

# **TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O SETOR DE ALIMENTOS (SEGMENTO DE CARNES)**

**Mário Otávio Batalha  
Lúcio Alberto de Miranda Gomide  
Aldara da Silva César**

**n.7**

**Brasília 2009**





# **TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O SETOR DE ALIMENTOS**

## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI**

*Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto*

## **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI**

### **Conselho Nacional**

*Presidente: Armando de Queiroz Monteiro Neto*

### **SENAI - Departamento Nacional**

*Diretor-Geral: José Manuel de Aguiar Martins*

*Diretora de Operações: Regina Maria de Fátima Torres*



*Confederação Nacional da Indústria  
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional*

# **TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O SETOR DE ALIMENTOS (SEGMENTO DE CARNES)**

**Mário Otávio Batalha  
Lúcio Alberto de Miranda Gomide  
Aldara da Silva César**

n.7

**Brasília 2009**



Modelo SENAI de Prospecção

**Série Estudos Tecnológicos e Organizacionais**

© 2009. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

**Unidade de Prospectiva do Trabalho - UNITRAB**

---

Ficha catalográfica

---

B328t

Batalha, Mário Otávio.

Tecnologias emergentes para o setor de alimentos: segmento de carnes / Mário Otávio Batalha, Lúcio Alberto de Miranda Gomide, Aldara da Silva César. – Brasília: SENAI.DN, 2009.

89 p. : il. (Estudos Tecnológicos e Organizacionais, n.7)

ISBN 978-85-7519-297-9

1. Alimentos - Indústria 2. Alimentos - Tecnologia I. Título II. Gomide, Lúcio Alberto de Miranda III. César, Aldara da Silva

CDU: 338.45

---

**SENAI**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

**Sede**

Setor Bancário Norte  
Quadra 1 – Bloco C  
Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF  
Tel.: (0xx61) 3317-9544  
Fax: (0xx61) 3317-9550  
<http://www.senai.br>

# Lista de Figuras

Figura 1 – Organização do Sistema Agroindustrial (SAI) e Indústrias de Apoio	15
Figura 2 – Parceria entre as empresas Coca-cola e Avon – Campanhas: “Beleza em Dobro”, lançada em 2006, e “Colecione Elogios”, em 2007	19
Figura 3 – Lançamento de vinho em garrafa com “tampa-copo”	20
Figura 4 – Água gaseificada em garrafa com botões que armazenam os aromas	20
Figura 5 – Pera com um rótulo sensível ao seu amadurecimento na embalagem	22
Figura 6 – Etiqueta colada em patê refrigerado	23
Figura 7 – Exemplos de etiquetas RFID	24
Figura 8 – Indicação da qualidade da carne através do rótulo	25
Figura 9 – Queijo com um rótulo sensível a elementos patogênicos na embalagem	25
Figura 10 – Informações sobre a leitura da etiqueta (à esquerda) e carne com identificação de quão fresca ela se encontra, já disposta nas prateleiras (à direita)	26
Figura 11 – Embalagem com válvula unidirecional de alívio de gases: detalhe do mecanismo e do funcionamento	29
Figura 12 – Filmes com lactato (à esquerda) e com propionato (à direita)	32
Figura 13 – Vegetais minimamente processados com absorvedores de oxigênio	33
Figura 14 – Presunto com absorvedor de oxigênio em autoadesivo preso à embalagem (à esquerda) e biscoitos com absorvedores (à direita)	34
Figura 15 – Formação do pigmento de cor de metamioglobina em músculos menos estáveis (maior taxa de consumo de oxigênio) durante a exposição de carnes embaladas	35
Figura 16 – Produto cárneo curado fatiado com alteração de cor devido à exposição a ambiente iluminado (direita) e na presença de resíduo de oxigênio dentro da embalagem (esquerda)	35

Figura 17 – Pratos feitos com 100% de bagaço de cana de açúcar	39
Figura 18 – Bandejas para alimentos	40
Figura 19 – Aspecto visual das amostras de lombo suíno acondicionado sob diferentes atmosferas modificadas, após 20 dias de estocagem a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$	45
Figura 20 – Sachê absorvedor de oxigênio	54
Figura 21 – Beef Jerky no sabor doce apimentado	57
Figura 22 – Beef jerky em grandes pedaços (à esquerda) e já fatiados e embalados (à direita)	59
Figura 23 – Best fibre 110	62
Figura 24 – Bestfibre Tris	62
Figura 25 – Salames disponibilizados no mercado	66
Figura 26 – Presunto cozido disponibilizado no mercado	68

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Interações indesejáveis entre a embalagem e o alimento	17
Quadro 2 – Absorvedores de $\text{O}_2$ existentes no mercado mundial, por fabricante	36
Quadro 3 – Absorvedores de umidade existentes no mercado mundial, por fabricante	38

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre as tecnologias de embalagens e seus respectivos residuais de oxigênio	55
---	----

# Sumário

<b>A</b>	<b>Apresentação</b>	
<b>1</b>	<b>Introdução</b>	11
<b>2</b>	<b>Inovação na Indústria de Alimentos</b>	13
2.1	O Processo de Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria de Alimentos	13
2.2	Inovações no Setor de Embalagens	16
2.2.1	Histórico das Inovações em Embalagens	16
2.2.2	Inovações Tecnológicas das Embalagens	21
2.3	Incorporação de Fibras em Produtos Cárneos	46
<b>3</b>	<b>Estudos de Casos em Inovações</b>	53
3.1	Embalagens com Absorvedores de Oxigênio	53
3.1.1	Empresa Fornecedora	53
3.1.2	Empresa Usuária 1	56
3.1.3	Empresa Usuária 2	58
3.2	Empresas que Utilizam Fibras em Produtos Cárneos Elaborados	60
3.2.1	Tipos de Fibras Utilizadas	61
3.2.2	Empresa Usuária 1	66
3.2.3	Empresa Usuária 2	67
<b>4</b>	<b>Considerações Finais</b>	69
	<b>Referências</b>	71
	<b>Apêndices</b>	83
	Apêndice A - Tecnologias Emergentes Específicas Identificadas pelo Modelo SENAI de Prospecção(2006)	85
	Apêndice B - Questionário Aplicado às Empresas	87
	Apêndice C – Lista de Fornecedores de Fibras Alimentares	93



# Apresentação

Com o intuito de contribuir para um ambiente institucional favorável à difusão de novas tecnologias, temos o prazer de disponibilizar o estudo técnico *Tecnologias Emergentes para o setor de Alimentos: segmento de carnes*. Este estudo constitui uma atividade de interação para a difusão tecnológica, a qual permite reduzir as incertezas dos principais agentes econômicos envolvidos nos processos de decisão associados a novas tecnologias. Essa ação dá continuidade à aplicação do Modelo SENAI de Prospecção no referido setor e segmento.

O estudo buscou gerar novas informações teóricas (funcionamento, vantagens produtivas etc.) e empíricas (estudos de caso) sobre as Tecnologias Emergentes Específicas (TEE) identificadas pela aplicação do Modelo SENAI de Prospecção. Para tal foram utilizadas fontes secundárias e primárias que apresentam dados reais sobre a importância das tecnologias para as empresas que as possuem.

Espera-se que este estudo possa ser mais um importante instrumento de informação sobre o mercado de trabalho, a educação profissional e os serviços tecnológicos para empresas e profissionais do setor, entidades representativas de empregadores e de trabalhadores, bem como para a tomada de decisão quanto à formulação de políticas de formação profissional.

*José Manuel de Aguiar Martins*  
Diretor-Geral SENAI/DN



# 1 Introdução

Este estudo pretende selecionar algumas Tecnologias Emergentes Específicas (TEE) identificadas para o setor de carnes pelo Modelo SENAI de Prospecção<sup>1</sup>, a fim de aprofundar o estudo dos impactos dessas tecnologias no perfil ocupacional dos profissionais do setor. Pretende-se, com os casos apresentados nesta pesquisa, elencar vantagens dessasTEEs frente às tecnologias convencionais, segundo a percepção da organização, destacando os fatores de base tecnológica que obstaculizam o processo de difusão das mesmas.

As análises das empresas que adotaram as tecnologias em foco servirão como estudos de casos para o segmento (indústrias e profissionais). Seus resultados auxiliarão na definição de diretrizes para a educação profissional do setor, com destaque para as unidades educacionais do SENAI.

Dentre os segmentos tecnológicos selecionados na aplicação do Modelo SENAI de Prospecção para o referido setor, foram considerados nesta proposta:

- Produtos elaborados;
- Embalagens; e
- Tecnologias de sanitização.

Foram enfocados no presente trabalho os segmentos de embalagens e de produtos elaborados. As inovações tecnológicas em embalagens têm sido consideradas em vários estudos como importantes mecanismos indutores de competitividade das indústrias de alimentos em geral, uma vez que permitem a agregação de valor por meio da diferenciação de produtos. Como o setor de embalagens de alimentos é muito diversificado e dinâmico do ponto de vista tecnológico, foi necessária uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema. Esta revisão serviu para balizar as escolhas das tecnologias e empresas a serem estudadas.

---

<sup>1</sup> SENAI. Departamento Nacional. Tendências para o setor de alimentos: segmento de carnes. Brasília, 2006. (Série Difusão Tecnológica e Organizacional; 2).

Já os produtos elaborados foram considerados neste trabalho devido às tendências de consumo ligadas à busca pelo consumidor de estilos de vida mais saudáveis por meio de uma alimentação balanceada. Isso interfere diretamente na reestruturação do sistema produtivo das empresas, fazendo com que as mesmas desenvolvam produtos que atendam a essa nova demanda de mercado, que demonstra claramente sua preferência por alimentos com teores reduzidos de gorduras, açúcares, sódio e com incremento de fibras.

## 2 Inovação na Indústria de Alimentos

Esta seção tem como objetivo apresentar um conjunto de conceitos e teorias utilizados para o desenvolvimento deste estudo. Ela está dividida em duas partes.

Inicialmente serão discutidos aspectos relativos à importância da inovação na indústria alimentícia, bem como o papel do Processo e Desenvolvimento (P&D) nesse cenário. Posteriormente será discutida brevemente a importância da indústria de embalagem como agente de suporte a inovações no segmento de alimentos e como elas vêm contribuindo para o incremento da competitividade de diversas empresas no mercado. Na última seção, o trabalho apresenta a inovação no segmento de produtos elaborados, sendo destacado o incremento de fibras nos produtos cárneos.

### 2.1 O Processo de Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria de Alimentos

Existe um consenso nas comunidades acadêmica, empresarial e governamental sobre a importância da inovação tecnológica na competitividade de um setor ou nação. No entanto, este consenso não se reflete em uma definição única para inovação tecnológica.

Zaltman, Duncan e Holbeck (1973) definem inovação como:

qualquer ideia, prática ou artefato material percebido como novo pela unidade de adoção relevante, a qual pode ser uma pessoa, uma organização, um setor industrial, uma região, etc." Já para Dosi (1988), inovação pode ser entendida como "a busca, a descoberta, a experimentação, o desenvolvimento, a imitação e a adoção de novos produtos, novos processos e novas técnicas organizacionais.

Num primeiro momento essas definições podem soar confusas, o que é justificável pela dificuldade de se tentar simplificar em apenas algumas linhas

um tema de tamanha abrangência. Contudo, a importância desse entendimento é vital para a competitividade de países e organizações.

A competitividade pode ser vista como sendo “a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado” (SILVA; BATALHA, 1999). A inovação está no centro desse processo, inclusive para o setor de carnes e derivados (SANTINI, 2006). De acordo com os dados da ACNielsen citados por Mestriner (2007), dos 11 mil itens lançados no Brasil em 2004, cerca de 80% desaparecem até o segundo ano. Esse fracasso é atribuído a *marketing* insuficiente (52%), falta de inovação (48%) e à não apresentação de benefício algum ao consumidor (25%). Segundo a mesma pesquisa, a inovação que traz algum benefício ao consumidor aumenta em até 73% a chance de sobrevivência do produto no mercado competitivo.

Dentro desse quadro, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) influencia ativamente o processo de inovação tecnológica das empresas (STALL, 2007), sendo que a habilidade de inovar rapidamente traduz-se como essencial para o posicionamento competitivo das mesmas (ARUNDEL, 1998). Kumpe e Bolwijn (1994) também evocam a importância da P&D para o alcance da eficiência, da qualidade e da flexibilidade, principais exigências demandadas pelo mercado atual.

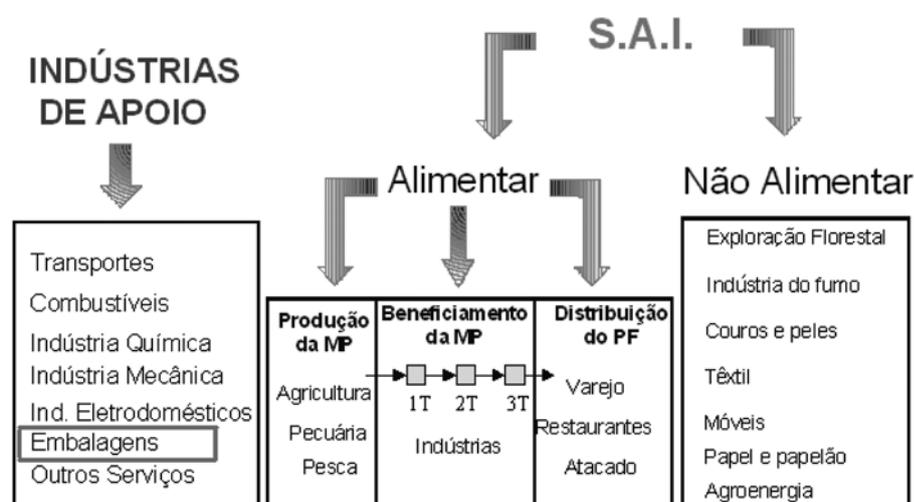
Esta tendência pode ser constatada na indústria de alimentos (IA), que tem que se adaptar às mudanças do comportamento do consumidor. O consumidor de alimentos, de maneira geral, demanda, cada vez mais, produtos que estejam relacionados à boa forma, à saúde, à conveniência e à preocupação ambiental, mas sem, contudo, negligenciar a importância da segurança do alimento ingerido. Pode-se ainda dizer que a ocorrência de vários surtos e epidemias ao redor do mundo, tais como gripe aviária nos países do oriente, *encefalopatia espongiforme bovina* (vaca louca) nos EUA e Canadá e os focos de febre aftosa no Brasil, vêm interferindo no processo de escolha dos alimentos.

O processo de desenvolvimento de produtos deve considerar essas diferentes informações para desenvolver produtos que considerem o entendimento dos anseios do mercado e converta-os em vantagens ao consumidor sem, ainda, descuidar do preço, qualidade e velocidade de lançamento de produtos e serviços.

Segundo Bosi (2003), uma tendência do segmento de alimentos é o crescente enfoque em nichos, o que, para Batalha e Silva (2007), refletiu-se diretamente sobre a forma da organização da firma e, numa visão mais abrangente, dos agentes inseridos dentro da cadeia produtiva.

De acordo com Pavitt (1984), a maior parcela das inovações tecnológicas dos sistemas agroindustriais é gerada por empresas que não participam diretamente do fluxo de transformação da matéria-prima agropecuária em produto final, sendo essas denominadas como “indústrias de apoio”. Assim, as inovações tecnológicas referentes ao setor agropecuário geralmente não são desenvolvidas pelos agricultores ou pecuaristas, mas pelos setores de sementes, defensivos animais e vegetais, alimentação animal, máquinas e equipamentos etc. De forma análoga, grande parte das inovações da IA provém de diferentes setores, tais como o de maquinários e equipamentos, de aditivos e, especificamente, o segmento de embalagens, o qual este trabalho se propõe a abordar de forma mais detalhada na seção 2.3 (Figura 1).

**Figura 1 – Organização do Sistema Agroindustrial (SAI) e indústrias de apoio**



Fonte: Adaptado de Batalha e Silva (2007)

## 2.2 Inovações no Setor de Embalagens

### 2.2.1 Histórico das Inovações em Embalagens

As embalagens surgiram com o propósito de conter, manter e conservar alimentos por um período maior através do isolamento do produto do meio externo. A substituição do escambo pelo dinheiro fez com que a moeda facilitasse a transação de mercadorias, o que resultou na necessidade de se desenvolver embalagens que permitissem transportar os alimentos para pontos cada vez mais distantes e distintos com o mínimo de perdas em quantidade e qualidade.

Ao longo dos anos o setor de embalagens vem ganhando importância econômica. A participação da indústria de embalagens no PIB (Produto Interno Bruto) de cada país se encontra na faixa de 0,5% e 2,5%, segundo a Organização Mundial de Embalagem (WPO). No Brasil o faturamento dessa indústria vem alcançando valores ascendentes e animadores, atingindo R\$ 20,428 bilhões em 2002, R\$ 24,274 bilhões em 2003, R\$ 28,591 bilhões em 2004 e R\$ 31,3 bilhões em 2005 (PLÁSTICO, 2006a), o que justificaria o interesse por investimentos em pesquisa nesse segmento.

Ao longo das décadas as embalagens adquiriram outras funções, que não apenas a de armazenar, tais como as de comunicação com o consumidor, o que despertou o interesse da área de *marketing* para desenvolvimento de embalagens atrativas que permitissem o aumento do interesse do consumidor pelo produto.

Várias pesquisas apontam a importância da embalagem na decisão de compra dos consumidores, visto que a maioria dos consumidores associa a embalagem à qualidade do produto em si (MESTRINER, 2005). No Brasil a qualidade da embalagem é fator determinante para o sucesso da venda do produto, inclusive em níveis maiores que as expectativas dos norte-americanos e europeus. Esse fato talvez esteja relacionado ao nível cultural/educacional do mercado brasileiro, que avalia o produto pela aparência da embalagem e não pelo produto em si ou pelas suas implicações ambientais (Souza; Vasconcelos, 2000).

No que se refere às inovações técnicas no setor de embalagens, tem-se que elas também visam transpor os conceitos tradicionais de que a embalagem é vista somente como uma barreira inerte que confina o alimento para impedir quaisquer interações entre o produto e o meio externo. Isso porque as interações entre o alimento e a embalagem sempre foram tidas como indesejáveis tendo em vista que geram reações que podem comprometer a qualidade do alimento, conforme apresentadas no Quadro 1.

Vale mencionar que essas perdas de qualidade dos alimentos variam de acordo com a sua composição (atividade de água, pH, composição lipídica...), as condições de estocagem (temperatura, umidade relativa, concentração de oxigênio) e propriedades das embalagens (volume, composição do espaço livre, propriedades de barreiras...) (ALLARCON; HOTCHKISS, 1993).

**Quadro 1 – Interações indesejáveis entre a embalagem e o alimento**

<b>Embalagens metálicas</b>	Corrosão e assimilação, deterioração do verniz interno, corrosão externa, catalisadoras da corrosão externa.
<b>Embalagens de vidro</b>	Presença de lascas de vidros no interior da embalagem, facilidade de quebra.
<b>Embalagens flexíveis</b>	Permeabilidade a gases – principalmente O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> –, vapor de água e luz; desidratação e ganho de peso; presença de monômeros; alterações das características sensoriais do produto.
<b>Embalagens cartonadas</b>	Ataque microbiano e químico aos materiais constituintes, penetração de insetos e roedores, danos mecânicos.

Fonte: Elaborada a partir de Soares (2001)

Ainda, esse conjunto de reações entre as embalagens e os alimentos pode acarretar riscos à saúde daqueles que os consomem. Estima-se que, anualmente, centenas de milhões de pessoas sejam contaminadas por doenças veiculadas por alimentos – DVAs (FAO, 2002). De acordo com o Department of Health and Human Service (Departamento de Saúde dos EUA) (2007), no país as DVAs fazem 76 milhões de vítimas todo ano, sendo que dessas, 325 mil ficam hospitalizadas e 5.200 morrem. Um custo médico que chega a atingir 7 bilhões de dólares e ainda acarreta uma perda de produtividade ao redor de 37 bilhões de dólares. No Brasil não há um registro real desses casos, visto que a maior parte da população se automedica e vai ao médico apenas em última instância.

Nesse sentido, o novo conceito de embalagem se caracteriza por apresentar sistemas inovadores que, além de proteger, interagem com o produto de maneira benéfica de forma a agregar valor ao produto, tal como o incremento da qualidade do alimento, aumentando com isso a sua vida de prateleira (*shelf life*), ou, ainda, trabalhando algum atributo de segurança alimentar, das propriedades sensoriais etc.

De acordo com Vermeiren et al. (1999) e Rooney (1995), as novas embalagens focam um mercado que busca produtos que se aproximem da sua forma mais natural, com uma aparência de maior frescor e qualidade. Assim, inúmeros pesquisadores têm se dedicado a estudos de conservação dos alimentos que visam minorar as causas de sua degradação, tendo em vista que a grande parte deteriora-se com facilidade.

O desenvolvimento de embalagens ativas vem sendo empregado com sucesso nos EUA, Japão e Austrália. Somente as embalagens ativas, controladas e inteligentes movimentam cerca de US\$ 38 bilhões nos EUA, e estima-se que esse valor ultrapasse a marca de US\$ 54 bilhões em 2008 (ETC Group Report, 2004).

Apesar da expansão desse segmento na Europa, esse tipo de inovação ainda é limitado devido a restrições na legislação, medo ou resistência do consumidor e necessidade de conhecimento sobre a efetividade de impactos econômico e ambiental (KRUIJF et al., 2002). No Brasil, pouco se vê de concreto no mercado, mas o interesse por esse segmento é crescente e evidente.

Anunciou-se em 2004 o Programa Nacional de Desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia com recursos de US\$ 30 milhões a serem investidos entre 2005 e 2006, para vários segmentos. Ainda em 2006 foi lançado o Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), vinculado à Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa), sediado em São Carlos (SP), com os recursos da ação transversal de nanotecnologia dos Fundos Setoriais, estimados em R\$ 4 milhões. Esses recursos foram repassados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), agência de fomento do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). O LNNA visa desenvolver sensores e biossensores, caracterização e síntese de novos materiais, confecção de filmes finos e superfícies para a fabricação de comestíveis, embalagens inteligentes e superfícies ativas (MCT, 2006).

Nessa linha, no Brasil, merecem destaque as pesquisas conduzidas pelo ITAL, pela Unicamp, pelo CETEA, em cooperação com a Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da UNICAMP, as pesquisas conduzidas pelo Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa etc.

Algumas empresas, já consolidadas no mercado, utilizam estratégias de comunicação e venda para vincularem outros produtos à sua imagem, o que agrega maior valor à sua marca. Um exemplo dessa sinergia no Brasil é a parceria de uma empresa de refrigerantes e uma empresa de cosméticos que, desde 2005, lançam promoções em conjunto para impulsionarem seus negócios (Figura 2).

**Figura 2 – Parceria entre as empresas Coca-cola e Avon – Campanhas: “Beleza em Dobro”, lançada em 2006, e “Colecione Elogios”, em 2007**



Fonte: COCA-COLA (2008)

Considerado um importante instrumento para influenciar o consumidor, as embalagens vêm sendo foco de várias pesquisas no intuito de perceber os atributos que aumentem o valor percebido do produto que carregam. Nos últimos anos as empresas têm se empenhado no desenvolvimento de embalagens capazes de oferecer maior praticidade a um mercado que valoriza cada vez mais o atributo conveniência no momento da compra.

Como ilustração pode ser citada aqui, a Hardy Wine Company, maior produtora de vinhos da Austrália, com o lançamento de uma garrafa com “tampacopo”, primeira combinação garrafa-copo no mundo, denominada *shuttle* (Figura

3). A garrafa *tamper-proof* (antiviolação) se abre com uma simples ação de torção, que libera o copo onde o vinho é servido (EMBALAGEM MARCA, 2007).

**Figura 3 – Lançamento de vinho em garrafa com “tampa-copo”**



Fonte: Embalagem Marca (2007)

Outro caso que também exprime o crescente interesse pelo atributo praticidade é uma água gaseificada aromatizada que apresenta seis aromas diferentes, dentro de pequenos botões acoplados à garrafa, que podem ser liberados conforme a escolha do consumidor no momento do consumo, o que promete oferecer, além de praticidade, diversão com a curiosidade dos consumidores (Figura 4).

**Figura 4 – Água gaseificada em garrafa com botões que armazenam os aromas**



Fonte: Technovelgy (2006)

## 2.2.2 Inovações Tecnológicas das Embalagens

Esta seção traz um conjunto de conceitos ligados ao segmento de embalagens. Para fins didáticos, optou-se por apresentar o detalhamento de algumas dessas tecnologias utilizadas na indústria de alimentos, apresentando-se ilustrações e casos práticos. Esta seção será dividida em duas partes.

Inicialmente será abordado o conceito de embalagem inteligente para, na segunda parte, serem vistos os conceitos e exemplos de embalagens ativas.

### 2.2.2.1 Embalagens inteligentes

Segundo Kerry et al. (2006), embalagens inteligentes são aquelas que, de alguma forma, percebem algumas propriedades do alimento que protegem ou do ambiente no qual o alimento é mantido, sendo capazes de informar a toda a cadeia (produtor, postos de revenda e consumidores) as condições dessas propriedades.

De acordo com Yam et al. (2005), as embalagens inteligentes apresentam algum mecanismo de monitoramento das condições do alimento acondicionado, o que permite transmitir informações sobre sua qualidade e segurança ao longo da cadeia de abastecimento.

As empresas vêm despertando muito interesse por esse tipo de embalagem, pois agrega valor ao produto ao oferecer informações relevantes, tais como visibilidade e rastreabilidade do produto, o que interfere sobremaneira no processo de tomada de decisão dos consumidores (PLÁSTICO, 2006b).

A área de rótulos é uma das que mais tem absorvido tecnologias inteligentes. Os mais recentes avanços nesse campo consistem na evolução das etiquetas de código de barra, etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID), indicadores de tempo e temperatura, indicadores de gás, indicadores de deterioração e de microrganismos patogênicos, detectores de umidade, de pressão e de aceleração, biossensores etc. Alguns exemplos de embalagens inteligentes são apresentados a seguir.

- **Indicador de amadurecimento de frutas**

A empresa Pear Bureau Northwest desenvolveu um rótulo-sensor, ripeSense®, que mostra ao consumidor o estágio de amadurecimento da pera, produto que tradicionalmente é alvo de reclamações dos consumidores por não mudar de cor durante seu amadurecimento. Essa inovação permite que o consumidor escolha a fruta conforme o estágio de amadurecimento da sua preferência.

O sistema é relativamente simples: a embalagem capta o aroma da fruta e a etiqueta reage mudando de cor de acordo com os níveis de amadurecimento apresentados na parte externa da embalagem. O rótulo apresenta-se vermelho, indicando que a fruta está verde, e ainda nas cores laranja e amarelo para fruta firme e mole, respectivamente (Figura 5).

**Figura 5 – Pera com um rótulo sensível ao seu amadurecimento na embalagem**



Fonte: *site* da empresa RIPESENSE

Apesar de estar no mercado apenas a versão para peras, a empresa já anunciou o desenvolvimento do mesmo mecanismo para outras frutas cujo estágio de amadurecimento também é de difícil identificação, tais como: kiwi, melão, manga e abacate. Isso reflete a boa aceitação desse rótulo no mercado.

- **Indicadores de temperatura**

Uma tecnologia inteligente já testada com sucesso no mercado nacional foi o lançamento do rótulo termossensível em cervejas. Isso, principalmente, devido ao fato de que uma das principais inquietações do consumidor, no momento do

consumo, é ter certeza de que a bebida está gelada. Uma tecnologia simples, barata e que, segundo a gerente de comunicação da empresa, Mariana Amazonas, trouxe grande benefício aos negócios (PORTAL DA PROPAGANDA, 2006).

- **Indicadores de tempo**

Outro exemplo de etiqueta inteligente é o indicador de tempo desenvolvido pela Timestrip Ltda. O rótulo que mede o tempo que a embalagem está aberta é ideal para produtos refrigerados e congelados, sendo esse monitoramento feito de forma automática, variando de 10 minutos a 12 meses.

A tecnologia, barata e eficiente, é ideal para refrigeradores domésticos que medem de forma acurada o tempo de vida de prateleira de frutas e vegetais. Ela baseia-se na ação do sistema capilar e permite que um líquido azulado esorra sob o material microporoso de cor branca a uma taxa constante (Figura 6).

**Figura 6 – Etiqueta colada em patê refrigerado**



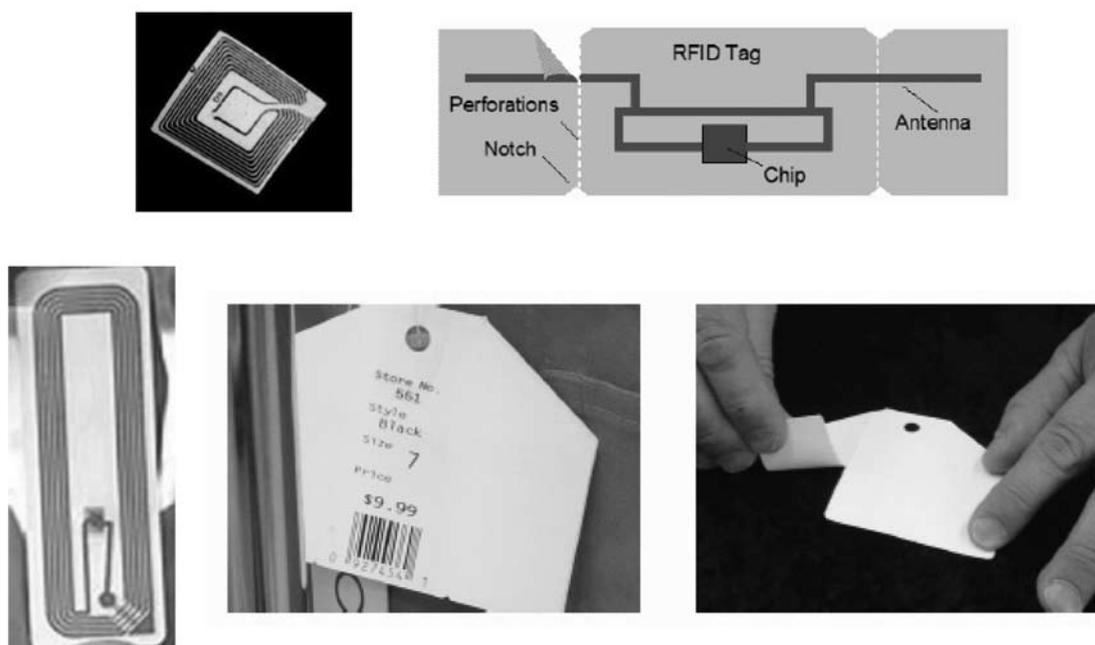
Fonte: Site da empresa Timestrip

- **Etiquetas de rastreabilidade: RFID**

A *radio frequency identification* (RFID), ou identificação por radiofrequência, não é uma tecnologia nova, mas a sua incorporação ao segmento de alimentos, sim. Essa etiqueta oferece o acompanhamento das informações ao longo

dos canais de abastecimento, permitindo a rastreabilidade dos produtos nos diferentes agentes dentro da cadeia, de forma eficiente e eficaz. No Brasil já é possível encontrar essa tecnologia em alguns centros de distribuição, mas os altos custos de implantação emperram a consolidação da sua difusão em curto prazo (RIBEIRO; PÊGO e SILVA, 2007).

**Figura 7 – Exemplos de etiquetas RFID**



Fonte: Jorge (2007)

- **Indicadores tempo-temperatura (TTIs)**

Os indicadores tempo-temperatura são etiquetas inteligentes que simulam o crescimento bacteriano de acordo com parâmetros de função de tempo e temperatura pré-estabelecidos. Logo que o nível de contaminação microbiológica torna o alimento inaceitável para a ingestão há mudança de cor da etiqueta, o que alerta o consumidor de que o alimento se encontra impróprio para o consumo.

Essa tecnologia foi primeiramente aplicada em setores militares e farmacêuticos, mas hoje já se encontra bem difundida no mercado mundial de alimentos. A Monoprix, varejista francesa, equipou seus 400 produtos com TTIs já no início de 1995. Também na França, a rede Carrefour já adota vários tipos de

etiquetas inteligentes em frutas e vegetais vendidos via Internet, na rede Ooshop.com. De acordo com IIFIR (2006), cada etiqueta atualmente custa em torno de € 0,02, sendo que esse preço vem caindo nos últimos anos (Figura 8).

**Figura 8 – Indicação da qualidade da carne através do rótulo**



Fonte: IIFIR (2006)

- **Indicadores microbiológicos**

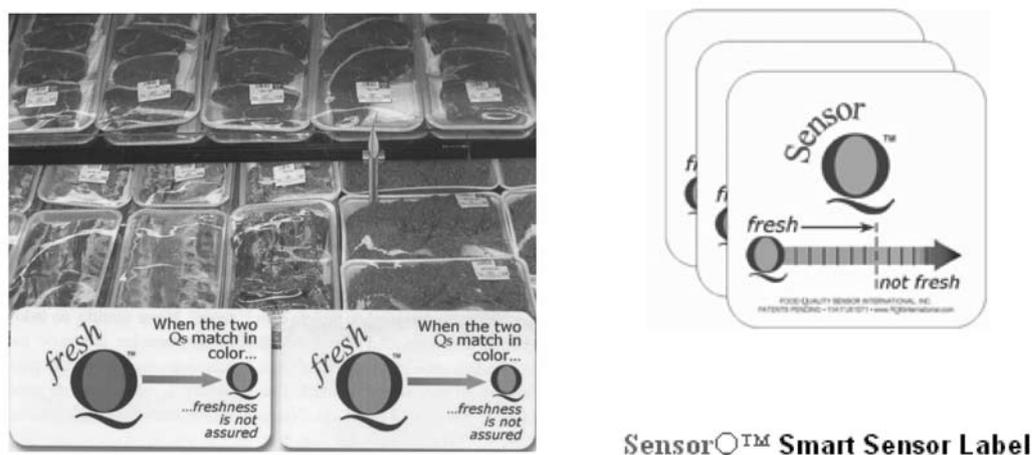
Na França, como apresenta a Figura 9, os consumidores podem identificar se o queijo está impróprio para consumo pela coloração do rótulo, que reage à qualidade do produto, mudando de cor.

**Figura 9 – Queijo com um rótulo sensível a elementos patogênicos na embalagem**



Outro exemplo nessa mesma linha está nos Estados Unidos. A Food Quality Sensor International lançou, em 2006, a etiqueta fresh QTM, que é posta sobre os produtos cárneos e é capaz de identificar quão fresco se encontra o alimento. Essa tecnologia, implementada no setor de bovinos e suínos, segundo a empresa criadora, agrega muito valor ao produto final sem, contudo, afetar os custos do produto, uma vez que o custo adicional é, em média, abaixo de 1% de seu valor total. No mercado, geralmente, essa mensuração é feita baseada, apenas, nas correlações de tempo e temperatura.

**Figura 10 – Informações sobre a leitura da etiqueta (à esquerda) e carne com identificação de quão fresca ela se encontra, já disposta nas prateleiras (à direita)**



Fonte: *site* da empresa FQSI

De forma simplificada, o funcionamento do sensor ocorre da seguinte forma: quando o interior da letra “Q” da etiqueta se encontra alaranjado, o produto está fresco. Mas, assim que a contagem atinge uma proporção que comprometa a segurança do produto, a coloração passa de laranja para amarronzada. A marca ainda pode passar para a coloração verde, que indica a contaminação mais alta dentro da escala proposta pela empresa.

### 2.2.2.2 Embalagens ativas

As embalagens ativas são definidas como sistemas que mudam a condição de acondicionamento do alimento para contribuir com algum atributo que seja desejável. Assim, a embalagem ativa pode ser destinada a interagir com um alimento de forma a estender a sua vida de prateleira ou de forma a aumentar a sua segurança ou contribuir com propriedades sensoriais. Ainda ela pode interagir com o meio em que se encontra, a exemplo das embalagens biodegradáveis, que foram desenvolvidas para diminuir o tempo de degradação das embalagens convencionais no meio ambiente. Essa definição foi proposta pelos participantes da European FAIR Project CT-98-4170 “*Evaluating safety, effectiveness, economic-environmental impact and consumer acceptance of active and intelligent packagings*” (SOARES, 2004).

Em trabalho de revisão, Kerry et al. (2006) estabelecem que embalagens ativas são aquelas que, além de exercer a função de barreira contra o ambiente externo, incorporam determinados aditivos nos sistemas de embalagens (tanto livres dentro da embalagem, ligados nas partes internas dos materiais de embalagem ou incorporados aos próprios materiais da embalagem) com vistas a manter ou estender a qualidade – inclusive quanto a aspectos sensoriais – e a vida útil do produto.

Em outras palavras, embalagens ativas são aquelas que interagem de forma desejável com o produto (SOARES, 2007). Segundo Oliveira e Oliveira (2004), elas, basicamente, procuram corrigir limitações das embalagens convencionais.

Embalagens ativas referem-se ao uso de: absorvedores de oxigênio, absorvedores de etileno, eliminadores de CO<sub>2</sub>, emissores de CO<sub>2</sub>, enzimas, controladores de umidades, controladores de sabor, controladores de odor, agentes antimicrobianos, antioxidantes, propriedades microbiológicas, liberadores de etanol, preservadores de cor, revestimentos comestíveis, embalagens autoresfriantes e biodegradáveis e etc.

Um ponto que suscita atenção é que não é objetivo deste trabalho abordar esse assunto de forma profunda; no entanto, diante de tantos tipos de embalagens ativas, este trabalho fará um breve detalhamento sobre algumas delas. Dessa

forma, as ilustrações que serão apresentadas podem oferecer ao leitor uma boa noção da vasta aplicação dessas inovações no segmento de alimentos.

- **Absorvedores de etileno**

O etileno é um composto liberado gradativamente durante o metabolismo das frutas climatéricas e que estimula a sua maturação e senescência. O retardamento dessa maturação pode ser feito através da remoção desse composto por algum agente antioxidante (LABUZA e BREENE, 1989).

As tecnologias envolvidas no desenvolvimento de uma embalagem para frutas e hortaliças objetivam retardar a respiração, o amadurecimento, a senescência e, conseqüentemente, todas as alterações indesejáveis advindas desses processos fisiológicos.

A remoção do etileno pode ser feita por embalagens plásticas à base de poliolefinas e à base de poliamidas, com minerais incorporados na massa de polímero. Esses minerais atuam como absorvedores de etileno e visam controlar o teor desse composto no espaço livre da embalagem ao redor do produto, reduzindo seu metabolismo, e conseqüentemente, aumentando sua vida de prateleira (JORNAL DO PLÁSTICO, 2001).

Atualmente, os absorvedores mais empregados para retirada de etileno são: o permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) na forma de sachê, carvão ativado impregnado com metais catalisadores na forma de sachê ou incorporados em papéis ou caixas de papelão ondulado, e os minerais como os zeólitos, cristobalita e *oya stone*, cujo principal componente é um anidrido de ácido salicílico (JORNAL DO PLÁSTICO, 2001).

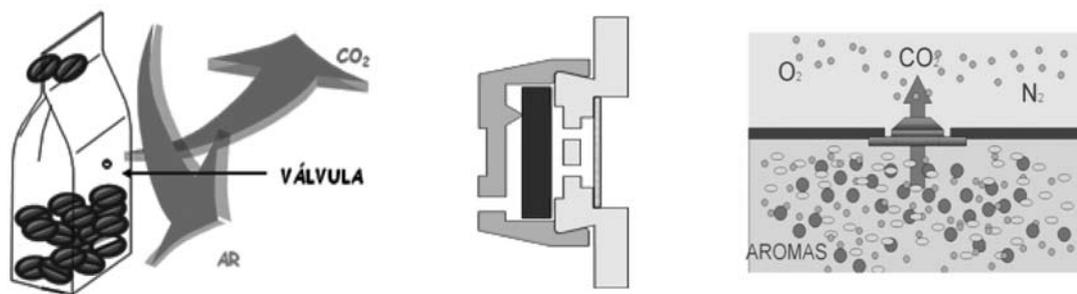
- **Liberadores de CO<sub>2</sub>**

A produção de gás carbônico pelo café, liberado nas primeiras 24 horas após a moagem, compromete o sabor do produto e ainda causa estufamento na embalagem. Para resolver esse tipo de problemas, várias empresas já utilizam

a embalagens ativas com válvula de alívio de gases: a válvula unidirecional se abre permitindo o escape do gás carbônico, que se faz indesejado, sem que haja a entrada do oxigênio.

A válvula unidirecional de alívio de gases, também chamada de *one way valve*, consiste em mecanismo capaz de modificar o ambiente interno. Suas principais vantagens são: acondicionamento e bloqueio de aromas no interior da confecção; permitir a saída de  $\text{CO}_2$ , mas não a entrada de oxigênio; e fácil aplicabilidade em linha de confecção (Figura 11).

**Figura 11 – Embalagem com válvula unidirecional de alívio de gases: detalhe do mecanismo e do funcionamento**



Fonte: Figuras cedidas pela empresa Atlantic Foods

Kerry et al. (2006) apresentam uma boa revisão sobre este assunto em carnes. Segundo eles, a introdução de emissores de  $\text{CO}_2$  na embalagem é uma técnica que pode ser associada, e complementada, ao uso de absorvedores de oxigênio para o controle de microrganismos aeróbicos, estendendo a vida útil dos alimentos.

Segundo esses autores, para que isto ocorra em carnes e derivados, é desejável que os níveis de  $\text{CO}_2$  no ambiente da embalagem estejam entre 10% e 80%. Alguns sistemas que associam a remoção de  $\text{O}_2$  e liberação de  $\text{CO}_2$  são baseados em carbonato ferroso ou mistura de ácido ascórbico e bicarbonato de sódio, como o AGELESS G, produzido pela japonesa Mitsubishi Gás Chemical Company e o FRESHPAX M, produzido pela americana Multisorb Technologies Incorporated.

Para carnes, os mesmos autores descrevem, como exemplo, o produto VERIFRAIS, produzido pela francesa SARL Codimer, no qual o sistema se baseia na mais tradicional técnica de embalagem em atmosferas modificadas (também discutida mais à frente), em que a bandeja possui um fundo falso perfurado, sob o qual é colocado um sachê poroso contendo ascorbato/bicarbonato de sódio; quando a carne exsuda líquido, este goteja sobre o sachê, emitindo CO<sub>2</sub>, que irá, no ambiente da embalagem, repor aquele que foi dissolvido na superfície da carne; desta forma é possível prevenir o colapso da embalagem. Entretanto, os autores citam os riscos de os sistemas baseados na embalagem de carnes em ausência de oxigênio, em especial sua troca no ambiente da embalagem por CO<sub>2</sub>, favorecerem o crescimento de *Clostridium botulinum* e sugerem a necessidade de mais pesquisas nesse sentido.

- **Absorvedores de CO<sub>2</sub>**

Para alguns produtos, que, durante a sua comercialização, liberam CO<sub>2</sub> como resultado de processos metabólicos, ao invés do uso de liberadores, deve-se usar sachês absorvedores de CO<sub>2</sub>, à base de hidróxido de sódio, potássio ou de cálcio, sílica gel ou óxido de cálcio, os quais absorvem este gás, evitando o rompimento/estouro da embalagem. É o caso de, provavelmente, produtos de aves desidratados e do *beef jerkey* (KERRY et al., 2006).

- **Filmes com incorporação de enzimas**

Enzimas podem ser incorporadas às embalagens dos produtos para a obtenção de resultados bastante específicos. Para ilustrar, a professora Nilda Soares, do Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFV, relata sua pesquisa feita em Cornell, Estados Unidos, onde promoveu a incorporação da enzima naringinase ao filme plástico da embalagem interna da caixinha do suco de uva. Isso permitiu a liberação da enzima de forma gradativa, o que resultou na redução do sabor amargo da bebida. Testes de laboratório comprovaram uma redução de 700 para 200 partes por milhão (ppm) de naringin na bebida, e uma análise sensorial feita por 800 pessoas revelou a maior aceitação da mesma em relação à bebida controle, isto é, o suco acondicionado em embalagem convencional.

Tradicionalmente, o suco passa por um equipamento onde é filtrado; no entanto, o filtro que retém o amargo do suco entope com facilidade, e isso requer que o processo seja interrompido várias vezes ao dia (FAPEMIG, 2004).

De acordo com a pesquisadora, o processo de retirar o amargor da bebida, mesmo nas indústrias mais modernas, é trabalhoso e muito lento, o que reflete no custo do processo. Nesse caso, a embalagem ativa é uma possibilidade mais prática e econômica que o processo convencional (FAPEMIG, 2004).

Pesquisadores do Instituto de Tecnologia Alimentar em Valência, Espanha, trabalham no revestimento do interior das embalagens com enzimas para modificar o alimento. Como exemplo pode-se citar a utilização de filmes com lactase para modificarem a lactose, presente no leite. Essa modificação torna o produto próprio para pessoas intolerantes a esse açúcar.

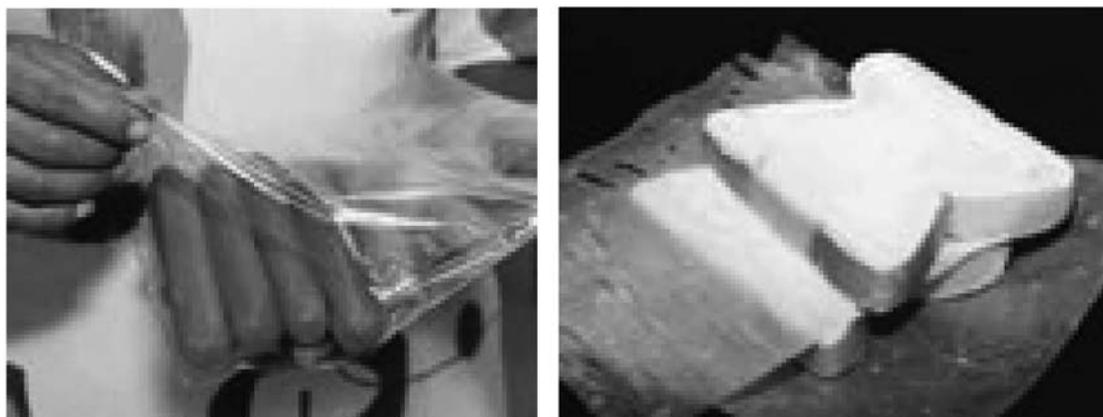
Broody e Budny 1995 (apud CRUZ, 2000) citam outros exemplos de incorporação de enzimas em embalagens: adição de glicose oxidase e catalase para a remoção de oxigênio e de compostos de degradação microbológica e, ainda, o uso de enzimas modificadas de colesterol para promover a hidrólise do colesterol em produtos com altas percentagens desse composto.

- **Filmes com incorporação de conservantes**

Diversas substâncias podem ser incorporadas às embalagens ativas, dependendo do alimento e do objetivo do pesquisador ou fabricante. No Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (DTA/UFV) já foram usados, por exemplo, propionatos e sorbatos em embalagens para pães de forma; nisina, para queijos; e lactato de sódio, para salsichas, conforme apresentados na Figura 12 (SOARES, 2007).

Quintavalla e Vicini (2002), Kerry et al. (2006) e Suppakul et al. (2003) apresentam uma excelente revisão sobre o uso de incorporação de diversos agentes antimicrobianos na embalagem para o controle de microrganismos em carnes e produtos cárneos.

**Figura 12 – Filmes com lactato (à esquerda) e com propionato (à direita)**



Fonte: Soares (2007)

- **Absorvedores de oxigênio**

Dentre os fatores que interferem na vida de prateleira do alimento, tem-se que o oxigênio é essencial para determinar a classe de microrganismos presentes no produto. A sua presença favorece o desenvolvimento de aeróbios, e a sua ausência, de anaeróbios (TORTOLA et al., 2000).

Ainda, o oxigênio é a principal causa de deterioração de alimentos embalados, pois ele permite a oxidação de óleos, gorduras, vitaminas e pigmentos, o que compromete as propriedades sensoriais do produto.

Alguns autores sugerem que o teor de  $O_2$  não deve ultrapassar a faixa de 5% a 10% (HOTCHKISS, 1988 apud Cruz, 2000). No entanto, muitas vezes a presença indesejável de oxigênio decorre das altas taxas de permeabilidade das embalagens a ele ou ainda de falhas no processo de acondicionamento, como misturas de gases contendo resíduos de oxigênio ou vácuo ineficiente (CRUZ, 2000).

Algumas embalagens ativas possuem absorvedor de oxigênio incorporado na camada intermediária do filme plástico. A embalagem mantém um comportamento passivo, até ser ativada durante o acondicionamento, fazendo o polímero se oxidar, o que resulta no consumo do gás quando acondicionado com radiação ultravioleta (JORNAL DO PLÁSTICO, 2001).

Outras variantes incorporam sachês, rótulos ou cartões que desempenham esse papel de absorvedor. Atualmente, os absorvedores mais usados comercialmente estão disponíveis na forma de sachês, contendo agentes redutores, como óxido de ferro, carbonato ferroso ou outros compostos ferrosos e platina (JORNAL DO PLÁSTICO, 2001).

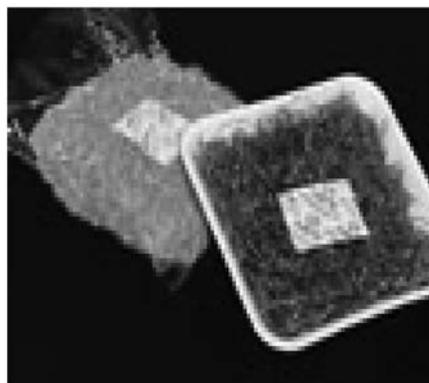
As cervejas com sequestrantes de oxigênio também constituem importante mercado para embalagens ativas na Europa e nos Estados Unidos, além de aplicações convencionais em carnes, frutas, legumes e refeições prontas ou congeladas. No Brasil esses absorvedores já podem ser encontrados em empresas de biscoitos, pães e até mesmo de carnes.

Os sachês são confeccionados com material altamente permeável ao oxigênio, e a seleção do tipo e tamanho do absorvedor varia de acordo com o tipo do produto e quantidade e, por isso, é fundamental para determinar a velocidade de absorção do gás. Ainda, há a necessidade de uma área livre ao redor do sachê para garantir maior eficiência.

Algumas desvantagens dessa tecnologia, citadas por Corso (2007), são o perigo de haver colapso do envoltório do sachê – o que comprometeria o produto e ainda o desenvolvimento de microrganismos anaeróbicos – e o fato de que alguns consumidores acabam ingerindo-os inadvertidamente, desvantagem bastante mencionada na literatura.

Exemplos de pesquisas nesse segmento é o incremento da qualidade dos minimamente processados testados pelo DTA/UFV. Esses sachês absorvem oxigênio e retardam o envelhecimento de vegetais processados.

**Figura 13 – Vegetais minimamente processados com absorvedores de oxigênio**



Fonte: Soares (2007)

Essa tecnologia já é realidade no dia a dia dos consumidores de vários países, já sendo encontrada em diversos ramos da indústria de alimentos (Figura 14).

**Figura 14 – Presunto com absorvedor de oxigênio em autoadesivo preso à embalagem, (à esquerda) e biscoitos com absorvedores (à direita)**



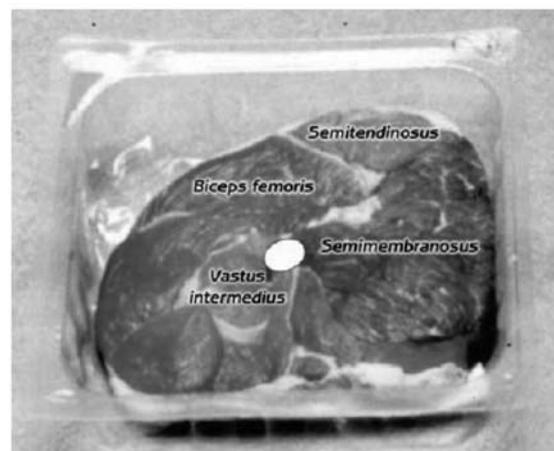
Fonte: Ilustrações retiradas dos sites das empresas MULTISORB e DIDAI

Na indústria da carne, um aspecto importante da utilização de absorvedores de oxigênio está na estabilização da cor de carnes e produtos cárneos curados (BEGGAN et al., 2005), aumentando a vida de prateleira desses produtos. Este aspecto é importante devido ao fato de que, como já mencionado, mesmo em embalagens com atmosferas modificadas, especialmente quando se utiliza apenas o vácuo e carnes embaladas em atmosferas modificadas (MANCINI et al., 2005; KERRY et al., 2006), costuma haver resíduos mínimos de oxigênio nas embalagens.

Para carnes frescas, esta baixa concentração de oxigênio residual na embalagem, ao invés de oxigenar o pigmento – a oximioglobina (MbO<sub>2</sub> – vermelho cereja, desejada pelos consumidores) – promove a oxidação do pigmento de mioglobina (Mb – vermelho púrpura) e a metamioglobina (MMb – marrom acinzentado), especialmente nos músculos com maior taxa de consumo de oxigênio (MAKENNA et al., 2005), fornecendo a impressão de um produto em fase de deterioração (Figura 15), especialmente quando o teor de MMb na carne atinge 20% (LIVINGSTON e BROWN, 1981, JUDGE et al., 1989, INSAUSTI et al., 1999, RAMOS e GOMIDE, 2007).

Para produtos cárneos curados, especialmente os fatiados, níveis residuais de oxigênio, em associação à luz UV dos balcões expositores, promovem a descoloração (esverdeamento) do pigmento (LIVINGSTON e BROWN, 1981, GARCÍA ESTEBAN et al. 2004, KERRY et al. 2006), com geração dos pigmentos de choleglobina e verdoheme, o que, igualmente, diminui o tempo de exposição dos produtos durante a comercialização (Figura 15).

**Figura 15 – Formação do pigmento de cor de metamioglobina em músculos menos estáveis (maior taxa de consumo de oxigênio) durante a exposição de carnes embaladas**



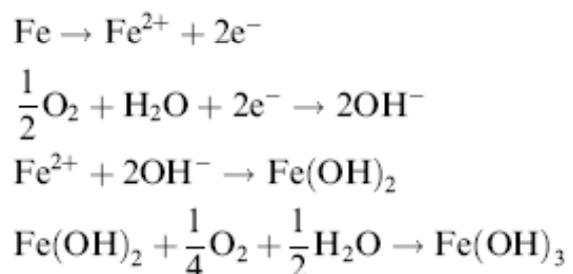
Fonte: Ramos e Gomide (2007)

**Figura 16 – Produto cárneo curado fatiado com alteração de cor devido à exposição a ambiente iluminado (direita) e na presença de resíduo de oxigênio dentro da embalagem (esquerda)**



Fonte: elaboração própria

Segundo Kerry et al.(2006) e Vermerein et al. (1999), os sachês absorvedores de O<sub>2</sub> são baseados na oxidação de pó de ferro, oxidação do ácido ascórbico, oxidação fotossensitiva de corantes, oxidação de enzimas (e.g., glucose oxidase e álcool oxidase), extrato de arroz de ácidos graxos insaturados (oleico ou linoleico) ou levedura imobilizada em um substrato sólido. Segundo eles, a ação da maioria desses sachês está baseada na oxidação do ferro, conforme as seguintes reações:



Alguns dos sachês comercialmente disponíveis são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Absorvedores de O<sub>2</sub> existentes no mercado mundial, por fabricante**

Produto	Fornecedora	Princípio	Eficiência
Darex®	Grace Performance Chemicals, USA	Filme (camada) de selagem	
PureSeal®	Advanced Oxygen Technologies Inc., USA	Tampa de vedação	
Smartcap®	Advanced Oxygen Technologies Inc., USA	Tampa de vedação	
Freshilizer®	Toppan Printing Co., Japão	Sachês	
Keplon™	Keplon Co., Japão	Sachês	
Modulan™	Nippon Kayaku Co., Japão	Sachês	
Negamold®	Freund Industrial Co., Japão	Sachês	
Oxyeater™	Ueno Seiyaku Co., Japão	Sachês	
Sanso-cut®	Finetech Co., Japão	Sachês	
Sansoless™	Hakuyo Co., Japão	Sachês	
Secule®	Nippon Soda Co., Japão	Sachês	

Sequel®	Dai Nippon Co., Japão	Sachês	
Tamotsu™	Oji Kako Co., Japão	Sachês	
Vitalon® <sup>2</sup>	Toagosei Chemical Co., Japão	Sachês	
Oxysorb®	Pillsbury Co., USA	Sachês e concentrado	
AGELESS®	Mitsubishi Gas Chemical Co., Japão	Oxidação do ferro – Sachês, cartão e rótulo	< 1% O <sub>2</sub> na embalagem
FRESHMAX®	Multisorb Technologies Inc., USA	Sachês e rótulo	
ATCO®	Emco Packaging Systems, Reino Unido; Standa Industrie, França,	Sachês e rótulo	
Bioka®	Bioka Ltd., Finlândia	Sachês e filme	
Cryovac OS	Cryovac Division, Sealed Air Corporation, USA	Filme com camada de absorvedor de O <sub>2</sub> extrusado em um filme plástico multicamadas e ativado por luz UV	< 1% O <sub>2</sub> na embalagem
ZERO2™	CSIRO + VisyPack Food Packaging, Visy Industries, Australia	Similar ao da Cryovac	
Oxycap®	Standa Industrie, França	Bandeja termoformada	
Amosorb®	BP Amoco Chemical, USA	Concentrado	
Oxbar™	Crown Cork and Seal, USA	Concentrado	
Oxyguar™	Toyo Seikan Kaisha, Japão		

Fonte: Kerry et al. (2006); Vermeiren et al. (1999); Suppakul et al. (2003)

- **Controladores de umidade**

Baseiam-se no controle da atividade de água dentro da embalagem, inibindo o crescimento microbiano (KERRY et al., 2006; VERMEIREN et al., 1999; SUPPAKUL et al., 2003). Normalmente são apresentados na forma de sachês por diversos fornecedores (Quadro 3)

**Quadro 3 – Absorvedores de umidade existentes no mercado mundial, por fabricante**

Produto	Fornecedora	Princípio
Peaksorb®	Peakfresh. Products, Austrália	
Thermarite®	Austrália	
Toppan™	Toppan Printing Co., Japão	
Pichit™	Sowa Denko, Japão	Filme composto de duas folhas de PVA, entre as quais há uma camada do humectante propileno glicol
MINIPAX®	United Desiccants, USA	Sachês
STRIPPAX®	United Desiccants, USA	Sachês
DESIMAX®	United Desiccants, USA	Sachês
Cryovac DriLoc®	Sealed Air Corporation, USA	
Desipak®	Multisorb Technologies Inc., USA	Sachês
Sorb-it®	Multisorb Technologies Inc., USA	Sachês
Tri-Sorb®	Multisorb Technologies Inc., USA	Sachês
2-in-1™	Multisorb Technologies Inc., USA	Sachês

Fonte: Kerry et al. (2006); Vermeiren et al. (1999); Suppakul et al. (2003)

- **Embalagens biodegradáveis**

As embalagens biodegradáveis consistem em um nicho que também vem se desenvolvendo rapidamente, dado o crescente interesse pela preservação do meio ambiente. Algumas empresas inclusive já divulgam essa característica em seus produtos a fim de conquistar consumidores que valorizam a questão da sustentabilidade.

Um exemplo é o da empresa chinesa Roots Biopack, sediada em Hong Kong, que produz no Brasil embalagens de papel a partir do bagaço de cana de açúcar. Essas embalagens podem ser empregadas para embalar frutas, carnes e outros alimentos. A vantagem dessa substituição está no custo, visto que o bagaço da cana de açúcar chega a ser 50% menor que o da matéria-prima tradicional. Outra vantagem visível é que esse material se degrada em até seis meses após a utilização (Figura 17).

**Figura 17 – Pratos feitos com 100% de bagaço de cana de açúcar**

Fonte: Retirado do *site* da empresa Alibaba

Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas nesse âmbito, como a da Universidade da Região de Joinville (Univille), em Santa Catarina, e da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), que desenvolveram, a partir de garrafas PET usadas (que levam até 500 anos para se decompor na natureza), um plástico que se degrada no solo em aproximadamente 45 dias.

Esse material biodegradável pode ser empregado na confecção de embalagens para produtos de beleza, materiais de decoração ou qualquer outro produto que não embale alimentos ou bebidas de forma direta. Isso é proibido pela ANVISA, que não permite que um material reciclado volte para o processo como embalagem primária (isto é, aquela que está em contato direto com o produto). Mas essa situação não é definitiva, tendo em vista que os empresários do segmento já têm reivindicado a revisão dessa legislação, algo que gera muita polêmica, pois embora o plástico passe por diversos tratamentos antes de ser reciclado, parte-se do princípio de que há um fator psicológico nos consumidores, que não se sentiriam à vontade em consumir algo que está enrolado num material que já esteve no lixão.

Outro candidato para substituir (parcial ou totalmente) o plástico (um derivado do petróleo) é o amido, que é um polímero natural abundante, barato e renovável. No entanto, os produtos à base de amido apresentam alta permeabilidade à água e, por isso, degradam-se rapidamente. Quaisquer adaptações para contornar esses tipos de problemas resultam no encarecimento do produto final, o que compromete certas aplicações (CEREDA, 2006).

De acordo com a autora, o amido não é um termoplástico verdadeiro, mas, na presença de um plastificante (tal como água, glicerina e sorbitol), altas temperaturas (90 °C a 180 °C) e cisalhamento, como ocorre no extrusor, ele derrete e flui, permitindo o uso em equipamentos de injeção, extrusão e sopro, como para os plásticos sintéticos.

Um exemplo de embalagem constituída por amido são bandejinhas para alimentos, chamadas de Ecovio L Foam, apresentadas na Feira de Düsseldorf, Alemanha, em outubro de 2007 (Figura 18).

**Figura 18 – Bandejas para alimentos**



Fonte: Portal do Plástico (2007)

Há vários produtos que podem ser feitos por termoformação com fécula de mandioca, mas segundo a perspectiva de Cereda (2006), é o segmento de embalagens que absorverá mais intensamente esse tipo de tecnologia. Assim sendo, a continuidade das pesquisas nesse campo é muito importante para resolver alguns problemas referentes às características químicas desse produto e às questões de viabilidade econômica que são ainda inerentes a esse processo.

Essa substituição ainda é lenta no Brasil, quando comparada com o mesmo processo em muitos países mais desenvolvidos onde esse mercado se encontra em estágios mais avançados. Para se ter uma ideia, na Grã-Bretanha os supermercados já lançaram embalagens que se degradam naturalmente no ambiente, desde a fita adesiva ao recipiente.

- **Embalagem em atmosferas modificadas**

A técnica de conservação de alimentos por atmosfera modificada é uma tecnologia relativamente emergente na área de alimentos, em especial na área de carnes. Sua aplicação tem aumentado sensivelmente nos últimos anos em função da demanda por alimentos menos processados, frescos e refrigerados e que, ainda assim, apresentam maior período de validade. A embalagem a vácuo pode ser considerada a primeira tecnologia neste sentido, seguida pelo uso de mistura de gases, todas com o objetivo de modificar as condições de estocagem com o intuito de inibir agentes deterioradores de alimentos perecíveis e, por conseguinte, manter a qualidade durante sua vida útil ou até mesmo estendê-la por períodos mais longos. Em carnes, deseja-se também manter a cor atrativa, já que este é o primeiro requisito de qualidade, muitas vezes usado como forma de avaliar o frescor dos produtos (SØRHEIM et al., 1999, LUÑO et al., 2000, RAMOS e GOMIDE, 2007).

Os dois principais agentes deterioradores de carnes frescas, as bactérias aeróbias e as reações oxidativas, são dependentes de  $O_2$ . Dessa forma, a remoção de  $O_2$  da embalagem e/ou sua troca por outros gases retardará a deterioração e manterá a qualidade da carne por um período maior. A exclusão de oxigênio é o princípio em que se baseia a utilização de vácuo na conservação de alimentos, enquanto a troca do ar por misturas gasosas norteia o processo de conservação em atmosferas modificadas (composição gasosa diferente daquela do ar atmosférico).

Nas embalagens a vácuo, o produto é embalado em filme de baixa permeabilidade ao  $O_2$ , e o ar contido no interior é retirado antes de a embalagem ser selada; o teor de  $O_2$  no interior da embalagem deverá ser inferior a 1% (LAMBERT et al., 1991). Uma das desvantagens associadas à embalagem a vácuo é a inevitável compressão do produto, que torna esse procedimento impróprio para vários alimentos (CHURCH; PARSONS, 1995). Assim, a técnica da mistura de gases foi desenvolvida para superar alguns dos problemas associados à embalagem a vácuo, tais como a inibição de alguns dos agentes microbianos deterioradores e também para evitar os danos associados à compressão do produto, tais como a alteração da forma e a liberação de exsudato.

A conservação de alimentos em embalagens com mistura de gases envolve a remoção do ar e sua substituição por gases específicos ou combinação de gases. Normalmente utiliza-se dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) para inibição do crescimento da microbiota aeróbia, oxigênio ( $\text{O}_2$ ) para intensificar a cor, e nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) como gás inerte de preenchimento para prevenir o colapso da embalagem, uma vez que o  $\text{N}_2$  não é absorvido pelo produto (BORCH et al., 1996; SØRHEIM et al., 1999).

A mistura de gases mais comum para aumentar a conservação de cortes de carnes bovina e suína contém de 60%-80% de  $\text{O}_2$  e 20%-40% de  $\text{CO}_2$  (Dainty; Mackey, 1992, GILL, 1996). Entretanto, atmosferas com outras composições gasosas (100% de  $\text{N}_2$ , 50% de  $\text{O}_2$  + 50% de  $\text{N}_2$ , 40% de  $\text{CO}_2$  e 60% de  $\text{N}_2$ ) têm sido avaliadas com relativo êxito para conservação de carne suína resfriada (MCMULLEN e STILES, 1991; GILL e JONES, 1996).

Segundo Sørheim et al. (1996), a carne suína refrigerada em atmosfera de 100% de  $\text{CO}_2$  apresentou odor mais agradável do que aquela embalada em atmosfera contendo 25% de  $\text{CO}_2$ , 65% de  $\text{N}_2$  e 10% de  $\text{O}_2$  e, segundo Greer et al. (1993), neste tipo de atmosfera (100%  $\text{CO}_2$ ) as bactérias lácticas foram os únicos microrganismos encontrados durante o período de estocagem. Em condições aeróbias, *Pseudomonas* cresceram rapidamente, sendo o segundo microrganismo mais numeroso, enquanto *Brochothrix thermosphacta* e bactérias entéricas mostraram crescimento aeróbico limitado. Assim, mesmo na ausência completa de oxigênio, a deterioração não cessa completamente, uma vez que também pode ocorrer em razão da presença de microrganismos anaeróbios ou microaerofílicos e de reações não oxidativas.

Altas concentrações de  $\text{O}_2$  em atmosferas modificadas visam permitir que a carne tenha uma cor vermelha brilhante, preferida pelos consumidores, e oriunda da ligação do oxigênio ao pigmento mioglobina, gerando o pigmento de oximioglobina ( $\text{MbO}_2$ ), com o ferro do grupo heme no estado ferroso. Porém, a presença de oxigênio permite o desenvolvimento de microrganismos aeróbicos deterioradores, com conseqüente surgimento de odores desagradáveis após poucos dias de estocagem (SØRHEIM et al., 1999).

Além disto, a estabilidade da cor nessa condição é limitada por reações oxidativas que convertem o ferro do grupo heme para a forma férrica, incapaz de

ligar-se ao  $O_2$  e que, conseqüentemente, induz a formação de metamioglobina (MMb), de coloração marrom (MANU-TAWIAH et al., 1991; SØRHEIM et al., 1997). Essa deterioração da cor resulta de dois processos básicos:

- a) a oxidação de gorduras na presença de oxigênio, gerando radicais livres que induzem a oxidação do pigmento de cor da carne;
- b) o crescimento de microrganismos, que pode atuar:
  - b1) induzindo uma pressão parcial de oxigênio que, ao invés de oxigenar, oxida o pigmento de Mb;
  - b2) gerando metabólitos, como o peróxido de hidrogênio e o abaixamento de pH, que induzem a oxidação da Mb (BORCH et al., 1996).

Embora os efeitos da limitação do oxigênio sejam menos pronunciados na coloração da carne suína do que em musculaturas mais pigmentadas, a metamioglobina também é formada na superfície desses cortes, quando embalados nessa condição, causando rejeição pelo consumidor (LAMBERT et al., 1991; GILL e JONES, 1996; SØRHEIM et al., 1996). Caso o filme tenha permeabilidade suficiente para que se estabeleça uma atmosfera com concentrações suficientemente baixas de  $O_2$ , o pigmento será mantido na forma reduzida (LAMBERT et al., 1991; GILL e JONES, 1996). Assim, as diferenças sensoriais na cor tendem a ser mais afetadas pelas diferentes concentrações de  $O_2$  do que de  $CO_2$  (SØRHEIM et al., 1996).

Uma solução para uma coloração adequada, com concomitante controle de microrganismos aeróbios deterioradores tem sido a embalagem para carnes em atmosferas contendo monóxido de carbono (CO), um gás que apresenta alta afinidade pelo pigmento de mioglobina (Mb), gerando um pigmento estável, carboximioglobina (COMb), e de coloração similar (vermelho cereja) à da carne fresca (submetida a altas pressões parciais de oxigênio) (VIANA et al., 2004; HUNT et al., 2004; SØRHEIM et al., 1999).

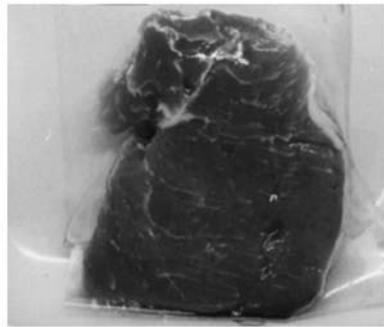
Assim, o  $O_2$  pode ser removido e a concentração de  $CO_2$  aumentada para conferir melhor efeito bacteriostático e estender o prazo de validade. Um possível aspecto negativo do uso do CO é que ele pode mascarar a deterioração

do produto, uma vez que a permanência da coloração vermelho-cereja estável pode ser superior à vida útil do corte. Entretanto, isto não foi evidenciado no trabalho de Hunt et al. (2004), e os consumidores ainda poderão detectar a deterioração pela presença de odores desagradáveis. Os aspectos tecnológicos, higiênicos e toxicológicos relacionados ao uso do CO em atmosfera modificada foram recentemente revisados, e conclui-se que o uso de misturas gasosas contendo concentrações inferiores a 1% resulta em níveis insignificantes de carboxiemoglobina no sangue, sendo improvável que seu uso represente uma ameaça aos consumidores (SØRHEIM et al., 1997). Sem dúvida, este é um dos aspectos que levou à aprovação, pelo USDA, de embalagens para carnes contendo CO (MANCINI et al., 2005).

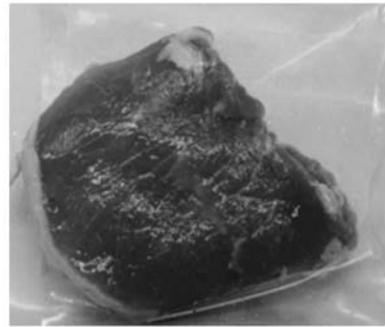
Estudos recentes feitos no Departamento de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, em associação com o Departamento de Tecnologia de Alimentos, mostrou (VIANA et al., 2005) que lombo suíno embalado em atmosferas baseadas no uso de CO apresentaram coloração mais agradável durante a estocagem sob refrigeração (Figura 19), ao mesmo tempo em que foram mais eficientes que embalagens baseadas em 100% de oxigênio e tão eficientes no controle microbiológico quanto embalagens a vácuo e baseadas em 100% de CO<sub>2</sub> (VIANA, 2002).

Segundo Aksu et al. (2005), o uso de embalagens com atmosfera modificada também favorece uma maior conservação de produtos cárneos curados. Isto se deve ao fato de que a ausência de oxigênio impede a descoloração do pigmento face à competição do O<sub>2</sub> pelo NO ligado ao pigmento nitrosomioglobina ou nitrosohemocromo de carnes curadas e curadas cozidas, respectivamente (LIVINGSTON e BROWN, 1981).

**Figura 19 – Aspecto visual das amostras de lombo suíno acondicionado sob diferentes atmosferas modificadas, após 20 dias de estocagem a  $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$**



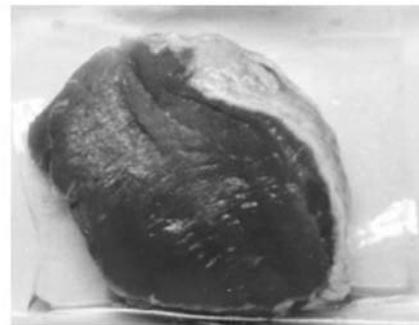
Vácuo



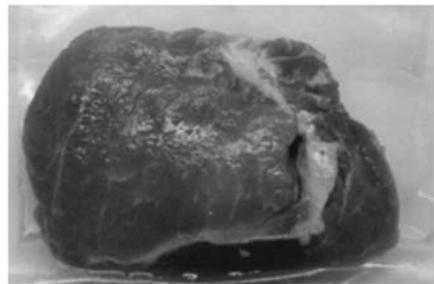
100% CO<sub>2</sub>



100% CO + Vácuo



99% CO<sub>2</sub> + 1% CO



100% O<sub>2</sub>

Fonte: Viana (2002).

## 2.3 Incorporação de Fibras em Produtos Cárneos

Nos últimos anos a indústria de alimentos vem notando uma alteração no comportamento dos consumidores, com aumento na busca de um estilo de vida mais saudável através de uma alimentação balanceada e baseada em alimentos com teores reduzidos de sal, gorduras e açúcares e com incremento de fibras. Neste sentido, a adição de fibras alimentares em formulações tem sido um dos requisitos mais fáceis de serem atendidos pela indústria da carne, uma vez que associa o interesse dos consumidores, com as propriedades tecnológicas de interesse da indústria e a facilidade de incorporação deste ingrediente nas formulações dos produtos, já que não há necessidade de maiores treinamentos ou alteração de equipamentos e processos industriais.

A inclusão de fibras na dieta tem sido relacionada com o bem-estar e a boa saúde dos indivíduos, e sua adequada ingestão previne ou ameniza problemas como constipação, obesidade, câncer retal do colo, diverticulite, diabetes e doenças cardiovasculares associadas a elevados teores sanguíneos de colesterol e triglicerídeos (AHMAD, 1995; ALESON-CARBONELL et al., 2004; BEHALL, 1997; CUMMINGS, 1992; CAMPOS et al., 2004; GLORE et al., 1994; GUILLON e CHAMP, 2000; LECLÈRE et al., 1994; MENDOZA et al., 2001; MEIER e GASSUL, 2004; THEBAUDIN et al., 1997). Entretanto, o consumo excessivo de fibras pode trazer alguns prejuízos, como diminuição da absorção de alguns minerais e vitaminas, diarreia e flatulência, entre outros males (BEHALL, 1997, THEBAUDIN et al., 1997). Ainda assim, nos países ocidentais e em desenvolvimento, a ingestão diária de fibras alimentares é baixa (entre 10 e 15g), quando se considera a recomendação de ingestão diária de 30 a 45g (GRIGELMO-MIGUEL et al., 1999, THEBAUDIN et al., 1997).

A definição fisiológica de fibras alimentares é a mais abrangente, estabelecendo que são oligossacarídeos, polissacarídeos e seus derivados hidrofílicos que resistem à ação de enzimas do trato digestivo humano (BEHALL, 1997, EASTWOOD e KRITCHEVSKY, 2005; THEBAUDIN et al., 1997). Do ponto de vista químico, as fibras alimentares são combinações de substâncias químicas heterogêneas como celulosas, hemicelulosas, pectinas, ligninas, gomas e polissacarídeos de algas (ASP et al., 1992, BEHALL, 1997, THEBAUDIN et al., 1997).

Existem dois tipos de fibras: solúvel (pectinas, gomas e mucilagens) e insolúvel (celuloses, ligninas e algumas hemiceluloses) (PERIAGO, 1993). As fibras solúveis e insolúveis se complementam mutuamente, e uma proporção de 50%-70% de insolúvel e de 30%-50% de solúvel é considerada bem balanceada (SCHENEEMAN, 1987). De acordo com a proporção de seus componentes insolúveis e solúveis, a fibra alimentar é também classificada como solúvel e insolúvel (BEHALL, 1997). Essa classificação está diretamente relacionada com suas propriedades físico-químicas (tecnológicas) e seus efeitos nutricionais. As fibras solúveis demonstraram capacidade de afetar o metabolismo do colesterol, reduzindo seus níveis no organismo, e também diminuem a absorção de glicose no intestino. As fibras insolúveis mostram pequeno ou nenhum efeito sobre o metabolismo do colesterol sanguíneo, mas estão relacionadas com a absorção de água e com a regulação do intestino (BEHALL, 1997, MEIER e GASSUL, 2004).

Além do objetivo nutricional, a fibra apresenta propósitos tecnológicos e econômicos. A adição de fibra nos alimentos pode mudar a consistência, a textura, o comportamento reológico e, conseqüentemente, as características sensoriais do produto final (GUILLON e CHAMP, 2000; THEBAUDIN et al., 1997).

Do ponto de vista tecnológico, as fibras solúveis formam uma rede de gel (alginatos, carragenas e pectinas) ou uma rede de espessa (goma xantana, *locust bean* e algumas hemiceluloses) em algumas condições físico-químicas, e dessa forma ligam água. Já as fibras insolúveis possuem forte capacidade higroscópica, podendo absorver acima de 20 vezes seu peso em água (THEBAUDIN et al., 1997).

As principais fontes das fibras alimentares são os componentes da parede celular (celulose, hemicelulose, lignina e substâncias pécticas) e os componentes não-estruturais (gomas e mucilagens) de tecidos vegetais. Há também os aditivos industriais como celulose modificada, pectina modificada, gomas comerciais e polissacarídeos de algas (GRIGELMO-MIGUEL et al., 1999, THEBAUDIN et al., 1997).

Segundo Giuntini et al. (2003), a fibra ideal deve apresentar as seguintes características: ser bem concentrada, não possuir componentes antinutricionais, não comprometer a vida de prateleira dos produtos a que é adicionada, possuir boa proporção entre fibra solúvel e insolúvel, apresentar características

organolépticas suaves, ser aceita pelo consumidor como um produto saudável, apresentar efeitos fisiológicos positivos e ter custo razoável.

Fibras alimentares têm sido avaliadas e cada vez mais utilizadas como potenciais substitutos de gorduras na formulação de produtos cárneos com teor reduzido de gordura, atuando sobre a retenção de água e gordura, permitindo a obtenção de produtos de sabor, suculência e textura similares aos produtos tradicionais (BEHALL, 1997). Comercialmente as gomas, mucilagens e os polissacarídeos (ágar, alginatos e carragenas) são usados pela indústria alimentícia como emulsificantes, espessantes e estabilizantes (CUMMINGS, 1976). As pectinas são capazes de formar géis e ligar íons, formando soluções viscosas em presença de água e géis estáveis em presença de sacarose e ácidos (CUMMINGS, 1976; BOBBIO e BOBBIO, 2003).

Entretanto, um aspecto a ser considerado é que para se obter as características sensoriais (paladar, sabor, suculência, textura, maciez e propriedades de ligação) conferidas pelas gorduras, quando se utiliza fibras nas formulações, costuma ser necessário alterar os níveis e tipos de outros ingredientes das formulações, incluindo combinação de tipos de fibras e entre estas e outros ingredientes (geralmente proteínas) para se conseguir um efeito sensorial que mimetize a atuação da gordura (BERRY, 1997, COFRADES et al., 2000, GARCÍA- GARCÍA e TOTOSAUS, 2008, KAO e LIN, 2006, THIEBAUDIN et al., 1997).

Segundo o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar e declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes (BRASIL, 1998) define-se Informação Nutricional Complementar como qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui uma ou mais propriedades nutricionais particulares, relativas ao seu valor energético e seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e ou minerais. Os alimentos que utilizarem a informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes) deverão seguir as normas estabelecidas.

A legislação brasileira (BRASIL, 2003b) define fibra alimentar como qualquer material comestível, consumido normalmente como componente de um alimento, que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano. Em relação à informação nutricional referente às fibras, ela

será expressa como “zero” ou “0” ou “não contém” quando o alimento contiver quantidades menores ou iguais que 0,5 g por porção. A mesma legislação estabelece os valores diários de referência de nutrientes (VDR), de declaração obrigatória, que para fibra alimentar são de 25 gramas. Para declarar no rótulo do produto a informação CONTÉM FIBRAS ALIMENTARES, esse regulamento estabelece que o produto deve conter um mínimo de 3% de fibras alimentares no produto (3 gramas de fibras / 100 gramas do produto) (BRASIL, 1998).

Diversos trabalhos têm evidenciado a possibilidade de uso, com sucesso, de uma variedade de fibras e fontes de fibras em produtos cárneos como: *pepperoni* e *summer sausage* (um produto fermentado) (VICKERY e ROGERS, 2002a, b); bolo de carne bovina (um tipo de hambúrguer) (BERRY, 1997; BOND et al., 2001a, b); salsichas (YANG et al., 2001; KAO e LIN, 2006) e hambúrgueres (MANSOUR e KHALIL, 1997), entre outros.

A utilização de fibras de certos frutos como pêssego, laranja e limão, ricas em fibras solúveis, tem sido estudada para aplicação em produtos cárneos com finalidade de substituição de parte da gordura para a redução de valor calórico e manutenção da estrutura física (textura, adesividade e fatiabilidade) do produto.

A adição de fibras em produtos cárneos tem sido feita principalmente em produtos cárneos emulsionados (HUGHES et al., 1997; GRIGELMO-MIGUEL et al., 1999; SELGAS et al., 2005). Além do seu sabor neutro, foi observado que a utilização da fibra proporciona retenção de água e diminuição da perda durante o cozimento. Segundo García et al. (2002), as principais fibras usadas em produtos cárneos cozidos são as de laranja, beterraba, trigo, aveia e ervilha.

Kerr et al. (2005) demonstraram que embutidos italianos elaborados com a adição de até 15% de aveia foram bem aceitos e que a adição de níveis mais elevados (até 30%) levou à produção de produtos com maior perda de peso por cocção, textura mais suave, menor coesividade e mínimas alterações de cor. Seus resultados mostraram que o tempo de cocção da aveia antes de sua incorporação na massa cárnea é um fator a ser levado em consideração na elaboração deste tipo de produto, afetando a perda de peso, a coesividade e o sabor do produto.

Avaliando a adição de fibras em produto do tipo presunto cozido, Januzzi (2007) verificou que a adição de até 3% de fibras não alterou a maioria dos

aspectos avaliados e permitiu uma redução de até 25% no teor de lipídeos, o que permite classificar o produto como LIGHT e ENRIQUECIDO COM FIBRAS. Embora, na avaliação sensorial, julgadores não treinados tenham sido capazes de diferenciar ( $P < 0,05$ ) entre o presunto convencional (sem fibras) e o produto do tipo presunto cozido (com fibras), não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) quanto à preferência. A inclusão de fibras na formulação produziu alterações nas características microbiológicas dos presuntos formulados, os quais não diferiram quanto à atividade de água, acidez titulável e pH. Porém, presuntos adicionados de fibras apresentaram-se ( $P < 0,05$ ) menos macios, especialmente aqueles formulados apenas com fibras insolúveis.

A inulina tem sido usada com sucesso em produtos cárneos fermentados, contribuindo com características sensoriais bastante desejáveis para esse tipo de produto (MENDOZA et al., 2001).

Avaliando o efeito da adição (1,5% a 3%) de fibras oriundas de trigo, aveia, pêssigo e laranja em embutidos fermentados, García et al. (2001) mostraram que as propriedades sensoriais e de textura foram piores com adição de 3,0% de fibras, enquanto com adição de 10% de gordura suína e 1,5% de fibra de laranja as características finais foram consideradas similares ao produto convencional com alto teor de gordura (25%).

Hughes et al. (1997), investigaram o efeito da redução do teor de gordura (5%, 12% e 30%) e da adição de fibra de aveia e carragena (1% e 2%) em salsichas. Foi observado que a diminuição drástica da gordura alterou significativamente a cor do produto e as propriedades de hidratação e ligação de água. A redução da gordura aumentou a intensidade de aroma, provavelmente devido à mudança na taxa de liberação de componentes aromáticos. Porém, a adição de carragena e de fibra de aveia compensou parcialmente algumas mudanças que normalmente ocorrem em salsichas com baixo teor de gordura, como a textura, por exemplo.

Avaliando a adição, em substituição à gordura, de diferentes níveis (5%, 10% e 15%) de fibra de trigo hidratada na formulação de hambúrguer de carne bovina, Mansour e Khalil (1997) recomendaram seu uso neste produto, já que verificaram melhoria na textura e aspectos como cor, maciez, suculência, quantidade de tecido conectivo, e ausência de diferença na intensidade de aroma de carne e a palatabilidade global.

Duas diferentes suspensões de fibra alimentar de pêssego (17 e 29%) foram investigadas por Grigelmo et al. (1999) para aplicação em salsichas com teor reduzido de gordura e alto conteúdo de fibra, as quais foram comparadas ao controle (25% gordura e 0% fibra). Demonstrou-se que a viscosidade aumentou com a adição de fibra, enquanto os conteúdos de proteína e colágeno não foram afetados. Esta se mostrou efetiva na retenção da água adicionada. As salsichas elaboradas com a fibra tiveram a cor mais escura e mais marrom que a salsicha controle, e somente a adição de alta concentração de fibra diminuiu significativamente os parâmetros de textura. A avaliação sensorial indicou que as salsichas com teor reduzido de gordura e alto conteúdo de fibra apresentaram aceitação semelhante às de controle.

Fibra alimentar solúvel de cadeia longa (inulina) foi utilizada como ingrediente funcional em mortadelas (em forma de pó e gel). A avaliação sensorial mostrou que as mortadelas elaboradas com níveis de fibra superiores a 5% tiveram menor aceitabilidade, principalmente as elaboradas com adição da fibra na forma de pó. Mortadelas obtidas com 5% de fibra alimentar solúvel resultaram em um produto de boa aceitação sensorial, baixa caloria (25% menos calorias) e enriquecido com fibras (SELGAS et al., 2005).

Mendoza et al. (2001) investigaram o efeito da inulina como substituto de gordura em embutidos fermentados com baixo teor de gordura, e os resultados indicaram que a adição da inulina melhorou as propriedades sensoriais como um todo. A textura foi percebida como mais macia, a elasticidade e a adesividade foram bastante similares à do embutido controle. A adição de inulina proporcionou uma redução de gordura entre 40%-50% e de 30% do total de calorias.

Anderson e Berry (2001) utilizaram fibra de ervilha em concentrações que variaram de 10% a 16% em carne moída e verificaram que este seria um ingrediente útil no desenvolvimento de produtos alimentícios que requeiram retenção de gordura durante o cozimento, pois a retenção de gordura aumentou de 33% para valores na faixa de 85%-98% quando a fibra de ervilha foi adicionada.

Segundo Fernández-Guínés et al. (2003), mortadelas adicionadas de fibras de laranja apresentaram maior conteúdo nutricional de fibras, decréscimo nos níveis residuais de nitrito e retardo no processo de oxidação; o crescimento microbiano não foi modificado pela fibra durante o armazenamento.



## 3 Estudos de Casos em Inovações

Esta seção apresenta dois casos de inovação tecnológica no segmento de carnes. Para descrever esses casos, foi aplicado um questionário (APÊNDICE 2) às empresas a fim de coletar informações relevantes sobre as mesmas e sobre os processos relacionados. O primeiro caso aborda a utilização de absorvedores de oxigênio, tecnologia inserida no segmento de embalagens ativas, conforme visto anteriormente, e o segundo aborda casos com utilização de fibras em produtos elaborados.

### 3.1 Embalagens com Absorvedores de Oxigênio

A escolha dessa tecnologia dentro da vasta gama de opções encontradas na literatura deveu-se às possibilidades de estudos de caso encontradas no mercado nacional e da disponibilidade de atendimento das empresas consultadas.

Nesse segmento foram contatadas três empresas. O produto comercializado por elas possui um absorvedor de oxigênio dentro da embalagem. A terceira empresa participante da pesquisa é uma das empresas de suprimentos das outras duas e responsável pelo fornecimento dos absorvedores de oxigênio.

#### 3.1.1 Empresa Fornecedora

A empresa fornecedora iniciou suas atividades em 1991 como “Integrador de Sistemas” – *Software House* – especializada em automação industrial. Dentre alguns projetos realizados destacam-se: Sistema Eletrônico de Classificação de Aves Inteiras, Sistema de Apontamentos de Produção através do Código de Barras e Sistema de Instrumentação e Controle Automáticos de Frigoríficos HACCP.

Atualmente a empresa oferece uma linha de produtos de alta tecnologia e inovação nas áreas de instrumentação e controles industriais, tendo duas sedes

no Brasil (Campinas e São Paulo). A empresa também comercializa diversos tipos de absorvedores; no entanto, a tecnologia tratada de forma detalhada neste trabalho é o absorvedor de oxigênio.

Esse absorvedor (Figura 20) foi desenvolvido após pesquisas com atmosfera controlada pelo Instituto de Pesquisas MIRINZ\* (Meat Industry Research Institute of New Zealand). As pesquisas apresentaram altos índices de oxigênio residual dentro das embalagens, o que favorece a proliferação de microrganismos como bactérias e fungos, responsáveis pela deterioração dos alimentos. Após essas descobertas, uma empresa localizada em Taiwan desenvolveu os sachês, constituídos por um composto químico em pó, à base de óxido de ferro e zeólitos (tipo de mineral de aluminossilicatos hidratados), capaz de garantir maior tempo de conservação dos alimentos.

**Figura 20 – Sachê absorvedor de oxigênio**



Fonte: Retirado do *site* da empresa DIDAI

Seguros e fáceis de usar, os sachês absorvedores podem ser utilizados na conservação de diversos tipos de alimentos, tais como: cortes nobres, fatiados, produtos defumados, embutidos, alimentos cozidos, frutos do mar, massas, frutas secas e vegetais, rações animais, produtos farmacêuticos e vitaminas, entre outros.

O dimensionamento do sachê depende do espaço livre dentro da embalagem, tecnologia de embalagem (vácuo, *gas flushing*, atmosfera controlada etc.) e filmes plásticos. O fabricante recomenda que o espaço livre dentro da embalagem para aplicação com os sachês absorvedores de oxigênio

seja de apenas 10% do volume total. Para ilustrar, numa embalagem com capacidade total de 10 litros, o alimento a ser embalado deverá ocupar 9 litros, sobrando, então, apenas um litro de ar. Entretanto, o volume de oxigênio a ser absorvido corresponde, na realidade, a apenas 20% do volume de ar, ou seja, 200 ml. Neste caso, o sachê sugerido pela empresa deverá ter capacidade de absorção de 200ml de oxigênio.

Com base na Tabela 1, nota-se que a utilização do absorvedor de oxigênio elimina a necessidade de utilização dos aditivos, *gas flushing* e vácuo, permitindo grande eficiência na conservação dos produtos, seguindo uma tendência mundial de mercado na conservação prolongada dos alimentos sem o uso de aditivos e conservantes artificiais.

**Tabela 1 – Comparação entre as tecnologias de embalagens e seus respectivos residuais de oxigênio**

Método de Embalagem	Resultados % Oxigênio Residual
Atmosfera Controlada	0,001%
Absorvedor de Oxigênio + Filme de Alta Barreira Absorvedor de Oxigênio + Vácuo Absorvedor de Oxigênio + Atmosfera Modificada	0,01%
Vácuo + Gas Flushing	0,1%
Vácuo muito intenso	—
Gas Flushing	Aproximadamente 0,5% a 5%

Fonte: Retirado do *site* da empresa fornecedora

Além de trazer benefícios como redução de custos, aumento na produção com a redução de tempo, redução de uso de conservantes químicos e aumento das vendas, o sachê evita o surgimento de fungos e bactérias, preservando o frescor dos alimentos por muito mais tempo. Com todas essas vantagens, o produto ainda possui aprovação do FDA (Food and Drug Administration), órgão norte-americano responsável pela regulamentação de produtos que se referem a alimentos, como embalagens, aditivos e conservantes, entre outros.

### 3.1.2 Empresa Usuária 1

A empresa pesquisada é nacional, com atuação internacional, especializada na industrialização e comercialização de produtos alimentícios de alta qualidade, com destaque para proteína animal.

Atualmente a empresa conta com um complexo industrial na matriz em Itupeva/SP. Há ainda duas unidades de abate bovino (Nova Xavantina/MT e Fernandópolis/SP) e um curtume (Monte Aprazível/SP).

Dentre as linhas de produtos comercializadas pela empresa destacam-se:

1. **Snacks** de carne, de sabor doce apimentado, produzidos com cortes nobres de carne bovina. São alimentos saudáveis, nutritivos e práticos para o consumo imediato;
2. **Linha de pratos prontos, ingredientes e molhos**, composta pelos produtos: lasanhas, molho à bolonhesa, molho madeira e stroganoffes, entre outros;
3. **Carnes *in natura***: Essa linha disponibiliza vários cortes de carnes, tais como traseiro, dianteiro, alcatra, miúdos etc.

Em franco processo de crescimento, a empresa se diferencia no mercado por primar pela qualidade de seus insumos. Essa preocupação está presente em todas as etapas da cadeia produtiva, o que garante o alto padrão do produto final, reconhecido em mais de 60 países de todos os continentes, para os quais exporta.

Fundada em 1998, foi pioneira na fabricação de *beef jerky* (Figura 21) no Brasil, possuindo a maior planta produtiva do produto na atualidade. Em quase dez anos de atuação, a demanda por produção e o foco da empresa no desenvolvimento de pesquisas e na otimização de processos industriais foram responsáveis pela ampliação de sua estrutura e capacidade produtiva.

**Figura 21 – Beef Jerky no sabor doce apimentado**

Fonte: Retirado do *site* da empresa IFC

Quanto ao produto foco deste trabalho, a empresa trouxe a tecnologia da matriz, que se localiza nos EUA, sendo a planta construída para a fabricação desse produto. Para isso a empresa contratou profissionais aptos para esse processo produtivo, voltando-se, a princípio, para atender a demanda dos EUA, forte consumidor desse produto. Contudo, atualmente exporta para outros países, como os localizados na Europa e na Ásia.

De acordo com a empresa, para atender o mercado externo é preciso adaptar o produto de acordo com a legislação dos países importadores, com os respectivos registros do produto nesses países. Não é diferente no Brasil, onde o *beef jerky* é registrado pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Dentre os testes de qualidade específicos para esse produto, destacam-se: testes de umidade, atividade de água, *shelf life* (teste de vida de prateleira) e análises microbiológicas e físico-químicas. Entre os testes sensoriais, são feitos os de sabor, aroma, aparência, textura e cor.

Segundo a empresa, há investimentos contínuos em treinamento de funcionários, pois isso é importante para que eles entendam o propósito da tecnologia adotada e sua manipulação no processo produtivo.

Também são contínuos os investimentos em pesquisa e desenvolvimento em todas as áreas relacionadas ao processo produtivo (tanto no que diz

respeito às matérias-primas, passando pelo processamento, como ao produto final). Os principais meios de obtenção de informações que permitam esses avanços tecnológicos são feiras e congressos, revistas especializadas e visitas de representantes.

Todo esse conjunto faz com que a empresa avalie esse produto como de qualidade similar à do líder de mercado mundial e superior à dos produtos disponibilizados no mercado nacional, o que tem feito a empresa se manter competitiva nos mercados em que atua.

### 3.1.3 Empresa Usuária 2

Com 30 anos de mercado, a empresa é uma *holding* de capital 100% nacional, que atua nos segmentos de agroindústria, infraestrutura e energia. Sediada no estado de São Paulo, possui 30 unidades produtivas distribuídas pelo Brasil, onde operam 30 mil colaboradores. Com marcas fortes que propiciam ao consumidor avanço em produtos e serviços, a corporação atende o mercado interno e mais de 80 países nos cinco continentes.

Na agroindústria o grupo apostou no aproveitamento total da cadeia bovina. Seguindo a estratégia de verticalização, a empresa mantém um conglomerado industrial focado em sete divisões de negócios: agropecuária, alimentos, couros, equipamentos de proteção individual, higiene e beleza, produtos PET e sistemas de higienização. Em infraestrutura a companhia está estabelecida nas áreas de construção civil e concessões de rodovias e saneamento básico. Já no segmento de energia, atua com pequenas centrais hidrelétricas e usinas de biodiesel e álcool; e conta ainda com um *resort*.

Todos os setores do grupo compartilham uma visão comum no que se refere a investimentos contínuos em qualidade, tecnologia, pesquisas, capacitação das equipes de trabalho, logística, processos de gestão e estratégia mercadológica. Acrescentam-se a esses comprometimentos ações sociais e ambientais nas localidades onde o grupo está inserido.

Hoje a empresa conta com 11 plantas frigoríficas espalhadas pelos maiores centros produtores do país: no Pará: Santana do Araguaia, Redenção, Marabá, Tucumã; Água Boa/MT, Araguaína/TO, Mozarlândia/GO, Itapetinga/BA, Ituiutaba/MG, Naviraí/MS e Lins/SP, onde se localiza o parque industrial.

Entre os diversos produtos disponibilizados pelo segmento ALIMENTOS estão: os cortes *in natura*, os porcionados, miúdos, envoltórios, charque, supercongelados, enlatados, linha pronto sabor, carne cozida congelada e extrato de carne.

Segundo a empresa, são contínuos os investimentos em pesquisas e desenvolvimento em todas as áreas relacionadas ao processo produtivo (tanto no que diz respeito às matérias-primas, passando pelo processamento, como ao produto final). Os investimentos são feitos com recursos próprios e os principais meios de obtenção de informações que permitam esses avanços tecnológicos são feiras e congressos, revistas especializadas, visitas de representantes e testes nos próprios laboratórios.

Quanto ao produto foco deste trabalho (*beef jerky*), a empresa o lançou no mercado há pouco (dezembro de 2007). A principal motivação para o desenvolvimento desse produto foi o mercado americano, grande consumidor (Figura 22). Contudo a empresa também atua no mercado interno e já avalia seu produto como de qualidade superior à das marcas disponíveis no mercado.

**Figura 22 – Beef jerky em grandes pedaços (à esquerda) e já fatiados e embalados (à direita)**



Fonte: Fotos cedidas pela empresa - BERTIN

Para o desenvolvimento do produto não foi necessária adoção de ferramenta de gestão adicional à empresa, tampouco a contratação de pessoal especializado, sendo aproveitados, dessa forma, os equipamentos e pessoal disponíveis anteriormente. Para atender o mercado interno, houve registro do produto na legislação de produtos cozidos e curados.

O novo produto exigiu novos fornecedores, e a negociação com eles é feita de forma livre, sem exclusividade. Segundo a empresa, foi montada uma nova linha de produção e houve adaptação no fluxo de materiais dentro da fábrica. A adoção dessa tecnologia também não gerou resíduos.

Com a instalação de uma nova linha produtiva, houve necessidade de capacitar os funcionários não só para o entendimento da nova tecnologia, mas também para o conhecimento do novo produto e do seu processo produtivo.

Uma das vantagens proporcionadas por esse novo produto à empresa foi a extensão do seu portfólio, tendo em vista que não ocorreu a retirada de nenhum produto similar do mercado por conta da sua produção. O produto ainda permitiu um aumento das vendas após a aquisição dessa tecnologia.

Dentre os testes de qualidade específicos para esse produto, destacam-se testes de umidade, proteína e microbiologia. Entre os testes sensoriais são feitos os de sabor, textura e cor.

### **3.2 Empresas que Utilizam Fibras em Produtos Cárneos Elaborados**

No Brasil, algumas empresas da indústria de carnes já vêm empregando fibras na formulação de seus produtos, todas com intenções tecnológicas (fatiabilidade, textura, retenção de água etc.); nenhuma ainda com apelo nutricional, o que demandaria uma concentração de fibra no produto de no mínimo 3%.

Nesse segmento foram entrevistadas duas empresas. O produto analisado no primeiro caso foi o salame, e no segundo, o presunto. Os casos são descritos a seguir; contudo, na primeira parte desta seção serão apresentadas algumas fibras alimentares disponíveis no mercado mundial e brasileiro.

## 3.2.1 Tipos de Fibras utilizadas

### 3.2.1.1 Vitacel®

Conjunto de fibras de trigo insolúveis que são extraídas e purificadas através de um processo termofísico especial. Consiste em 98% de fibra alimentar insolúvel (celulose e hemicelulose) e possui vários tipos de fibras de trigo com características distintas para diversas aplicações.

### 3.2.1.2 Beneo HP

Nome comercial da inulina, uma fibra alimentar solúvel extraída de vegetais composta de uma mistura de polímeros de frutose, com um grau de polimerização na faixa de 2 a 60. Devido a seu comprimento, a inulina é capaz de formar um gel ou creme quando misturada à água em temperatura ambiente (SELGAS et al., 2005).

### 3.2.1.3 Bestfibre 110

Combinação multifuncional de fibras vegetais solúveis e insolúveis, de característica mais elástica, que se destina a fornecer a produtos cárneos emulsionados (não injetados) características de alta viscosidade, estabilidade ao frio e ao calor e absorção de gordura.

**Figura 23 – Best fibre 110**



Fonte: Fotos cedidas pela empresa CAMPUS DO BRASIL

### 3.2.1.4 Bestfibre Tris

Combinação multifuncional de fibras vegetais solúveis e insolúveis, de característica mais estrutural, que se destina a fornecer a produtos cárneos emulsionados (não injetados) e reconstituídos (linguiças, hambúrgueres, almôndegas etc.) características de alta viscosidade, estabilidade ao frio e ao calor e absorção de gordura.

**Figura 24 – Bestfibre Tris**



Fonte: Fotos cedidas pela empresa CAMPUS DO BRASIL

### 3.2.1.5 Easy Fat CF

Combinação de fibras vegetais, proteínas suínas, agente de espessão e flavor, comercializada como substituto de gordura em alimentos em geral que apresenta 75% menos calorias que a gordura comum.

### 3.2.1.6 Fibresol 120

Fibras vegetais solúveis provenientes de polissacarídeos modificados, destinadas à produção de presuntos por injeção, gerando um produto com características de alta viscosidade, estabilidade ao frio e ao calor e absorção de gordura.

### 3.2.1.7 Integra CDB

Mistura alimentícia que contém fibras vegetais, proteínas suínas, dextrose, agentes de geleificação e flavor, comercializada como substituto de carne suína para aplicação em embutidos frescos e cozidos.

### 3.2.1.8 Pro-Fiber CDB

Combinação multifuncional de fibras vegetais solúveis e insolúveis e proteína suína desengordurada, que se destina a fornecer a produtos cárneos emulsionados (não injetados) e reconstituídos (linguiças, hambúrgueres, almôndegas etc.) características de alta viscosidade, estabilidade ao frio e ao calor e absorção de gordura.

### 3.2.1.9 Promul 20

Mistura funcional de fibras vegetais solúveis e insolúveis e agentes de espessão e geleificação para obtenção de produtos emulsionados (proteína suína desengordurada). É destinada a fornecer emulsões estáveis a tratamentos térmicos, com excelente elasticidade e força de gel. Apresentada como substituto de agentes emulsificantes, como PTS (proteína isolada de sódio) e caseinato de sódio.

### 3.2.1.10 Z Trim

Fibra insolúvel de celulose amorfa, comercializada como substituto de gordura em produtos cárneos não-injetados (mortadelas, salsichas, patês, hambúrgueres, cortes temperados etc.).

### 3.2.1.11 Texmeat

Sistemas funcionais à base de hidrocoloides, para produtos cárneos em geral, apresentando propriedades de emulsificação, geleificação, retenção de umidade e desenvolvimento de viscosidade.

### 3.2.1.12 Texmeat FB

Sistema à base de fibras naturais, para aumento da retenção de umidade em produtos cárneos cozidos emulsionados.

### 3.2.1.13 Texmeat FB II

Sistema à base de fibras naturais, hidrocoloides e proteínas lácteas, para aumento da retenção de água e redução da quebra de cozimento em produtos cárneos cozidos emulsionados.

### 3.2.1.14 Texmeat EMI

Sistema à base de hidrocoloides e proteínas lácteas, para produtos cárneos cozidos emulsionados como coadjuvante de emulsões de pele.

### 3.2.1.15 Carragenas

Hidrocoloides que têm a função de ligar, geleificar, reter umidade e influir na textura e fatiabilidade, diminuindo a sinérese do produto. São utilizadas em presuntos e apresuntados e outros produtos emulsionados e injetados, que formam um gel de estrutura firme durante os processos térmicos de cocção/pasteurização, levando à retenção de água e evitando perda de peso e sinérese e fornecendo ao produto suculência e textura agradáveis.

### 3.2.1.16 Fibrarich FB IP

Fibras celulósicas e não celulósicas oriundas do cotilédone da soja, de gosto neutro, cor clara e alta capacidade de absorção de água para adição em produtos ricos em fibra e de teor reduzido de calorias (especialmente gorduras).

### 3.2.2 Empresa Usuária 1

A empresa pesquisada é uma das maiores empresas de alimentos da América Latina, atuando em mais de 110 países. Fundada em 1934 por imigrantes italianos em Videira (SC), a empresa emprega hoje mais de 55 mil funcionários e opera unidades industriais em oito estados brasileiros, além da Argentina, Inglaterra, Holanda e Romênia.

Com receita bruta de R\$ 7,8 bilhões registrada em 2007, atua nas áreas de carnes e de lácteos, além dos segmentos de massas prontas, tortas, pizzas, folhados e vegetais congelados. Destaca-se a variedade do portfólio da empresa ao oferecer mais de 1.500 itens, destinados para os mercados interno e externo, com diversas marcas, tais como: Batavo, Elegê, Perdix, Chester® e Cotochês.

A empresa tem expressiva participação nos segmentos de congelados e industrializados de carne, e sua linha de produtos originários de ave especial já se tornou sinônimo de categoria de produto.

Apesar de comercializar vários produtos com fibras alimentares declaradas no rótulo, a empresa respondeu o questionário apenas com referência ao produto salame (Figura 25).

**Figura 25 – Salames disponibilizados no mercado**



Fonte: Elaboração própria

Segundo as informações prestadas, a empresa se interessou pela adição de fibras em seus produtos por ter sido informada em feiras, por fornecedores responsáveis pelo repasse da tecnologia, do seu uso no mercado europeu.

Segundo a empresa, a utilização da tecnologia não exigiu alterações no processo produtivo, aquisição de novos equipamentos ou contratação e treinamento de técnicos especializados; os únicos custos envolvidos foram quanto à aquisição das fibras, sem necessidade de se recorrer a qualquer forma de financiamento para implementação da tecnologia. Além disso, não houve qualquer impacto quanto aos aspectos ambientais.

De acordo com a empresa, quando a adição de fibras foi feita, houve uma miniconferência para os funcionários que esclareceu o propósito para tal adaptação no processo produtivo, bem como os benefícios tecnológicos, esperados, da utilização do ingrediente.

A escolha do fornecedor se deu após testes de vários produtos e foi baseada na qualidade do produto e confiabilidade da empresa fornecedora. A empresa pesquisada não se interessou em capitalizar no mercado os aspectos nutracêuticos da utilização de fibras por acreditar que a adoção dos níveis mínimos exigidos pela legislação para tal traria consequências negativas no que tange aos aspectos sensoriais, sendo a decisão do uso de fibras tomada com base nos aspectos dos benefícios tecnológicos das fibras, o que fez com que o produto abordado (salames) fosse avaliado como de qualidade superior à de seus concorrentes no Brasil.

Mesmo reconhecendo os benefícios tecnológicos e nutracêuticos advindos da inclusão dessas fibras nos produtos cárneos fabricados no mundo, a Perdigão atualmente alega ter retirado o ingrediente em questão pelo fato de não estar previsto no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do produto.

### 3.2.3 Empresa Usuária 2

A empresa situa-se no município de Ponde Nova/MG, no vale do Piranga, considerado o quarto maior polo produtor de suínos no Brasil e o maior do estado de Minas Gerais. Com um impacto de cerca de R\$ 300 milhões/ano na economia da região, a suinocultura gera hoje perto de 5 mil empregos diretos e responde por 33% de toda carne consumida no estado mineiro.

A atividade começou com a criação informal do chamado “porco caipira”. Contudo, hoje a qualidade do suíno se faz diferente daquela época, pois se caracteriza pela redução de 50% nos níveis de gordura, 14% nos de calorias e 10% nos de colesterol. Esses atributos, de acordo com a empresa, fazem com que a carne suína seja mais saudável que as carnes de frango e de boi.

O frigorífico é resultado de uma parceria inédita de 52 produtores de suínos que saíram da condição de concorrentes para se tornarem sócios acionistas, em uma união histórica com o objetivo de agregar valor a sua matéria-prima.

A empresa respondeu o questionário referente ao **presunto cozido**. Segundo as informações prestadas, houve interesse pela adição de fibras em seus produtos por ter sido informada por seus fornecedores de condimentos das propriedades das fibras, tendo se decidido pela sua utilização em função das demandas do mercado.

Segundo a empresa, a utilização da tecnologia exigiu apenas pequenas alterações no processo produtivo, através de ajustes na velocidade de tombamento da massa de carne e treinamento de funcionários, porém sem necessidade de contratação de profissional especializado.

Os custos de implantação da tecnologia foram pequenos e realizados com recursos próprios. À semelhança da outra empresa pesquisada, o uso de fibras não gerou impactos no que tange ao tratamento de resíduos. Após realização de testes físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, a empresa classifica o produto processado com fibras como de ótima qualidade.

**Figura 26 – Presunto cozido disponibilizado no mercado**



Fonte: Elaboração própria

## 4 Considerações Finais

Este trabalho selecionou duas Tecnologias Emergentes Específicas (TEE) a partir das prospectadas pelo Modelo SENAI de Prospecção para que fossem descritos seus impactos no processo produtivo das empresas, bem como no perfil ocupacional dos profissionais inseridos no setor.

O primeiro caso estudado foi o das empresas que produzem o *beef jerky* com absorvedores de oxigênio. Os ganhos da adoção de tal tecnologia são referentes à qualidade do produto, permitindo:

- a) controle microbiológico, já que altera a umidade do ar dentro da embalagem e, com isso, a atividade de água do produto;
- b) Melhor apresentação, sendo que a adoção de um absorvedor de oxigênio permite diminuir de forma gradual os níveis de oxigênio no interior da embalagem, registrando, segundo o fabricante, níveis residuais próximos de 0,01%; isso aumenta o tempo necessário para a descoloração do produto e melhor conservação química (menos oxidação) e microbiológica (inibe microrganismos aeróbicos, principais deterioradores de carnes e alimentos em geral).

Segundo a empresa usuária 1, isso permite manter uma embalagem mais apresentável, quando comparada ao produto embalado a vácuo, o que pode influenciar no processo de compra do consumidor. Assim, a empresa evidencia a preocupação não somente com a qualidade do produto, mas também com a melhor apresentação do mesmo.

A empresa tem experiência no processamento desse produto, e sua planta foi desenhada para produzi-lo, atendendo às necessidades do principal comprador, ou seja, o mercado americano. Contudo, a empresa acaba de lançar um produto específico para o mercado nacional.

Já a empresa usuária 2 produz o *beef jerky* há pouco tempo. O lançamento do produto exigiu o desenho de uma nova linha de produção e mudança no fluxo de materiais. A produção do *beef jerky* diversificou a linha de produtos oferecidos pela empresa, disponibilizando ao mercado um novo produto com uma embalagem ativa, considerada uma inovação nesse segmento, principalmente no Brasil.

Segundo a empresa, mesmo sendo um novo produto, não foi necessária adoção de novas metodologias de gestão pela empresa, tampouco a contratação de pessoal especializado, sendo aproveitados, dessa forma, os equipamentos e pessoal já disponíveis.

Quanto aos casos de adição de fibras aos produtos elaborados, tem-se que para ambas as empresas abordadas, a adição de fibras foi implementada a partir de contatos realizados com seus fornecedores. Vários testes foram feitos a fim de encontrar o melhor balanceamento na formulação de cada produto, para que ela não prejudicasse os aspectos sensoriais dos alimentos processados.

Isso é um ponto que merece atenção, pois embora os consumidores estejam cada vez mais ávidos a demandarem produtos com alto teor de fibras, elas ainda não estão sendo adicionadas com a função nutracêutica que essa matéria-prima agregaria ao produto. Para ser adicionada com esse apelo, deve haver, conforme a legislação, um acréscimo de fibras superior a 3% do peso total do produto.

Sendo assim, as maiores vantagens para adoção das fibras, nesse momento, estão relacionadas à qualidade do produto. As fibras permitem uma melhor retenção de água e, com isso, melhor distribuição na formulação do embutido, trazendo vantagens como melhor fatiamento desses produtos, estabilidade de emulsão, uniformidade e, conseqüentemente, maior palatabilidade.

Para ambos os casos – utilização de absorvedores de oxigênio e adoção de fibras – verifica-se que estas inovações não trouxeram necessidades maiores no perfil da mão de obra das empresas analisadas. De acordo com as empresas consultadas, houve apenas esclarecimentos dos propósitos da adoção de tal tecnologia, bem como a explicação da maneira correta do seu manuseio.

# Referências

AHMAD, J. I. Health and dietary fibre. **Nutrition e Food Science**, v. 1, p. 18-22. 1995.

AKSU, M.I.; KAYA, M.; OCKERMAN, H.W. Effect of modified atmosphere packaging and temperature on the shelf life of sliced pastirma produced from frozen/thawed meat. **J. Muscle Foods**, v. 16, p. 192-2006. 2005.

ALESON-CARBONELL, L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A.; URI, V. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science Technology International**, v. 11, p. 89-97. 2004.

ALLARCON, B.; HOTCHKISS, J. H. **The effect of FreshPax oxygen absorbing packets on the shelf-life of foods**. New York: Department of Food Science, 1993.

ANDERSON, E.T.; BERRY, B.W. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef. **Food Research International**, v.34, p. 689-694, 2001.

ARUNDEL, A. The Future of Innovation Measurement in Europe. **STEP Group**. 1998.

ASP, N. Enzymatic Gravimetric Methods. In: SPILLER, G.A. **CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition**. Boca Raton: CRC Press, 1992, p. 37-45.

BATALHA, M. O., SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. (Org). **Gestão agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 2007. 62 p.

BEGGAN, M., ALLEN, P., BUTLER, F. The use of micro-perforated lidding film in low-oxygen storage of beef steaks. **J. Muscle Foods**, v. 16, p. 103-116. 2005.

BEHALLS. **Annals of New York Academy of Science**. Dietary fiber: Nutritional lessons for macronutrient substitutes. v. 819, p. 142. 1997.

BERRY, B.W. Sodium alginate plus modified tapioca starch improves properties of low-fat beef patties. **J. Food Science**, 62(6), p.1245-1249, 1997.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 2003. p. 72-79.

BORCH, E.; MUERMANS, M.L.K.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. **International Journal of Food Microbiology**, n. 33, p.103-120, 1996.

BOSSI M. G. **Capacitação para o processo de desenvolvimento de produto alimentício**: estudo de caso. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2003.

BRASIL. Resolução RDC nº 360. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial da União de 26 de dezembro de 2003**. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 23 de dezembro de 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 16 de janeiro de 1998.

CAMPOS, F. G.; WAITZBERG, A. G. L.; KISS, D. R.; WAITZBERG, D. L.; HABR-GAMA. Diet and colorectal: current evidence for etiology and prevention. **Nutrición Hospitalaria**, v. 20, p. 18-25, 2004.

CEREDA M. P. **Bioplásticos de amido: um mercado de futuro**. **Associação Brasileira de Amidos de Mandioca**. Ano IV, n. 14, abr./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/revista/revista14/ceteagro.php>>. Acesso em: 26 mar. 2008.

CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. Modified atmosphere packaging technology: a review. **Journal of Science Food Agriculture**, n. 67, p. 143-152, 1995.

COFRADES, S.; HUGHES, E.; Troy, D. J. Effects of oat fibre and carrageenan on the texture of frankfurters formulated with low and high fat. **European Food Research and Technology**, n. 211, p.19–26, 2000.

CORSO M. P. **Embalagens**. Medianeira, PR: Ministério da Educação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.

CUMMINGS, J. H. What is fiber? In: PILLER, G.; AMEN, R. J. (Ed.). **Fiber in Human Nutrition**. New York: Plenum Press, 1976. p. 1-19.

\_\_\_\_\_. The Effect of Dietary Fiber on Fecal Weight and Composition. In: SPILLER, G. A. **CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition**. Boca Raton: CRC Press, 1992, p. 263-349.

CRUZ, R. S. **Efeito da adição de CO<sub>2</sub> no processamento de macarrão tipo massa fresca**. Dissertação (Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos. Viçosa, MG, 2000.

DAINTY, R. H., MACKEY, B. M. The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. **Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement**, n. 73, p. 103S-114S, 1992.

Department of Health and Human Service. Centers for Disease Control and Prevention. **Site**. Disponível em: <[http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/foodborneinfections\\_g.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/foodborneinfections_g.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2007.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et. al. (Ed.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, 1988.

EASTWOOD, M.; KRITCHEVSKY, D. Dietary fiber: how did we get where we are? **Annual Review of Nutrition**, v. 25, p. 1-8. 2005.

EMBALAGEM MARCA. **Site**. Disponível em: <<http://www.embalagemmarca.com.br/embmarca/content/view/full/805?eZSESSIDembmarca=5b3a03b0603798665b56575f8f18240f>> Acesso em: set. 2007.

EMBALAGENS ativas: Minas sai na frente no desenvolvimento desta novidade. **Revista Minas Faz Ciência**, Belo Horizonte, n. 9 dez. 2001 a fev. 2002. Disponível em: <<http://revista.fapemig.br/materia.php?id=159>> Acesso em: nov. 2007.

ETC GROUP REPORT. **Down on the Farm**: the Impact of Nano-Scale Technologies on Food and Agriculture. Nov. 2004. 74 p. Disponível em: <<http://www.nanowerk.com/nanotechnology/reports/reportpdf/report10.pdf>> Acesso em: jan. 2008.

FAO. WHO. GLOBAL FORUM OF FOOD SAFETY REGULATORS MARRAKECH, Morocco, 28 a 30 Jan. 2002. **Site**. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/004/AB524E.htm>> Acesso em: 20 ago. 2007.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J.M.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. Effect of storage conditions on quality characteristics of Bologna sausages made with citrus Fiber. **J. Food Science**, v. 68, p. 710-715. 2003.

GARCÍA-ESTEBAN, M.; ANSORENS, D.; ASTASARÁN, I. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. **Meat Science**, v. 67, p. 57-63. 2004.

GARCÍA-GARCÍA, E.; TOTOSAUS. Low-fat sodium-reduced sausages: effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and  $\kappa$ -carrageenan by a mixture design approach. **Meat Science**, v. 78. 2008.

GARCÍA, M. L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M. D.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 60, p. 227-236, 2002.

GILL C. O. Extending the storage life of meats. **Meat Science**, v. 43 (suppl), p. s99-s109, 1996.

GILL, C. O.; JONES, T. The display life of retail packaged pork chops after their storage in master packs under atmospheres of  $N_2$ ,  $CO_2$ , or  $O_2 + CO_2$ . **Meat Science**, v. 42, n. 2, p. 203-213, 1996.

- GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E.W. Potencial da fibra alimentar em países ibero-americanos: alimentos, produtos e resíduos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, n. 53(1), p. 14-20, 2003.
- GLORE, S.; TREECK, V.; KNEHANS, D.; GUILD, A. Soluble fibre and serum lipids: a literature review. **Journal American Diet**, v. 94, p. 425-436, 1994.
- GREER, G. G.; DILTS, B.D.; JEREMIAH, L. E. Bacteriology and retail case life of pork after storage in carbon dioxide. **Journal of Food Protection**, v. 56, n. 8, p. 689-693, 1993.
- GRIGELMO-MIGUEL, N.; GORINSTEIN, S.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterization of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. **Food Chemistry**, v. 65, p.175-181. 1999.
- GRIGELMO-MIGUEL, N.; ABADÍAS-SERÓS, M. I.; MARTÍN-BELOSO, O. Characterization of low-fat high-dietary fibre frankfurters. **Meat Science**, v. 52, p. 247-256, 1999.
- GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, v. 33, p. 233-245. 2000.
- HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on Frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**, v. 45, p. 273-281. 1997.
- HUNT, M. C., MANCINI, R. A., HACHMEISTER, K. A., KROPF, D. H., MERRIMAN, M., DELDUCA, G., MILLIKEN, G. Carbon Monoxide in Modified Atmosphere Packaging Affects Color, Shelf Life, and Microorganisms of Beef Steaks and Ground Beef. **Journal of Food Science**, n. 61(1), p. C45-C52, 2004.
- INSAUSTI, K., BERIAIN, M. J., PURROY, A., ALBERTI, P., LIZASO, L. Color stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, v. 53, p. 241-249. 1999.

INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION (IIFIR). **Site**. Disponível em: <<http://www.iifir.org/com/information.php?com=C2&rub=2&page=1&id=1505>>. Acesso em: nov. 2007.

JORNAL DO PLÁSTICO. **Site**. Disponível em: <<http://www.jorplast.com.br/jpout01/pag11.html>> Acesso em: nov. 2007.

JANUZZI, A. G. V. A. **Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de produto tipo presunto cozido desenvolvido com adição de fibras solúveis e insolúveis**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia. Belo Horizonte, MG, 2007.

JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. 2nd ed. Dubuque: Kendall Hunt Publishing Company, 1989. 351 p.

KAO, W. T.; LIN, K. W. Quality of reduced-fat frankfurter modified by konjac-starch mixed gels. **J. Food Science.**, n. 71(4), p. S326-S332, 2006.

KERR, W. L.; WANG, X.; CHOI, S. G. Physical and sensory characteristics of low-fat Italian sausage prepared with hydrated oat. **J. Food Quality**, v. 28, p. 62-67, 2005.

KERRY, J. P.; O'GRADY, M. N.; HOGAN, S. A. Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: a review. **Meat Science**, v. 74, p. 113-130, 2006.

KUMPE, T. K.; BOLWIJN, P. T. Toward the innovative firm: challenge for R&D. **Management Research Technology Management**, Jan./Febr., p. 38-44, 1994.

KRUIJF, N. de; VAN BEEST, M.; RIJK, R.; Sipiläinen-Malm, T.; Losada, P.; Meulenaer B de. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Additives and Contaminants**, n. 19, supplement, p. 144-16, 2002.

Labuzza, T. P.; Breene, W. M. Application of Active Packaging for Improvement of Shelf Life and Nutritional Quality of Fresh and Extended Shelf-Life Foods. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 13, p. 1-69, 1989.

LAMBERT, A. D.; SMITH, J. P.; DOODS, K. L. Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat—a review. **Food Microbiology**, v. 8, n. 4, p. 267-297, 1991.

LECLÉRE, C. J.; CHAMP, M.; BOILLOT, J.; GUILLE, G.; LECANNU, G.; MOLIS, C.; BORNET, F.; KREMPF, M.; DELORT-LAVAL, J.; GALMICHE, J. P. Role of viscous guar gums in lowering the glycemic response after a solid meal. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, p. 914-921, 1994.

LIVINGSTON, D. J.; BROWN, W. D. 1981. The Chemistry of Myoglobin and its reaction. **Food Technology**, v. 35, n. 5, p. 244-252.

LUÑO, M.; RONCALÉS, P.; DJENANE, D.; BELTRÁN, J. A. Beef shelf life in low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres containing different low CO concentrations. **Meat Science**, n. 55, p. 413-419, 2000.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C.; HACHMEISTER, K. A.; KROPF, D. H.; JOHNSON, D. E. Exclusion of oxygen from modified atmosphere packages limits beef rib and lumbar vertebrae marrow discoloration during display and storage. **Meat Science**, v. 69, p. 493-500, 2005.

MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburguers as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v. 30, p. 199-205, 1997.

MANU-TAWIAH, W.; AMMAN, L. L.; SEBRANEK, J. G.; MOLINS, R. A. Extending the color stability and shelf life of fresh meat. **Food Technology**, p. 94-102, 1991.

McKenna, D. R.; Mies, P. D.; Baird, B. E.; Pfeiffer, K. D.; Ellebracht, J. W.; Savell J. W. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. **Meat Science**, n. 70, p. 665–682, 2005.

MCMULLEN, L. M.; STILES, M. E. Changes in microbial parameters and gas composition during modified atmosphere storage of fresh pork loins cuts. **Journal of Food Protection**, v. 54, n. 10. p. 778-783, 1991.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Site**. Disponível em: <<http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/34086.html>>. Acesso em: dez. 2007.

MEIER, R.; GASSULL, M. A. Consensus recommendations on the effects and benefits of fibre in clinical practice. **Clinical Nutrition Supplements**, v.1, p. 73-80, 2004.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 57, p. 387-393. 2001.

MESTRINER, F. **Design de Embalagens**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005. 178 p.

\_\_\_\_\_. **Oportunidades para embalagens de PVC**. Disponível em: <<http://www.institutodopvc.org/congresso2/FabioMestriner.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2007.

OLIVEIRA, L. M. de; OLIVEIRA, P. A. P. L. V. de. Principais agentes antimicrobianos utilizados em embalagens plásticas. [s.l]: Food Technol. Preprint, 2004. (Serie, n. 172).

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical changes: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, p. 343-373, 1984.

PERIAGO, M. J.; ROS, G.; LÓPEZ, G.; MARTINÉS, M. C.; RINCÓN, F. The dietary fiber components and their physiological effects. **Esp. Cienc. Tecnol. Aliment**, n. 33(3), p. 229-246, 1993.

MORAES, Rose de. BrasilPack 2006: feira cresce e expõe também flexografia. **Revista Plástico Moderno**, n. 377, mar. 2006a. Disponível em: <<http://www.plastico.com.br/revista/pm377/brasilpack2.html>> Acesso em: jan. 2008.

\_\_\_\_\_. Plástico nos alimentos: indústria alia tecnologia de ponta com redução nos custos de produção: produtos de menor custo e com melhor desempenho mobilizam os fabricantes de embalagens plásticas. **Revista Plástico Moderno**, n. 366, abr. 2005. Disponível em: <[http://www.plastico.com.br/revista/pm366/plastico\\_nos\\_alimentos6.htm](http://www.plastico.com.br/revista/pm366/plastico_nos_alimentos6.htm)> Acesso em: dez. 2007.

É NO ALTO verão que a Skol mostra o que ela faz de melhor. **Portal da Propaganda**, 24 nov. 2006. Disponível em: <<http://www.portaldapropaganda.com/comunicacao/2006/11/0024>>. Acesso em: jan. 2008.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 599 p.

RIBEIRO, P. C. C.; PEGO, L. S.; SILVA, A. L. Uso de RFID no varejo de alimentos brasileiro. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 10. Production and Operations Management Society International Conference. 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.

ROONEY M. L., Overview of active food packaging. In: M. L. ROONEY. **Active food packaging**. London: Blakie Academic and Professional, 1995. p. 1-37. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6T6S4KY88HM2&\\_user=972049&\\_rdoc=1&\\_fmt=&\\_orig=search&\\_sort=d&view=c&\\_acct=C000049646&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=972049&md5=fa1c7009201ddb65c7b9aebc7467ace6#bbib24](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T6S4KY88HM2&_user=972049&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000049646&_version=1&_urlVersion=0&_userid=972049&md5=fa1c7009201ddb65c7b9aebc7467ace6#bbib24)>. Acesso em: 10 jan. 2008.

SANTINI, G. A.; BANKUTI, S. M. S.; SOUZA FILHO, H. do M. de. Inovações tecnológicas em cadeias agroindustriais: alguns casos do segmento de processamento de carnes, leite e café no Brasil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, Bauru - SP, v. 3, p. 09-21, 2005.

SCHENEEMAN, B.O. Soluble vs. insoluble fiber: different physiological responses. **Food Technology**, p. 81-82. 1987.

SELGAS, M. D.; CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L. Long-chain soluble dietary fibre as functional ingredient in cooked meat sausages. **Food Science Technology International**, v. 11, p. 41-47. 2005.

SENAI. **Tendências para o setor de alimentos: segmento de carnes**. Brasília: SENAI DN, 2006. 39 p. (Série Difusão Tecnológica e Organizacional; 2).

SILVA, C. A. B. da; BATALHA, M. O. Competitividade em sistemas agroindustriais: metodologia e estudo de caso. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE SISTEMAS AGROALIMENTARES, 2, Ribeirão Preto - SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: PENSA; USP, 1999. p. 9-19.

SILVA, C. A. B. da; BATALHA, M. O. Competitividade em sistemas agroindustriais: metodologia e estudo de caso. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE SISTEMAS AGROALIMENTARES, 2, Ribeirão Preto - SP. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: PENSA; USP, 1999. p. 9-19.

\_\_\_\_\_. **TAL 421 - Embalagem de alimentos.** Viçosa, MGM: Universidade Federal de Viçosa, 2001. Notas de aula.

SOARES, N. de F. F. et. al. Embalagem ativa na conservação de alimentos., cap. 8. In: AZEREDO, H. M. C. (Org.). **Fundamentos de estabilidade de alimentos.** Fortaleza, CE: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2004. v. 1, p. 167-189.

SØRHEIM, O.; KROPF, D. H.; HUNT, M. C.; KARWOSKI, M. T.; WARREN, K. Effects of Modified gas atmosphere packaging on pork loin colour, display life and drip loss. **Meat Science**, v. 43, n. 2, p. 203-212, 1996.

SØRHEIM, O.; NISSEN, H.; NESBAKKEN, T. The storage life of beef and pork packaged in an atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide. **Meat Science**, v. 52, p. 157-164, 1999.

SØRHEIM, O.; TORE, A.; TRULS, N. Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified-atmosphere packaging of meat. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, p. 307-312, 1997.

SOUZA, W. H. de; VASCONCELLOS, E. P. G. de. A competitividade das empresas do setor de embalagens para alimentos: um estudo de caso. **Revista de Administração de Empresas**. v. 40, n. 1, p. 88-100, jan./mar. 2000.

STALL, E. Inovação tecnológica, sistemas nacionais de inovação e estímulos governamentais à inovação. In: MOREIRA; QUEIROZ (coord.). **Inovação organizacional e tecnológica.** São Paulo: Thomson Learning, 2007. cap 2.

SUPPAKUL, P.; MILTZ, J.; SONNEVELD, K.; BIGGER, S. W. Active packaging technologies with emphasis on antimicrobial packaging and its applications. **J. Food Science**, n. 68(3), p. 408-420, 2003.

TORTOLA G. J.; FUNKE B. R.; CASE C. L. **Microbiologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 827 p.

THEBAUDIN, J. Y.; LEFEBVRE, A. C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C. M. Dietary fibres: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science and Technology**, v. 8, p. 41-48, 1997.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHIERE, F.; VAN BESST, M.; KRUIJF, N.; DEBEVERE, J. Developments in the active packaging of foods. **Trends in Food Science and Technology**, n. 10, p. 77-86, 1999. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6VHY3XJTT3J2&\\_user=972049&\\_coverDate=03%2F31%2F1999&\\_fmt=full&\\_orig=search&\\_cdi=6079&view=c&\\_acct=C000049646&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=972049&md5=6cfce90ecd0463d458b76db9621fc2e&ref=full](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VHY3XJTT3J2&_user=972049&_coverDate=03%2F31%2F1999&_fmt=full&_orig=search&_cdi=6079&view=c&_acct=C000049646&_version=1&_urlVersion=0&_userid=972049&md5=6cfce90ecd0463d458b76db9621fc2e&ref=full)>. Acesso em: out. 2008. VIANA, E. S.; GOMIDE, L. A. M.; VANETTI, M. C. D. Effect of modified atmospheres on microbial, color and sensory properties of refrigerated pork. **Meat Science**, v. 71, p. 696-705. 2005.

VIANA, E. S. **Efeito de atmosferas modificadas sobre características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de carne suína refrigerada**. 60 p. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2002.

VICKERY, A. P.; ROGERS, R. W. The use of fat replacers in low-fat pepperoni sausage. **J. Muscle Foods**, v. 13, p. 205-222. 2002a.

VICKERY, A. P.; ROGERS, R. W. The use of fat replacers in fat-free summer sausage. **J. Muscle Foods**, v. 13, p. 223-238. 2002b.

Yam, K. L., Takhistov P.T.; Miltz, J. Intelligent Packaging: Concepts and Applications. **Journal of Food Science**, n. 70(1), p. R1-10, 2005.

YANG, A.; KEETON, J. T.; BEILKEN, S. L.; TROUT, G. R. Evaluation of some binders and fat substitutes in low-fat frankfurters. **J. Food Science**, n. 66(7), p. 1039-1046, 2001.

ZALTMAN, G.; DUNCAN, R.; HOLBECK, J. **Innovations and organizations**. New York : Wiley Interscience, 1973.







# Apêndices



**Apêndice A – Tecnologias Emergentes Específicas Identificadas pelo  
Modelo SENAI de Prospecção (2006)**

<b>Segmento Tecnológico</b>	<b>Descrição da Tecnologia</b>
<b>Pré-Abate</b>	Sistemas informatizados e <i>softwares</i> específicos com modelos matemáticos para o balanceamento nutricional na formulação de rações.
<b>Abate e Processamento</b>	Equipamentos e utensílios com componentes plásticos dotados de ação antimicrobiana em instalações industriais de abate e processamento.
	Equipamentos para obtenção de CMS (carnes mecanicamente separadas) na desossa de suínos.
	Equipamentos para obtenção de CMS (carnes mecanicamente separadas) na desossa de bovinos.
	Sistema de aspersão de agentes biocidas para sanitização do ambiente nas instalações industriais.
	Proteína de plasma de sangue bovino como emulsificante ou aglutinante para reconstituição em produtos elaborados.
	Ingredientes funcionais em produtos elaborados (licopeno).
	Ingredientes pré-bióticos em produtos elaborados (fibras).
	Ingredientes pró-bióticos em produtos elaborados (leveduras).
Misturas farináceas que absorvam menos óleo na fritura de produtos elaborados.	
<b>Embalagem e Conservação</b>	Embalagens ativas com agentes absorventes em produtos prontos.
	Embalagens com barreiras ativas em produtos prontos.
	Embalagens com atmosfera modificada em produtos prontos.
	Embalagens biodegradáveis no acondicionamento do produto final.
<b>Tecnologias Limpas</b>	Sistemas de biodigestão para diminuição dos resíduos sólidos e cogeração de energia em propriedades rurais.
	Técnicas de código de barras nos sistemas de rastreabilidade para suínos.
<b>Tecnologias de Gestão</b>	Técnicas de código de barras nos sistemas de rastreabilidade para aves.

## Apêndice B- Questionário Aplicado às Empresas

Nome/ Razão social da  
empresa: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

Nomes e cargos dos  
entrevistados: \_\_\_\_\_

Telefones: \_\_\_\_\_

Fax: \_\_\_\_\_

E-mails: \_\_\_\_\_

### Dados gerais/ Caracterização da empresa

1 - Idade da  
empresa: \_\_\_\_\_

2- Idade da planta  
industrial: \_\_\_\_\_

## Pesquisa e Desenvolvimento

### 1 - A indústria realiza P&D?

	Na área de processamento	No produto	Matéria-prima/ insumos
Sim, internamente.			
Sim, através de convênio com Universidade.			
Sim, através de convênio com Institutos de Pesquisa.			
Sim, através da contratação de consultores.			

### 2 - Como são financiados os projetos de P&D?

- (     ) Recursos próprios           (     ) Fornecedor
- (     ) Finep                         (     ) Outros órgãos. Quais? \_\_\_\_\_

### 3 - Formas de obtenção de informações sobre avanços tecnológicos:

- (     ) Feiras e congressos           (     ) Revistas especializadas
- (     ) Concorrentes                 (     ) Visitas de representantes
- (     ) Consultores                   (     ) Laboratórios próprios de P&D
- (     ) Outras. Quais?

### **Tecnologia estudada**

1. Descrição do produto escolhido para o estudo de caso.
2. O que motivou o interesse em desenvolver o referido produto?
3. Quem repassou a tecnologia?
4. Como a empresa chegou aos fornecedores dessa tecnologia?
5. Quais os fornecedores da empresa?
6. Como é a relação de preço? Relacionamento?
7. Possui algum tipo de aliança?
8. Existe alguma tecnologia similar? Se sim, por que a empresa não optou pela outra?

**Mudanças requeridas no processo produtivo da empresa**

1. Adoção de alguma nova ferramenta?
2. Treinamento de funcionários?
3. Profissional especializado? Contratação?
4. Nova linha de produção ou apenas adaptação da linha já existente?
5. A nova tecnologia fez com que algum produto similar fosse retirado de linha? Ou qualquer outro?
6. Como foi o enquadramento do novo produto à legislação vigente?
7. A adoção da tecnologia gerou resíduos? Se sim, como isso foi tratado?
8. Foram requisitados novos fornecimentos para o desenvolvimento desse produto?
9. Houve mudança no movimento de materiais dentro da fábrica?
10. Quanto custou a implementação dessa tecnologia?



11. A empresa recorreu a algum financiamento?

(      ) Sim. Entre as linhas de financiamento pesquisadas, quais a empresa julgou mais rentáveis?

(      ) Não. Pular para a 13.

12. Quais as dificuldades encontradas para o empréstimo? Quais as condições do financiamento?

13. Houve algum incremento nas vendas para algum país específico após a aquisição da tecnologia?

14. Como a empresa avalia o seu produto (em estudo) quando comparado com os dos demais concorrentes?

	(Inferior/ Igual/ Superior)
No Brasil	
Algum estado que queira destacar	
No exterior	
Algum país que queira destacar	

### Qualidade do produto

1. Foram feitos testes de qualidade do novo produto em relação ao tradicional/controle? Quais?

2. Foram feitos testes de análise sensorial do novo produto em relação ao tradicional? Quais?

## Apêndice C – Lista de Fornecedores de Fibras Alimentares

Nome do Produto	Fornecedor	Site
<b>VITACEL®</b>	J. RETTENMAIER & SÖHNE	
<b>BENEO HP</b>	RAFFINERIE TIRLEMONTTOISE/TIENSE SUIKERRAFFINADERIJ, do GRUPO SÜDZUCKER (Alemanha)	
<b>BESTFIBRE 110</b>	CAMPUS DO BRASIL	
<b>BESTFIBRE TRIS</b>		
<b>EASY FAT CF</b>		
<b>FIBRESOL 120</b>		
<b>INTEGRA CDB</b>		
<b>PRO-FIBER CDB</b>		
<b>PROMUL 20</b>		
<b>Z TRIM</b>	TRIM	<a href="http://www.trim.com.br">www.trim.com.br</a>
	KRAKI (Kienast & Kratschmer Ltda)	<a href="http://www.kraki.com.br">www.kraki.com.br</a>
<b>TEXMEAT</b>	GERMINAL / ISP	<a href="http://www.ispcorp.com.br">www.ispcorp.com.br</a>
<b>TEXMEAT FB</b>		
<b>TEXMEAT FB II</b>		
<b>TEXMEAT EMI</b>		
<b>CARRAGENAS</b>	DUAS RODAS	<a href="http://www.duasrodas.com">www.duasrodas.com</a>
	KRAKI	<a href="http://www.kraki.com.br">www.kraki.com.br</a>
<b>FIBRARICH FB IP</b>	THE SOLAE COMPANY	<a href="http://www.solae.com.br">www.solae.com.br</a>



## **SENAI/DN**

### **Unidade de Prospectiva do Trabalho – UNITRAB**

*Luiz Antonio Cruz Caruso*

**Gerente-Executivo**

#### **Revisão Técnica**

*Imar Oliveira de Araújo*

**SENAI / Centro de Tecnologia de Alimentos e Bebidas - RJ**

*Luiz Antonio Cruz Caruso*

**SENAI/DN**

*Marcello José Pio*

**SENAI/DN**

## **SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC**

### **Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND**

*Renata Lima*

**Normalização**

*Suzana Curi Guerra*

**Produção Editorial**

---

#### **Elaboração**

*Mário Otávio Batalha*

*Lúcio Alberto de Miranda Gomide*

*Aldara da Silva César*

#### **Revisão Técnica**

*Celso Vegro*

**Instituto de Estudos Agropecuários - SP**

*Fábio Ramos*

**Agrossuisse Ltda.**

*Leonardo Fahndrich*

**Ferreira International Ltda.**

*Marina Brasil*

**Instituto de Estudos Agropecuários - SP**

*Ronaldo Santiago*

**Revisão ortográfica**

*Exa World*

**Projeto gráfico**

*TMTA - Comunicações*

**Editoração**





*Confederação Nacional da Indústria  
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional*

ISBN 978-85-7519-297-9



9 788575 192979 >