

## Inovações tecnológicas no controle de qualidade da agroindústria

Marjory Xavier Rodrigues (UTFPR-PG) [marjory.xavier@hotmail.com](mailto:marjory.xavier@hotmail.com)  
Renata Samulak (UTFPR-PG) [renatasamulak@hotmail.com](mailto:renatasamulak@hotmail.com)  
Juliana Vitoria Messias Bittencourt (UTFPR-PG) [julianavitoria@utfpr.edu.br](mailto:julianavitoria@utfpr.edu.br)  
Eloiza Aparecida Silva Ávila de Matos (UTFPR-PG) [elomatos@utfpr.edu.br](mailto:elomatos@utfpr.edu.br)

### Resumo:

O processo de inovação tecnológica na agroindústria é em maioria por difusão tecnológica. Na agroindústria, principalmente na indústria de alimentos, a inovação está muito ligada à dinâmica do setor, à concorrência, à extensão geográfica de atuação, ao porte e a capacidade financeira e às necessidades internas. A adoção de inovações no controle de qualidade encontra entraves, mas pode-se dizer que a inovação neste setor está crescendo nos últimos anos. Assim, este artigo possui como objetivo explicar sobre inovação na agroindústria, mais especificamente na indústria de alimentos, demanda de inovações no seu controle de qualidade e perspectivas quanto às inovações no controle microbiológico de alimentos. Os dados utilizados foram secundários, obtidos por meio de livros, artigos de periódicos, materiais de internet e dissertações. Observou-se que inovação na agroindústria é predominantemente inovação de processo e de produto e que as empresas do setor inovam para satisfazer os clientes, para cumprir as exigências de qualidade, para obter vantagem competitiva e certificações. Para a garantia da qualidade e segurança alimentar métodos são utilizados para que os alimentos sejam considerados adequados ao consumo. Desse modo, a demanda de inovação voltada a qualidade, foi discutida em relação a tais métodos analíticos. Métodos recentes estão sendo difundidos, pois apresentam aspectos essenciais como redução de tempo de análise, redução de custos, aumento da confiabilidade dos resultados emitidos, aumento da sensibilidade da técnica, entre outros. Portanto, espera-se que métodos inovadores sejam implantados e implementados quando possível ou necessário para a garantia da qualidade de alimentos.

**Palavras chave:** Inovação, Controle de Qualidade, Alimentos.

## Technological innovations in quality control of agro-industry

### Abstract

The process of technological innovation in agro-industry is mainly for technological diffusion. In agro-industry, especially in the food industry, innovation is closely linked to industry dynamics, competition, the geographical extent of performance, the size, the financial capacity and the internal needs. The adoption of innovations in quality control meets obstacles. But we can say that innovation in this sector is growing in recent years. Thereby, this paper has aimed to explain about innovation in agro-industry, specifically in the food industry, demand for innovations in its quality control and prospects for innovations in microbiological control for foods. The data used were secondary, obtained through books, journal articles, dissertations and internet materials. It was observed that the innovation in agro-industry is predominantly process and product innovation. The companies in the sector innovate to satisfy customers, for to comply with quality requirements, to gain competitive advantage and certifications. For quality assurance and food safety several methods are used for that the food to be considered suitable for consumption. So, the demand for quality driven innovation was discussed in

relation to these analytical methods. Recent methods are being known, these methods include essential aspects. Aspects such as reducing analysis time, reduced costs, increased reliability of the results emitted, increased sensitivity of the technique, among others. Therefore, it is expected that innovative methods are deployed and implemented where possible or necessary to the assurance the quality of food.

**Key-words:** Innovation, Quality Control, Food.

## 1. Introdução

A difusão de inovações tecnológicas alimenta e redireciona a trajetória da inovação, revelando as necessidades de demanda por soluções técnicas, ou seja, molda a inovação para as condições de uso. Enquanto o processo de difusão tecnológica é a trajetória de adoção de uma tecnologia no mercado, este processo pode ser analisado a partir da direção ou trajetória tecnológica, ritmo ou velocidade de difusão, fatores condicionantes e impactos econômicos (TIGRE, 2006; BATALHA, 2008).

Tigre (2006) menciona que a capacidade de adaptar um novo produto ou processo às condições específicas de um setor ou país é fundamental para o sucesso da difusão tecnológica e que a difusão é condicionada por uma postura reativa das empresas para não perder mercado.

Assim, o processo de inovação tecnológica no setor é em maioria por difusão tecnológica e a inovação a nível nacional se concentra na inovação de processo de produção. A inovação tecnológica na agroindústria, principalmente na indústria de alimentos, está diretamente ligada à dinâmica do setor, à concorrência, à extensão geográfica de atuação, ao porte, à capacidade financeira e às necessidades internas (ABREU, 2007).

Além disso, a adoção da maioria de inovações, independente de seu tipo, está em consonância com os interesses das multinacionais e as tecnologias adotadas geralmente são desenvolvidas em países onde a realidade econômica é diferente, e tais tecnologias podem não estar de acordo com os interesses, com recursos disponíveis e com as necessidades específicas. Outros aspectos são a falta de assistência especializada e o alto custo do investimento (ABREU, 2007; MAÑAS, 2001; TIGRE, 2006).

Apesar destes aspectos a inovação tecnológica está crescendo dentro da agroindústria brasileira, o que conseqüentemente eleva seu padrão de qualidade e produtividade.

Em relação à qualidade Lopes-Mielgoa, Montes-Pionb e Vazquez-Ordásb (2009) citam que as capacidades de inovação aumentam a propensão na implementação de elementos de garantia da qualidade, ressaltando que os departamentos de inovação e qualidade devem superar os conflitos, cooperando na implementação rápida de técnicas de qualidade a fim de facilitar a padronização de novos produtos e processos. Os pesquisadores também afirmam que as empresas pioneiras na aplicação de padronização e controle de qualidade são empresas inovadoras.

Desse modo, o presente artigo possui como objetivo explicar brevemente sobre inovação na agroindústria, principalmente na indústria de alimentos, demanda de inovações no seu controle de qualidade e perspectivas quanto às inovações no controle microbiológico de alimentos.

## 2. Metodologia

O método de pesquisa utilizado no presente estudo foi a pesquisa bibliográfica, com intuito de buscar fundamentação teórica através dados secundários. Para tanto, foram utilizados dados já

publicados em artigos científicos de periódicos nacionais e internacionais, livros, banco de dissertações de mestrado, bem como outros materiais disponibilizados na internet.

### **3. Inovação tecnológica na agroindústria**

A probabilidade de adoção de práticas de controle de qualidade que buscam redução de contaminações e outros aspectos relacionados à qualidade em empresas do setor de alimentos e bebidas é aumentada em função dos fatores relacionados com tecnologia e inovação (LOPES-MIELGOA; MONTES-PIONB; VAZQUEZ-ORDÁSB, 2009).

As inovações tecnológicas na indústria de alimentos estão voltadas, principalmente no aumento de produtividade, na agregação de valor ao produto e na redução de custos. Para atender essas prioridades investimentos em equipamentos e programações são necessários, assim como maior assepsia nas linhas de produção reduzindo de forma significativa a contaminação (ABREU, 2007).

Quanto aos tipos de inovações as de produto e processo são as de maior ocorrência. As inovações de produtos na indústria de alimentos ocorrem principalmente no *design* das embalagens e adição de novos aditivos. Já as inovações de processo na indústria de alimentos são frequentemente incrementais, como adaptações em máquinas e em equipamentos (ABREU, 2007).

Entretanto, a aquisição de máquinas e equipamentos é responsável por mais de 50% do total dos gastos com inovação na indústria brasileira como um todo, segundo Tigre (2006).

A estratégia tecnológica utilizada por grande parte das empresas nacionais é a tecnologia de base, o que evidencia a baixa capacidade de inovação, enquanto as empresas multinacionais utilizam as tecnologias-chave e emergentes geralmente desenvolvidas em seus países de origem (ABREU, 2007). O que ressalta o fato das empresas nacionais estarem, de certa forma, dependentes do desenvolvimento tecnológico das multinacionais, como no caso de novos métodos analíticos que em maioria são desenvolvidos em outros países.

Pode-se assim citar que empresas do setor inovam em primeiro lugar para satisfazer os clientes e as exigências de qualidade, a fim de cumprir a regulamentação nacional e internacional para superar as barreiras técnicas ao comércio e, como mencionado anteriormente, para obter vantagem competitiva, por meio da estratégia fundamentada na inovação e/ou para obter a certificação a fim de demonstrar a qualidade e reduzir custos de transação (LOPES-MIELGOA; MONTES-PIONB; VAZQUEZ-ORDÁSB, 2009).

Embora, a inovação e qualidade sejam mostradas como áreas conflitantes ora aliadas, a seguir é apontada a demanda de inovação tecnológica no controle de qualidade.

### **4. Demanda de inovação tecnológica no controle de qualidade da agroindústria**

O crescimento da agroindústria e a inserção em novos mercados estão levando as empresas ao reconhecimento de que é necessário o uso ou o desenvolvimento de novas tecnologias, novos produtos, novos processos, entre outros (CRIBB, 2009).

Tal demanda de inovação é ocasionada na maioria das vezes pela mudança na vida dos consumidores, trazendo novos paradigmas como diferenciação por meio da qualidade, pela interação entre consumo e meio ambiente e pela valorização da saúde. Assim, a diferenciação de produtos por meio da qualidade indica uma nova dimensão que pode ser alcançada por meio da inovação (ABREU, 2007).

A demanda por novos produtos é muitas vezes suprida internamente, porém a demanda por novas tecnologias frequentemente é suprida por terceiros (REIS, 2004). As novas tecnologias no setor, especificamente no controle de qualidade de alimentos, estão neste contexto.

Na indústria de alimentos, o parâmetro de qualidade é indispensável. A avaliação da qualidade microbiológica de um produto fornece diversas informações, principalmente quanto ao risco para a saúde da população (FRANCO; LANDGRAF, 2004).

A segurança alimentar é considerada um importante tema para a saúde pública, sendo prioridade da agenda política de muitos países. Países desenvolvidos e em desenvolvimento são alvos de estatísticas dramáticas que indicam o número de vítimas acometidas por doenças transmitidas por alimentos (DTA's) contaminados. Assim, há grande sensibilização por parte dos consumidores quanto às exigências de qualidade e segurança alimentar (FERREIRA, 2008; CESCO, 2010; MALDONADO, 2008).

A fim de prevenir doenças transmitidas por alimentos e garantir a qualidade do alimento produzido, o setor de controle de qualidade das empresas utiliza ferramentas capazes de interromper um processo em desacordo com as especificações. A utilização de métodos de detecção de micro-organismos em alimentos é uma das ferramentas utilizadas para garantir a qualidade dos produtos (MALDONADO, 2008; ANDERSEN, 2007).

Portanto, a verificação da ausência ou presença de micro-organismos patogênicos em alimentos é indispensável, sendo essenciais métodos de detecção robustos e confiáveis, para garantir alimento próprio para o consumo.

Os métodos convencionais são consagrados na análise microbiológica de alimentos, porém, baseados em protocolos demorados, que necessitam de dias para emissão de resultados conclusivos, além da elevada quantidade de reagentes e vidrarias. Neste sentido o diagnóstico é confiável, mas pouco prático e eficiente, principalmente quando se trata de inspeção sanitária, onde os resultados devem ser rápidos e seguros para a liberação de lotes de alimentos (RÜCKERT, 2006). O procedimento convencional para detecção de um patógeno pode ser observado na Figura 1, tal procedimento pode ocorrer em uma semana ou mais para emissão de resultados conclusivos.

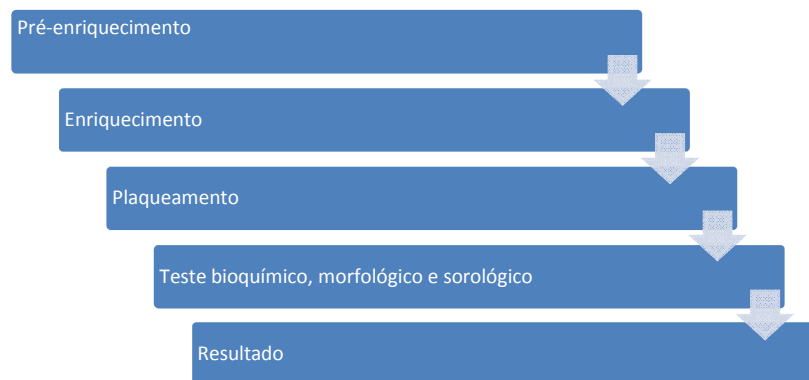


Figura 1 – Procedimento realizado para detecção de patógeno por métodos convencionais  
Fonte: Autoria Própria, 2012

Forsythe (2002) afirma que os métodos de detecção usuais podem não estar recuperando todos os patógenos em alimentos e água e que métodos alternativos precisam ser desenvolvidos, como os de imunologia e de sequências de DNA.

Assim, são apresentadas a seguir as perspectivas quanto às inovações no controle microbiológico de alimentos, apontando novas tecnologias e tecnologias que foram aperfeiçoadas, principalmente com base em imunologia e biologia molecular.

### 5. Perspectivas quanto às inovações no controle microbiológico de alimentos

Uma forte motivação para a indústria desenvolver testes rápidos é o avanço da biotecnologia e da nanotecnologia. Estas trazem consigo a possibilidade de novas técnicas, assim como o melhoramento de técnicas existentes para a detecção de patógenos alimentares (ARORA; CHAND; MALHOTRA, 2006).

De acordo com um relatório da *Food Micro – 2008 to 2011* realizado pela *Strategic Consulting*, em 2008, a indústria alimentar utilizou 738.300 testes microbiológicos em escala mundial, o que representa um valor superior a \$ 2 bilhões (dois bilhões de dólares), representando um aumento no volume de testes de 17,8 % em relação aos três anos anteriores. Os exames de rotina representam 81,3 % do total dos testes de microbiologia alimentar, sendo que os métodos convencionais representavam cerca de 60 % do total de testes em alimentos em 2008 pouco abaixo de 2005 (65 %). Os testes para patógenos alimentares cresceram mais rápido, em torno de 25,6 % e o aumento do uso de métodos rápidos foi de 36,8 % em 2005 (GE; MENG, 2009).

Os métodos recentes e os testes rápidos são fortes aliados, pode-se observar na Figura 2, os métodos recentes aplicados no controle de qualidade de alimentos.



Figura 2 – Métodos recentes aplicados no controle de qualidade de alimentos  
Fonte: Adaptado de Arora, Chan e Malhotra, 2006

O aumento significativo no desenvolvimento de técnicas fundamentadas em biologia molecular, principalmente PCR (*Polymerase Chain Reaction*), também foi observado nas últimas décadas. Esforços são realizados a fim de comercializar produtos baseados em DNA para a detecção de patógenos. As patentes relacionadas com a detecção de bactérias entéricas em alimentos via hibridização do DNA começaram a surgir, devido principalmente ao fato das empresas ganharem vantagem competitiva com o uso de técnicas que propiciem resposta rápida e sejam confiáveis (ARORA; CHAND; MALHOTRA, 2006).



A PCR é mostrada como uma ferramenta com alto potencial no controle de patógenos, mas com campo onde a progressão é possível (LASCKA et al., 2007). O procedimento para a realização da PCR (Figura 3) pode ter um tempo máximo de 48 horas, caso seja necessário pré-enriquecimento da matriz alimentícia.

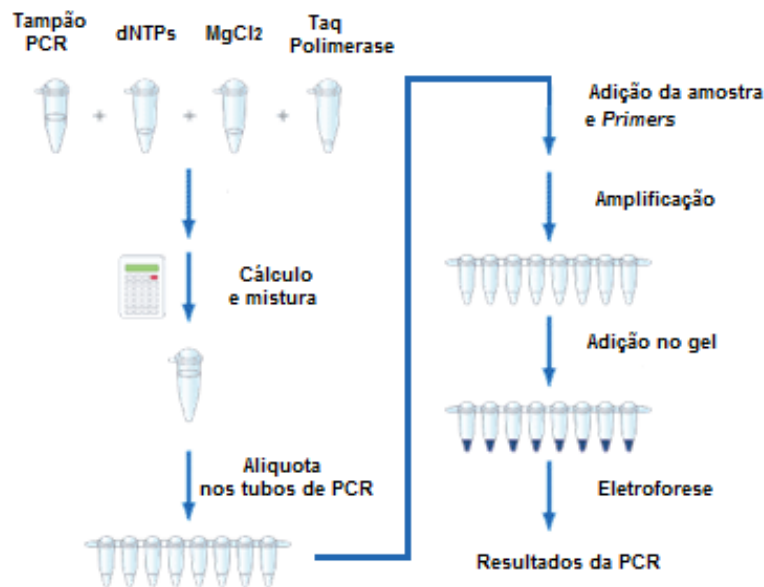


Figura 3 – Procedimento realizado para detecção de micro-organismo via PCR  
Fonte: Adaptado de Abgene, 2012

A PCR ganhou destaque a partir da década de 90, sendo que esta técnica fundamentou os biossensores baseados em DNA. Variantes da técnica surgiram, estando entre elas as mais conhecidas a [1] qPCR (*real time PCR*) a qual é baseada na detecção pela emissão fluorescente de corante específico associado ao *amplicon* alvo com a intensidade da fluorescência proporcional a soma do produto amplificado; a [2] multiplex PCR, muito útil por permitir a detecção simultânea de vários organismos ou vários genes associados à virulência de um mesmo organismo introduzindo diferentes oligonucleotídeos iniciadores para amplificar regiões específicas do DNA; e a [3] *reverse transcriptase PCR* desenvolvida para detectar somente células viáveis (LASCKA et al., 2007; POSTOLLEC et al., 2011; ROCHA, 2008; ZOCHE et al., 2011).

Lazcka et al. (2007) mostraram o crescimento da PCR nas publicações internacionais, sendo possível perceber na década de 90 a consolidação da técnica. É possível observar as tendências quanto ao uso das técnicas aplicadas nas pesquisas publicadas entre 1985 e 2010 (Figura 4).

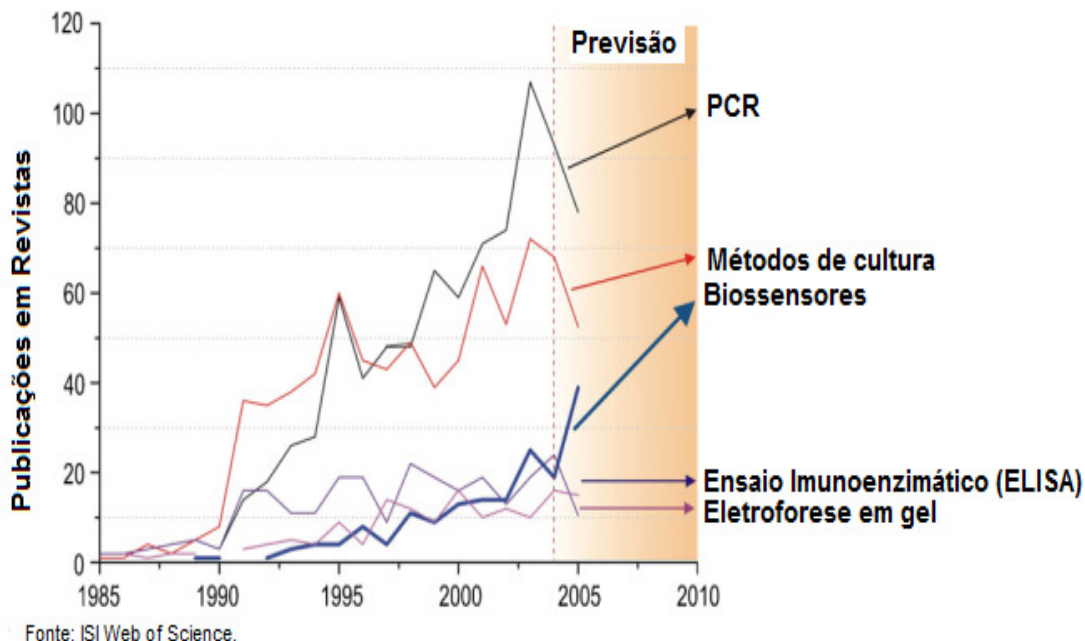


Figura 4 - Métodos utilizados nas publicações sobre detecção de patógenos  
Fonte: Adaptado de Lazcka et al., 2007

Desse modo, as inovações envolvendo amplificação de DNA e biosensores estão em crescimento (Figura 4 e 5), principalmente por apresentarem uma característica relevante, a de fornecer o resultado imediatamente. A Figura 5 apresenta o número aproximado de artigos que utilizaram diferentes técnicas de detecção e/ou identificação de bactérias patogênicas.

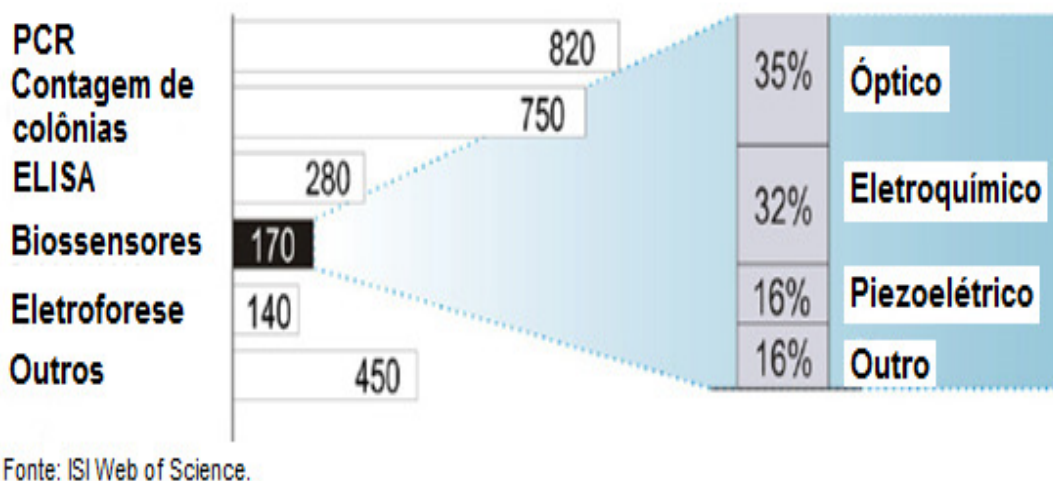


Figura 5 - Comparação dos diferentes métodos utilizados na detecção de patógenos nos últimos 20 anos  
Fonte: Adaptado de Lazcka et al., 2007

É possível observar que o diagnóstico molecular via amplificação de DNA está em crescimento e conseqüentemente as inovações relacionadas também.

A indústria deve estar atenta a esta tendência, pois esta pode estar elevando a credibilidade e a vantagem competitiva da empresa devido a fatores como alta confiabilidade, alta sensibilidade, alta especificidade, menor tempo de análise, menores custos, entre outros aspectos relevantes associados às novas técnicas.

## 6. Considerações finais

As inovações de produto e processo são adotadas na agroindústria ou em outros segmentos industriais a fim de obter vantagem competitiva.

A vantagem competitiva sempre está no alvo das empresas do setor onde é indispensável, pois há alta variedade de produtos e lançamentos constantes. Além disso, aperfeiçoamentos nos processos de obtenção de alimentos e no controle de qualidade nos últimos anos também estão destaque em propagandas de marca e/ou produtos.

No entanto, a inovação pode estar em conflito com as atividades de qualidade, sendo assim não aceita, mas a união de qualidade e inovação está gerando ganhos para as empresas que as associam principalmente na indústria de alimentos onde estas vertentes são indispensáveis.

A inovação no controle de qualidade é um assunto muito discutido, pois na adoção de um novo método, por exemplo, os recursos financeiros e os recursos humanos podem não estar disponíveis para sua implantação. Embora, em muitos casos a inovação apresente vantagens como redução custos, redução de tempo de análise ou produção, redução de mão de obra, aumento da confiabilidade, aumento da credibilidade, entre outros aspectos.

Contudo, a tendência é que o controle de qualidade seja cada vez mais rápido e com alto grau de confiabilidade. Neste sentido, as empresas devem estar preparadas para esta nova tendência que vem de encontro às necessidades das empresas, porém há a preocupação no sentido da adoção da inovação e seu uso após implantação, sobretudo com a disponibilidade de recursos humanos, pois em muitos casos por causa do desconhecimento pode ser vista como complexa ou de difícil execução.

De maneira geral, a inovação é requerida e deve ser sempre analisada e quando necessária implantada e implementada.

## Referências

**ABgene.** *PCR Masters Mixes*. Disponível em: < [http://www.abgene.com/Static\\_Pages.asp?page=49](http://www.abgene.com/Static_Pages.asp?page=49) >. Acesso em: 12 mai 2012.

**ABREU, A. de.** *Esforço para inovação tecnológica: uma caracterização da indústria de alimentos município de Marília/SP*. 189f. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

**ANDERSEN, J. K.** *New strategies for the use of microbiological examinations in food control in Denmark*. Food Control, v. 18, n. 3, p. 227-277, 2007.

**ARORA, K.; CHAND S.; MALHOTRA, B. D.** *Recent developments in bio-molecular electronics techniques for food pathogens*. Analytica Chimica Acta, v. 569, issue 1-2, p. 259-274, 2006.

**BATALHA, M. O. et al.** *Introdução à engenharia da produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

**CESCO, M. A. de O.** *Pesquisa de fatores associados a virulência de Salmonella Hadar através da reação em cadeia da polimerase (PCR)*. 2010. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**CRIBB, A. Y.** *Determinantes da transferência de tecnologia na agroindústria brasileira de alimentos: identificação e caracterização*. J. Technol. Manag. Innov., v. 4, n. 3, p. 89-100, 2009.

**FERREIRA, I. M.** *Riscos relacionados à contaminação microbiana de carne moída bovina*. 2008. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

**FORSYTHE, S. J.** *Microbiologia da segurança alimentar*. Porto Alegre: Artmed, 2002. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt.

**FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M.** *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2004.



**GE, B.; MENG, J.** *Advanced technologies for pathogen and toxin detection in foods: current applications and future directions.* Journal of the Association for Laboratory Automation, v. 14, p. 235-241, 2009.

**LAZCKA, O. et. al.** *Pathogen detection: A perspective of traditional methods and biosensors.* Food Control, v. 22, issue 7, p. 1205-1217, 2007.

**LOPES-MIELGOA, N.; MONTES-PIONB, J. M.; VAZQUEZ-ORDÁSB, C. J.** *Are quality and innovation management conflicting activities?.* Technovation, v. 29, issue 8, p. 537-545, 2009.

**MALDONADO, A. G.** *Ocorrência de Salmonella spp. em amostras de carcaças e miúdos de frango obtidas em uma feira e um mercado municipal na zona oeste da cidade de São Paulo: uma análise crítica entre a técnica convencional em meios de cultivo e reação em cadeia pela polimerase - PCR.* 2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia Experimental e Aplicada à Zoonoses) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2008.

**MAÑAS, V. A.** *Gestão da tecnologia e inovação.* São Paulo: Érica, 2001.

**POSTOLLEC, F. et al.** *Recent advances in quantitative PCR (qPCR) applications in food microbiology.* Food Microbiology, v. 25, n. 5, p. 848-861, 2011.

**REIS, D. R. dos.** *Gestão da inovação tecnológica.* Barueri: Manole, 2004.

**ROCHA, S. L. da S.** *Detecção de fatores de virulência em amostras de E. coli isoladas de granjas avícolas do RS através do multiplex PCR.* 2008. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

**RÜCKERT, D. A. S. V.** *Comparação dos métodos microbiológicos convencional, imunoanálise e reação de polimerase em cadeia (PCR) no monitoramento de Salmonella sp. em frangos durante o abate.* 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade de Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

**TIGRE, P. B.** *Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

**ZOCHE, F. et al.** *PCR Multiplex para detecção de Staphylococcus aureus enterotoxigênicos isolados de alimentos de origem animal no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.* Disponível em: < [http://www.scielo.org.br/scielo.php?pid=S0378-18442009000700008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.br/scielo.php?pid=S0378-18442009000700008&script=sci_arttext) >. Acesso em: 14 dez. 2011.