



**X Workshop em Alimentos**  
**Lajeado, 28 de outubro, 2009**

# **EMBALAGENS INOVADORAS**

## **PARA ALIMENTOS**

Prof. Dr. Carlos Prentice  
Laboratório de Tecnologia de Alimentos  
Escola de Química e Alimentos  
FURG – Universidade Federal do Rio Grande



## Papel primário da embalagem?

Na indústria de alimentos: Preservação e proteção da contaminação externa.

Inclui segurança dos alimentos embalados, manutenção da qualidade, aumento na **vida útil** e demora no deterioro.

Embalagem protege alimentos da influência de ambientes com luz, calor, ausência ou presença de oxigênio, umidade, enzimas, microrganismos, insetos, poeira, emissão de gases, pressão, etc.

Esses fatores conduzem ao deterioro de alimentos e bebidas.



**Vida útil dos alimentos aumenta pelo decréscimo de reações microbianas, bioquímicas e enzimáticas através de estratégia: controle da umidade e da temperatura, remoção de oxigênio, adição de aditivos/ preservativos químicos, ou combinação.**

**Para evitar recontaminação, é importante a integração apropriada entre produto, processo, embalagem e distribuição.**

**Material perfeito para embalagem não deve permitir transferência molecular para alimento. Material deve ser inerte e resistente a ameaças.**



**Outras funções importantes da embalagem:  
Conteúdo, conveniência, comercialização e  
comunicação.**

**Envolvimento do conteúdo assegura  
que o produto não seja derramado  
intencionalmente.**



**Comunicação cumpre papel chave entre  
consumidor e processador de  
alimentos, mostrando informação  
obrigatória (peso, fonte, ingredientes,  
etc).**

**Valor nutricional e avisos para uso são  
exigidos agora por lei**



Embalagem tradicional de alimentos desenhadas para demorar efeitos desfavoráveis do ambiente no alimento.

**Embalagem ativa** cumpre papel dinâmico na preservação dos alimentos e permite embalagem interagir com alimento e meio ambiente.

Muitas áreas da embalagem tem avançado com o desenvolvimento de **embalagens ativas**:

Taxa controlada da respiração, oxidação demorada, migração da umidade, e crescimento microbiano.



Muitos avanços nas tecnologias de embalagem incluem absorventes de odor, removedores de etileno, absorvedores e/ou emissores de dióxido de carbono, e emissores de aroma.

Remoção de oxigênio, purga e controle da umidade tem sido digno de atenção em **embalagens ativas**, onde o controle da purga é o mais eficiente



# Embalagem inteligente

Autorizada para monitorar e comunicar informação sobre qualidade dos alimentos, com ajuda de ITTs indicadores de tempo e temperatura, identificação por radiofrequência IDRF, indicadores de maturação, e bio-sensores.

Podem ser incorporados no material da embalagem ou colocados por dentro ou fora da embalagem.

Aplicação comercial é limitada mas eles ganham importância como mecanismo para acompanhar produtos e outras mercadorias perecíveis.



# Seqüestradores de oxigênio

Presença de oxigênio em alimentos embalados pode acelerar reações oxidativas resultando em deterioro dos alimentos.

Oxigênio ajuda crescimento de microrganismos e fungos aeróbios.

Reações oxidativas produzem odor e sabor desagradáveis, mudanças indesejadas de cor, e reduz qualidade nutricional do alimento.

Agentes que removem oxigênio, diminuindo reações oxidativas.





(...)

**Diferentes formas: saquinhos, etiquetas, ou diretamente incorporados dentro do material da embalagem e/ou fechamento.**



**Compostos para seqüestro do oxigênio são agentes que reagem com oxigênio para reduzir sua concentração.**

**Mais comuns: óxido ferroso, ácido ascórbico, sulfetos, catecol, tintas fotossensíveis.**



# Absorvedores e emittentes de dióxido de carbono

CO<sub>2</sub> adicionado em alguns produtos (pães, carnes *in natura*, frango, queijo, para interromper crescimento microbiano).



Também usado para diminuir a taxa de respiração de produtos *in natura*, para impedir colapso da embalagem ou vácuo parcial causado pelos seqüestradores de oxigênio.

Diferentes: reagentes químicos, como bicarbonato ativado pela umidade, em sachetes, saquinhos, e almofadas absorventes.



## Agentes de controle da umidade

Umidade excessiva em alimentos sensíveis à umidade pode ter resultados adversos (amaciamento de produtos crocantes, **em** produtos em pó, e umidificação de produtos higroscópicos.

O contrário é verdadeiro. Muita perda de umidade dos alimentos pode resultar na dessecação dos produtos.

Adicionar agentes de controle da umidade ajuda a controlar  $A_w$ , removendo água evaporada em produtos congelados, reduzindo crescimento microbiano, prevenindo condensação de produtos *in natura*, e cuidando taxa de oxidação lipídica.



# Entra nanotecnologia na embalagem

Capacidade de transformar os materiais para embalagem a futuro.

Inovações em nanoescala com melhorias interessantes: detecção de patógenos, embalagens inteligentes, e nas propriedades mecânicas e de barreira.



**Exemplo popular:** Uso de nanocamadas de alumínio que recobrem interior de muitas embalagem para snacks alimentícios.



# Nanocompostos: Na vanguarda do desenvolvimento

Embalagens **nanocompostas** chegando para contribuir significativamente no mercado da embalagem dos alimentos no futuro.

Segundo informação do mercado mundial de plásticos, o mercado dos nanocompostos alcançará US\$ 2 bilhões até 2010.

Nanociência oferece benefícios excelentes para melhorar embalagens para alimentos: avanços nas características fundamentais dos materiais (propriedades antimicrobianas, propriedades de barreira, rigidez, e estabilidade a calor e frio).



**Comercialização de materiais nanocompostos foi iniciada pela companhia Toyota a final de 1980.**

**Em 1990 pesquisa mundial para uso dos nanocompostos na embalagem para alimentos começa.**

**Muitas pesquisas: argila montmorilonite usada como nanocomponente em polímeros: cloreto de polivinilo, polietileno, nylon, e amido.**

**Quantidade de nanoargilas: de 1 a 5% em peso.**



**Nanocomponentes com dimensão  $< 1$  nm extensão.**

# Outros avanços da nanotecnologia

Os mais importantes:

## Nanotubos de carbono

Cilindros com diâmetro em nanoescala que podem ser usados na embalagem de alimentos para melhorar propriedades mecânicas.

Recente descoberta: poderiam exibir efeito antimicrobiano poderoso.

E. coli morre imediatamente quando entra em contato com nanotubos de carbono.



## **Nano-sensores:**

**Com potencial para crescer nas embalagens para alimentos.**

**Poderia detectar patógenos, toxinas e reagentes químicos em alimentos.**

**Pesquisas em nanotecnologia descrevem métodos de detecção para toxinas, alergênicos, bactérias, e vírus.**





---

**Nano-rodas:**

Também somam para melhoria das embalagens para alimentos.

Moléculas incorporadas em plásticos para melhorar propriedades mecânicas e de barreira.

**Nano-vesículas:**

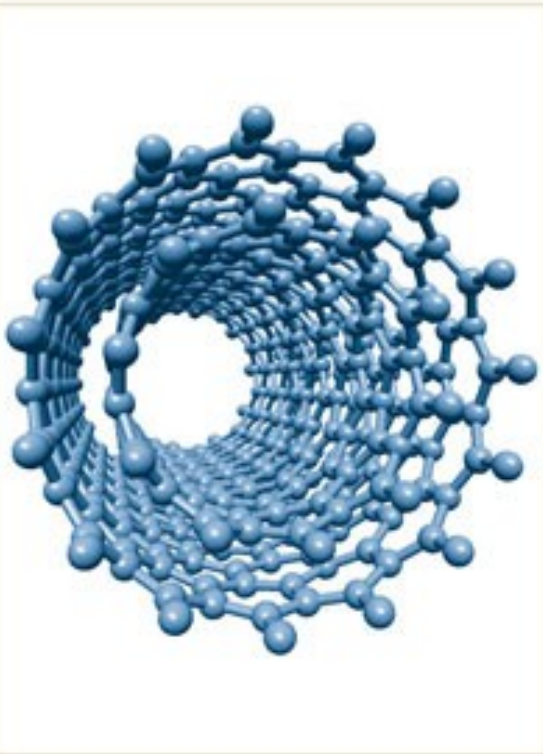
Capazes de detectar E. coli 0157:H7, Listeria monocytogenes, and Salmonella spp.

Nano-vesículas de lipossomos idealizadas para detectar proteínas alergênicas a amendoim.



## **Biochips de DNA:**

**Desenvolvidos para detectar patógenos.**



**Cientistas da U Pennsylvania e Centro de Ciências Químicas de Monell tem usado tubos de carbono de tamanho nano recobertos com elementos de DNA para criar nano-sensores. Habilidade para detectar odor e gosto.**

**Nano-tubos de carbono funcionam como transmissores enquanto o elemento simples de DNA funciona como sensor.**



## Nanocompostos biodegradáveis

Filmes produzidos com camadas de argila, por bombeamento de carboidratos ou **proteínas** e enchimento de argila através dos biopolímeros.

Agem como barreiras eficientes aumentando dificuldade do caminho que água segue para penetrar os filmes.

Material ajuda a conseguir suficiente aumento na resistência dos filmes (**pesquisa LTA/FURG**)



Mercado de **Embalagens Ativas e Inteligentes** é hoje indústria globalizada de vários bilhões de dólares, que continuará a crescer devido a demanda reprimida por uma faixa de produtos que liderarão o estilo de vida do século 21.



- **Europa, Japão, EUA vão crescer nesta área ...**
- **Expectativa de vida continua a crescer, consumidores idosos com saúde, mobilidade e entusiasmo que resiste a novas tecnologias.**
- **Poder das crianças muito importante.**
- **Mais solteiros, casais sem filhos, e mulheres trabalhando devem aumentar nas próximas décadas.**



## Mudanças em normas internacionais

Hoje incluem sistemas ativos e inteligentes.

- ***Embalagem ativa***: Muda ativamente a condição do alimento embalado para estender vida ou melhorar segurança e propriedades sensoriais, enquanto mantém qualidade dos produtos embalados
- ***Embalagem inteligente***: Monitora a condição dos alimentos embalados para dar informação sobre qualidade do alimento embalado durante transporte e armazenamento.



## Espera-se os seguintes avanços:

- Aumentar a vida útil dos produtos: usando Embalagem em Atmosferas Modificadas (EAM) e embalagem ativa
- Ampliar uso da embalagem com diagnóstico incluído: embalagem inteligente, p. ex. ITT, indicadores de deterioro e de patógenos.
- Uso generalização de equipamentos ao longo das vias do transporte (para assegurar a rastreabilidade do suprimento da cadeia de alimentos): adesivos IDRF, informação em código de barras.



## EAM cresce rapidamente ... :

- Espera-se que embalagens usando tecnologia EAM exceda 30 bilhões de dólares por ano.
- Aumento rápido em mercados de carne in natura, pescado, fruta e vegetais.
- Pizzas frescas embaladas com EAM.
- Aumento EAM pela quantidade de alimentos resfriados prontos produzidos.





**Embalagem em atmosfera modificada (EAM) precisa uso de materiais de barreira para embalagem, incluindo filmes flexíveis transparentes.**

**EAM pode também beneficiar pela associação com embalagens ativas**



## Vida útil incrementada: **Embalagem ativa**

Diferentes tipos de tecnologia para embalagem ativa disponíveis hoje em dia tem muitas limitações

- Disponibilidade em forma de sachetes, saquinhos para seqüestradores de oxigênio, absorvedores de CO<sub>2</sub>/ emitentes de CO<sub>2</sub> tem resultado em aceitação limitada dos consumidores.



- Aditivos antimicrobianos usualmente podem proteger somente contra um tipo de bactéria;

Eficiência pode ser reduzida pelo processamento dentro de resinas plásticas. Muito tempo de contato entre embalagem e alimento compromete eficiência

- Novas regulamentações em EUA e Europa

Acredita-se que a melhor chance de sucesso para produtos em **Embalagens Ativas** será conseguida pela combinação com **Embalagem em Atmosfera Modificada**.



# Embalagens de diagnóstico: Embalagem inteligente



Inclui as seguintes tecnologias diferentes:

- **ITT (Indicadores de Tempo e Temperatura) e BTT (Bio-sensores de Tempo e Temperatura)**
  - » Abusos de temperatura, gerenciamento da cadeia de frio
- **Indicadores de deterioro:** em desenvolvimento.
  - » Perigos na vida útil, preocupações nos negócios
- **Indicadores de patógenos:** Especificidade para detectar um tipo de patógeno, ainda em desenvolvimento.
  - » Cuidados com a segurança alimentar.



# Limitações da embalagem de diagnóstico

- Custo adicional para ITTs, pelo baixo volume de produção, mas melhorando ...
- Resistência do ponto de vista dos consumidores (indicação clara e mudança consistente)
- Aplicação de indicadores de deterioro limitado a espécies de bactéria:  
Não representativo do espectro de bactérias de deterioro
- Indicadores de patógenos: Específico para detecção de um tipo específico de patógeno.



**As embalagens de diagnóstico mais bem sucedidas levam ITTs e BTTs utilizando tecnologias IDRF que podem funcionar ao longo da cadeia inteira**

- Permitem fornecedores de alimentos cumprir com novas normas de rastreabilidade
- Redução na quantidade total de desperdícios na cadeia de suprimento (1/3 atribuído a abusos de temperatura)
- Adaptação mede saldo da vida útil: Baseada no potencial abuso de temperatura na cadeia de frio.





## Informação disponível do adesivo

### RFID

Utilizada em casa ou prateleira do mercado para:

- Conscientizar consumidor dos alergênicos nos produtos alimentícios processados.
- Providenciar informação nutricional (calorias, gordura, açúcares).
- Programar automaticamente equipamentos domésticos.
- Monitorar dietas, pelo uso de leitores portáteis.
- Gerenciar conteúdo: lista automática de compras, avisos de alimentos fora do prazo, abusos de temperatura.



### Que será visto na cozinha em 2010?

- EAM adaptada utilizando mix de embalagem ativa e inteligente
- Melhoria no comportamento da cadeia de suprimentos do campo à geladeira utilizando adesivos IDRF ou código de barras ativo.
- Adesivos eletrônicos da composição de alimentos, valor nutricional, normas para cozinhar, etc..
- Equipamentos domésticos inteligentes ligados a sistemas eletrônicos etiquetados.





# E a cozinha do futuro?

## Como será?

- EAM para começar ...
- Sensores na embalagem para detectar níveis de gases
- Recarga de gases ativada por sensores para compensar a perda de gases.

**Equipamentos domésticos inteligentes:**  
programação automática de tempo e temperatura de cozimento; avisos de conteúdo de alergênicos ou de prazo de validade vencido.



## **Negócio das Embalagens Ativas e Inteligentes**

**Área multidisciplinar e o conhecimento seguinte será necessário no futuro:**

- **Ciência dos materiais,**
- **Química e bioquímica**
- **Biologia e microbiologia**
- **Técnicas de impressão avançadas**
- **Eletônicos de baixa potência e baixo custo**
- **Eletônicos para radiofrequência**
- **Engenharia de Alimentos**
- **Engenharia de sistemas**
- **Engenharia de produção**



## Projeto em andamento

Melhorar a qualidade, segurança, transparência e rastreabilidade da cadeia de suprimento de frio nos alimentos pelo desenvolvimento de tecnologia, de dispositivos e acesso eficientes para o monitoramento continuado e registrado de dados relevantes e processamento de dados para gerenciamento adequado da informação por toda a cadeia de suprimento.

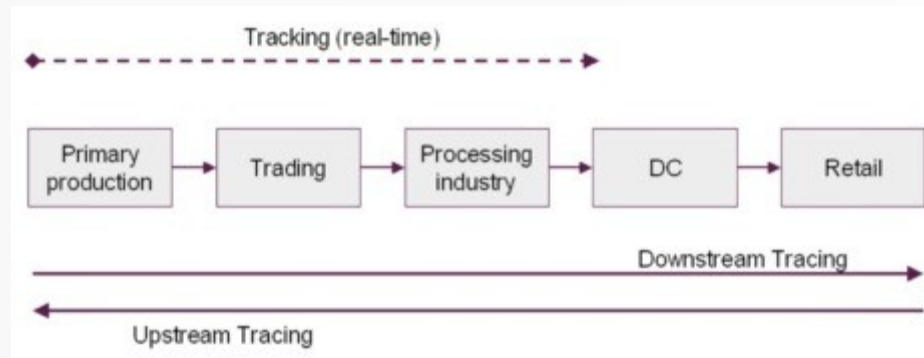
14 países, 29 integrantes (universidades, centros de pesquisa, indústrias)



**Brasil: FURG, Seara, Minuano**

## CHILL ON – Objetivos estratégicos

- **Rastreabilidade compreende rastrear e transportar (de onde provêm) e traçar roteiro (onde é usado / aonde vai)**



- **Projeto CHILL-ON pesquisa e desenvolve novos conceitos para melhorar a qualidade, segurança, visibilidade, e rastreabilidade da cadeia de suprimento de alimentos resfriados/ congelados**





## MODELO UTILIZADO

De acordo com a ABEF, o Brasil é maior exportador de frango, tanto em divisa como volume exportado.

Atualmente esta cadeia já participa do seleto grupo que exporta acima de US\$ 1 bilhão anual.

União Européia é segundo maior Mercado dos produtos avícolas brasileiros, após Ásia (Oriente Médio e Sudeste Asiático).



## E os microrganismos?

Presença de microrganismos em produtos alimentícios durante produção, armazenamento, transporte e embalagem é **inevitável**.

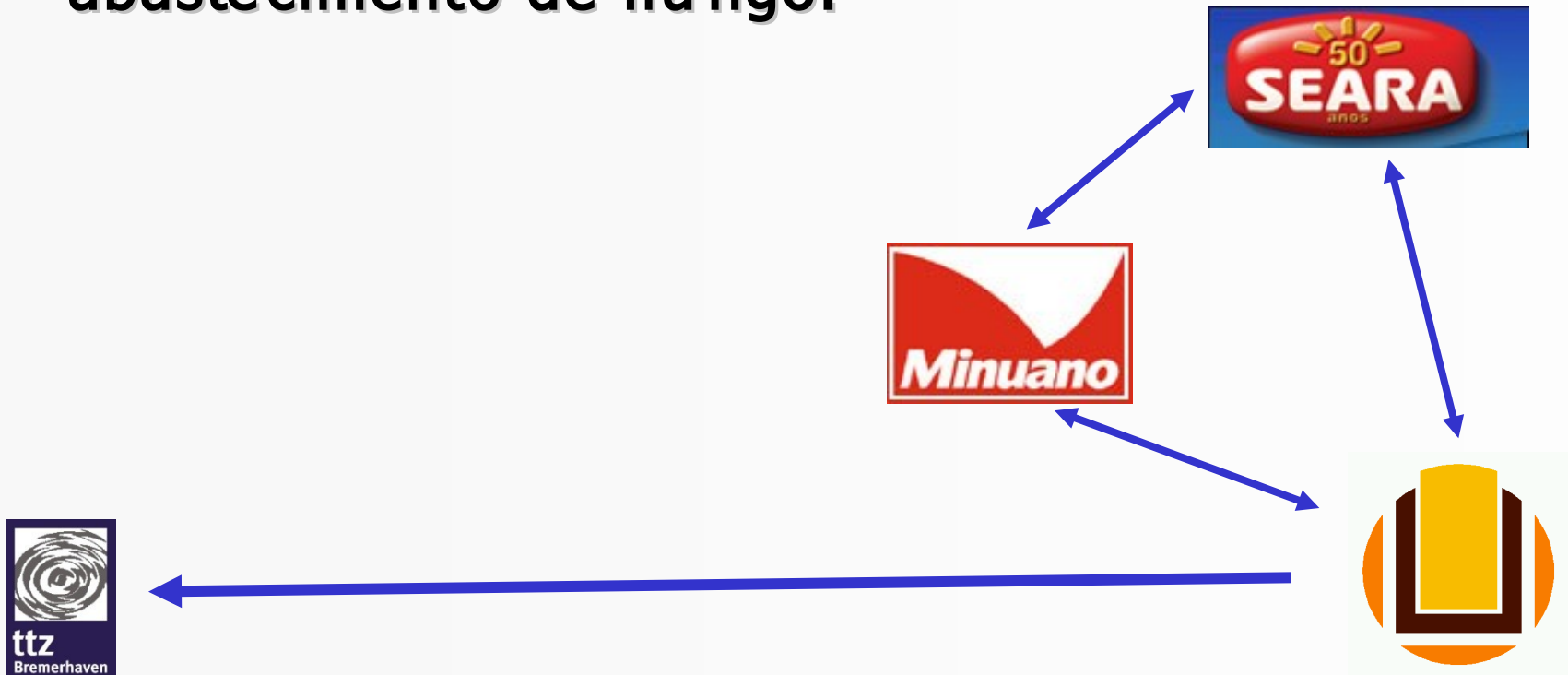
Durante processamento das aves, níveis de contaminação podem ser controlados através de medidas higiênicas, baseadas em APPCC, para evitar contaminação cruzada, ambas **entre produtos e entre equipamento e produto**.

Aplicação de modelagem preditiva do crescimento dos microrganismos é ferramenta importante para a segurança alimentar e garantia de vida útil.

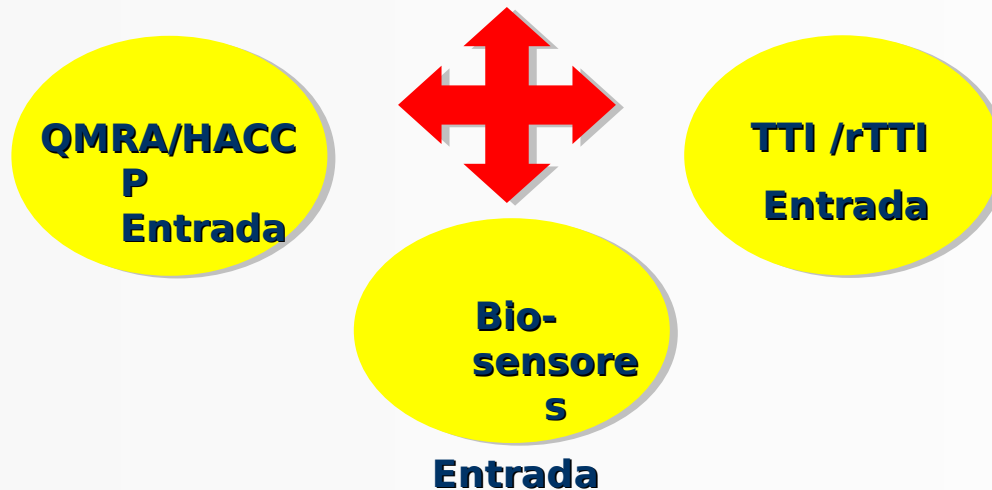
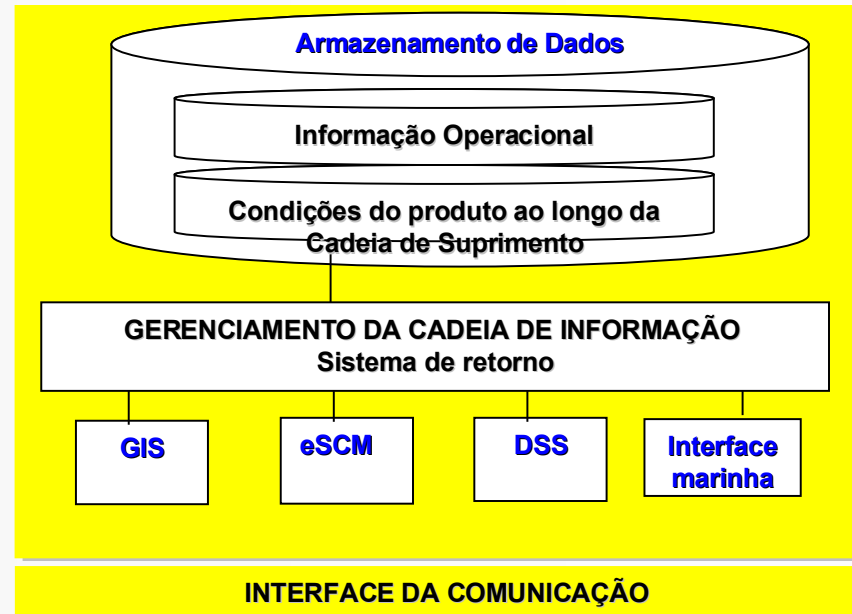


# O que fazer?

Chill-On Brasil vem trabalhando no desenvolvimento de modelos biológicos e dispositivos para a predição de contaminação microbiana e abusos de temperatura na cadeia de abastecimento de frango.



# Criação de Sistema de Gerenciamento da Cadeia de Informação - TRACECHILL -





# Projeto financiado CE

**Simulação da cadeia de frio dos produtos à base de frango que são exportados para Europa**

**Estimativa do tempo de vida-útil de produtos a base de frango ao longo da cadeia**

**Avaliação microbiológica, reológica e sensorial de produtos obtidos a partir de surimi de carne mecanicamente separada de frango, pescado e misturas**



**Obrigado pela sua atenção!**



## **Workshop Internacional sobre Qualidade dos Produtos Industrializados à base de Frango**

**Quando? 10 e 11 de Maio de 2010**

**Onde? Porto Alegre**

**Para? Estudantes e profissionais de Ciência e Tecnologia de Alimentos**

**Organiza? FURG, Seara, Minuano**

**Patrocina? Chill-On, CE**



**Para mais informações, favor contatar:**

**Dr. Carlos Prentice**

**FURG/LTA**

**Fone: (53) 32338621**

**Celular: (53) 91638921**

**Fax: (53) 32338745**

**dqmprent@furg.br**

**http://www.lta.furg.br**

