então, definir critérios para a determinação dos níveis residuais e que seja bem avaliada as questões relacionadas à exposição dos contaminantes e os reais riscos de probabilidade não na base de composto por composto ou substância por substância que atualmente é a base principal da Regulamentação para aditivos alimentares.

27. COM A UTILIZAÇÃO DE NaOH (HIDRÓXIDO DE SÓDIO) NA LIMPEZA QUÍMICA DOS FLOCOS DE EMBALAGENS DE PET NA RECICLAGEM, OCORRE O FENÔMENO DE DESPOLIMERIZAÇÃO. O QUE É FEITO NESSE SENTIDO PARA A RECUPERAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ORIGINAIS DAS RESINAS RECICLADAS?

R. O uso de NaOH diluído, na limpeza dos flocos de PET após as etapas de limpeza mais bruta, associado com temperaturas elevadas, ocasiona o fenômeno conhecido como “despolimerização”, que é o rompimento das cadeias do polímero em estruturas menores, reduzindo drasticamente a viscosidade intrínseca, responsável pela resistência mecânica das embalagens sopradas. Em função dos valores de viscosidade intrínseca obtidos após a etapa de extrusão, necessário se faz corrigir tais valores, aumentando-os. O polímero de PET granulado proveniente da extrusão encontra-se em estado amorfo e com viscosidade intrínseca aproximada de 0,72 dL/g, abaixo do valor necessário para ser reutilizada em embalagens e tendo ainda resíduos de contaminantes que se faz necessário remove-los

através da etapa de pós-condensação, processo no qual, a resina de PET extrusada é submetida a um reator específico para ser repolimerizada à alta temperatura sob vácuo de aproximadamente 0,3 mbar por mais de 20 horas. Essas condições são extremamente importantes para assegurar o arraste de etileno glicol e água, bem como os subprodutos voláteis como acetaldeído e oligômeros, inerentes e presentes constantemente em resinas da classe dos poliésteres.

28. QUAIS OS PONTOS IMPORTANTES PAUTADOS PELA FDA QUE DIZEM RESPEITO À SEGURANÇA ALIMENTAR NO CASO DE EMBALAGENS RECICLADAS PARA CONTATO COM ALIMENTOS?

R. Os pontos mais importantes incluem “os contaminantes presentes nas embalagens pós-consumo podem vir a aparecer no contato final do alimento já com a embalagem reciclada, as embalagens recicladas devem ser devidamente regulamentadas de acordo com as Normas para contato com alimentos, as embalagens não devem apresentar substâncias que não constam nas Normas para contato com alimentos”. A FDA está empenhado e vem trabalhando junto às indústrias de coleta de materiais poliméricos, geralmente embalagens de alimentos e bebidas com a proposta de reciclar estes materiais para fazer novas embalagens. Alguns países da Europa e Ásia aceitam as exigências do FDA para uso de materiais reciclados, mas alguns deles possuem legislações próprias e bem definidas quanto ao uso de materiais plásticos reciclados em contato com alimentos.

29. QUAIS AS RAZÕES PELAS QUAIS AS MAIORES APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DAS RESINAS RECICLADAS DE PET NÃO SEREM PARA ALIMENTOS E BEBIDAS?

R. A utilização mais significativa das resinas de PET recicladas a partir dos mercados de embalagens não é para alimentos e bebidas, mas sim para o setor têxtil. Muitas explicações são baseadas no fato de a resina virgem ser comercializada baseada na variação da moeda dólar americano e as resinas recicladas sofrerem a incidência de toda a cadeia de impostos do Brasil. Além disso, o setor têxtil apresenta maior capacitação para adquirir os materiais reciclados e não necessita de todas as etapas de reciclagem exigidos para a fabricação de embalagens destinadas a entrar em contato com alimentos.

30. POR QUE A TRANSPARÊNCIA DAS EMBALAGENS DE PET RECICLADAS É INFERIOR EM COMPARAÇÃO COM AS EMBALAGENS DE PET A PARTIR DE RESINAS VIRGENS?

R. As propriedades de transparência e brilho das embalagens de PET recicladas não são

semelhantes às embalagens a partir de resinas virgens porque o processo de reciclagem ainda carece de dispositivos de separação de outros plásticos contaminantes e que se degradam em temperaturas inferiores à temperatura de fusão do PET, principalmente os resíduos de PVC. Quanto maior o percentual de resinas recicladas em misturas com resinas virgens, maior a possibilidade de redução da transparência e brilho.

31. QUAIS AS DIFICULDADES DOS PROCESSOS DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE VIDRO PÓS-CONSUMO EM RELAÇÃO AOS TIPOS E CORES DE VIDROS?

R. O processo de reciclagem de embalagens de vidro incluem as etapas de triagem, separação de contaminantes, trituração e molde. Inicialmente, as embalagens são separadas de acordo com o tipo e cor, o que vai facilitar as próximas etapas da reciclagem. Após a primeira triagem, são eliminados os contaminantes para remover tampas, pedras, porcelanas, metais e etc. A maior dificuldade além dessas etapas acima, é ter volume suficiente de cores diferentes para o processamento em separado. Para melhor eficiência em processo e reciclagem, os vidros coloridos são utilizados para a fabricação de vidros de cores mais intensa, sem, no entanto, perda de qualidade.

32. EM GERAL, QUAL O PERCENTUAL DE VIDRO RECICLADO É ADICIONADO EM MISTURAS COM MATÉRIAS-PRIMAS NATURAIS PARA A FABRICAÇÃO DE NOVAS EMBALAGENS?

R. Associação Brasileira das Indústrias de Vidro afirma que são utilizados aproximadamente 44% de cacos de vidros como matéria-prima, além da tradicional reutilização de garrafas, potes e copos pelas indústrias de pequeno porte. Porém, há indícios de utilização de maiores percentuais de vidros reciclados em matérias primas virgens, que vai depender muito da aplicação das embalagens.

33. AS PROPRIEDADES DAS EMBALAGENS DE VIDRO SÃO AFETADAS PELA ADIÇÃO DE CACOS DURANTE A FABRICAÇÃO DE NOVAS EMBALAGENS PARA DETERMINADAS APLICAÇÕES?

R. As embalagens de vidro podem ser totalmente reaproveitadas durante o seu ciclo produtivo da reciclagem, sem qualquer perda de material. A reciclagem do vidro para a produção de novas embalagens consome menor quantidade de energia, reduzindo a emissão de CO₂, contribuindo para a preservação do ambiente. Trata-se de um material 100% reciclável, podendo ser processado inúmeras vezes, pois é composto de minerais como, areia, barrilha, calcário e feldspato. A adição de cacos na fórmula de fabricação em fornos refratários, reduz-se também a dependência da exploração da natureza. Até certas

misturas de cacos, é possível manter todas as qualidades das embalagens de vidro em relação às propriedades específicas exigidas por cada aplicação.

LEGISLAÇÃO DE EMBALAGENS

1. A PORTARIA N. 987 DE DEZEMBRO DE 1998 DA ANVISA EM SEU ANEXO, TRAZ COMO OBJETIVO: “ESTABELECEER AS CONDIÇÕES GERAIS E OS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE EMBALAGENS DE PET MULTICAMADAS PARA BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS CARBONATADAS E DE SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO. NESSE REGULAMENTO ESTÃO INCLUÍDAS AS ÁGUAS MINERAIS COM GÁS?”

R. Desde que tal Regulamento foi colocado em vigor e, atualmente no segmento de bebidas não alcoólicas com gás, há uma variedade muito grande de tipos que também podem ser contempladas por ele, como por exemplo, água mineral com gás, a qual, no objetivo da portaria, parece estar fora do âmbito de uso, além de outras que não se enquadram na classificação de refrigerantes com gás. Ora, se o objetivo do Regulamento era o de atender apenas as embalagens para refrigerantes com gás, maior mercado ainda hoje de garrafas de PET, que ficasse claro na escrita, sem margens para interpretações duvidosas.

2. O QUE SIGNIFICA “EMBALAGEM DE PET MULTICAMADA OBTIDA POR PROCESSO INDUSTRIAL ADEQUADO NA PORTARIA N. 987 DA ANVISA?”

R. O objetivo da Portaria, menciona o processo de fabricação, porém não cita o nome, tampouco entra em detalhes sobre seu funcionamento. Uma embalagem de multicamadas, contém no mínimo 3 camadas que podem ser distintas ou idênticas, sendo uma ou mais delas de caráter funcional ou de barreira entre camadas de PET. Certamente que devem ser de materiais compatíveis, ou seja, no mínimo de temperaturas de transformação semelhantes ou muito próximas, além de outras características importantes no processo de transformação. O processo que está em discussão é o de co-injeção de pré-formas de PET em 3 camadas, seguido de estiramento e sopro com biorientação molecular.

3. O QUE SIGNIFICA A AFIRMAÇÃO “PET PÓS-CONSUMO – MATERIAL DE PET PROVENIENTE DE EMBALAGENS PARA ALIMENTOS: RETORNÁVEIS E NÃO RETORNÁVEIS PÓS-CONSUMO”, CONSTANTE NA PORTARIA N. 987 DA ANVISA?”

R. Entende-se que estejam incluídas todas e quaisquer formas de alimentos, sejam sólidos, líquidos, granulados, pastosos e suas variações. Nesse caso incluem-se as embalagens pós-consumo retornáveis (pós-consumo não é termo bem aplicado para retornáveis) e descartáveis provenientes desses tipos de alimentos e, para elucidar, cita-se: snacks em geral, achocolatados e lácteos em geral, leite em pó, iogurtes, óleos comestíveis e azeites, águas minerais, refrigerantes com gás, sucos de frutas concentrados e prontos para beber, café torrado e moído e solúvel, etc. Destacam-se aqui as embalagens de 10 litros e 20

litros de PET retornáveis utilizados para garrações de águas minerais e também as atuais embalagens de PET para refrigerantes com gás retornáveis, acima de 1500 mL. Na prática, sabe-se que isso não ocorre, ou seja, o uso de embalagens de PET pós-consumo apenas advindas de produtos alimentícios para serem reprocessadas e usadas nos processos de injeção, estiramento e sopro. Há um número grande de aplicações de resinas de PET para a fabricação de embalagens para diferentes segmentos, tais como: farmacêutico, produtos de limpeza, cosméticos e higiene, dentre outros, todos são reprocessados juntos e extrusados para formarem novas resinas de PET.

4. COMO PODE SER CLASSIFICADO O “PET DE DESCARTE INDUSTRIAL”, MENCIONADO NA PORTARIA N. 987 DA ANVISA?

R. Material de descarte industrial significa aquele rejeitado em processo e pelo setor de qualidade durante e após o processo de transformação, incluindo as pré-formas injetadas e garrafas sopradas, devidamente acondicionadas para posterior reprocessamento no interior da empresa. Esse processamento envolve moagem em flocos, separação do pó fino proveniente da operação, secagem e mistura juntamente com as resinas virgens em quantidades corretas, dependendo da aplicação das embalagens finais. Caso não seja utilizado logo após a secagem, os flocos devem ser acondicionados em embalagens de barreira ao vapor de água e estocados em ambiente com umidades relativas de até 50%, por curto período de tempo em função da programação de fabricação de empresa. Por outro lado, os flocos podem ser extrusados separadamente, cristalizados e ou pós-condensados para produzirem novas resinas para posterior injeção de pré-formas.

5. COMO SÃO PROCESSADOS O PET DE DESCARTE INDUSTRIAL E O PET PÓS CONSUMO, CONFORME DESCRITO NO SUBITEM 2.1.4 DA PORTARIA N. 987 DA ANVISA, JUNTOS OU SEPARADOS?

R. Aqui reforçamos a ideia de que não se trata de um processo simples como está descrito no subitem 2.1.4., mas complexa e cheio de cuidados no momento do retrabalho. Na Etapa A descrita acima, torna-se necessário separar o PET de pós-consumo de descarte industrial, porque ambos devem ser reprocessados separadamente e não misturados como pode ser interpretado na descrição do regulamento. O material de pós-consumo de diversas origens são recebidos em fardos, desmontados em esteiras de seleção para separar outros materiais plásticos diferentes de PET, além da separação obrigatória de embalagens de PET de óleos comestíveis e óleos de outra natureza, moagem em flocos e separação de outros materiais componentes das embalagens, tais como: rótulos e tampas, lavagem bruta, descontaminação (a partir do uso de solução de hidróxido de sódio em água aquecida),

em proporções definidas em função da qualidade do material de pós-consumo, enxágue, secagem, podendo ser estocados os flocos ou levados ao processo de cristalização a fim de facilitar a incorporação no material virgem, ou ainda, serem extrusados em peletes e levados ao processo de polimerização em estado sólido com a finalidade de promover a descontaminação final principalmente de compostos voláteis de baixo peso molecular.

6. COMO É POSSÍVEL ATUALMENTE FABRICAR UMA GARRAFA DE PET PARA REFRIGERANTES CARBONATADOS EM MULTICAMADAS, BASEADO NA OBRIGATORIEDADE DE ESPESSURA DAS TRÊS CAMADAS, CONSTANTES NA PORTARIA N. 987 DA ANVISA?

R. Parece que as unidades de medidas de espessura impressas neste Regulamento estão em desacordo com as Normas Internacionais, ou seja, ou mencionamos milímetro (mm) ou micrometro (μm). Quanto aos valores das camadas pré-estabelecidos no Regulamento, é mencionado que a camada de barreira funcional, que oficialmente chamamos de camada interna (em contato diretamente com o produto acondicionado), deve ser maior que 25 μm (acreditamos que a unidade mais correta seja o micrometro), e que a camada de PET reciclado deve ser menor que 20 μm (acreditamos da mesma forma que a unidade mais correta seja o micrometro). Por dedução, se uma estrutura de multicamadas deve ter no mínimo 3 camadas, a camada externa deve ter pelo menos 25 μm de espessura, ou que seja 20 μm de espessura. Com isso, a somatória da espessura da parede deve estar entre 65 e 70 μm ou 0,065 e 0,07 mm, o que na prática inviabilizaria a utilização de tais embalagens, tanto comercial como tecnicamente. Digamos que, se cada camada tivesse 20 μm de espessura, teríamos uma parede de 60 μm , ainda assim, teríamos sérias dificuldades para justificar comercial e tecnicamente produzir embalagens com tal espessura de parede para refrigerantes com gás.

7. É POSSÍVEL EM REGULAMENTOS RELACIONADOS À SEGURANÇA ALIMENTAR ESTABELECEM METODOLOGIAS PARA CONTROLE DE PARÂMETROS FÍSICOS E ESTRUTURAIS DE EMBALAGENS?

R. Regulamentos de embalagens relacionados à segurança alimentar necessariamente não deveriam estabelecer metodologias para controle de parâmetros físicos de embalagens, pois estes já estão bem estabelecidos em Normas Internacionais de Qualidade, reconhecidos e utilizados de comum acordo entre fornecedor e usuário. Instrumentos ópticos de leitura de espessura em laminados de multicamadas possuem custo extremamente alto e a possibilidade de leitura através de métodos tão eficientes quanto os ópticos, porém mais econômicos deveriam ser considerados. Na prática, sabemos que há técnicas de separação

de laminados oriundos dos processos de co-injeção e ou co-extrusão, sendo possível medir a espessura de cada um individualmente através de instrumentos convencionais como o paquímetro e o micrômetro.

8. POR QUE O PROCESSO DE INJEÇÃO DE PRÉ-FORMAS DE PET EM 3 CAMADAS, SENDO A CAMADA CENTRAL DE RESINA RECICLADA NÃO FOI CONCRETIZADO NA PRÁTICA E NO BRASIL?

R. Há diversas patentes de equipamentos de co-injeção, cada um com suas particularidades operacionais em função dos materiais a serem transformados. Sabe-se, porém que são equipamentos de custo elevado e quase nunca utilizados para a fabricação de embalagens de PET para refrigerantes com gás, tendo em vista que não se utiliza tal tecnologia para essa finalidade, apenas quando se deseja aumentar a barreira, por exemplo, ao oxigênio, utiliza-se como material de barreira um termoplástico entre duas camadas de PET, quando for de 3 camadas, ou duas camadas de barreira com 3 camadas de PET, totalizando 5 camadas. Tecnicamente falando, para que um processo de co-injeção seja eficiente, é necessário que as três camadas apresentem características e comportamentos semelhantes de qualidade durante a etapa de fusão e plastificação, caso contrário, corre-se o risco de ocorrer separação das camadas (delaminação) durante o uso. Especificamente nesse caso, a camada intermediária de PET reciclado deve possuir grau de cristalização e viscosidade intrínseca semelhantes aos das resinas virgens e isso somente é alcançado realizando a polimerização em estado sólido das resinas recicladas.

9. POR QUE AS BEBIDAS CARBONATADAS ACONDICIONADAS EM EMBALAGENS DE PET DE RESINAS RECICLADAS, CONSTANTES NA PORTARIA N. 987 DA ANVISA NÃO PODE TER VALIDADE SUPERIOR A 1 ANO?

R. Considerando que algumas embalagens de refrigerantes carbonatados não se conservam por mais de 3 meses, em função do volume da embalagem, estocados em temperatura ambiente em embalagens de PET e 5 meses em temperaturas de refrigeradores (5°C), estipular ou estabelecer vida útil para bebidas carbonatadas em embalagens permeáveis baseado na retenção de gás carbônico sem, no entanto, mencionar as condições de estocagem (temperatura e umidade relativa), pode incorrer em erro, levando em consideração que o Brasil é um país de clima tropical. Talvez por questões de segurança em relação à migração de compostos oriundos do material reciclado nesse período, ainda não seja totalmente dominado, o que não é motivo para fixar o tempo de contato, tendo em vista que um processo de reciclagem de PET rigorosamente controlado, não deve produzir embalagens suspeitas.

10. POR QUE NO ITEM 6 DO ANEXO DA PORTARIA N. 987 DA ANVISA QUE DIZ SOBRE ROTULAGEM DE EMBALAGENS DE PET MULTICAMADAS DEVE CONSTAR A EXPRESSÃO “EMBALAGEM PARA USO EXCLUSIVO PARA REFRIGERANTES” SE É EXTENSIVO A BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS CARBONATADAS?

R. Os dizeres “Embalagem para uso exclusivo para refrigerantes” podem trazer interpretações errôneas, pois não estão de acordo com a descrição do Regulamento ou da Portaria, ou seja, a definição de refrigerante é ampla e baseada na Resolução – RDC n. 24 de 15 de junho de 2010, podendo conter gás ou não. Além disso, a descrição do Regulamento refere-se a “Bebidas não alcoólicas carbonatadas” e, podem estar incluídas nessa descrição da Portaria as águas minerais carbonatadas e, nos dizeres descritos no item 6, as águas minerais não estão contempladas.

11. NO ANEXO VIII DA RESOLUÇÃO N. 105 DE 1999 DA ANVISA (VIDE RESOLUÇÃO N. 51 DE 2010) TRATA DE EMBALAGENS DE POLIETILENO FLUORETADO EM CONTATO COM ALIMENTOS. DE QUE SE TRATA TAL TECNOLOGIA?

R. É conveniente esclarecer os fundamentos dessa tecnologia e suas implicações quando utilizadas em embalagens para alimentos que exigem barreira aos gases, vapores, aromas e odores, principalmente porque não estão bem esclarecidas ainda as implicações relacionadas ao contato direto e as interações com os diversos tipos de produtos segundo a classificação ANVISA. O processo de deposição do elemento químico flúor na superfície de polímeros e copolímeros derivados do polietileno pode ser realizado continuamente durante a extrusão e sopro das embalagens ou de maneira descontínua após o processo de sopro. No primeiro processo ocorre a injeção de flúor de forma diluída em nitrogênio como gás de arraste no momento do sopro. Isso faz com que ocorra melhor aproveitamento do calor da extrusão que mantém o plástico em estado apropriado para uma reação de superfície. No processo conhecido como descontínuo, a embalagem soprada é reaquecida e submetida a um ambiente saturado de flúor, na razão de 1 a 3% volume de flúor em nitrogênio no interior de uma câmara fechada por alguns minutos, onde ocorre a reação na superfície do plástico, provocando troca parcial de átomos de hidrogênio pelos átomos de flúor, criando um arranjo molecular mais fechado e, conseqüentemente, com maior barreira em relação ao mesmo plástico sem a aplicação.

12. O ARTIGO 1º DA RESOLUÇÃO N. 146 DE AGOSTO DE 2001 DA ANVISA APROVA O PROCESSO DE DEPOSIÇÃO DE CAMADA INTERNA DE CARBONO AMORFO EM GARRAFAS DE POLIETILENO TEREFALATO (PET) – PLASMA. ESTE REVESTIMENTO É CAPAZ DE SUPORTAR A TEMPERATURA MÁXIMA DE PROCESSAMENTO DE ALIMENTO DE 121°C, PRECONIZADA NA RESOLUÇÃO?

R. Ao contrário do que está descrito no Art. 1º, as embalagens de PET com revestimento interno de plasma, perdem a barreira quando aquecidas e não devem ser aplicadas para produtos com enchimento à quente ou produtos com pressões de gás acima de 5,0 vol. de CO₂/L de refrigerante. Isso acontece porque qualquer deformação física nas embalagens passa pela temperatura de transição vítrea e movimentação molecular, ocasionando alteração da superfície da embalagem. O mesmo raciocínio se aplica para pressões elevadas, aumentando o “creep” e, conseqüentemente, a expansão e alteração da estrutura molecular do polímero. Caso as empresas desejarem melhorar as características de barreira de embalagens de PET apropriadas para enchimento à quente (embalagens termofixadas) e ou para embalagens para serem submetidas a processos de tratamento de pasteurização, por exemplo, o processo de fabricação é de outra natureza e a unidade de plasma deverá ser acoplada a este, após o sopro e termofixação.

13. COMO É O PRINCÍPIO DA TECNOLOGIA DE PLASMA REGULAMENTADA PELA ANVISA A PARTIR DA RESOLUÇÃO N. 146 DE AGOSTO DE 20021 DA ANVISA?

R.A tecnologia de deposição de plasma foi desenvolvida para proporcionar aumento de barreira aos gases em embalagens de PET e ser uma alternativa aos processos de multicamadas pela combinação de outros polímeros de barreira com o PET e revestimentos externos. Os reatores ionizam o gás ou gases que contém íons, elétrons, radicais e moléculas excitadas que perdem energia quando entram em contato com a superfície da garrafa, fixando-se a ela já em outro estado. As reações ocorrem na superfície ativada dos polímeros ou por meio de ligações cruzadas com as cadeias poliméricas superficiais e ocorrem em baixas temperaturas e baixas pressões de gás. Os reatores operam em frequências de 50 a 450 kHz ou frequência de rádio de 13,56 - 27,12 MHz ou de micro-ondas na faixa de 915 a 2450 MHz. As características de barreira ao oxigênio aumentam em aproximadamente 30 vezes e em 7 vezes ao gás carbônico, ambos em relação ao PET sem tratamento, para um revestimento de 3,0 mg por embalagem de 500 mL, proporcionando espessura de 0,0001 mm ou 0,1 µm. Tais condições são consideradas para uma sopradora de 10.000 garrafas de 600 mL/h.

14. POR QUE OS ÓRGÃOS DE SAÚDE PROIBIRAM O USO DO POLÍMERO POLICARBONATO (PC) PARA A FABRICAÇÃO DE MAMADEIRAS INFANTIS E NÃO PARA A FABRICAÇÃO DE GARRAFÕES RETORNÁVEIS DE ÁGUAS MINERAIS?

R. Certamente é controversa e no mínimo equivocada a proibição desse polímero, tendo em vista o papel desse polímero nas duas situações, ou seja, aplicação em mamadeiras infantis e garrações de águas minerais. Os problemas de migração de bisfenol-A em garrações de águas minerais podem ser mais intensos quando comparados com a migração a partir do uso de mamadeiras. Esse fato poderá ser agravado tendo em vista que durante o preparo de alimentos infantis, a possibilidade do uso de água mineral proveniente de garrações é grande. Além disso, os garrações são embalagens retornáveis sujeitas ao uso indevido que não para águas minerais, dificultando a lavagem nas engarrafadoras e, conseqüentemente, degradação precoce do material.

15. COMO É POSSÍVEL RECICLAR MECANICAMENTE E REALIZAR A DESCONTAMINAÇÃO DE MATERIAIS PLÁSTICOS A PARTIR DE EMBALAGENS DESCARTÁVEIS ORIGINADAS DE COOPERATIVAS DE CATADORES? É SEGURO PARA CONTATO COM ALIMENTOS E BEBIDAS?

R. Em função das características geográficas, sociais, econômicas e outras relacionadas ao desenvolvimento do Brasil, são encontradas diferentes situações de materiais de embalagens oriundos de pós-consumo, no que diz respeito à qualidade para os processos de reciclagem. Há necessidade de uma triagem inicial para eliminar todos os objetos estranhos às matérias plásticas. No processo de separação física através da densidade dos plásticos, alguns materiais apresentam densidade semelhante a densidade do PET, podendo estar misturados a ele nas etapas posteriores da reciclagem, como é o caso do PVC. Os polímeros da família das poliolefinas apresentam densidade inferior a densidade da água ($r = 1,0 \text{ g/cm}^3$ nas CNTP), sendo removidos quando espalhados em um tanque de água. Para materiais com densidades superiores à da água ocorre decantação para o fundo do tanque (PET $r = 1,2$ a $1,4 \text{ g/cm}^3$ e PVC $r = 1,4 \text{ g/cm}^3$) e posteriormente aspirados para alimentar o processo de reciclagem. Um dos desafios mais importantes de uma alta tecnologia de reciclagem, é a capacidade em eliminar os contaminantes físicos presentes no conjunto dos materiais de embalagem utilizados conjuntamente com o PET, ou seja, o poli (cloreto de vinil) (PVC), o poliestireno (PS) e os polietilenos (PEBD, PEAD, PEMD). Um eficiente processo de seleção de embalagens e extração de rótulos e tampas, certamente eliminará a maior parte desses polímeros que de certa maneira podem provocar alterações na qualidade final do polímero PET no que diz respeito às propriedades de cor, viscosidade intrínseca e densidade, principalmente.

16. POR QUE HÁ DIVERGÊNCIA ENTRE OS ÓRGÃOS REGULADORES DE SAÚDE E AGRICULTURA DO BRASIL SOBRE A LEGISLAÇÃO DE EMBALAGENS PARA BEBIDAS EM GERAL?

R. A Resolução 105 de maio de 1999 e seus anexos, bem como o conteúdo da lista positiva de aditivos destinados a entrar em contato com alimentos e bebidas, aprovam o uso de materiais plásticos para todos os tipos de alimentos e bebidas, não cabendo a outra Agência, quer seja regulada por diferentes ministérios ou não, legislar sobre embalagens. Há entendimentos entre ministérios quando ocorrer intersecção de assuntos comuns, mas o que está aprovado e legislado, pode ser concretizado em termos de embalagens. Por exemplo, embalagens plásticas para cervejas de qualquer tipo – devidamente permitido e bem regulado pelas Resoluções em vigor. Outro exemplo, embalagens plásticas para bebidas alcoólicas destiladas – da mesma maneira é permitido e devidamente regulado pelas Resoluções em vigor.

17. DE ACORDO COM OS NÍVEIS DE SUJIDADES PRESENTES NAS EMBALAGENS DE PET DESTINADAS À RECICLAGEM PELO PROCESSO DE DESCONTAMINAÇÃO E POSTERIOR FABRICAÇÃO DE NOVAS EMBALAGENS, COMO SÃO CLASSIFICADAS AS SUCATAS?

R. Quanto à qualidade para utilização em processos de reciclagem, as embalagens de PET provenientes de diferentes origens podem ser classificadas em: Pós-industrial – São os materiais (embalagens ou pré-formas) que foram rejeitados em processo de fabricação e que não foram utilizados pelo mercado. Esses materiais apresentam condições de uso utilizados juntamente com a resina virgem, após moagem e separação de pó fino, em percentuais de acordo com a aplicação final da embalagem. Coleta seletiva – São apenas garrafas de refrigerantes provenientes de cooperativas sem tampas, mas com os lacres; separado por cores e com rótulos. São considerados materiais limpos e relativamente isentos de contaminantes presentes no ambiente. Materiais com sujidade baixa – São embalagens de diversas aplicações fornecidas por sucateiros e provenientes de regiões mais limpas e grandes centros consumidores. Materiais com sujidade média – São embalagens recolhidas por catadores de rua de diferentes regiões, porém com resíduos de terra, areia e outros detritos sólidos em média porcentagem. Materiais com alta sujidade – São materiais de diversas aplicações, inclusive óleos comestíveis, provenientes de lixões, aterros sanitários, mangues. São materiais de difícil reciclagem e devem ser processados separadamente.

18. A IONIZAÇÃO DE ÁGUAS MINERAIS COM APLICAÇÃO DE OZÔNIO POSSUI REGULAMENTOS ESPECÍFICOS PELOS ÓRGÃOS DE SAÚDE? QUAL O EFEITO DESSE TRATAMENTO EM RELAÇÃO ÀS EMBALAGENS?

R. Conforme a Anvisa, embora o ozônio tenha ação desinfetante na água de consumo humano e seja utilizado com esta finalidade, principalmente na Europa, o seu uso tem potencial para causar danos agudos e crônicos em humanos, caracterizados por lesões na pele, nas vias respiratórias e nos olhos, e por reações alérgicas. De acordo com as resoluções vigentes, equipamentos e estruturas que utilizam ozônio para desinfecção de ambientes públicos e de superfícies em geral, não estão sujeitos à regularização junto à Anvisa. Entretanto, os testes de comprovação de eficiência e segurança da substância produzida por tais equipamentos, devem ser realizados e mantidos pelas empresas, com a finalidade de futuras fiscalizações. O uso de ozônio no Brasil é utilizado por muitos engarrafadores para a desinfecção de equipamentos e embalagens destinadas ao acondicionamento de águas minerais naturais.

19. O QUE SIGNIFICA “MATERIAL PLÁSTICO GENÉRICO” NA DEFINIÇÃO DA ANVISA, RESOLUÇÃO N. 105 DE 1999 (VIDE RESOLUÇÃO 51 DE 2010), CONSTANTE EM SEU REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE “DISPOSIÇÕES GERAIS PARA EMBALAGENS E EQUIPAMENTOS PLÁSTICOS EM CONTATO COM ALIMENTOS”?

R. O termo “plástico genérico” não faz parte de quaisquer normas ou procedimentos técnicos, nem mesmo legais nos setores de embalagens. Fica difícil entender o que pode significar. Em alguns momentos podemos entender como embalagens que foram fabricadas a partir de uma mistura desconhecida de diferentes tipos de plásticos ou mesmo de um plástico mais comumente utilizado no setor de embalagens ou, ainda, aquele fabricado através de fontes desconhecidas e não sujeitas à fiscalização. Talvez o Regulamento queira se referir aos frascos, recipientes, potes e outros vasilhames feitos de material plástico utilizados no dia a dia nos lares para diferentes finalidades domésticas, mas mesmo estes materiais, estão sujeitos aos regulamentos.

20. NA FABRICAÇÃO DE EMBALAGENS DE PET DESTINADAS A ENTRAR EM CONTATO COM ALIMENTOS, É POSSÍVEL UTILIZAR O “SCRAP” DE PRODUÇÃO ADQUIRIDOS DE TERCEIROS, CONSIDERANDO O MESMO PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DAS RESINAS VIRGENS?

R. é possível sim desde que seja acondicionado e devidamente transportado até a empresa que vai reprocessar. Trata-se de um material descartado durante as operações de fabricação de transformadores de embalagens, ou seja, uma empresa de alimentos fabricando a sua

própria embalagem a partir de pré-formas injetadas em outra empresa, além disso, estão incluídas aí, as embalagens que por problemas de qualidade durante a linha de enchimento foram consideradas rejeitadas. Estas últimas podem ter entrado em contato com produtos ou não. No primeiro caso podem ser consideradas como “scrap”, pois a empresa é a fabricante e o material descartado é limpo. Podem ser reprocessados e adicionados ao material virgem sem qualquer problema de contaminação física. Considerando especificamente o Regulamento Anvisa, por “scrap”, entende-se o material rejeitado em processos de transformação por defeitos de qualidade sejam as pré-formas ou as embalagens finais. Alguma degradação natural de processo ocorre durante a transformação de resinas de PET em pré-formas (por exemplo, redução de aproximadamente 5% no valor da viscosidade intrínseca) e também durante a reciclagem (por exemplo despolimerização com redução de viscosidade intrínseca) para ser adicionada às resinas virgens, porém podem ser moídas em forma de flocos, separado o pó fino, secadas juntamente com as resinas virgens e adicionadas ao processo de injeção em baixos níveis percentuais.

21. QUAL A RAZÃO DE A REGULAMENTAÇÃO DA ANVISA EM SUA RESOLUÇÃO N. 105 DE 1999 (VIDE RESOLUÇÃO N. 51 DE 2010), REGULAMENTO TÉCNICO ITEM 13, MENCIONAR QUE “AS EMBALAGENS PLÁSTICAS DESTINADAS AO CONTATO BUCAL DEVEM ASSEGURAR UMA ADEQUADA PROTEÇÃO CONTRA POSSÍVEIS RISCOS QUE POSSAM DERIVAR DESTE CONTATO AO MOMENTO DA UTILIZAÇÃO/CONSUMO”?

R. Há um excesso de cuidado nessa descrição, considerando possível contaminação química ao fazer o consumo do conteúdo diretamente na boca da embalagem. O rápido contato não é suficiente para provocar risco à saúde através de contaminação por aditivos utilizados na fabricação das embalagens. Não há indícios na literatura científica mundial alguma referência a esse suposto fato. Podemos até raciocinar e considerar que possa ocorrer a ingestão de fragmentos físicos de material plástico durante a abertura das embalagens, mas isso não é uma situação que deva ser abordada em Regulamentos dessa natureza. É possível uma interpretação no que diz respeito aos riscos de contaminação proveniente de sujeiras depositadas nas regiões do bocal da embalagem, mas não é comum ser abordado tal tipo de cuidados em regulamentos legais de materiais de embalagem.

22. DO PONTO DE VISTA DE INTERAÇÃO COM EMBALAGENS, A ATUAL CLASSIFICAÇÃO DE ALIMENTOS E SEUS SIMULANTES, CONSTANTES NA RESOLUÇÃO N. 105 DA ANVISA (VIDE RESOLUÇÃO N. 51 DE 2010), RETRATAM A REALIDADE ATUAL DO MERCADO DE ALIMENTOS E EMBALAGENS?

R. Existem algumas dúvidas em relação à classificação dos alimentos e seus respectivos simulantes no entendimento da interação entre eles e os materiais de embalagens

regulamentados. Tais dúvidas concentram-se nas condições de realização dos testes que não necessariamente representam as condições reais de manuseio, estocagem, transporte e comercialização dos produtos acondicionados. Há uma corrente de pesquisadores que defendem que os testes devam ser realizados em condições cíclicas de condicionamento e não em condições fixas de temperatura e umidade relativa, sejam elas ambientais ou aceleradas, como atualmente são realizados. É claro que, em função de novas autorizações de aditivos e componentes de formulação de alimentos que aparecem, bem como em materiais de embalagens, principalmente em polímeros, além das novas tecnologias de acondicionamento e conservação de alimentos, essa classificação deveria ser revista do ponto de vista de contato e interação embalagem-produto. Os testes de estabilidade de produtos estão, sobretudo, relacionados à segurança alimentar e nutricional e, necessário se faz, adequar os regulamentos à evolução da ciência e tecnologia.

23. A RESOLUÇÃO N. 146 DE 2001 DA ANVISA SOBRE A TECNOLOGIA DE DEPOSIÇÃO DE CARBONO AMORFO NA CAMADA INTERNA DE EMBALAGENS DE PET VIRGEM (PLASMA), REALMENTE RETRATA UMA REALIDADE DO MERCADO BRASILEIRO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS? PARA QUAIS ALIMENTOS SÃO AUTORIZADOS OS USOS?

R. As aplicações mais compatíveis de embalagens com revestimento de plasma são para cervejas acondicionadas através do sistema “flash pasteurization” ou filtradas, sucos de frutas envasados em temperaturas baixas, refrigerantes e outros produtos sensíveis à perda ou absorção de gases. Inicialmente, no Brasil, a ideia era a de utilizar em grandes mercados de embalagens de PET pela complexidade do processo, bem como dos custos envolvidos na aplicação do revestimento de plasma, porém em função de vários fatores combinados, não teve sucesso. Um dos últimos mercados a utilizar o revestimento de plasma foi para embalagens de pequenos volumes de PET para refrigerantes carbonatados com a finalidade de melhorar a barreira ao gás carbônico, tendo em vista que tais embalagens perdem gás em período muito curto, inviabilizando a sua utilização.

24. CASO OCORRA A MIGRAÇÃO DE COMPOSTOS DE CARBONO DO REVESTIMENTO DE PLASMA EM EMBALAGENS DE PET PARA ALIMENTOS E BEBIDAS, COMO ESTÁ COMPOSTA A REGULAMENTAÇÃO DA ANVISA NESSE CASO?

R. Não é descrita a metodologia para esse controle, muito menos os níveis da migração global e específica. Salienta-se aqui que se trata de íons de carbono e essa quantificação deve ser regulada por alguma metodologia definida e descrita como eficiente o que, atualmente não consta na legislação atual da Anvisa.

25. O QUE SIGNIFICA “EMBALAGENS DE PET-PCR GRAU ALIMENTÍCIO” CONSTANTE NA RESOLUÇÃO RDC N. 20 DE 2008 DA ANVISA?

R. É importante destacar o que se entende por “embalagens de PET-PCR grau alimentício”, ou seja, novas embalagens de PET provenientes de material pós-consumo grau alimentício. A frase “grau alimentício” pode significar que o material é reciclado a partir de embalagens utilizadas apenas para alimentos e bebidas em geral ou também significar material processado a partir de sistemas eficientes que produzam resinas com grau semelhante às resinas virgens, apresentando composição baseada em normas de saúde vigentes. As resinas de PET virgens são aprovadas por órgãos de saúde de muitos países e autorizadas para uso em contato direto com alimentos, produtos farmacêuticos, higiene e limpeza, dentre outros, não necessitando de uma nomenclatura “grau alimentício”.

26. QUAL FOI A BASE PARA A DEFINIÇÃO DO PROCEDIMENTO DE VALIDAÇÃO NORMATIZADO (“CHALLENGE TEST” OU EQUIVALENTE) – PROTOCOLO DE ANÁLISE DESTINADO A AVALIAR A EFICIÊNCIA DE ELIMINAÇÃO DE CONTAMINANTES MODELO DA TECNOLOGIA DE RECICLAGEM FÍSICA E/OU QUÍMICA COM QUE SE PROCESSA O PET PÓS-CONSUMO E/OU DE DESCARTE INDUSTRIAL – RESOLUÇÃO N. 20 DE MARÇO DE 2008?

R. As tecnologias de reciclagem de embalagens de PET pós-consumo homologadas por países desenvolvidos, preconizam e consideram processamento de embalagens de bebidas carbonatadas em sua maioria e, principalmente separadas e coletadas sem misturas com outras embalagens sejam de materiais diferentes ou de aplicações diferentes. Em outras palavras, essas tecnologias foram homologadas a partir dos resultados obtidos de processamento de embalagens consideradas limpas do ponto de vista de pós-consumo. É necessário levar em consideração a qualidade do material pós-consumo originados em países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, onde a mistura com outros materiais e a exposição prolongada em lixões e aterros sanitários, inseriu compostos químicos, muitas vezes difíceis de remoção e poderá alterar sobremaneira a qualidade final dos materiais produzidos pelos mesmos sistemas aprovados e homologados para processar apenas PET.

27. NA RDC N. 20 DE 2008 DA ANVISA ESTÁ CONTEMPLADO O PROCESSO DE POLIMERIZAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO DE RESINAS DE PET RECICLADAS PARA CONTATO COM ALIMENTOS? QUAL A IMPLICAÇÃO DO USO DE RESINAS RECICLADAS APENAS CRISTALIZADAS EM LUGAR DE RESINAS CRISTALIZADAS E PÓS-CONDENSADAS?

R. O Regulamento trata dos aspectos de segurança alimentar e não leva em consideração as características físico-químicas da resina, importantes ao processo de transformação,

seja na injeção, no estiramento e sopro das embalagens. Não basta apenas aplicar os procedimentos de reciclagem e produzir peletes extrusados amorfos sem, no entanto, levá-los ao processo de descontaminação final para remover compostos voláteis, principalmente os de baixo peso molecular utilizando, para isso, a etapa de polimerização em estado sólido ou pós-condensação como é usual dizer na prática. Salienta-se que, algumas práticas de apenas “cristalizar” a resina de PET sem submetê-la ao processo de polimerização em estado sólido não garante a descontaminação final. Nessa etapa, utiliza-se fluxo de nitrogênio para o arraste de tais compostos. Além do mais, nessa etapa, os valores de viscosidade intrínseca alterados no primeiro processo de transformação são corrigidos para valores bem próximos da resina virgem, a qual será misturada no futuro. Aqui, salienta-se também que um procedimento de validação normalizado (challenge test” ou equivalente), poderá em algum momento não ser real para o tipo de material a ser processado, validando um processo para um grupo de substâncias e, deixando de considerar a real qualidade do resíduo pós-consumo que será reciclado.

28. CONFORME A LEGISLAÇÃO ANVISA, QUAL A DIFERENÇA BÁSICA ENTRE OS TIPOS DE VIDRO BORO-SILICATO E SODO-SILICATO PARA USO COMO EMBALAGENS?

R. As melhores definições tecnológicas para vidros podem ser encontradas na Farmacopeia Brasileira. O vidro borossilicato, conhecido como vidro tipo I, é um vidro neutro, não alcalino e possui boa resistência térmica, mecânica e hidrolítica com alcalinidade de até 1,0 mL de H_2SO_4 0,01M. Suas maiores aplicações são no segmento de produtos farmacêuticos, especialmente nas linhas intravascular, intramuscular e parenteral. Já o vidro tipo III, apresenta boa resistência mecânica, possui resistência hidrolítica média com alcalinidade máxima de 8,5 mL de H_2SO_4 , 0,01M. Suas maiores aplicações são nos segmentos de alimentos e bebidas de maneira geral. Para aplicações nas indústrias de alimentos e bebidas em produtos que requerem uso de calor, os vidros tipo III necessitam sofrer tratamento de recozimento para aumentar a resistência ao choque térmico quando do enchimento à quente ou processos de pasteurização ou esterilização.

29. QUAIS AS RAZÕES PELAS QUAIS A ANVISA PROIBIU O USO DO TERMOPLÁSTICO POLI (CARBONATO) PARA A FABRICAÇÃO DE MAMADEIRAS PARA LACTENTES QUE CONTENHAM A SUBSTÂNCIA BIS-FENOL A NA SUA COMPOSIÇÃO?

R. Quando se utilizava mamadeiras feitas de vidros era mais seguro do ponto de vista de segurança alimentar, mas havia o risco da quebra e acidentes com as crianças. Com o advento das resinas de poli (carbonato), atualmente o termoplástico mais resistente às condições de limpeza e higienização após o uso, o problema passou a ser a migração do

composto bis-fenol A, componente importante do polímero e que, ao contrário do que é falado e pregado pelo país afora, não é instável ao ponto de difundir substâncias químicas em níveis nocivos para os alimentos. Com o avanço das tecnologias de polímeros nas últimas décadas, tais materiais tornaram-se mais estáveis e seguros para uso em contato com alimentos. Qualquer outro polímero atualmente existente no mercado, utilizado para a fabricação de embalagens ou utensílios domésticos que será submetido às condições de limpeza e higiene semelhante às mamadeiras, certamente não será mais inerte que o poli(carbonato), tendo em vista que são mais susceptíveis à degradação por sucessivos aquecimentos quando comparado com este. O mais racional e tecnologicamente correto, bem como do ponto de vista de segurança alimentar seria estabelecer validade para as mamadeiras, ou seja, na parte superior (ombro) gravado no molde de sopro em relevo a data de validade, a partir da qual não seria mais seguro a sua utilização para qualquer finalidade relacionada ao consumo de alimentos.

30. POR QUE OS PROCESSOS DE RECICLAGEM DE EMBALAGENS DE PET DESTINADOS À FABRICAÇÃO D ENOVAS EMBALAGENS PARA CONTATO COM ALIMENTOS E BEBIDAS SÃO CHAMADOS “BOTTLE TO BOTTLE” E O QUE SIGNIFICA ISSO NA PRÁTICA?

R. A denominação “bottle to bottle”, ficou convencionada que seria uma reciclagem de garrafa para garrafa, e apenas de refrigerante, o que nos leva a pensar que teríamos a reciclagem apenas a partir dessas embalagens, e que no caso do Brasil torna-se difícil, devido a diversos fatores culturais, ambientais, socioeconômicos, dentre outros. Certamente a reciclagem no Brasil será muito mais complexa no que diz respeito às etapas dos processos onde haverá necessidade de uma descontaminação dos compostos provenientes das diferentes aplicações e daqueles presentes no ambiente. É claro que reciclar apenas embalagens de refrigerantes carbonatados é bem mais fácil para obtenção de uma resina descontaminada, quando comparado com uma reciclagem de diferentes embalagens de PET originadas de diferentes aplicações. A possibilidade de a resina final oriunda de uma reciclagem de diferentes embalagens de PET apresentar resíduos de contaminantes físicos, tais como o PVC é maior, pois essas embalagens são semelhantes ao PET em desenho, transparência e densidade, cabendo ao processo de separação física, seja eletrônico ou manual uma grande eficiência, o que na maioria dos processos existentes em muitos países ainda carece de eficiência. Essa situação, típica do Brasil, de certa maneira nos obriga a separar as embalagens descartadas em diferentes níveis de contaminação, dependendo da origem. Ao contrário de muitos países da Europa onde as embalagens são recicladas separadamente e somente de refrigerantes são destinadas ao

uso para contato com alimentos.

31. A RESOLUÇÃO N. 146 DE 2001 DA ANVISA É EXTENSIVA ÀS EMBALAGENS PLÁSTICAS DE PET RECICLADAS REGULADAS PELA RESOLUÇÃO N. 20 DE 2008 DA ANVISA?

R. O artigo 1º da Resolução 146 da Anvisa aprova o processo de deposição de camada interna de carbono amorfo em garrafas de polietileno tereftalato (PET) fabricada a partir de resinas virgens por aplicação de plasma e são destinadas a entrar em contato com alimentos dos tipos de I a VI, dispostas na Resolução 105 de 1999.

32. POR QUE O ARTIGO 1º DA RESOLUÇÃO 146 DE 2001 DA ANVISA ESPECIFICA APENAS UM TIPO DE GÁS – ACETILENO, PARA DEPOSIÇÃO DE CAMADA INTERNA DE CARBONO AMORFO EM GARRAFAS DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET) VIRGEM VIA PLASMA, QUANDO EXISTEM DIVERSAS PATENTES JÁ CONSOLIDADAS UTILIZANDO OUTROS GASES OU MISTURAS DE GASES?

R. Uma discussão maior deve ser levada em consideração antes mesmo de se adquirir tecnologias de deposição de carbono amorfo em superfícies internas de embalagens de PET virgem via plasma no sentido de considerar as diferenças e exigências colocadas em função dos produtos a serem acondicionados. Por exemplo, estamos nos referindo às exigências técnicas que tal tecnologia faz para bom desempenho das embalagens no fiel cumprimento das funções de conter e proteger os produtos, que são: as embalagens devem apresentar umidade interna inferior a 2mg/L, não devem apresentar resíduos internos de pó, silicone ou qualquer produto gorduroso, bem como não podem ser submetidas a mais de um tratamento via plasma, isso porque o equipamento é único, ou seja, estira, sopra e aplica o revestimento interno na mesma máquina. Outras patentes já possuem cartas de não objeção para uso de outros gases que não o acetileno, bastando para isso, conseguir as devidas liberações das Agências reguladoras.

REFERÊNCIAS

BRASIL. ANVISA. RDC nº 24, de 15 de junho de 2010. Dispõe sobre a oferta, propaganda, publicidade, informação e outras práticas correlatas cujo objetivo seja a divulgação e a promoção comercial de alimentos considerados com quantidades elevadas de açúcar, de gordura saturada, de gordura trans, de sódio, e de bebidas com baixo teor nutricional, nos termos desta Resolução, e dá outras providências.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 105, de 19 de maio de 1999. Dispõe sobre normas técnicas sobre disposições gerais para embalagens e equipamentos de plástico para contato com alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 de março. 2000. Seção 1.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 51, de 26 de novembro de 2010. Dispõe sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 244, 22 dez. 2010. Seção 1, p. 75.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 129 de 10 de maio de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Material Celulósico Reciclado e se aplica a fibras celulósicas provenientes de material reciclado como mencionadas na “Lista Positiva para Embalagens e Equipamentos Celulósicos em Contato com Alimento” e que serão utilizados na fabricação de embalagens para alimentos sólidos secos, ou de ação extrativa pouco significativa, classificados como tipo VI no Regulamento Técnico – Disposições Gerais para Embalagens e Equipamentos Plásticos em Contato com Alimentos.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 146 de 06 de agosto de 2001. Este Regulamento Técnico trata da deposição de camada interna de carbono amorfo em garrafas de polietileno tereftalato (PET) virgem via plasma, destinadas a entrar em contato com alimentos dos tipos de I a VI, da temperatura de congelamento à temperatura ambiente por tempo prolongado, e temperatura máxima de processamento do alimento de 121°C.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 20 de 26 de março de 2008. Este Regulamento Técnico estabelece os requisitos gerais e os critérios de avaliação, aprovação/autorização e registro de embalagens de PET, elaboradas com proporções variáveis de PET virgem (grau alimentício) e de PET pós-consumo reciclado, descontaminado (grau alimentício), destinados a entrar em contato com alimentos.

ENGLAND. British Standards Institution – BSI, 389 Chiswick High Road, London, United Kingdom.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

EMBALAGENS PLÁSTICAS E ADITIVOS

AKZO Plastics. *Arnite for bottle. Why and how! Technical information*. Arnhem, Holland, 1988. 44p.

BRANDT, W.W. “Model calculation of the temperature dependence of small molecule diffusion in high polymers”. In: *Journal of Physical Chemistry*, vol. 63, 1959, pp.1080-1084.

BLACKWELL, A.L. “Ethylene vinyl alcohol resins as a barrier material in multi-layer packages”. In: *Plastic Film Technology High barrier plastic films for packaging*. Lancaster, vol. 1, 1989, Technomic Publishing, p.43.

BROWN, W.E., *Plastics in Food Packaging Properties, Design and Fabrication*. New York, Marcel Dekker INC., 1992, p.137.

COVELL, P. "The future of barrier packaging". *Food Engineering International*, s.l., Dec. 1999, p.18.

BRODY, A.L. & MARSH, K.S. *Encyclopedia of Packaging Technology*. 2nd Ed., John Wiley & Sons. Inc. 1997, 1023p.

EASTMAN CHEMICAL COMPANY. *Polyester plastics for packaging*. A Technical Report. Kingsport, USA, 1987. 18p.

GRÜNINGER, A. & ROHR P.R. "Deposition of SiO₂ like diffusion barrier on PET and paper by PECVD". *Surface & Coating Technology*, vol. 174, Elsevier, pp.1043-2003.

GOOD YEAR. *Cleartuf*. PET packaging resins. A Technical Report. Virginia, USA, 1987, 16p.

HOTCHKISS, J.H. & POTTER, N.N. *Food Science*. Ed. 6. Gaithersburg: Aspen Publisher INC, 1998, cap. 19, p.437.

ICI. *Polyethylene terephthalate. Melinar™. Technical aspects of injection moulding. A Technical Information*. Middlesbrough, England, 1988, 36p.

INTER-TECH LTD. *The Injection moulding machine: extruder and screw design. A Technical Information*. Atlanta, USA, 1985. 17p.

INTER-TECH LTD. *PET melting point and glass transition temperature. A Technical Information*. USA, 1987, pp. 5-7.

JENKINS, W.A. & HARRINGTON, J.P. *Packaging Foods with Plastics*. Lancaster. Technomic Publishing Company, 1991, p.173.

KAREL, M. "Packaging protection for oxygen-sensitive glycol from PET bottles into 3% acetic acid". *Journal Association official Analytical Chemistry*, vol. 63, 1980, pp. 168-172.

LIANGBIN L. *et al.* A new mechanism in the formation of PET extended-chain crystal. *Polymer*. Elsevier, vol. 42, 2001, p. 2085.

LINGLE, R. G. "Rigid plastics: Here, there and everywhere". *Packaging Digest*, Nov. 1999, p.54.

PACE, R.J. & DATYNER, A. "Statistical mechanical model for diffusion of simple penetrants in polymers. II. Applications Nonvinyl polymers". *Journal of Polymer Science*, vol. 17, 1979, pp. 453-464.

SALAME, M. The use of Barrier polymers in food and beverages packaging. *In: Plastic Film Technology – High Barrier, Plastic Films for Packaging*. vol. 1 Technomic Publishing Company, Inc. USA, 1989, pp. 133 – 145.

TREYBAL, R.E. *Mass-Transfer Operations*. 30nd Ed. Mc Graw-Hill, Inc., Tokio, 1980. Cap. 4, pp.89-101.

SCHERB, P. *New barrier technologies for PET Bottles, Beverage and Drinks*. Industries, Inc. 2000, pp. 30-34,

EMBALAGENS LAMINADAS FLEXÍVEIS

ANJOS, C. A. R. “Embalagens em leite e derivados”. In: Cruz, A. G. *et al.* (org.), *Microbiologia, Higiene e Controle de Qualidade no Processamento de Leites e Derivados*, vol. IV, 1ª Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2018, pp. 345-368, ISBN 9788535280814.

DHAWAN, S. *et al.* *Pressure assisted thermal sterilization effects on gas barrier, morphological and free volume properties of multilayer EVOH Films*. *Journal of Food Engineering*, vol. 128, 2014, pp. 40–45.

FINLAYSON, K.M. “High Barrier Plastic Films for Packaging”. Technomic Publishing AG. vol. 1, 1989, 266p, ISBN 87762-711-8.

GOLDSTEIN, J. I. *et al.* “Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis: A text for biologists, materials scientists, and geologists”. 2nd ed. Plenum Press, New York, 1992, 819p.

GUILLARD, V.; MAURICIO-IGLESIAS, M. & GONTARD, N. *Effect of novel food processing methods on packaging: Structure, composition, and migration properties. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 50 (10): 969-988, 2010.

HIRSCH, A. “Flexible Food Packaging”. *Questions and Answers*. Van Nostrand Reinhold. New York, 1991, 216p. ISBN 0-442-006098.

JAIME, S. B. M. *et al.* *Light barrier properties of extra virgin olive oil (EVOO) glass bottles—Effect of glass colour and decoration*. *Packaging Technology & Science*, vol. 31, 2018, pp. 473-480.

MERTENS, B. & DEPLACE, G. *Engineering aspects of high-pressure technology in the food-industry*. *Food Technology*, vol. 47, 1993, pp. 164–169.

MIRI, V.; PERSYN, O. & LEFEBVRE, J. M.; SEQUELA, R. *Effect of water absorption on the plastic deformation behavior of nylon 6*. *European Polymer Journal*, vol. 45 (3): 757-762, 2009.

MISRA, N. N. *et al.* *Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies*. *Food Research International*, vol. 97, 2017, pp. 318–339.

MORRIS, C.; BRODY, A. L. & WICKER, L. *Non-thermal food processing/preservation technologies: A review with packaging implications*. *Packaging Technology and Science*, vol. 20, July 2007, pp. 275–286.

OZEN, B. F. & FLOROS, J. D. *Effects of emerging food processing techniques on the packaging materials*. *Trends in Food Science and Technology*, vol. 12 (2), 2001, pp. 60–67.

REES, J.A.G. & BETTISON, J. “Processing and Packaging of Heat Preserved Foods”. Blackie and Son Ltd. USA, 1991, 250p. ISBN 0-216-92908-3.

EMBALAGENS DE VIDRO

ASTM – American Society for Testing and Materials, Standard Method of Sampling Glass Containers, C-224/78, Philadelphia, USA, 1978.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Especificação, método de ensaio e padronização de garrafas retornáveis de uso comum para cervejas, refrigerantes, aguardentes, sodas e águas gaseificadas. NBR-7840, 7841, 7842, Rio de Janeiro, 1983.

BUDD, S.M. *Functional coatings for glass containers*. Glass Technology, London, 1987, vol. 28, n. 6.

Canned Foods – “Principles of Thermal Process Control Acidification and Container Closure Evaluation”, 5nd Edition, 2nd Printing. Food Processors Institute, New York, 1990, 238p. ISBN 85-7029-002-0.

GRAHAM, P. W. L. *How the container industry utilizes protective coatings. Part II*. Glass Industry, New York, Dec.1987, pp. 22 – 32.

HUBERT, F. *Surface treatment of container glass*. Manual of measures wall thickness of glass containers. Glass. Butler, American Glass Research, London, 1988. p.105.

MOODY, B.E. *Packaging in Glass*. Hutchinson and Co. Ltd. London, 1970, 304p.

PERSSON, H.R. “Glass Technology. Manufacturing and Properties”. Seoul, Korea, Cheong Moon Gak Publishing Co. 1983, 194p.

SMAY, G.L. *Interactions of organic coating with metal oxide coatings and glass surfaces*. Glass Technology, London, 1985, 26 (1).

TOOLEY, F.V. “The Handbook of glass manufacture – 3”, New York, ASHLEE Publishing Co., Inc. 1984, 124p.

YAMATO, Y. *Glass Bottle*, Tokyo, Japan Packaging Institute, 1982. 36p.

EMBALAGENS METÁLICAS

ANJOS, C. A. R. & ANJOS, V. D. A.; *Características do alumínio utilizado em embalagens de alimentos*. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 1985. vol. 19, n. 2, pp.85-94.

ASTM - American Society for Testing and Materials. G3 – 89 (Reapproved 2010): Standard practice for conventions applicable to electrochemical measurements in corrosion testing. West Conshohocken, 2010.

ATKINS, P. & JONES L. “Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente”. Trad. Ignez Caracelli *et al.* Porto Alegre, RS. Bookman, 2001, p.721

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Decreto n° 55.871, de 26 de março de 1965. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 abril 1965. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 544 de 16 de novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico para fixação de padrões de identidade e qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para consumo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 nov., 1998.

BENASSI JÚNIOR, M. B. “Avaliação da influência do grau de maturação do fruto cítrico na composição química e sensorial de refrigerantes, refrescos e energéticos à base de suco de laranja”. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, SP, 2005, p.13.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. RDC nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 março, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 24 de 08 de setembro de 2005. Aprova o manual operacional de bebidas e vinagres.

CONTINENTAL CAN COMPANY. *Vacuum in canned foods*. Chicago Technical Center, Chicago, USA, 1968, 25 p.

JELLESEN, M. S.; RASMUSSEN, A., A. & HILBERT, L. R. *A review of metal release in the food industry*. Materials and Corrosion, vol. 57, n. 5, 2006, pp. 387 – 393.

MAYOUF, A.A.; JUHAIMAN, L. A. & SUBAYBANI, A. *Corrosion of aluminum in ascorbic, citric and tartaric acids with and without chloride ions*. Anti -Corrosion Methods an Materials, vol. 55, n. 2, 2008, pp. 79 – 85.

RIZZON, L. A.; LINK, M. *Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares*. Cienc. Rural. 2006, vol. 36, n. 2, pp. 689-692. ISSN 0103-8478.

ROMANO, M. A. & FARIA, J. A. F. Metodologia e aparelho para determinação volumétrica de materiais. In: XIII Congresso Nacional de Ensaio não Destrutivos, Associação Brasileira de Ensaio não Destrutivos, 1994, Belo Horizonte, MG, pp. 21-30.

SALATA, C. C. “Produção de refrigerantes a partir de suco desidratado de suco integral congelado e suco desidratado de maracujá (*passiflora edulis f. flavicarpa*): Avaliação físico-químico, sensorial e econômica”. Tese de Mestrado, UNESP, Botucatu, SP, 2003. pp. 15-46.

SERUGA, M.; HASENAY, D.; *Corrosion of aluminium in soft drinks*. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, vol. 202, n. 4, 1996, pp. 308 – 312.

SHACHMAN, M. The soft drinks companion: a technical handbook for the beverage industry. Boca Raton. CRC, 2005. Chapter12.

TOCCHINI, R.P. & NISIDA, A.L.A.C. *Industrialização de refrigerantes*. Manual, Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, Campinas, SP, 1995a, 51p.

TRIBST, A. A. L.; SOARES, B. M. C. & AUGUSTO, P. E. D.; *Papel da embalagem na integridade dos alimentos*. Nutrição Profissional, vol.4 e 21, 2008, pp. 26-32.

ZENEBON, O. & PASCUET, N. S. "Métodos físico-químicos para análise de alimentos". 4ª ed. Brasília, DF, Ministério da Saúde, ANVISA, São Paulo, SP, Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018 p.

YAU, N.J.N., MCDANIEL, M. R. *Carbonated water lexicon: Temperature and CO2 level influence on descriptive ratings*. Journal of Food Science, vol. 58, n. 4, 1993, pp. 893-898.

YAU, N.J.N. & MCDANIEL, M. R. *The effect of temperature on carbonation perception*. Chemical Senses, vol.16, n. 4,1991, pp. 337-348.

EMBALAGENS DE PAPEL, CARTÃO, PAPELÃO ONDULADO E MADEIRAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBRNM – ISO 535, Papel e cartão: determinação da capacidade de absorção de água - Método de Cobb, Rio de Janeiro, 1999, 1p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBRNM – ISO187, Papel, cartão e pastas celulósicas - Atmosfera normalizada para condicionamento e ensaio e procedimento de controle da atmosfera e condicionamento das amostras, Rio de Janeiro, 2000a, 1p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBRNM – ISO 536, Papel e cartão: determinação da gramatura, Rio de Janeiro, 2000b, 1p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBRNM – ISO 534, Papel e cartão: determinação da espessura, densidade e volume específico, Rio de Janeiro, 2006, 1p.

AULIN, C.; GALLSTEDT, M. & LINDSTROM, T. *Oxygen and oil barrier properties of microfibrillated cellulose films and coatings*. Cellulose, vol. 17, n. 3, 2010, pp. 559–574.

CHRISTOPHLIEMK, H. *et al.* *Oxygen and water vapor transmission rates of starch-poly(vinyl alcohol) barrier coatings for flexible packaging paper*. Progress in Organic Coatings, vol. 113, Dec. 2017, pp.218-224

KAMEL, S.; EL-SAKHAWY, M. & NADA, A. M. A. *Mechanical properties of the paper sheets treated with different polymers*. Thermochimica. Acta, vol. 421, n.2, 2004. pp. 81–85.

HAN, J. *et al.* *Improvement of water barrier property of paperboard by coating application with biodegradable polymers*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 58, n. 5, 2010, pp. 3125–3131.

KAMEL, S.; EL-SAKHAWY, M. & NADA, A. M. A. *Mechanical properties of the paper sheets treated with different polymers*. Thermochimica. Acta, vol. 421, n. 1– 2, 2004, pp. 81–85.

SAMYN, P. *et al.* *Modifications of paper and paperboard surfaces with a nanostructured polymer coating*. Progress in Organic Coatings, vol. 69, n. 4, 2010, pp. 442–454.

SISTEMAS DE FECHAMENTO

ANDERSEN, L. *Closure Encounters*. Soft Drinks Management International. London, Dec. 1991. p.22.

- ANON. *Cap and closures for the soft drinks beverage market*. Confectionery Production, I.n.c, vol. 58, n.2, Feb.1992, pp.118-120.
- ANON. *Bottle closures designed to withstand extreme temperature range*, Sealing Technology, I.n.c. Elsevier Ltd., August 2003.
- ANON, *Smart Cap Technology controls oxygen degradation and increase shelf life*. Food Engineering, Feb. 1991, p.104.
- ANSELL, M. *One Stop, Value Added*. Soft Drinks International, I.n.c, Apr. 2001, p. 22.
- BELAIR, G.L. *A química que estrutura as bolhas do champanhe*. Scientific American Brasil, vol.1, n.9, Ed. Duetto, 2003, p.86.
- CLUTTON, A. *Bottling it up*. Food Processing, 1996, p.25-26.
- COX, G. *Closures*. Soft Drinks International. Oct. 2002. p.32
- CREMASCO, M.A. "Fundamentos de transferência de massa". Editora da Unicamp, Campinas, SP, 1998. p.117-118.
- DEAN, J.L. *PET Power*. Soft Drinks International, London, Sep. 2000, pp.32-33.
- DEL NOBILE, M.A.; MENSITIERI, G. & RIZZO, R. *Ottimizzazione dello spessore di contenitori in plastica per bevande gasate*. Industrie delle Bevande. XVIII, Napoli, Italy, Apr.1989, pp.81-85.
- DOOD, D. *If the cap fits*. Food-Processing, UK. vol. 67, n.10, Oct.1998, pp.12-15.
- GANDER, P. *Matching materials to applications*. Soft Drinks International, UK, Apr. 2002, p.22.
- LORUSSO, S; SCARANO, E. & RUSSO, M.V. *Problemi analitici relativi al confezionamento ed alla distribuzione delle bevande gasate*, Industrie delle Bevande. Feb. 1985, p.2.
- MITCHELL, A.J., "Formulation and production of carbonated soft drinks", New York, AVI Blackie Glasgow and London, 1990, 358p.
- MURPHY, C. *Carbonation – the science of the bubbles*, Food Processing, I.n.c, Apr. 1997, pp.16-17.
- NELSON, L. *Fantastic plastics forecast for 2000*, Brewer's Guardian, Feb. 2000, pp. 25-26.
- ROBERTSON, G. *Packaging Liquids in NZ*. Food Technology in New Zeland, vol. 22, n.3, Mar. 1987. pp.16-17.
- SÁDECKÁ, J. & POLOMSKY, J. *Eletrophoretic methods in the analysis of beverages*. Journal of Chromatography A, Elsevier, vol. 880, 2000, p.266, 2000.

ATMOSFERA MODIFICADA E CONTROLADA

ARAÚJO, P.F. *et al.* *Influência da atmosfera modificada na composição de queijo Minas Frescal*. FAZU em Revista, Uberaba, MG, n.2, 2005, pp.144-155.

BALLONGUE, J. Bifidobacteria and Probiotic Action. *In*: SALMIEN, S.; VON WRIGHT, A. & OUWEHAND, A. (org.). *Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspects*. CRC Press. 3rd ed, cap. 2, 2004, pp 67-124.

BRODY, A.L. “El mercado”. *In*: PARRY, R. T. (org.). *Envasado de los alimentos em atmósfera modificada*. Zaragoza, Spanish, Acribia, 1995, cap. 2, pp. 32-55.

CHURCH, N. *Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies*. Trends in Food Science and Technology, vol. 5, 1994, pp.345-352.

FAVA, P. & PIERGIOVANNI, L. *CO₂ solubility in foods packaged with modified atmosphere ii: correlation with some chemical–physical characteristics and composition*. *Industrie Alimentari*, vol. 31, 1992, pp. 424–430.

GENIGEORGIS, C. *Microbial and safety implications of the use of modified atmospheres to extend the storage life of fresh meat and fish*. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 1, 1985, pp. 237–251.

HERNANDEZ, R. J. “Food Packaging Materials, Barrier Properties, and Selection”. *In*: VALENTAS, K. J.; ROTSTEIN, E. & SINGH, R. P. (org.). *Handbook of food engineering practice*. Florida, USA, CRC Press, 1997. Cap. 8, p. 736.

HINTLIAN, C.B. & HOTCHKISS, J.H. *The safety of modified atmosphere packaging – a review*. *Food Technology* vol. 40, 1986, pp.70–76.

HOTCHKISS, J.H. & BANCO, M.J. *Influence of new packaging technologies on the growth of microorganisms in produce*. *Journal of Food Protection*, vol. 55, 1992, p. 815.

JAKOBSEN, M. & BERTELSEN, G. *The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: a review*. *Journal of Muscle Foods*. Vol.13, 2002, pp.143–168.

MILLER, C.W. *et al.* *The influence of packaging materials on the dissolved oxygen content of probiotic yoghurt*. *Packaging Technology and Science*, vol.15, 2002, pp. 133–138.

Mitsubishi Gas Chemical Company Inc. *Oxygen absorber Ageless – A new age in food preservation*. Tokyo, Japan, technical Information Mitsubishi, [s.d.] Technical information. 26p.

SMITH, J. P. “Bakery Products”. *In*: PARRY, R.T. (org.). *Principles and applications of MAP of food*. London, Blackie Academic & Professional, 1993. 303p.

PARRY, R.T. “Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods”. Blackie Academic & Professional Publishers. New York, USA, 1993, 305p.

SISTEMAS ASSÉPTICOS DE EMBALAGENS

ATHALYE, Anand. S. Evaluation of flexible laminate packages – A review. In: ATHALYE, A. S. (org.). *Plastics in Packaging*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, India, 2012, pp. 17-20.

AXELSON-LARSSON, L. & CAVLIN, S. *Aseptic integrity and microhole determination of packages by gas leakage detection*. *Packaging Technology and Science*, vol. 1, n. 4, 1991, pp.9-20, DOI: <https://doi.org/10.1002/pts.2770040105>.

AXELSON-LARSSON, L. *et al.* *Leakage analysis of packages by the electrolytic test*. *Packaging Technology and Science*, vol. 10, 1997, pp. 209-220.

CALCATELLI, A.; BERGOGLIO, M. & MARI, Domenico. *Leak detection, calibrations and reference flows: Practical example*. *Vacuum*, vol. 81, 2007, pp. 1538-1544, 2007.

CHUNG, D.; PAPADAKIS, S. E. & YAM, Kit L. *Simple models for evaluating effects of small leaks on the gas barrier properties of food packages*. *Packaging Technology and Science*, vol. 16, n. 2, 2003, pp. 77-86, 2003.

COSTELLO, S.; DESMULLIEZ, M. P.Y. & MACCRACKEN, S. *Review of Test Methods used for the measurement of hermeticity in packages containing small cavities*. *IEEE – Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, vol. 2. n.3, 2012, pp. 430-438.

HSU, Chuan-Liang; CHANG, Ku-Shang. *Evaluation of the integrity of aseptic packaging containing various filling products*. *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 41, n. 9, Oct. 2006, pp. 1061-1066, out. 2006.

HURME, E. U. *et al.* *Testing of reliability of non-destructive pressure differential package leakage testers with semi-rigid aseptic cups*. *Food Control*, vol. 9, n. 1, Feb. 1998, pp. 49-55.

LAMPI, R.A. *et al.* *Performance and Integrity of retort pouch seals*. *Food Technology*, Chicago, USA, vol. 30, n. 2, 1976, pp. 38-48.

MURRAY, L. *Impact of foil pinholes and flex cracks on the moisture and oxygen barrier of flexible packaging*. *Adhesive, Coatings and Extrusion Conference*, USA. Nov. 2005.

OZGULER, A.; MORRIS, S. A. & O'BRIEN JR. W. *Evaluation of Defects in Seal Region of Food Packages Using the Backscattered Amplitude Integral (BAI) Technique*. *IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings*, vol. 2, Toronto, Canadá, 1992, pp. 689-692.

PASCALL, M. A. *Evaluation of a laboratory-scale pressure differential (Force/Decay) system for non-destructive leak detection of flexible and semi-rigid packaging*. *Packaging Technology and Science*, vol. 15, n. 4, 2002, pp. 197-208.

SCHLICK-HASPER, E. *et al.* *Experimental investigations concerning the sensitivity of the leak proofness test for dangerous goods packaging relating to the leak diameter*. *Packaging Technology and Science*, vol. 27, n. 4, 2014, pp. 327-339.

HOHMANN, H. J. & MUNDERLEIN, W. *Einfluß de gesaltung siefelbackenoberfläche auf die festigkeit und dichtigkeit von Heißsiegelnöhten*. *Verpackung-Rundschau*, vol. 36, n. 12, 1985, pp. 81-90.

HURME, E. U. *et al. Reliability of destructive leakage detection methods for semirigid retort packages.* Packaging Technology and Science, vol. 9, 1996, pp. 203-213.

OZGULER, A. *et al. Evaluation of defects in the seal region of food packages using the contrast descriptor, dBAI.* Packaging Technology and Science, vol. 12, n. 4, 1999, pp. 161-171.

MORROW, D. R. *Leakage and permeation: theory and practical application.* Package Development & Systems, vol. 9, n. 3, 1979, pp. 20-27.

MIX, P. E. *Introduction to Nondestructive Testing: A Training Guide.* 2nd ed. Hoboken, John Wiley e Sons Inc. NJ, USA, 2005, pp. 199-202.

MUELLER, K.; SCHOENWEITZ, C. & LANGOWSKI, H. *Thin laminate films for barrier packaging application – Influence of down gauging and substrate surface properties on the permeation properties.* Packaging Technology and Science, vol. 25, n. 3, 2012, pp. 137-148.

RICE, J. *Non-destructive testing of flexible lid seal integrity.* Food processing, Chicago, USA, vol. 47, n. 9, 1986, pp. 70-71, 1986.

EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS

BEHABADI, M. *Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans.* Carbohydrate Polymers. vol. 137, 2016, pp. 360 -374.

TABOADA, O.M; CARVALHO, R.A. & SOBRAL, P.J. *Análise dinâmico-mecânica: aplicações em filmes comestíveis.* Revista Química Nova., vol. 31, n.2, 2008, pp.384-393.

TANADA-PALMU, P.; FAKHOURI, F.M. & Grosso, C.R.F. *Filmes biodegradáveis.* Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento, vol. 26, 2002, pp. 12-17.

TANG, C.H. *et al. Effect of transglutaminase treatment on the properties of cast films of soy protein isolates.* Journal of Biotechnology, vol. 120, 2005, pp. 296 – 307.

TAVASSOLI-KAFRANI, E. *et al. Seed Coating Technologies and Treatments for Onion:Challenges and Progress.* HortScience, vol. 36, n. 2, 2001, pp. 199–205, 2001.

SU, J. F., *et al. Structure and properties of carboxymethyl cellulose/soy protein isolate blend edible films crosslinked by Maillard reactions.* Carbohydrate polymers, vol. 79, n.1, 2010, pp.145-153.

SWAISGOOD, H.E. *Chemistry of milk proteins.* In Development in dairy chemistry, vol. 1, 1982, p. 1.

TALENS, P. & KROCHTA, J.M., *Plasticizing effects of beeswax and carnauba wax on tensile and water vapor permeability properties of whey protein films,* J. Food Sci. vol.70, n.3, 2005, pp. 239–243.

VILLALOBOS, R. *et al. A. Gloss and transparency of hydroxypropyl methylcellulose films containing surfactants as affected by their microstructure.* Food hydrocolloids, vol.19, n.1, 2005, pp. 53-61.

WALSTRA, P., WOUTERS, J. T., & GEURTS, T. J. *Dairy Science and Technology,* 2nd Ed. Marcel Dekker, Food Science and Technology. NY, USA, 2006, vol.147.

WONG, D. W. S. *et al.* *Edible chitosan-lipid films: Microstructure and surface energy.* Journal of Agriculture and Food Chemistry, vol. 40, 1992, pp. 540-544.

YANG, L. & PAULSON, A.T. *Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film.* Food Research International, vol. 33, n. 7, 2000, pp. 571- 578.

ZÁRATE-RAMÍREZ, L. S. *et al.* *Thermo-mechanical and hydrophilic properties of polysaccharide/ gluten-based bioplastics.* Carbohydrate polymers, vol. 112, 2014, pp. 24-31.

ZÚÑIGA, R. N. *et al.* *Physical properties of emulsion-based hydroxypropyl methylcellulose films: effect of their microstructure.* Carbohydrate polymers, vol. 90, n.2, 2012, pp.1147-1158.

ESTABILIDADE DE ALIMENTOS

AZEREDO, H. M. C. *et al.* "Fundamentos de estabilidade de alimentos". vol. 2, Embrapa, DF, Brasília, 2012, p. 39-76.

CARTER, E.A., *Stand out on Shelf.* Soft Drinks International, UK, Mar. 2001, p.22-23.

DEL NOBILE, M.A.; Mensitieri, G. & Nicolais, L. *The influence of Thermal History on the Shelf Life of Carbonated Beverages Bottled in Plastic Containers.* Journal of Food Engineering, Portici, vol.34, n.1, Oct.1997, pp.1-13.

FELLOWS, P. J. "Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática." 2ª. Ed., Artmed, Porto Alegre, RS, 2006, 602 p.

GRAY, J.I.; HARTE, B.R. & MILTZ, J. *Food Product Package Compatibility.* Proceedings of a seminar Held at the School of Packaging. Michigan State University East Lansing, MI. Technomic Publishing Co, INC, 1986.

GREEN, B.G. *The effects of temperature and concentration on the perceived intensity and quality of carbonation.* Chemical Senses, Philadelphia, USA, vol.17, n.4, 1992, p.435.

KAREL, M. "Water activity and food preservation". In: FENNEMA, R. *Principle of Food Science*, Part II. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York, 1975.

NETO, R.O.T. & QUAST, D.G. *Isotermas de adsorção de umidade em alimentos.* Coletânea do ITAL. 1977, vol.8.

QUAST, D.G. & NETO, R.O.T. *Moisture problems of foods in tropical climates.* Food Technology, May, 1976.

ROBERTSON, G. L. "Food packaging: principles and practice". 3rd ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. 687p.

ROBERTSON, G. L. "Food packaging and shelf life: a practical guide". CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010. pp. 339-352.

SALWIN, H. & SLAWSON, V. Food Technology, vol.13, 1959, 715p.

TROLLER, J. A. & CHRISTIAN, J.H.B. *Water activity and food*. Journal of Food Science. Academic Press Inc. New York, USA, 1978., vol. 48, pp.739–741.

NOVAS TECNOLOGIAS DE CONSERVAÇÃO E EMBALAGENS.

ALAMI, R. “The place of microwave and radiofrequency applications in industrial processes”. In: SUTTON, W.H.; BROOKS, M.H. & CHABINSKY, I. J. (ed.) *Microwave processing of materials*. MAT. RES. SOC. SYMP. Proceedings. Pittsburgh, USA, 1988. vol. 124, pp. 311-316.

BUFFLER, C.R. “Microwave cooking and processing: engineering fundamentals for the food scientist”. AVI book, Van Nostrand Reinhold, NY, USA, 1992. 169p.

ANJOS, C. A.R.; FARIA, J.A.F. & MARSAIOLI JR, A. “Continuous microwave drying of polyethylene terephthalate (PET)”. In: International Congresso of Food Engineering, Blackie Academic & Professional, vol. 6, 1993, Japan. Proceedings. pp. 796-798.

ATUONWU, J. C.; TASSOU, S. A. *Model-based energy performance analysis of high-pressure processing systems*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, vol. 47, 2018, pp. 214–224.

AYVAZ, H.; BALASUBRAMANIAM, V. M. & KOUTCHMA, T. “High pressure effects on packaging materials”. In: BALASUBRAMANIAM, V. M.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; LELIEVELD, H. L. M. (eds.). *High pressure processing of food: Principles, technology and applications*. New York, USA, Springer, 2016, pp. 73–93.

AYVAZ, H.; *et al.* *Influence of selected packaging materials on some quality aspects of pressure-assisted thermally processed carrots during storage*. LWT- Food Science and Technology, vol. 46, n.2, 2012, pp. 437–447.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. & JULIANO, P. “Food sterilization by combining high pressure and heat”. In: GUTIERREZ-LÓPEZ, G. F. *et al.* (eds.). *Food engineering. Integrated approaches*. Springer, NY, USA, 2007, pp. 9–46.

BERMÚDEZ-AGUIRRE, D. & BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. *An update on high hydrostatic pressure, from the laboratory to industrial applications*. Food Engineering Reviews, vol. 3, n.1, 2011, pp. 44–61.

BULL, M. K. *et al.* *Packaging under pressure: Effects of high pressure, high temperature processing on the barrier properties of commonly available packaging materials*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, vol. 11, n.4, 2010, pp. 533–537.

BUSTOS, J. *et al.* *Migration of epsilon-caprolactam from nylon cooking utensils: validation of a liquid chromatography-ultraviolet detection method*. European Food Research and Technology, vol. 230, n. 2, 2009, pp. 303– 313.

CANER, C. & HARTE, B. *Effect of high-pressure processing on the migration of antioxidant Irganox 1076 from polypropylene film into a food simulant*. Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 85, n.1, 2005, pp. 39–46.

CARTER, J.W. & BARRET, D.J. *Comparative study for fixed bed adsorption of water vapor by activated alumina, silica gel and molecular sieve adsorbents*. Trans. Inst. Chem. Engrs. USA, n.51, 1973, pp.75-81.

CLIFFORD, E. *et al.* "Microwave Processing of polymers and biomass materials" In: SUTTON, W.H.; BROOKS; M.H. & CHABINSKY, I.J. (eds.) *Microwave processing of materials*. Mat. Res. Soc. Symp. Proceedings. Pittsburgh, USA, 1988. vol. 124, p.189-194.

COFFMAN, P. *Polyester polymer*. ICI, São Paulo, Boletim Técnico, 1988. 37p.

CONAIR, INC. Dehumidifying dryers and preheaters for plastic processors. Technical Report. Form nº 9300 CL 1-85. Franklin, USA, 1985, 14p.

CONSTANT, T.; MOYNE, C. & PERRÉ, P. *Drying with internal heat generation: theoretical aspects and application to microwave heating*. AIChE Journal, vol. 42, n.2, 1996, pp. 359-368.

CANER, C.; HERNANDEZ, R. J. & PASCAL, M. A. *Effect of high-pressure processing on the permeance of selected high-barrier laminated films*. Packaging Technology and Science, vol. 13, n. 5, 2000, pp. 183–195.

CANER, C. *et al.* *The effect of high-pressure food processing on the sorption behaviour of selected packaging materials*. Packaging Technology and Science, vol. 17, n.3, 2004, pp. 139–153.

Comissão das Comunidades Europeias. CEN-TS, 13130-16 (2005). Materials and articles in contact with foodstuffs. Plastics substances subject to limitation. Part 16: determination of caprolactam and caprolactam salt in food simulants.

Comissão das Comunidades Europeias. Regulamento UE n. 10 de 14 de Janeiro de 2011. Materiais e objetos de materiais plásticos destinados a entrar em contato com os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia, Bruxelas, L 12, 15 Jan. 2011. 89 p.

COUTINHO DE OLIVEIRA, T. L. *et al.* *Natural antimicrobials as additional hurdles to preservation of foods by high pressure processing*. Trends in Food Science & Technology, vol. 45, 2015, pp. 60–85.

DENOYA, G.I.; VAUDAGNA, S.R. & POLENTA G. *Effect of high pressure processing and vacuum packaging on the preservation of fresh-cut peaches*. LWT-Food Science and Technology, vol. 62, 2015, pp. 801-806.

DHAWAN, S. *et al.* *Oxygen barrier and enthalpy of melting of multilayer EVOH films after pressure-assisted thermal processing and during storage*. Journal of Applied Polymer Science, vol. 122, 2011, pp. 1538–1545.

RECICLAGEM E AMBIENTE

ABNT, Sistemas da gestão ambiental – requisitos de orientação para uso. NBR ISO 14001:2004, 2004.

FERON, V.J., *et al.*, *Polyethylene Terephthalate Bottles (PETB's): A Health and Safety Assessment*, Food Additives and Contaminants, vol. 11, 1994, pp. 571 – 594.

FLEXON, F.D. "Strategic PET Recycling Issues". PETCore Workshop. PET Container Recycling Europe, Brussels, Belgium, 2002, 50p.

ILSI Europe. *Packaging Materials, Polyethylene terephthalate (PET) for Food Packaging Applications*. Report on Packaging Materials, ILSI Europe Packaging Material Task Force, Brussels, Belgium July, 2000, 16p.

MOURAD, AL., *et al. Influence of recycling rate increase of aseptic carton for long life milk on GWP reduction*. Resources Conservation & Recycling, vol.52, n.4, 2008, pp.678-689,

ONU – Organização das Nações Unidas. Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e o desenvolvimento, 2014.

USDA. *Points to consider for the use of recycled plastics in food packaging – Chemistry considerations*, US Food and Drug Administration, Washington D.C., Division of Food Chemistry and Technology, HFF-410, 1992.

THIELE, U.K. "Conversion of PET-Bottle Flakes to added value products". *In: Seminar, Polyester Technology*, São Paulo, Nov. 2002, 24p.

LEGISLAÇÃO

BRASIL. ANVISA. RDC nº 24, de 15 de junho de 2010. Dispõe sobre a oferta, propaganda, publicidade, informação e outras práticas correlatas cujo objetivo seja a divulgação e a promoção comercial de alimentos considerados com quantidades elevadas de açúcar, de gordura saturada, de gordura trans, de sódio, e de bebidas com baixo teor nutricional, nos termos desta Resolução, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 de junho. 2010.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 105, de 19 de maio de 1999. Dispõe sobre normas técnicas sobre disposições gerais para embalagens e equipamentos de plástico para contato com alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 de março. 2000. Seção 1.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 51, de 26 de novembro de 2010. Dispõe sobre migração em materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 244, 22 dez. 2010. Seção 1, p. 75.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012. Declarar sobre a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados ao desenvolvimento de embalagens e equipamentos de plástico em contato com alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2012, Seção 1.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 91 de 11 de maio de 2001. Aprova o Regulamento Técnico "Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos". Essa Resolução trata dos critérios gerais para adesivos utilizados na fabricação de embalagens e equipamentos destinados a entrar em contato direto com alimentos.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 122 de 19 de junho de 2001. Este Regulamento Técnico se aplica às parafinas sintéticas, às ceras de petróleo incluindo as categorias parafínicas e micro cristalinas, às ceras de polietileno e aos produtos elaborados a base destas, utilizadas no revestimento de embalagens e artigos destinados a entrar em contato com alimentos e para o revestimento de queijos.

BRASIL. ANVISA. Portaria nº 177 de 4 de março de 1999. Este Regulamento Técnico aplica-se às embalagens e equipamentos celulósicos destinados a entrar em contato com alimentos e matérias-primas para alimentos, inclusive aqueles materiais celulósicos revestidos ou tratados superficialmente com parafinas, resinas poliméricas e outros.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 130 de 10 de maio de 2002. Esta Resolução altera o subitem 2.10 do item 2 da Portaria nº 177/99, de 04 de março de 1999.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 129 de 10 de maio de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Material Celulósico Reciclado e se aplica a fibras celulósicas provenientes de material reciclado como mencionadas na “Lista Positiva para Embalagens e Equipamentos Celulósicos em Contato com Alimento” e que serão utilizados na fabricação de embalagens para alimentos sólidos secos, ou de ação extrativa pouco significativa, classificados como tipo VI no Regulamento Técnico – Disposições Gerais para Embalagens e Equipamentos Plásticos em Contato com Alimentos.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 217 de 1º de agosto de 2002. Este regulamento técnico se aplica às películas de celulose regenerada, destinadas a entrar em contato com alimentos ou matérias primas para alimentos e às embalagens compostas por vários tipos de materiais, sempre que a camada em contato com o alimento seja de celulose regenerada.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 218 de 1º de agosto de 2002. Este Regulamento Técnico se aplica às tripas sintéticas a base de celulose regenerada, destinadas a entrar em contato com alimentos. Não se aplica àquelas cuja superfície em contato com alimentos esteja revestida por uma camada superior a 100 mg/dm².

BRASIL. ANVISA. RDC nº 123 de 19 de junho de 2001. Este Regulamento Técnico se aplica a embalagens e equipamentos elastoméricos destinados a entrar em contato com alimentos ou matérias primas para alimentos, durante sua produção, elaboração, transporte, distribuição e armazenamento. Aplica-se, inclusive, àqueles compostos de vários tipos de materiais, sempre que a face em contato com o alimento seja elastomérica.

BRASIL. ANVISA. Lei nº 9.832 de 14 de setembro de 1999. Proíbe o uso industrial de embalagens metálicas soldadas com liga de chumbo e estanho para acondicionamento de gêneros alimentícios, exceto para produtos secos ou desidratados.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 20 de 22 de março de 2007. Este Regulamento Técnico se aplica as embalagens, revestimentos, utensílios, tampas e equipamentos elaborados com materiais metálicos, revestidos ou não, que entram em contato com alimentos e suas matérias primas durante sua produção, elaboração, transporte, distribuição e armazenamento.

BRASIL. ANVISA. Portaria nº 987 de 8 de dezembro de 1998. Este Regulamento Técnico estabelece as condições gerais e os critérios de avaliação de embalagens de polietileno tereftalato – PET – multicamadas para bebidas não alcoólicas carbonatadas e de seu processo de fabricação.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 124 de 19 de junho de 2001. Este Regulamento Técnico se aplica aos preparados formadores de película a base de resinas e ou polímeros que são aplicados diretamente em queijos de cura ou sobre as tripas de embutidos de carne, sob a forma de emulsão, solução ou suspensão.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 146 de 06 de agosto de 2001. Este Regulamento Técnico trata da deposição de camada interna de carbono amorfo em garrafas de polietileno tereftalato (PET) virgem via plasma, destinadas a entrar em contato com alimentos dos tipos de I a VI, da temperatura de congelamento à temperatura ambiente por tempo prolongado, e temperatura máxima de processamento do alimento de 121°C.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 20 de 26 de março de 2008. Este Regulamento Técnico estabelece os requisitos gerais e os critérios de avaliação, aprovação/autorização e registro de embalagens de PET, elaboradas com proporções variáveis de PET virgem (grau alimentício) e de PET pós-consumo reciclado, descontaminado (grau alimentício), destinados a entrar em contato com alimentos.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 51 de 26 de novembro de 2010. Este Regulamento Técnico estabelece os critérios gerais para a determinação de migrações total e específicas, e se aplica aos seguintes materiais, embalagens e equipamentos plásticos destinados a entrar em contato com alimentos.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 52 de 26 de novembro de 2010. Este Regulamento Técnico se aplicará às embalagens e equipamentos plásticos que contêm corantes em sua fórmula, destinados a entrar em contato com alimentos, assim como os corantes utilizados para colorir os mesmos, estabelecendo os requisitos que estes devem cumprir assim como a metodologia analítica de referência para seu controle.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 41 de 16 de setembro de 2011. Este Regulamento Técnico dispõe sobre a proibição de uso de bis-fenol A em mamadeiras destinadas a alimentação de lactentes e dá outras providências. Revogada pela Resolução RDC nº. 56/2012.

BRASIL. ANVISA. RDC nº 17 de 12 de janeiro de 2008. Esta Resolução trata do Regulamento Técnico sobre a Lista Positiva de Aditivos para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato com Alimentos, que consta como Anexo como parte.

BRASIL. ANVISA. Portaria nº 27, de 13 de março de 1996. Este Regulamento Técnico se aplica às embalagens e equipamentos de vidro ou cerâmica (esmaltada ou vitrificada) que entram em contato direto com alimentos durante sua produção, elaboração, fracionamento, armazenamento, distribuição, comercialização e consumo.

BRASIL. ANVISA. Instrução Normativa nº 9, de 12 de novembro de 2002. Esta Instrução dispõe sobre as embalagens destinadas ao acondicionamento de produtos hortícolas "in natura".

Nasceu na cidade do Rio de Janeiro em 1957 onde realizou a sua formação até o segundo grau. Graduiu-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, Minas Gerais em 1980. Concluiu o Mestrado – 1992 e o Doutorado – 1998 na Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. É professor Livre Docente por defesa de Tese na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp na Área de Tecnologias de Embalagens.


Trabalhou por mais de 10 anos em empresas de embalagens, alimentos e farmacêutica nas áreas de processos, desenvolvimento de produtos, controle e garantia da qualidade. Possui formação em auditorias de Normas ISO e Sistemas da Qualidade em indústrias de embalagens, alimentos e farmacêuticas. Publicou diversos trabalhos na área de embalagens em revistas e periódicos nacionais e internacionais. Desenvolveu experiências nas áreas de materiais de embalagens e estabilidade de alimentos. Foi diretor da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp de 2002 a 2005), Chefe de Gabinete Adjunto do Reitor de 2005 a 2009, Coordenador Executivo de Eventos Institucionais do Gabinete do Reitor de 2009 a 2013 e Assessor Especial de Reitor de 2013 a 2017. Foi homenageado com o Prêmio Brasileiro de Embalagem 2012, Troféu Roberto Hiraishi, como Profissional do Ano de Embalagem. Exerceu a Coordenação da Câmara Especializada de Engenharia Química e de Alimentos do CREA-SP de 2013 a 2014 e a Coordenação Nacional das Câmaras Especializadas de Engenharia Química e de Alimentos do Conselho Federal de Engenharia – CONFEA de 2014 a 2015.

Recebeu o Prêmio Institucional de Reconhecimento Docente em Ensino de Graduação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp em 2015. É membro do Grupo de Trabalho de Embalagens da ANVISA. Realizou o programa de Pós-doutoramento na Área de Embalagens da Escola Superior de Biotecnologia – ESB da Universidade Católica Portuguesa – UCP, Porto, Portugal em 2016. Participou como professor convidado no programa de pós-graduação do Centro de Investigação e de Estudos Avançados do Instituto Politécnico Nacional do México – CINVESTAV, Campus Santiago de Querétaro, México em 2018. Foi condecorado com a Ordem do Mérito Aeronáutico – OMA, Grau Cavaleiro do Comando da Aeronáutica em 2003, Brasília, DF e recebeu as Medalhas do “Mérito Presidente Juscelino Kubitschek” e da “Cruz da Distingção Literária e Artística” da Federação das Academias de Letras e Artes do Estado de São Paulo – FALASP em 2006 e 2007, São Paulo, SP.

TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS

500 perguntas frequentes



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora
Ano 2023

TECNOLOGIAS DE EMBALAGENS

500 perguntas frequentes



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

 **Atena**
Editora
Ano 2023