

## MODELIZAÇÃO DOS ABUSOS DE TEMPERATURA EM VEGETAIS CONGELADOS: EFEITOS NA QUALIDADE

R. C. MARTINS<sup>1</sup> AND C.L.M SILVA<sup>2</sup>

Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa

Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4200 Porto, Portugal

<sup>1</sup>email: [rmcm@morango.esb.ucp.pt](mailto:rmcm@morango.esb.ucp.pt) <sup>2</sup>email: [crislui@esb.ucp.pt](mailto:crislui@esb.ucp.pt)

### RESUMO

O mercado dos alimentos congelados tem tido nos últimos anos uma rápida expansão, onde o consumidor cada vez mais exige alimentos com maior qualidade, quer sensorial quer nutricional. Esta nova consciência leva a que se espere dos produtores e distribuidores produtos congelados um elevado nível de qualidade e segurança, durante todo o ciclo de vida do produto até ser consumido. Torna-se obvio que os abusos de temperatura, que ocorrem durante a vida útil do produto congelado, é um factor de risco que é limitativo da qualidade e segurança. O presente trabalho pretende apresentar as razões e as vantagens de modelizar a cadeia de frio, por forma a compreender como os abusos de temperatura deterioram a qualidade dos produtos congelados.

### 1. INTRODUÇÃO

Um abuso de temperatura, é uma flutuação de temperatura acima da recomendada que leva a uma degradação significativa de determinado parâmetro de qualidade ou de segurança que é limitante do ciclo de vida de um produto congelado. Por esta razão, as autoridades de muitos países estabeleceram leis atacando os seguintes três pontos básicos de controlo: limites de temperatura do produto na cadeia de frio, obrigatoriedade de registar a evolução de temperaturas em veículos e armazéns (e.g. EN 92/1) e estabelecer a conformidade dos equipamentos em relação os mínimos standard através de testes laboratoriais. De facto toda esta legislação tende a estabelecer limites e procedimentos qualitativos por forma a tentar melhorar as condições de segurança durante o transporte, armazenamento e exposição ao consumidor.

Durante o último passo da cadeia de frio, a compra, transporte, armazenamento e processamento pelo consumidor é considerada responsabilidade do indivíduo que efectua a compra. Neste caso o produtor ou retalhista têm a obrigação de dar a conhecer o tempo de vida e condições de utilização do produto. No presente momento o tempo de vida de um produto congelado é classificado conforme a potência de frio da máquina térmica o consumidor, independentemente do tipo de história de temperaturas que o produto possa sofrer até ser armazenado no frigorífico do consumidor. Worsfold e Griffith (1997), descobriram que mais de 40% dos indivíduos produzem abusos de temperatura após a compra e 99% das instalações de frio no USA e Canada não cumprem s requisitos standard. Sabe-se também que existe uma frequência de 11% de violação de temperaturas máximas impostas (Daniel, 1998). Num estudo efectuado recentemente, em que se simulou ciclos de abusos de temperatura, concluiu-se que a qualidade de favas congeladas é muito susceptível aos abusos de temperatura e esta é bastante perceptível pelo consumidor (Martins *et al*, 1999).

A aplicação de prazos de qualidade torna-se difícil, especialmente devido à aparente aleatoriedade na ocorrência de abusos de temperatura, sendo de diferentes tipos e

probabilidade de ocorrência consoante a posição na cadeia de distribuição. O estudo do armazenamento isotérmico às temperaturas recomendadas de distribuição e armazenamento, torna-se bastante incompleto e por si só obsoleto, pois este tipo de estudos não reflectem a dinâmica do sistema de armazenamento pelo frio. As flutuações de temperatura dentro das câmaras frigoríficas levam a uma degradação de qualidade significativa e superior á temperatura média de armazenamento. Até hoje, na prática, a maneira mais rápida de se determinar o tempo de vida de um produto congelado, de uma forma acelerada, é de sujeitá-lo a ciclos de congelação e descongelação identificando o número de ciclos possíveis de serem efectuados. A partir deste estudo «Accelerated Life Testing» (ALT), extrapola-se para a frequência natural destes ciclos na cadeia de distribuição, o tempo de vida até onde o produto irá falhar em termos de qualidade ou segurança. Embora este método seja o mais frequentemente utilizado tem graves falhas de previsão. O tempo de vida dos alimentos congelados deverá ser calculado com base na evolução e distribuição de temperaturas e tempos de residência em cada um dos passos da cadeia, bem como com base no conhecimento da fiabilidade e risco de ocorrência de falhas na cadeia que levam á ocorrência de abusos de temperatura.

Segundo a directiva comunitária EC 93/43, os produtores e distribuidores são obrigados a implementar medidas qualitativas para melhorar a higiene e segurança, numa perspectiva HACCP. Estas medidas, podem não necessariamente aumentar a qualidade dos produtos congelados, ou mesmo levar a uma redução significativa dos riscos de abusos de temperatura.

Devido aos longos tempos de armazenamento e complexidade das alterações físico-químicas durante o armazenamento pelo frio, o estudo da qualidade e parâmetros nutricionais é efectuado com avanços lentos. De certo modo o estado da arte da investigação na congelação de alimentos é bastante assimétrica. Se por um lado, a transferência de calor e compreensão dos fenómenos físicos se encontra num estado de relativo avanço tecnológico, em relação ao estudo das alterações de qualidade e nutricionais provocadas pelo armazenamento por congelação.

É então o objectivo deste trabalho de doutoramento contribuir para o maior conhecimento das alterações físico-químicas durante o armazenamento e distribuição na cadeia de frio, bem como estabelecer um modelo integrado que permita estudar a cadeia de frio e suas perdas de qualidade.

## **2. MODELIZAÇÃO INTEGRADA DA CADEIA DE FRIO**

Os modelos matemáticos são ferramentas fundamentais para executar a simulação do armazenamento e distribuição na cadeia de frio. O conhecimento da evolução das temperaturas combinada com as cinéticas de degradação dos factores de qualidade, tornam possível a previsão da qualidade e estimar o tempo de vida de um produto congelado, sujeito ás mais variadas condições durante a cadeia de frio. Na actualidade, o conhecimento sobre as alterações de qualidade não está a ser aplicado no seu estado da arte, pois não se tem em conta a logística do sistema, distribuições de temperatura, perfil inicial do produto, simuladores de abusos de temperatura, etc... Em todo o seu potencial, o modelo integrado pode simular efectivamente o processo logístico de distribuição e o impacto na qualidade dos produtos congelados.

O controlo de qualidade «on-line», durante toda a cadeia de distribuição é uma área de maior interesse para toda a indústria de produtos congelados, devido ao facto de ser difícil de manter as temperaturas de armazenamento correctas, possibilitando a correcção de eventuais abusos. Devido aos custos envolvidos na manutenção e

distribuição de produtos congelados, a optimização da cadeia em termos de maximização de qualidade e minimização de custos não é uma necessidade, mas sim uma questão de sobrevivência das empresas no mercado global.

A modelização do processo da cadeia de frio é uma ferramenta essencial de engenharia para se poder projectar, corrigir e optimizar as existentes falhas na cadeia de distribuição.

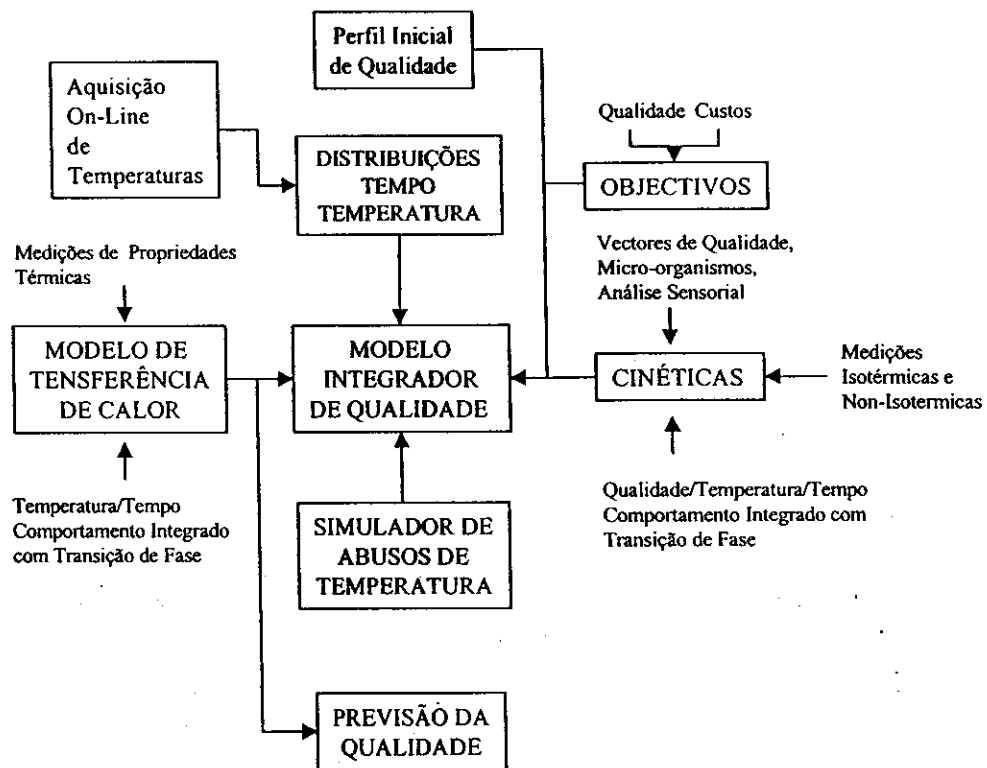


Figura 1: Sistema integrado de simulação da cadeia de distribuição de produtos congelados.

### 3. CONCLUSÃO

A compreensão e a simulação da cadeia de frio é uma ferramenta essencial para otimizar a qualidade dos produtos congelados e delinear novos processos mais eficientes. O potencial de aplicação desta tecnologia é bastante elevado, reduzindo os custos do estudo observacional e avaliando a impacto na qualidade de novas medidas e processos de distribuição, antes de as por em prática.

### 4. REFERÊNCIAS

1. Worfold D., Griffith C.J., 1997, Assessment of the standard consumer food safety behaviour, *Journal of Food Protection* 60 (4):p.399-406
2. Martins R.C., Despré A.F., Molinari A.F., Silva C.L.M., 1999, Influence of temperature abuses on the quality of frozen broad beans, *20<sup>th</sup> International Congress of Refrigeration*, Sydney – Australia.
3. Daniels R.W., 1998, Home Food Safety, *Food Technology* 52 (2)