

Applicability of Time-Temperature Indicators in Supporting the Tasting of Gourmet Products

Aplicabilidade de Indicadores de Tempo-Temperatura no apoio à degustação de Produtos Gourmet

João Araújo - jm.5238@hotmail.com

Universidade da Beira Interior

Pedro Dinis Gaspar - dinis@ubi.pt

Universidade da Beira Interior

Pedro Dinho da Silva - dinho@ubi.pt

Universidade da Beira Interior

Luís Pinto de Andrade - luispa@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco

José Nunes - jnunes@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco

Abstract

The original meaning of the word gourmet, of French descent, designated the good lovers and wine connoisseurs. Currently it is part of any vocabulary and its scope was extended to all table pleasures, always from the perspective of authenticity and quality. This work aims to analyze the application of time-temperature indicators (TTI), which are usually used for food safety analysis, in a perspective of food quality supporting the gourmet products tasting. The aim of this work is to verify the applicability of these devices in this type of added value products, characterized by their higher quality, with flavours and aromas that awaken the senses when consumed at the proper temperature. TTI's are proposed for different types or classes of wines, distinguishing them with appropriate colours, with a temperature range more precise and also specific for certain wines. It is also analyzed to determine its applicability to the suitable level of maturation of meat. The application of this technology can be advantageous to extract the best taste in the consumption of gourmet products, to strengthening brands and to increase the added value of such products.

Resumo

O significado original da palavra gourmet, de ascendência francesa, designava os bons apreciadores e conhecedores de vinhos. Actualmente faz parte de qualquer vocabulário e o seu âmbito foi alargado aos prazeres da mesa, sempre na perspectiva da autenticidade e da qualidade. Este trabalho visa analisar a aplicação de Indicadores Tempo-Temperatura (TTI), que usualmente se encontram destinados à avaliação da segurança alimentar, numa vertente de qualidade alimentar associada ao apoio na degustação de produtos gourmet. Pretende-se assim verificar a aplicabilidade destes dispositivos a este tipo de produtos de valor acrescentado, caracterizados pela sua superior qualidade, com sabores e aromas que despertam ainda mais os sentidos quando consumidos à temperatura adequada. São propostos TTI's para diferentes tipos ou classes de vinhos, distinguindo-os com cores apropriadas, e com uma escala de temperatura mais precisa e também específica para determinados vinhos. É também analisada a sua aplicabilidade à determinação do nível idóneo de maturação de carne maturada. A aplicação desta tecnologia pode ser vantajosa para extrair o melhor paladar no consumo de produtos gourmet, para o fortalecimento de marcas e para aumento do valor acrescentado deste tipo de produtos.

Keywords

Monitoring, Temperature, TTI, food quality, gourmet products

Palavras-chave

Monitorização, temperatura, TTI, qualidade alimentar, produtos gourmet

Aplicabilidade de Indicadores de Tempo-Temperatura no Apoio à Degustação de Produtos Gourmet

1. Introdução

Numa atualidade onde a investigação e a tecnologia estão em constante desenvolvimento, o passo lógico a seguir é sua aplicação em áreas que nos forneçam conforto e qualidade de vida a todos os níveis. Nesse sentido surgem áreas multidisciplinares como a Bioengenharia. O tema deste artigo de investigação, inserido em contextos de Empacotamento Inteligente e Qualidade Alimentar, está centrado na monitorização da temperatura em função do tempo de produtos gourmet. É importante salientar que o controlo da temperatura é um fator chave para manter a segurança alimentar. Numa outra vertente, o controlo da temperatura de produtos gourmet no momento do seu consumo pode efetivamente assegurar que estes sejam consumidos no seu expoente máximo de qualidade [1]. Nessa mesma vertente surge a ideia de aplicar a tecnologia dos Indicadores de Tempo/Temperatura (*Time Temperature Integrators - TTI's*) que se encontra em constante desenvolvimento. Os TTI's são dispositivos pouco dispendiosos e de fácil uso que monitorizam, armazenam e/ou traduzem o efeito global do histórico da temperatura. Esta condição pode ser aplicada à segurança e qualidade alimentar de um determinado produto ao longo da cadeia de frio. Estes dispositivos têm um papel fundamental na indicação da vivacidade e segurança ao nível da unidade do produto [2].

2. Qualidade alimentar

O papel da higiene alimentar na garantia de segurança do alimento consiste num conjunto de medidas que devem ser firmemente respeitadas. Estas são necessárias para garantir a segurança e a vivacidade do alimento (Qualidade alimentar) durante os processos de preparação, processamento, manufatura, empacotamento, distribuição e venda [3]. A higiene e qualidade alimentar dependem diretamente da sujeição do produto alimentar aos perigos existentes. Os perigos alimentares podem ser divididos em três categorias: Perigo físico (presença e contato do alimento com outros materiais que representem um risco para o produto); Perigo químico (relacionado com o manuseamento de substâncias químicas utilizadas na produção do alimento e agentes de limpeza apropriados); Perigo biológico, sendo este a principal fonte de preocupação, pois é dependente de fatores que ultrapassam o produtor e que têm que ver com a própria natureza do alimento e as condições a que este está sujeito. Na Tabela 1 encontram-se expostos os fatores que afetam a taxa de crescimento microbiano nos produtos alimentares.

Tabela 1. Fatores que afetam a taxa de crescimento microbiano no produto alimentar [4].

Fatores de Crescimento Microbiano	Exemplo
Intrínsecos	Propriedades físico-químicas dos alimentos
Extrínsecos	Condições do ambiente de armazenamento
Fatores de processamento	Desrespeito do tempo e temperatura de confeção do alimento

2.1. Fatores extrínsecos de crescimento microbiano

Os fatores extrínsecos do crescimento microbiano correspondem às condições do meio ambiente no local da conservação do alimento, e estas ditam se o crescimento microbiano cresce ou decresce. Estes fatores são nomeadamente a humidade relativa do ar, a temperatura do ar envolvente e a composição atmosférica. A humidade relativa corresponde

à medição da atividade da água em fase gasosa, i.e., em regiões cuja atividade da água é baixa e o alimento é armazenado numa atmosfera com elevada humidade relativa, a água pode ser convertida na fase gasosa no alimento e assim promover o crescimento de micro-organismos [3]. Relativamente à temperatura do ar envolvente é possível dizer-se que o crescimento microbiano, dependendo do micro-organismo, pode ocorrer em temperaturas entre os 8 °C e os 100 °C à pressão atmosférica. Por último a composição atmosférica dita a presença de oxigénio, e estes tem grande influência em reações de oxidação/redução, o que permite determinar associações microbiológicas em desenvolvimento e a sua taxa de crescimento [4].

2.2. Fatores intrínsecos de crescimento microbiano

O crescimento microbiano depende também de fatores relacionados com o próprio alimento e a forma como este é armazenado. Como tal, existem quatro fatores responsáveis: Nutrientes; pH; potencial de oxidação/redução; e atividade de água. A concentração de nutrientes-chave, em alguns casos, poderá determinar a taxa de crescimento microbiano, pois os micro-organismos também se alimentam de nutrientes. Exemplos de nutrientes que promovem o crescimento microbiano são os hidratos de carbono, proteínas, gorduras, minerais e vitaminas. O pH do alimento representa um efeito importante no crescimento e na viabilidade de micro-organismos. Em termos gerais, o crescimento bacteriano é ótimo para valores de pH entre 6,5 (ligeiramente ácido) e 7,0 (neutro). O potencial oxidação/redução é influenciado pela composição química do alimento. O fundamento para o crescimento microbiano é a presença ou ausência de oxigénio livre. Água livre no alimento é fundamental na participação em reações bioquímicas, transporte de nutrientes e no crescimento microbiano. Cada espécie microbiana tem um nível máximo, mínimo e ótimo de atividade de água para o crescimento [3].

3. Materiais e métodos

Para uma melhor compreensão dos objetivos do trabalho proposto, é necessária uma revisão do estado de arte da tecnologia em estudo (TTI's). Esta revisão consiste na obtenção de informação fidedigna acerca do equipamento/técnica que resulte no conhecimento dos diferentes TTI's, evolução dos mesmos, principais diferenças e as variadas aplicações.

3.1. Monitorização de produtos alimentares

A monitorização de produtos alimentares é fundamental na avaliação da qualidade do produto nos diferentes estágios da cadeia alimentar, promovendo a sua distribuição e consumo [5]. Para este efeito existem diversos dispositivos, tais como termopares, data loggers, indicadores tempo-temperatura (TTI's), que são empregues dependendo do seu princípio de atuação [5]. Outra vantagem neste processo é a redução do desperdício de alimentos e um consequente aumento nos lucros do produtor. Os pontos críticos onde produto é mais suscetível a variações térmicas são nas fases de transição ao longo da cadeia de distribuição, mas principalmente no último estágio, desde a compra efetuada pelo consumidor até à colocação do produto no frigorífico ou no local apropriado para o seu resguardo.

Verifica-se que a temperatura do produto vai aumentando ao longo da cadeia de frio. Todavia, o incremento mais significativo ocorre nos últimos estágios da cadeia de frio, i.e., quando o produto é colocado nos equipamentos expositores refrigerados nas áreas comerciais e no armazenamento em frio doméstico. Analisando a Figura 1, verifica-se que é neste último estágio que a temperatura do produto incrementa até valores que já não asseguram a

segurança alimentar, para além desta sofrer inúmeras oscilações (usualmente decorrente da abertura da porta do frigorífico) [5].

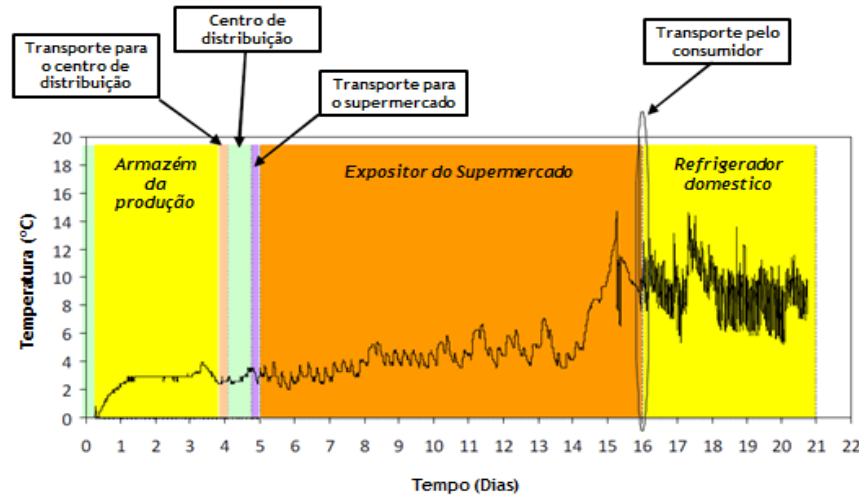


Figura 1. Histórico Tempo-Temperatura que os alimentos perecíveis atravessam ao longo de uma cadeia de refrigerados [5].

3.2. Monitorização tradicional

A monitorização tradicional consiste na verificação da eficácia do tratamento térmico, no decorrer do estágio de produção. Estes tratamentos são executados no sentido de eliminar qualquer agente patogénico. Existem duas técnicas fundamentais que suportam os tratamentos térmicos. Os dispositivos eletrónicos (termopares e *dataloggers*) e a contagem de micro-organismos [1]. Relativamente aos dispositivos, estes são normalmente inseridos no empacotamento do produto em estudo, e registam a temperatura no interior da embalagem durante algum tempo. Estes registos poderão ser visualizados sob a forma de um gráfico (temperatura em função do tempo) [5]. Contudo, estes sistemas eletrónicos apresentam desvantagens em alguns tratamentos térmicos. Um exemplo disso é o registo do equipamento feito em fluidos, onde o mesmo poderá interferir com o movimento do fluido e como consequência, o registo da temperatura é incorreto. Outra desvantagem é o tamanho destes dispositivos, que em alguns casos pode ser um entrave para um registo eficaz da temperatura. Por último, a contagem de micro-organismos, que consiste na recolha de uma amostra antes e depois do tratamento térmico e de seguida prossegue-se a contagem dos micro-organismos presentes. No entanto, esta técnica é laboratorial, logo é lenta e dispendiosa [5].

3.3. Monitorização por Indicadores de tempo-temperatura

O desenvolvimento de dispositivos TTI trouxe uma forte alternativa aos sistemas convencionais de controlo de temperatura. Usualmente, os TTI's contêm uma substância com instabilidade térmica que em função de alterações na temperatura, muda de cor ou de forma irreversivelmente [6].

As características fundamentais dos TTI's são também algumas de muitas vantagens que estes dispositivos apresentam, tais como: tamanho reduzido; resistência; fácil aplicabilidade; e baixo custo.

Dependendo do princípio de funcionamento, os sistemas TTI são classificados em Químico, Físicos e Biológicos, onde mais adiante surgem também os Enzimáticos. Existe ainda outro género de classificação que vai de acordo com a origem e a aplicação do TTI: TTI Intrínseco (usado de forma natural no alimento); TTI Extrínseco (usado de forma artificial no alimento) [6].

TTI Físico

O princípio de funcionamento baseia-se num fenómeno de difusão. O sistema consiste numa substância química colorida que é derretida e absorvida por um papel absorvente por um processo de calor a vapor. É normalmente utilizado como um indicador de processos térmicos. A desvantagem deste tipo de TTI está relacionada com a impossibilidade deste ser usado em processos onde o calor seco está presente [7]. Na Figura 2 é exposto um exemplo comercial de um TTI físico.

TTI Enzimático

O princípio de funcionamento deste tipo de dispositivo baseia-se na quantificação da atividade de uma enzima termicamente instável. A acumulação de atividade residual mostra o impacto das variações de temperatura que o produto sofreu. A sua elevada estabilidade térmica permite a sua utilização para um amplo intervalo de temperaturas. Estes dispositivos são melhor empregues em processos de pasteurização e esterilização [5]. Na Figura 3 é exposto um exemplo comercial de um TTI enzimático.

TTI Químico

Estes são implementados como uma etiqueta na embalagem do produto com um formato muito simples de ser interpretado, de forma que o consumidor consiga reunir informação e decida se efetua ou não a compra, baseado no indicador do dispositivo. Este tipo de indicador é baseado em reações químicas. A molécula específica não tem cor no seu estado inicial, de seguida dá-se a ativação à exposição de radiação ultravioleta (UV) e a molécula torna-se azul-escuro. Por fim a molécula reverte para cinza ou branco se o produto estiver impróprio para consumo ou azul se este está em perfeitas condições de consumo, dependendo da temperatura (este sistema é baseado na Equação de *Arrhenius*) [8]. Na Figura 5 é exposto um exemplo comercial de um TTI químico.

TTI Biológico

Consiste na deteção do crescimento microbiano e na contagem dos micro-organismos. O princípio de funcionamento baseia-se num sistema transportador, inoculado com uma determinada concentração de um micro-organismo e resistência térmica [7]. A vantagem da utilização deste tipo de dispositivo tem a ver com o fato dos micro-organismos se disseminarem facilmente no alimento, enquanto que a principal desvantagem é a dificuldade em obter resultados com grande precisão [5].

3.4. Indicadores de Tempo-Temperatura (Comerciais)

Para melhor compreender a aplicabilidade dos TTI's é importante descrever alguns modelos já inseridos no mercado da indústria alimentar e com viabilidade no que à segurança e qualidade alimentar concerne [1]. É de notar que serão descritos apenas alguns exemplos, visto que existem outros comercializados com conceitos semelhantes.

TTI Físico - Exemplo: 3M MonitorMark

O dispositivo MonitorMark é classificado como TTI físico e providencia um registo irreversível da exposição térmica a que este está sujeito. Este tipo de equipamento apresenta um intervalo de temperaturas abrangente e é aplicado na embalagem de produtos alimentares sensíveis a variações de temperatura. As dimensões do dispositivo são de aproximadamente 95x19x2 mm³ (ver Figura 6). O princípio de funcionamento assenta-se numa película adesiva laminada contendo um composto azul cuja dispersão do mesmo permite quantificar temporalmente o limiar de temperaturas a que o produto esteve sujeito. O adesivo é sensível à pressão e essa característica permite a dispersão do componente azul em quaisquer superfícies limpas e secas [9].

Como todos os TTI's, este equipamento apresenta algumas vantagens tais como o baixo custo, o fato de permanecer como uma etiqueta no exterior da embalagem e os resultados adquiridos são visivelmente fáceis de interpretar, indicando imediatamente a ocorrência de abuso térmico.



Figura 2. TTI 3M MonitorMark [9].

TTI Enzimático - Exemplo: CheckPoint

Este indicador enzimático fornece um histórico completo da relação Tempo-Temperatura, i.e., responde continuamente independentemente da temperatura, ao invés de indicadores de histórico parcial que só correspondem quando a temperatura está no limite. Consiste num simples adesivo com um princípio de funcionamento baseado num sistema enzimático: a mudança de cor causada pela redução do pH conforme exposto na Figura 3. Segue-se a ativação, a capsula é quebrada e o substrato e a enzima são misturados, ocorrendo a reação. Esta reação é o resultado da ocorrência de uma hidrólise enzimática do substrato lipídico com a enzima lípase. A hidrólise do substrato provoca a libertação de um ácido e a descida do pH é traduzida numa mudança de cor no indicador, de verde-escuro para amarelo e depois vermelho. Este indicador apresenta uma percentagem de previsão da acumulação baseada na temperatura a que o equipamento esteve sujeito. Na Figura 4 encontra-se demonstrado o funcionamento do TTI apresentado, ao longo do tempo a etiqueta vai mudando de cor até ficar vermelho, indicando que o produto não está em condições de ser consumido.



Figura 3. Relação percentagem acumulativa/cor do anel durante primeira fase, após ativação da etiqueta, ainda enquanto se encontra viável - TTI Check Point® [2].



Figura 4. Relação percentagem acumulativa/cor do anel durante a última fase de monitorização (a etiqueta já não se encontra viável) - TTI Check Point® [2].

TTI Químico - Exemplo: OnVu

Este equipamento está inserido na categoria de TTI's químicos, este baseia-se num sistema com compostos fotossensíveis e pigmentos orgânicos, e a mudança de cor depende da taxa de temperatura a que este está sujeito. A imagem é inicialmente estabilizada até ao ponto em que é ativada via radiação UV (ultravioleta). É colocado um filtro UV de forma a tornar a

reação irreversível (ver Figura 5). De seguida a tendência é alterar a cor para azul-escuro e esta muda para branco com o incremento da temperatura [6].

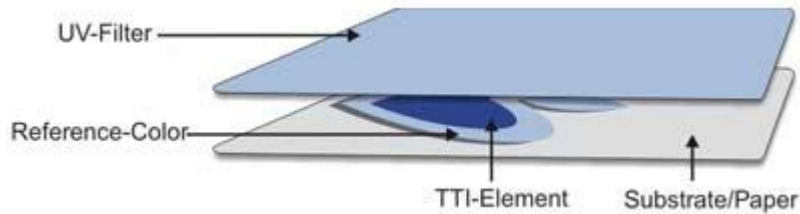


Figura 5. TTI OnVu - Representação do filtro UV [2].

4. Aplicabilidade de TTI na degustação de produtos gourmet

Na execução deste projeto foram estabelecidas algumas tarefas de forma a organizar e cumprir o principal objetivo do trabalho, i.e., desenvolver uma proposta para um modelo que melhor represente a aplicabilidade dos TTI's no consumo de produtos de valor acrescentado. Inicialmente, é feita uma análise destes produtos cuja aplicação dos TTI's seja favorável ao vendedor e ao consumidor, e posteriormente a escolha de um ou mais destes produtos. Como tal, os produtos alimentares gourmet onde se pretende aplicar a tecnologia em estudo são nomeadamente vinhos com elevado parecer na indústria enológica e carnes maturadas. Por último procede-se à inovação e aplicação dos TTI's, nos produtos alimentares anteriormente referidos. Para tal é importante conhecer diferentes marcas e modelos de TTI's, e os variados princípios de funcionamento de forma a adequar um destes ao propósito pretendido.

4.1. Avaliação da temperatura no consumo ótimo de vinhos

A temperatura é, de longe, o fator mais importante no serviço e no consumo de vinho. Esta determina o seu aroma e paladar, ou seja, com o aumento da temperatura o aroma é incrementado (18 °C), com a diminuição da mesma este perde intensidade e pode ser neutralizado com temperaturas inferiores a 6 °C. Acima dos 20 °C, o álcool predomina, e daí podem surgir efeitos indesejáveis. Relativamente ao gosto, a doçura de um vinho aumenta com a temperatura, já nas temperaturas mais baixas, o efeito do calor diminui e a acidez é reforçada, tornando o vinho mais áspero e amargo. Depois de selecionar todos os parâmetros ótimos para consumo de vinhos, foi desenvolvida a Tabela 2, que contém as temperaturas adequadas para o consumo de determinados vinhos de alta qualidade.

Tabela 2. Temperatura ótima para consumo de vinhos de alta qualidade.

Temperatura	Tipos de vinho	Categoria
18 °C 17 °C	Rico, intenso, vermelho, Apimentado	Bordeaux, Cabernet Sauvignon, Shiraz, Barolo, Burgundy Grand Cru
16 °C 15 °C 14 °C	Vinho Tinto encorpado (de médio a leve)	Rioja, Pinot Noir, CDP Chianti, Zinfandel Chinon, Porto, Madeira
13 °C 12 °C 11 °C	Vinhos frutados, suculentos Vinho branco encorpado	Dolcetto, Cotes du Rhone Beaujolais, Valpolicella White Burgundy
10 °C 9 °C	Vinho branco encorpado (de médio a leve)	Chardonay, Sauternes Sauvignon Blanc, Chablis
8 °C 7 °C 6 °C	Vinhos espumantes macios	Vintage Champagnes Champagne NV, Prosecco Cava, Asti

4.2. Avaliação dos fatores de consumo de carnes maturadas

Carne maturada é um processo natural de amaciamento da carne, de médio a longo prazo. Maturação consiste em manter a carne fresca a uma temperatura superior ao seu ponto de congelamento que é $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, com o objetivo de torná-la mais macia e com aroma peculiar [10]. Torna a carne mais tenra e aromática, sendo esta mudança devida sobretudo à atividade enzimática. Depois de todo o processo de maturação, a carne é embalada a vácuo.

A embalagem impede a multiplicação dos micro-organismos aeróbios, que representam a maioria dos contaminantes naturais da carne, responsáveis pela sua deterioração, mas proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento de bactérias lácticas. Estas vão produzir ácidos que reduzem o pH da carne, garantindo mais durabilidade. Em relação à temperatura, quanto mais alta, mais rapidamente há manifestação dos efeitos de maturação sobre a carne, no entanto também é superior o risco de contaminação microbiológica, logo maior a probabilidade de deterioração da carne. Por outro lado, quanto menor a temperatura da carne, mais tempo demora para que as enzimas atuem, logo menor o crescimento bacteriano [10].

5. Conclusão

Este documento destina-se essencialmente a demonstrar a aplicabilidade dos TTI's na degustação de produtos gourmet, cuja aplicação não está deveras assente no mercado da indústria alimentar. Num contexto de qualidade alimentar, a aplicação deste tipo de dispositivo é imensamente vantajosa tal como já se verificou na segurança alimentar, i.e., em processos de fabrico e na distribuição do alimento, a utilização de indicadores de tempo-temperatura mostrou bons resultados relativamente ao desperdício de alimento e no tempo de embalagem.

Atualmente o mercado também oferece um leque de modelos de TTI's, cujo teor tecnológico é bastante animador. Assim, o consumidor tem a possibilidade de reconhecer com o auxílio da etiqueta, se o produto alimentar está ou não nas perfeitas condições de ser consumido. O parâmetro principal para a avaliação das condições do alimento é a temperatura, e a monitorização da mesma é crucial para entender todo este processo. Os vários modelos apresentados demonstram o forte potencial que esta tecnologia oferece na aplicação para o consumo de produtos gourmet. Por conseguinte é proposto um modelo TTI aplicado ao consumo de vinhos de elevada qualidade e carnes maturadas. O desenvolvimento do mesmo teve por base o princípio de funcionamento de outros dispositivos existentes e abordados neste trabalho.

Referências

- [1] XUE M., ZHANG J., TANG W.: *Optimal temperature control for quality of perishable foods*. Institute of Systems Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China, December 2013
- [2] TAOUKIS, P.; TSIRONI, Th.; GIANNOGLOU, M.; METAXA, I.; GOGOU, E.: *Historical review and state of the art in Time Temperature Integrator (TTI) technology for the management of the cold chain of refrigerated and frozen food*. Cold chain management - 4th International Workshop, Bonn, Germany, 27-28 September 2010.
- [3] ANCIPA; FORVISÃO; IDEC; FUNDACION LAVORA; SINTESE: *HYGIREST- Programa de Formação sobre Higiene e Segurança Alimentar para Restaurantes e Estabelecimentos Similares-Trabalhadores*. a LEONARDO da VINCI transnational project. ISBN: 972-99055-5-X. 2004-2005.

- [4] VENÂNCIO, A.; BATISTA, P.: *Os perigos para a segurança alimentar no processamento de alimentos*. FORVISÃO- Consultoria em Formação Integrada, LDA, 2003, 1ª Edição. ISBN 972-990099-3-8.
- [5] GOGOU, E.; DERENS, E.; ALVAREZ, G.; TAOUKIS, P.: *Field Test Monitoring of the Food Cold Chain in European Markets*. 3rd IIR International Conference on Sustainability and the Cold Chain, London, UK, 2014.
- [6] PAVELKOVA, A.: *Time temperature indicators as devices intelligent packaging*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2013, LXI, No. 1, pp. 245-251.
- [7] SUN, D.-W.: *Thermal Food Processing: New technologies and Quality Issues*, Second Edition. CRC Press: Da-Wen Sun, 2012. ISBN: 978-1-4398-7678-7.
- [8] HIGHTECH EUROPE: *Time temperature integrator/indicator (TTI): photochromic/photochemical TTI*,
<http://www.foodtechportal.eu/index.php?title=Special:PdfPrint&page=UV+color+TTI>
(25/05/2014)
- [9] 3M: *MonitorMark™ Time Temperature Indicators*. 3M, ref: 78-6901-2024-7, (2006).
- [10] BIANCHINI W., SILVEIRA A.C., JORGE A.M., ARRIGONI M.B., MARTINS C.L., RODRIGUES E., HADLICH J.C., ANDRIGHETTO C.: *Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces*, Revista Brasileira de Zootecnia 36(6), 2007, pp. 2109-2117.