

# Colóquio Saúde e Segurança Alimentar

## Uso da inovação tecnológica para melhorar a segurança alimentar

**Pedro Dinis Gaspar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade da Beira Interior  
Departamento de Engenharia Eletromecânica  
([dinis@ubi.pt](mailto:dinis@ubi.pt))

# Introdução

- **Indústria, retalhistas, autoridades alimentares e consumidores reconhecem:**
  - A cadeia de frio afeta directamente a SEGURANÇA ALIMENTAR e QUALIDADE dos produtos refrigerados e congelados.
- **Objectivo: (Melhor e mais restrita) gestão sistemática da cadeia de frio**
  - Aplicação de técnicas melhoradas de avaliação da segurança, qualidade e vida de prateleira dos produtos.
  - Menores riscos de segurança alimentar e maior qualidade, com impacto significativo na saúde pública e na economia.

# Garantia da qualidade alimentar

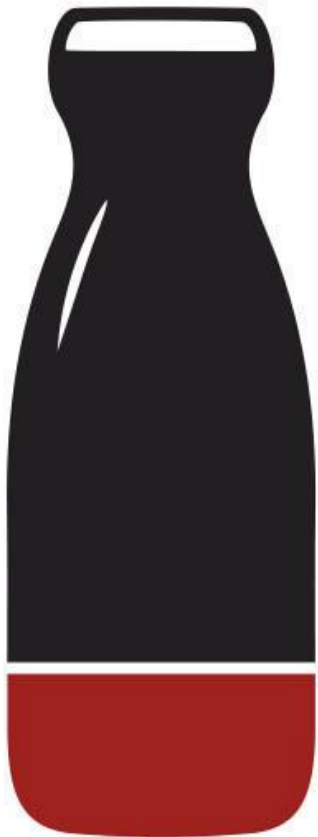
- **Filosofia atual:**
  - Decréscimo do enfoque nos testes ao produto final e verificação para qualidade e controlo regulamentar.
  - Desenvolvimento e aplicação de sistemas estruturados de garantia de qualidade baseados na monitorização, controlo e aquisição dos valores dos parâmetros críticos ao longo de todo o ciclo de vida do produto.

# Desperdício alimentar

- **(FAO, 2014): Desperdício anual de 1/3 dos alimentos para consumo humano**
  - Mundial: 1.3 mil milhões de toneladas => 900 mil milhões de US\$
  - UE27: 89 milhões de ton anuais de desperdício alimentar;
  - Níveis elevados ao longo de toda a cadeia agroalimentar;
- **2014: Ano Europeu contra o desperdício alimentar;**
  - Promoção de medidas de mitigação (redução ou exclusão);

# Desperdício alimentar

- **SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction (FAO)**



## 20% DAIRY FOOD LOSSES

In Europe alone, 29 million tonnes of dairy products are lost or wasted every year.



This is the same as  
574 billion eggs.

■ Agriculture   ■ Distribution  
■ Post-harvest   ■ Consumption  
■ Processing



## 20% MEAT FOOD LOSSES

Of the 263 million tonnes of meat produced globally, over 20% is lost or wasted.



This is equivalent to  
75 million cows.

# Desperdício alimentar

- **SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction (FAO)**



**35%**  
**FISH & SEAFOOD  
FOOD LOSSES**

8% of fish caught globally is thrown back into the sea. In most cases they are dead, dying or badly damaged.



This is equal to almost 3 billion Atlantic salmons.

■ Fisheries    ■ Distribution  
■ Post-catch    ■ Consumption  
■ Processing



**45%**  
**FRUIT & VEGETABLES  
FOOD LOSSES**

Along with roots and tubers, fruit and vegetables have the highest wastage rates of any food products; almost half of all the fruit and vegetables produced are wasted.



3.7 trillion apples

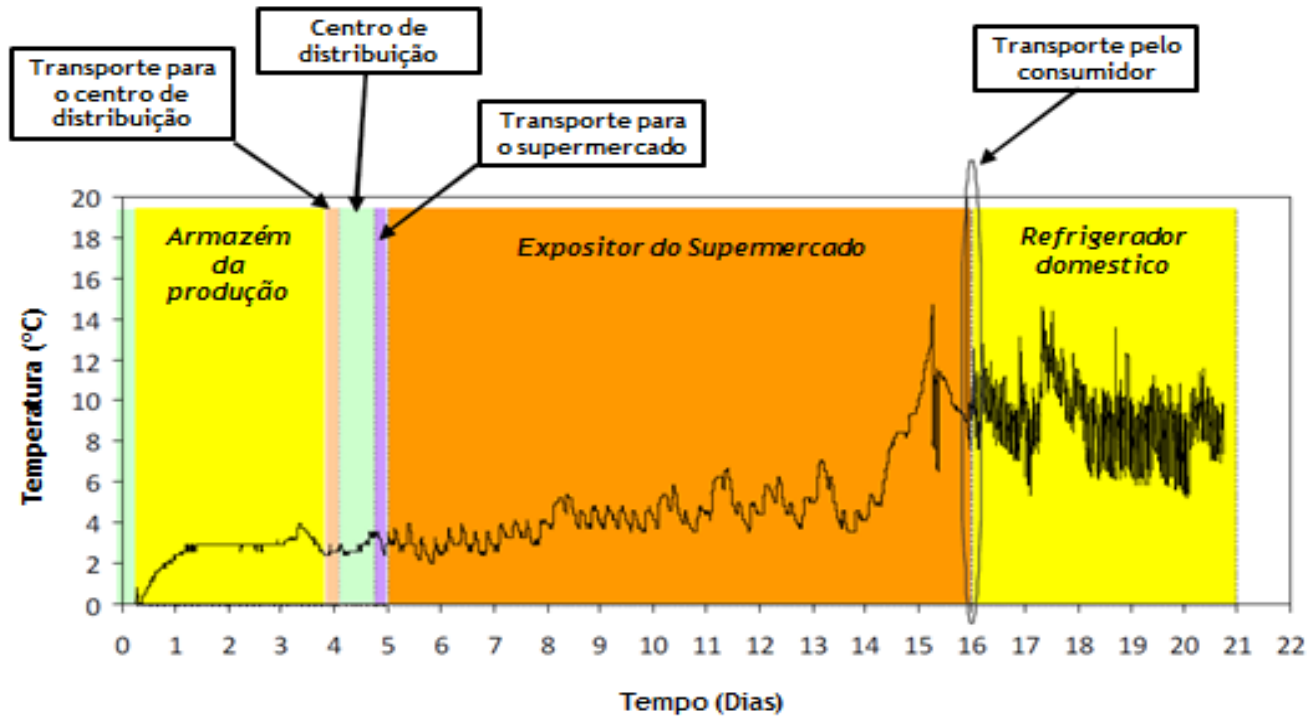
# Estudos experimentais

- **Gogou *et al.* (2013): Colocação de dataloggers em pacotes de produtos (carne picada) com monitorização da temperatura desde o processamento até à conservação em supermercado.**
  - Rápidos (mas curtos) incrementos de temperatura (durante o transporte)
  - Casos de armazenamento em retalho com temperaturas  $> 7^{\circ}\text{C}$
  - Flutuações significativas de temperatura

E. Gogou, G. Katsaros, E. Derens, G. Alvarez, P. Taoukis. Development and Application of the European Cold Chain, ICC 2013 2nd IIR International Sustainability and Cold Chain Conference, Paris, 2-4 April 2013.

# Estudos experimentais

- Pontos críticos onde os produtos são mais susceptível a variações térmicas:
  - Fases de transição ao longo da cadeia de distribuição, mas principalmente no último estágio: armazenamento doméstico



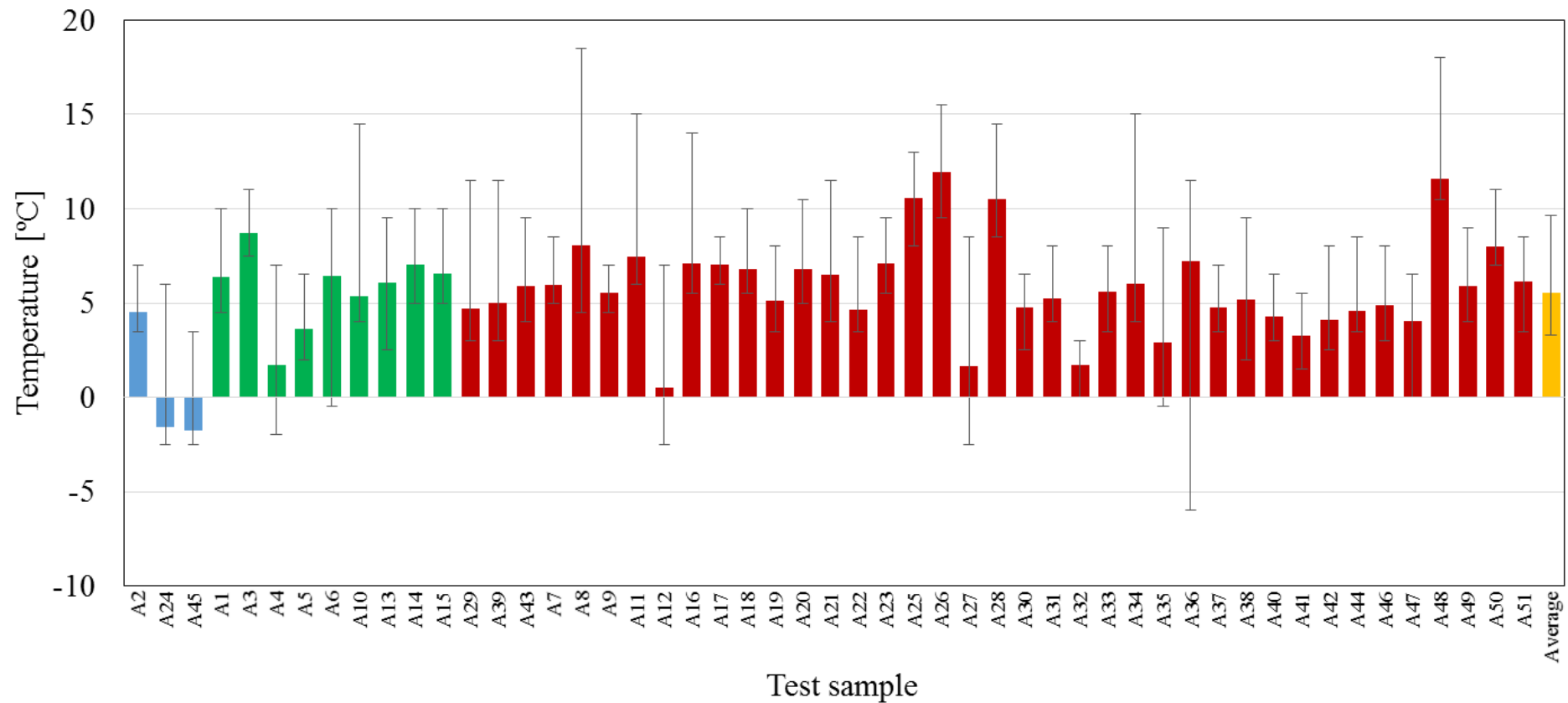


# Estudos experimentais

- **Caracterização da utilização dos frigoríficos domésticos e do desperdício alimentar na comunidade estudantil da Universidade da Beira Interior (Galvão *et al.*, 2015)**
  - Amostra: 201 alunos; 51 equip.s (Int. de confiança: 85%, Erro amostral: 5%)
  - Estudo do desempenho térmico:
    - Dataloggers em medição durante uma semana.
    - Temperatura média de armazenamento: 5,5 °C (acima do limite)
    - Temperatura máxima: 18,5 °C.
    - Temperatura mínima: -6 °C.
- Galvão, P.D. Gaspar, P.D. Silva, “Experimental study of the thermal performance of domestic refrigerators in the student community at the University of Beira Interior (Portugal)”, Food Control, Elsevier. (submitted)

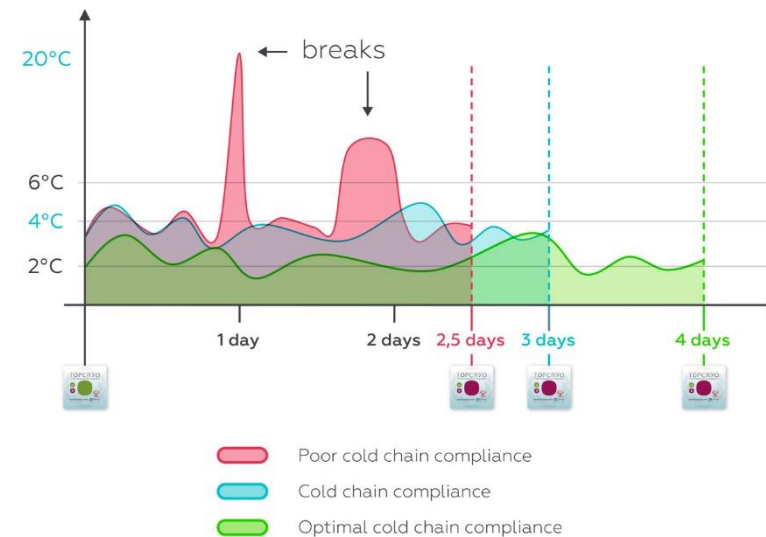
# Estudos experimentais

- Resultados da análise das condições de operação dos equipamentos



# Monitorização e Controlo

- A segurança e qualidade de produtos alimentares perecíveis depende nas condições de temperatura de armazenamento, manuseamento e distribuição.
- **Monitorização e controlo:**
  - Determinação precisa da vida de prateleira
  - Otimização da cadeia logística
  - Otimização da gestão no retalho
  - Assegurar a segurança alimentar
  - Responsabilidade na cadeia de distribuição



# Monitorização e Controlo

- **Parâmetros a monitorizar e controlar:**
  - Histórico de temperatura (**parâmetro mais relevante**)
  - Outros parâmetros são fortemente dependentes do tipo de produto:
    - Humidade (produtos secos ou farinhas)
    - pH (carne, peixe e lacticínios)
    - O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (armazenamento em atmosfera modificada)
    - Etileno (frutas e flores)



# Monitorização e Controlo

- **Existem inúmeras soluções de inovação tecnológica destinadas à promoção da segurança alimentar, entre estas encontram-se disponíveis comercialmente:**
  - Indicadores de temperatura (TI)
  - Integradores de tempo/temperatura (TTI)
- **Utilização crescente de TI e TTI no controlo e avaliação da cadeia de frio:**
  - Sector alimentar,
  - Sector da saúde,
  - Sector químico.

# Indicadores de Temperatura (TI)

- Dispositivos que indicam se a temperatura do produto excede um valor definido.
- Em alguns casos, os TI apenas fornecem indicação caso a temperatura tenha ultrapassado o valor limite por um período de tempo definido.



# Indicadores de Temperatura (TI)

- Dispositivos apenas adequados para monitorização e controlo de lotes de produtos:
  - Custo
  - não-descartáveis



# Integradores Tempo/Temperatura (TTI)

- **Medição do tempo e da temperatura e integração num único resultado visível.**
- **Indicam a história cumulativa de tempo-temperatura.**
- **Resultado directamente proporcional à energia necessária para a reacção activada termicamente (similar ao crescimento bacteriano).**
- **Princípio baseado no mesmo conceito (modelo teórico de Arrhenius).**



# Integradores Tempo/Temperatura (TTI)

- Usados para indicar, por meio de uma alteração visível de estado, uma subida da temperatura acima de um valor limite (instantâneo ou período de tempo).

- Características e vantagens:

- tamanho reduzido;
- resistência;
- fácil aplicabilidade;
- baixo custo.

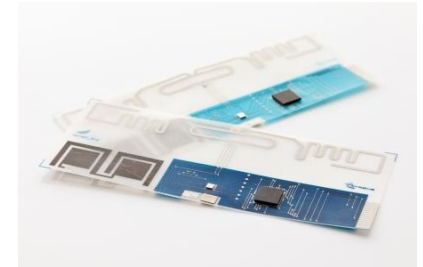


# Integradores Tempo/Temperatura (TTI)

- **Classificação:**
  - Baseados na difusão
  - Microbianos
  - Enzimáticos
  - Baseados em polímeros
  - Foto- ou termo-cromáticos
- **Classificação (mediante a origem e a aplicação do TTI):**
  - TTI Intrínseco: usado de forma natural no alimento
  - TTI Extrínseco: usado de forma artificial no alimento

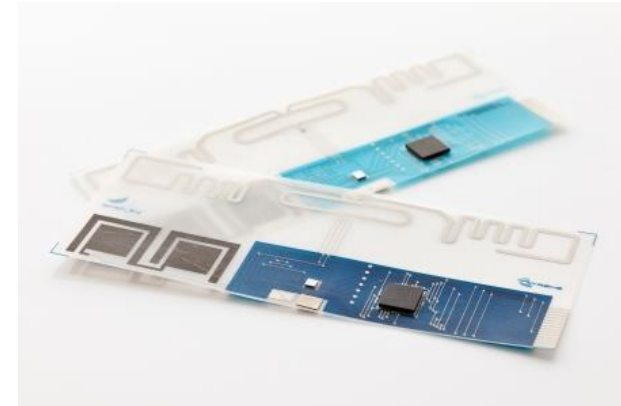
# Tecnologias de TI e TTI

- Existem vários tipos de tecnologias de TI e TTI:
  - eletrónica,
  - mecânica,
  - física,
  - físico-química,
  - biológica,
  - microbiológica
  - ou misto.



# TI eletrónicos

- Constituídos por um CI de um sensor de temperatura alimentado por bateria, geralmente constituído por um termístor e um display.
- Os TI disponíveis no mercado ainda são bastante volumosos, com espessuras de vários mm.



# TTI mecânicos (ou físicos)

- Usam as propriedades térmicas e físicas dos materiais.
- P.ex: a variação de volume de um líquido pode ser utilizada para quebrar um blister a um valor específico de temperatura.
- Geralmente usados para registar o valor limite.
- Tipicamente, são irreversíveis.
- Poderão requer procedimento de pré-activação.



# TTI mecânicos (ou físicos)

- Princípio de funcionamento: fenómeno de difusão;
- P.ex: Substância química colorida é derretida e absorvida por um papel absorvente aquando sujeita a determinado valor de temperatura;
- Normalmente utilizado como um indicador de processos térmicos.



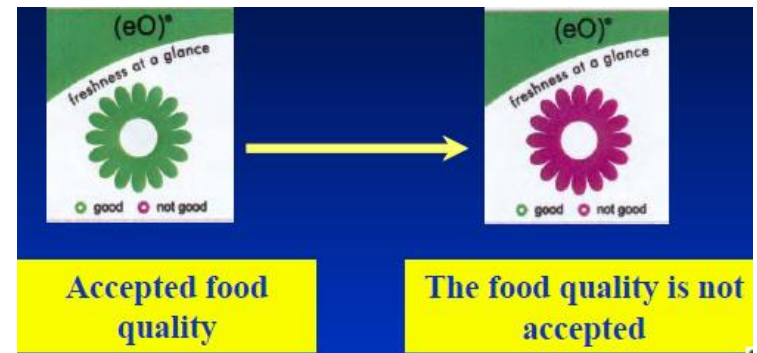
# TTI químicos

- Baseados nas propriedades térmicas dos reagentes (como uma mudança de cor de tinta termo-cromática de acordo com o tempo/temperatura ou distribuição de um líquido de absorção):
  - Superação ocasional do limite de temperatura (TI) ou sucessiva (TTI).
  - Escolha de reagentes ou materiais permite definir as características do TTI.
  - Fenómenos irreversível e permanente.



# TTI biológico ou microbiológico

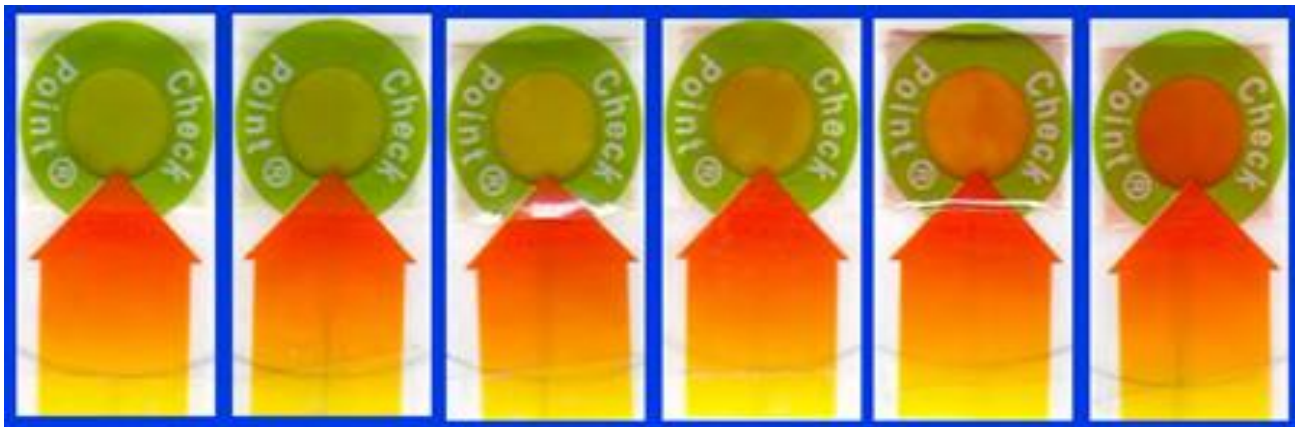
- Princípio de funcionamento baseado num sistema transportador, inoculado com uma concentração de um microorganismo, e na sua resistência térmica.
- Usam as propriedades termo-sensíveis de alguns microrganismos que seguem uma lei de Arrhenius (p.ex: taxa de multiplicação)
- Utilizam propriedades químicas de alguns compostos pela multiplicação dos microrganismos para induzir mudanças de cor (p.ex. alteração de pH).





# TTI enzimático

- Quantificação da atividade de uma enzima termicamente instável;
- Acumulação de actividade residual mostra as variações térmicas sofridas.
- Elevada estabilidade térmica permite utilização num amplo intervalo de T;
- Dispositivos usados em processos de pasteurização e esterilização.



# Conclusões

- **Desenvolvimento de estudos para avaliação da fiabilidade da utilização de TI e TTI (comerciais) na cadeia de frio.**
- **Estudos de avaliação do(s) tipo(s) de TI / TTI mais adequado, considerando:**
  - Custo
  - Precisão
  - Dimensões
  - Possibilidade de re-utilização

- **Desenvolvimento de estratégias de rastreabilidade de produtos alimentares perecíveis ou processados com TI/TTI ao longo de toda a cadeia de frio**
- **Objectivos:**
  - Assegurar a segurança e qualidade alimentar
  - Reduzir o desperdício alimentar
  - Analisar as condições de reverter sistemas FIFO (First-In, First-Out) em :
    - FEFO (First-Expire, First-Out)
    - LSFO (Least Shelf-life, First Out)
    - LQFO (Least Quality, First Out)

Grato pela atenção

Questões?