

Diagnóstico molecular de OGM's: Mapeamento dos laboratórios aptos a análises de OGM's no Brasil e principais tecnologias aplicadas a Alimentos

Nathalie Hamine Panzarini (UTFPR) – nathalie_h.p@hotmail.com
Juliana Vitória Messias Bittencourt (UTFPR) julianavitoria@utfpr.edu.br
Eloiza Aparecida Silvade Ávila Matos (UTFPR) elomatos@utfpr.edu.br

Resumo

Grandes avanços ocorreram na biologia molecular e na genética na década de 1970, propiciando o atual progresso e o desenvolvimento biotecnológico. Embora a produção e venda de produtos alimentares geneticamente modificados (GM) tenham começado há mais de uma década, ainda há incertezas e controvérsias sobre como estes devem ser regulamentados. Decretos foram criados com o objetivo de disciplinar a rotulagem de alimentos geneticamente modificados, obrigando a publicação de informações no rótulo desses produtos. Para isso, métodos analíticos são necessários para a verificação da conformidade da rotulagem com os requisitos impostos pelas leis. O estudo refere-se ao mapeamento dos laboratórios credenciados ao Ministério da Agricultura que realizam análises e emissão de autorizações e registros de produtos e atividades que contenham organismos geneticamente modificados e seus derivados. Para que haja uma rotulagem eficiente existem vários métodos analíticos que podem ser aplicados, porém a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é o método mais usado pelos laboratórios analisados para a detecção e quantificação de alimentos contendo OGM's. Observou-se que os laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento se concentram basicamente na região sudeste do Brasil apesar de haver produção desse tipo de cultivo em todo o país.

Palavras-chave: Métodos analíticos; Laboratórios; Alimentos Geneticamente Modificados.

Molecular diagnosis of GMO: Mapping able to analyzes of GMOs in Brazil laboratories and core technologies applied to food

Abstract

Major advances have occurred in molecular biology and genetics in the 1970s, leading to the current progress and biotechnological development. Although the production and sale of genetically modified foods (GM) have started more than a decade, there are still uncertainties and controversies about how they should be regulated. Decrees have been created with the aim of disciplining the labeling of genetically modified foods, forcing the publication of information on the label of these products. For this, analytical methods are needed for verification of compliance with the labeling requirements imposed by laws. The study refers to the mapping of laboratories accredited to the Ministry of Agriculture to perform analyzes and issuing permits and records of activities and products containing genetically modified organisms and their derivatives. For there to be an efficient labeling there are several analytical methods that can be applied, but the Polymerase Chain Reaction (PCR) is the method most used by laboratories analyzed for the detection and quantification of food containing GMOs. It was observed that the laboratories accredited by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply focus primarily in southeastern Brazil although there producing this type of cultivation across the country.

Keywords: Analytical Methods; Laboratories; Genetically Modified Foods.

1. Introdução

Os organismos transgênicos são produtos da tecnologia do ácido desoxirribonucleico (DNA) recombinante, criada em 1973, que possibilita a transferência de material genético intra e inter espécies, ou seja, são Organismos Geneticamente Modificados (OGM). Seu objetivo é atribuir nova característica, ou alterar alguma característica já existente através da inserção ou eliminação de um ou mais genes por técnicas de engenharia genética (CAMARA, 2012).

Os OGM's podem oferecer vários benefícios para a prática da agricultura, qualidade alimentar, nutrição e saúde. Com o advento dessa inovação biotecnológica foram alcançados muitos benefícios para a agricultura e muitas culturas foram estudadas, tendo sido introduzidos genes de resistência a insetos e herbicidas em várias delas, como, por exemplo, a soja, o milho e a canola resistentes ao glifosato e o milho e algodão Bt resistentes à lagarta (DEISINGH e BADRIE, 2005; LUDWIG et. al. 2010).

Entre as principais vantagens do OGM, destaca-se: o aumento do rendimento com melhoria da produtividade e da resistência a pragas, a doenças e a condições ambientais adversas; a melhoria das características agrônômicas, permitindo uma melhor adaptação às exigências de mecanização; o aperfeiçoamento da qualidade; a maior adaptabilidade a condições climáticas desfavoráveis, assim como a domesticação de novas espécies, conferindo-lhes utilidade e rentabilidade para o homem (CAMARA, 2009).

Grandes avanços ocorreram na biologia molecular e na genética na década de 1970, propiciando o atual progresso e o desenvolvimento biotecnológico. Segundo um relatório da FAO (Food and Agriculture Organization), as primeiras experiências na biologia molecular e na genética foram desenvolvidas nos Estados Unidos e na França em 1986. Já a China foi o primeiro país a comercializar plantas transgênicas no início da década de 90, com a introdução do fumo resistente a vírus, seguido pelo tomate também resistente a vírus (RIBEIRO e MARIN, 2012).

Dentre os 51 países que concederam aprovações para o plantio de lavouras biotecnológicas, os EUA encabeçam a lista, seguidos pelo Japão, Canadá, Coreia do Sul, Austrália, Filipinas, México, Nova Zelândia, União Europeia, e China. Uma cultivar pode ser comercializada com várias versões transgênicas, os chamados eventos. O milho tem a maioria dos eventos aprovados (35 eventos), seguido pelo algodão (19 eventos), a canola (14 eventos) e a soja (7 eventos) (COSTA e MARIN, 2011).

No Brasil, a liberação da soja transgênica encontra-se regularizada desde 1995 pela Lei de Biossegurança nº. 8.974 revogada pela Lei 11.105 de 2005 que assegura as normas coordenadas pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para uso da técnica de engenharia genética. Nos últimos anos, diversas variedades de plantas geneticamente modificadas foram aprovadas e introduzidas para a plantação como, por exemplo, a soja, o milho, a canola e o algodão (RIBEIRO e MARIN, 2012; COSTA e MARIN, 2011).

Segundo Costa e Marin (2011) embora a produção e venda de produtos alimentares geneticamente modificados (GM) tenham começado há mais de uma década, ainda há

incertezas e controvérsias sobre como estes devem ser regulamentados. Durante os últimos dez anos, mais de 40 países adotaram políticas de rotulagem para alimentos geneticamente modificados, mas as características das regulamentações e seu grau de execução variam enormemente.

Segundo os mesmos autores, embora a maioria dos países pertencentes à OECD (Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento) tenham implementado algum tipo de política de rotulagem, poucos países em desenvolvimento introduziram leis para rotulagem, ou mesmo as implementaram. Em todo o mundo existe legislação para a autorização e rotulagem dos OGM's em produtos alimentares e muitos países estabeleceram níveis de limite para a presença não intencional (BRANQUINHO et. al. 2010)

Com o objetivo de disciplinar a rotulagem de alimentos geneticamente modificados, obrigando a publicação de informações no rótulo desses produtos no Brasil, foi criado o Decreto nº 3.871 de 2001 (RIBEIRO E MARIN, 2012). Segundo os autores nele se estabelecia a rotulagem para produtos alimentares de consumo humano, embalados e que contenham no mínimo 4% de produtos geneticamente modificados. No caso de alimentos com mais de um ingrediente GM em sua composição, o limite era estabelecido a cada um desses ingredientes isoladamente; além de não exigir a rotulagem dos produtos *in natura* e produtos nos quais a presença de OGM não fosse detectada.

Em abril de 2003, o governo brasileiro emitiu o Decreto nº 4.680 regulamentando o direito à informação, assegurado pela Lei nº 8.078/90. O artigo 2º deste decreto dispõe sobre a obrigatoriedade de rotulagem informando ao consumidor sobre a presença de organismo geneticamente modificado, caso sua presença seja detectada acima do limite estabelecido por lei (1%), tanto em produtos embalados quanto os vendidos a granel ou *in natura* (COSTA e MARIN, 2011).

Além de exigir a identificação da espécie doadora do gene, da indicação de uma das seguintes expressões: “(nome do produto) transgênico”, “contém (nome do ingrediente ou ingredientes) transgênico(s)” ou “produto produzido a partir de (nome do produto) transgênico”. Em 2003, também se criou o símbolo do transgênico que deve constar nas embalagens de produtos transgênicos ou derivados que se encontram em situação conforme estipulada pela Portaria nº 2658, de 22 de dezembro de 2003 (RIBEIRO e MARIN, 2012).

Quando impresso em policromia, o triângulo será equilátero e deve obedecer às seguintes proporções: Bordas do triângulo e letra T: 100% preto e fundo interno do triângulo: 100% amarelo, como o apresentado na Figura 1:



Figura 1: Impresso em policromia

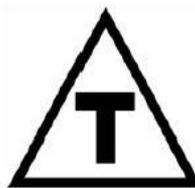


Figura 2: Impresso em preto e branco

Fonte: Ministério da Justiça (2003).

Figura 1 - Apresentação gráfica nos rótulos a serem impressos em policromia e em preto e branco de um alimento transgênico.

Em 2007, a Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA) abriu a consulta pública nº 63 para definir padrões para procedimentos de avaliação de segurança deste tipo de alimento pela Comissão Técnica Nacional da Política Nacional de Biossegurança relativa a OGM. A partir desta iniciativa da ANVISA, uma série de normas deverá ser cumprida na avaliação da segurança de alimentos que contenham OGM e seus derivados. A Consulta Pública nº 63 propôs 119 questões divididas em quatro áreas de análise: modificação genética, organismos receptores, segurança alimentar e qualidade nutricional. Estas visam avaliar se os dados apresentados pelos interessados em obter liberação comercial de produtos com OGM comprovam ou não a segurança de uso para o consumo humano (COSTA e MARIN, 2011).

Segundo os mesmos autores, a legislação específica existe e está em vigor, e, no entanto, não há controle algum sobre a aplicação desta sobre os produtos comercializados aqui. A defasagem entre o estabelecimento da lei de 2003 e os primeiros produtos rotulados no mercado em 2008 é de cinco anos.

O controle da rotulagem desses alimentos é baseado na detecção das sequências de DNA diferentes ocasionado pelos OGM's. Para isso, métodos analíticos são necessários para atender os limites da utilização, comercialização de OGM's e a verificação da conformidade da rotulagem com os requisitos impostos pelas leis. Estudos apresentam dificuldades e/ou o não cumprimento da lei de rotulagem de alimentos derivados de OGM no Brasil (RIBEIRO e MARIN, 2012; PINTO et. al., 2007).

Diante desse contexto, Visando que atualmente percebe-se a existência de um mercado para esse tipo de análise o objetivo deste estudo foi realizar o mapeamento em território nacional, quais os laboratórios realizam análises de OGM's e quais são os principais métodos empregados na detecção e quantificação dessa tecnologia em produtos alimentícios.

2. Metodologia

O estudo refere-se ao mapeamento dos laboratórios credenciados ao Ministério da Agricultura que realizam análises e emissão de autorizações e registros de produtos e atividades que contenham organismos geneticamente modificados e seus derivados destinados ao uso animal, na agricultura, na pecuária, na agroindústria e áreas afins.

O mapeamento foi realizado a partir de dados secundários e consulta ao Ministério da Agricultura. Quando não foi possível obter as informações dos laboratórios por meio eletrônico utilizou-se o serviço de atendimento.

3. Resultados e Discussão

3.1. Principais dados dos laboratórios que realizam análise de OGM's em alimentos

No Brasil, existe um esforço conjunto do Ministério da Agricultura e do Ministério da Saúde, por intermédio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para o estabelecimento de uma rede de laboratórios credenciados para a condução das análises de detecção/quantificação dos OGMs que circulam no mercado (BARROS et. al., 2008).

Através do mapeamento realizado, foi possível verificar os laboratórios credenciados ao Ministério da Agricultura que realizam análises e emissão de autorizações e registros de produtos e atividades que contenham organismos geneticamente modificados e seus derivados destinados ao uso animal, na agricultura, na pecuária, na agroindústria e áreas afins. Os

principais tópicos levantados na pesquisa foram nome, localidade, contato, tipo de tecnologia aplicada, espécie e produto analisado e tempo de realização e custo das análises.

LABORATÓRIO	CIDADE	CONTATO
LABORATÓRIO NACIONAL AGROPECUÁRIO EM GOIÁS Laboratório de Biotecnologia e Organismos Geneticamente Modificados – LBM/LANAGRO-GO	Goiânia GO	E-mail: rodrigo.graziani@agricultura.gov.br Fone: (62) 3232 7205 Fax: (62) 3232 7211
LABORATÓRIO OFICIAL LANAGRO-MG LABORATÓRIO NACIONAL AGROPECUÁRIO EM MINAS GERAIS Laboratório de Biotecnologia e Organismos Geneticamente Modificados - LBM/LANAGRO-MG	Pedro Leopoldo-MG	E-mail: lanagro-mg@agricultura.gov.br Fone: (31) 3660 9642 Fax: (31) 3661 2383
LABORATÓRIOS CREDENCIADOS AGROGENÉTICA	Viçosa - MG	Fone: (31) 3891 0817 E-mail: agrogenetica@agrogenetica.com.br
FRISCHMANN AISENGART MEDICINA DIAGNOSTICA Nome Empresarial: DIAGNOSTICOS DA AMERICA S.A.	São José dos Pinhais - PR	Fone: (41) 3299 9231 Fax: (41) 3299 9350 Responsável Técnico E-mail: mmalaghini@dasa.com.br E-mail: tamiris.correia@dasa.com.br
LABORATÓRIO ALAC Nome Empresarial: LABORATÓRIO ALAC LTDA	Garibaldi-RS	Fone: (54) 3388 3232 Fax: (54) 3388 3200
EUROFINS DO BRASIL Nome Empresarial: EUROFINS DO BRASIL ANÁLISES DE ALIMENTOS LTDA	Indaiatuba-SP	Fone: (19) 2107 5517 Fax: (19) 2107 5505 Responsável Técnico E-mail: nadiaandrade@eurofins.com.br E-mail: pedrosuguita@eurofins.com.br
ESCOPO DO LABORATÓRIO EUROFINS DO BRASIL SUPERINSPECT Nome Empresarial: SUPERINSPECT – SUPERVISÃO, VISTORIAS E INSPEÇÕES S/C LTDA	Santos/SP	Fone: (13) 3219 4000 Fax: (13) 3219 1108 Responsável Técnico: E-mail: labgmo.sts@superinspect.com.br E-mail: labfq.sts@superinspect.com.br
ESCOPO DO LABORATÓRIO SGS DO BRASIL TECAM TECNOLOGIA AMBIENTAL Nome Empresarial: TECAM TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA	São Paulo - SP	Fone: (11) 3677-2553 Fax: (11) 3862 8954 Responsável Técnico: E-mail: gerencia.tecnica@tecam.com.br E-mail: biomol@tecam.com.br

Fonte: Autoria Própria (2013)

QUADRO 1.- Nome, localização e contato dos laboratórios de análise de OGM's em alimentos no território nacional.

3.2. Principais tecnologias utilizadas para análise de OGM's

Os principais métodos utilizados para detecção e quantificação de OGM's em alimentos são Bioensaio; Imunoensaio, como Eliza, Fluxo Lateral e Western Blot; e PCR.

A maioria das plantas GM utilizadas para a produção de alimentos apresentam resistência a herbicidas ou vírus, fungos e insetos. O método de Bioensaio é simples e prático onde as sementes a serem analisadas são depositadas em meio de germinação com uma solução dissolvida de herbicida. Se a semente apresentar resistência ao herbicida sua germinação e seu desenvolvimento ocorrerão normalmente. As principais restrições desse método são: elevado tempo para conseguir o resultado (em média uma semana) e a restrição dos OGM's que possuem resistência à herbicidas (TORRES et. al., 2003).

Os métodos de Imunoensaio são eficientes em misturas complexas para determinação qualitativa e quantitativa de proteínas. Fundamentado no agrupamento de proteína OGM nos tecidos vegetais ($> 10\mu\text{g g}^{-1}$ de tecido), seu limite de detecção é aproximadamente 1%. Existem imunoensaios comerciais para a detecção e quantificação das proteínas da família Cry (resistência contra insetos), proteína EPSPS-CP4 (tolerância ao herbicida glifosato) e da proteína PAT (tolerância ao herbicida glufosinato). As principais limitações dos métodos são: grau de expressão da proteína nas partes das plantas que são utilizadas para a produção de alimentos é muito baixa; devido sua idade há a variação da concentração da proteína nos tecidos da planta, diversidade e condições ambientais ou, o processamento do alimento pode remover ou desnaturar as proteínas (CONCEIÇÃO, 2006).

O mesmo autor distingue os três principais métodos de Imunoensaios como:

- **ELIZA:** Método rápido, sensível, seguro, específico e robusto e não necessita treinamento específico. Seu princípio é fundamentado no ensaio de duplo anticorpo ou “sanduíche”, que utiliza dois anticorpos particulares para a proteína transgênica (antígeno Ag - Aglutinogênio). O primeiro é aplicado na sensibilização da microplaca, objetivando a captura do Ag existente na amostra do alimento; o segundo em geral está combinado a uma enzima (peroxidase ou fosfatase alcalina), que evidencia a reação (produção de cor). Outra variação do ELISA, que também é adotada na detecção e quantificação de OGM's, é o ensaio competitivo, onde o Ag presente na amostra e um padrão (Ag conjugado com uma enzima) competem pela ligação do anticorpo de captura. Neste ensaio, a concentração de Ag é inversamente proporcional à intensidade colorimétrica produzida.
- **FLUXO LATERAL:** É um teste qualitativo, prático e rápido, não dispendioso e seus resultados podem ser obtidos entre 5 a 15 minutos. Não se faz necessário treinamento e equipamentos especiais. A sensibilidade deste método é de aproximadamente 0,1%. As fitas foram desenvolvidas para identificar endotoxina Cry (Ab) ou a proteína EPSPS-CP4 encontradas em plantas GM tais como soja, milho, canola e beterraba açucareira.
- **WESTERN BLOT:** é um método altamente específico, semi-quantitativo, indicado na análise de proteínas insolúveis particularmente. Onde essa proteína é extraída e imobilizada em membrana. As proteínas ligadas à membrana são mergulhadas em uma solução com o anticorpo que identifica a proteína alvo (CRESPOS et. al. 2000). Por ser mais trabalhoso e pouco utilizado para análises rotineiras de OGM's, em geral aplicado para confirmar amostras que foram positivas no IFL ou no ELISA.

Já os métodos fundamentados na detecção do DNA recombinante destacam-se quando existe a necessidade da quantificação do OGM nos alimentos ou quando a amostra é um alimento processado. Em geral, existe uma relação linear entre a quantidade de OGM e DNA exógeno quando a alteração genética é nuclear (CONCEIÇÃO et. al., 2006).

Para atender a demanda regulatória e de consumo, vários métodos baseados na Reação em cadeia da Polimerase (PCR) foram desenvolvidos para detectar e quantificar os OGM na alimentação humana e animal (DEISINGHE BADRIE, 2005). A PCR é o método mais usado na detecção e quantificação de alimentos contendo OGM's e a que menos sofre interferências dos níveis de degradação e processamento da amostra (CONCEIÇÃO, 2006; QUERCI et.al., 2010).

Baseia-se em ciclos sucessivos de desnaturação do DNA dupla fita para DNA fita simples pela elevação da temperatura, anelamento de dois iniciadores (primers) no DNA-alvo e extensão da cadeia de DNA pelo acréscimo de nucleotídeos em razão da ação da enzima DNA polimerase com a presença de íons magnésio. Isto permite a duplicação do fragmento de interesse a cada ciclo e o aumento exponencial do número de fragmentos amplificados de acordo com o número total de ciclos da reação. Traços de DNA são suficientes para detecção de OGM em alimentos uma vez que o mais importante na detecção é a qualidade, a quantidade e a pureza do DNA extraído (DINON, 2011).

O DNA normalmente é desnaturado a 95-97°C, a hibridização dos primers acontece entre 30 a 60°C, e a síntese do DNA ocorre a 72°C. Essas etapas podem ser repetidas por 20 a 30 ciclos, permitindo a amplificação do segmento de DNA. (PASSAGLIA et al, 2001)

Após a reação de PCR, os fragmentos dos genes são amplificados pela eletroforese com géis de agarose ou géis de poliacrilamida com concentrações diferentes diluídos em TBE. Em seguida, o gel é corado com brometo de etídio e visualizado em luz U.V. (BAREA et al, 2004)

Não existe um protocolo único para a aplicação da PCR, para cada caso é necessária à otimização do protocolo, conhecendo as melhores temperaturas para o processo. (DE ROBERTIS et al, 2006).

Conceição et. al. (2006) resume na Tabela 1 a seguir, as características dos principais métodos utilizados na detecção e quantificação de OGM's em alimentos.

Parâmetros	Baseado na proteína			Baseado no DNA		
	Western	ELIZA	IFL	PCR quantitativa	PCR- QC	PCR-TR
Facilidade de uso	Difícil	Moderado	Simples	Difícil	Difícil	Difícil
Equipamentos especiais	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Sensibilidade	Alta	Alta	Moderada	Alta	Alta	Alta
Duração	2dias	8 horas	10 minutos	1 dia	2 dias	1 dia
Resultados quantitativos	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim
Prático para testes em campo	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Empregado principalmente	Academia	Laboratório	Campo	Laboratório	Laboratório	Laboratório

Fonte: Adaptado de Conceição et. al. (2006)

Tabela 1 – Resumo das características dos principais métodos utilizados na detecção e quantificação de OGM's em Alimentos.

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é o método mais utilizado para a detecção e quantificação de alimentos contendo OGM's. O método baseia-se em ciclos sucessivos de

desnaturação do DNA dupla fita para DNA fita simples pela elevação da temperatura, anelamento de dois iniciadores (*primers*) no DNA-alvo e extensão da cadeia de DNA pelo acréscimo de nucleotídeos em razão da ação da enzima DNA polimerase com a presença de íons magnésio (DINON, 2011).

Segundo o mesmo autor isto permite a duplicação do fragmento de interesse a cada ciclo e o aumento exponencial do número de fragmentos amplificados de acordo com o número total de ciclos da reação. Traços de DNA são suficientes para detecção de OGM em alimentos uma vez que o mais importante na detecção é a qualidade, a quantidade e a pureza do DNA extraído.

A reação em cadeia da polimerase (PCR) é uma técnica em que é possível obter grandes quantidades de genes em poucas horas, a partir de uma pequena quantidade de DNA, que passa por um sistema de amplificação *in vitro*. (DE ROBERTIS et al, 2006)

A PCR é um método sensível, seguro e específico, com capacidade de detectar uma ampla série de eventos e de identificar as variedades geneticamente modificadas que contêm diferentes construções gênicas, porém apresentam a mesma proteína. Essa sensibilidade continua alta em amostras degradadas fisicamente, quimicamente ou enzimaticamente por etapas do processamento. Apresenta limite de detecção entre 20 pg e 10 ng de DNA alvo, o que corresponde a 0,0001 a 1% de OGM (CONCEIÇÃO, 2006; BARROS et. al, 2008).

Entre as principais técnicas de detecção qualitativa e de rastreamento estão a PCR screening, a PCR nested, a PCR multiplex. Porém o método mais utilizado nos dias de hoje para quantificação de OGM's em produtos alimentícios é a PCR em tempo real.

O método de PCR *screening* não é utilizado para identificar o OGM, e sim para quantificá-lo, uma vez que a presença de um dos alvos de rastreio não implica necessariamente a presença de DNA derivado de OGM. A PCR *nested* conceitua-se em uma amplificação interna de um fragmento anteriormente amplificado. (LIMA et al, 2007; SMITH et al, 2007)

Basicamente, os componentes utilizados para a reação de PCR em tempo real são água esterilizada; tampão, também chamado Buffer, que colabora a manter o pH constante para a atividade da Taq Polimerase; dNTP que são nucleotídeos livres que são incorporados pela Taq Polimerase durante o processo de replicação da sequência; Taq polimerase que possui capacidade de resistir a altas temperaturas sem perder sua função; MgCl₂ que é um cofator da Taq polimerase; os Primers que são pequenas sequências de DNA e o DNA que contém a sequência alvo de interesse (ANTONINI et al, 2004)

É necessário que todos os componentes da reação estejam na quantidade certa para que esta ocorra da maneira correta. O uso adequado da combinação de primers e um adequado controle durante a reação é imprescindível para o seu funcionamento ideal. (CUNHA et al, 2005)

As principais dificuldades para executar essa técnica é o seu elevado custo de acordo com seus materiais e equipamentos necessários, treinamento dos indivíduos que realizarão a técnica, e a construção dos iniciadores (CONCEIÇÃO et al, 2006). Como visto a partir dessa pesquisa o custo das análises variam a partir de 200 reais até mais de 1000 reais por amostra, sendo que um laboratório realiza apenas análises de amostras do MAPA.

É provavelmente o método mais preciso e prontamente capaz de determinar as exigências da legislação (alimento não deve conter mais de 1% de OGM's). Esse método permite monitorar

a PCR durante a sua condução, em tempo real (ciclo a ciclo), em sistema fechado, sem intervenções externas no decorrer da reação. (DEISINGH e BADRIE, 2005; DINON, 2011).

4. Conclusão

A atualidade e marcada por tecnologias como as biotecnologias, que apesar de ser uma conquista científica para a humanidade não está isenta de riscos.

A informação é um direito do consumidor, sendo responsável pelo poder de decisão entre consumir ou não os alimentos transgênicos. Para isso é importante que a sociedade tenha acesso à composição dos alimentos que consome.

Para que haja uma rotulagem eficiente existem vários métodos analíticos que podem ser aplicados, porém a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) é o método mais usado pelos laboratórios analisados para a detecção e quantificação de alimentos contendo OGM's.

Observou-se que os laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que realizam análises e emissão de autorizações e registros de produtos e atividades que contenham organismos geneticamente modificados e seus derivados se concentram basicamente na região sudeste do Brasil apesar de haver produção desse tipo de cultivo em todo o país.

Referências

ANTONINI, S. R. C.; MENEGHIN, S. P.; URASHIMA, A.S. *Técnicas básicas de Biologia Molecular*. 54 f. Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias. São Paulo, 2004.

BAREA, J. A.; PARDINI, M. I. M. C.; GUSHIKEN, T. *Extração de DNA de materiais de arquivo e fontes escassas para utilização em reação de polimerização em cadeia (PCR)*. Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, v.26, n.4, p. 274 – 281. 2004.

BARROS, N. E. F. de; OLIVEIRA, E. M. M.; MARIN, V. A. Applicability of the real-time polymerase chain reaction based-methods in quantification of genetically modified organisms in foods. **Revista de Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 85-92, 2008.

BRANQUINHO, M. R.; FERREIRA, R. T.B; CARDARELLI-LEITE, P. *Survey of compliance with labeling legislation in food containing GMOs in Brazil*. Journal of Food Composition and Analysis, v. 23, n. 3, p. 220-225, 2010.

CAMARA, M. C. C. et. al. *Transgênicos: avaliação da possível (in) segurança alimentar através da produção científica*. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v.16, n.3, p.669-681, 2009.

CAMARA, M. C.C. *Regulamentação e atuação do Governo e do Congresso Nacional sobre os alimentos transgênicos no Brasil: uma questão de (in) segurança alimentar*. Tese (Doutorado) -Escola Nacional de Saúde Pública Sergio- Arouca, Rio de Janeiro, 2012.

CELERES. *Relatório Biotecnologia safra 2011/2012*. Disponível em <http://www.celeres.com.br/1/RelBiotecBrasil_1103.Pdf> Acesso em 07 out.2013.

CONCEIÇÃO, F. R.; MOREIRA, A. N.; BINSFELD, P. C. *Detecção e quantificação de organismos geneticamente modificados em alimentos e ingredientes alimentares modificados em alimentos e ingredientes alimentares*. Ciência Rural, Santa Maria, v.36, n.1, p.315-324, 2006.

COSTA, T. E. M. M.; DIAS, A. P. M.; MARIN, V. A. *Avaliação de risco dos organismos geneticamente modificados*. Ciência e Saúde Coletiva, v. 16, n. 1, p. 327-336, 2011.

COSTA, T.E.M.M; MARIN, V.A. *Rotulagem de alimentos que contém Organismos Geneticamente Modificados: Políticas internacionais e Legislação no Brasil.* Ciência & Saúde Coletiva, v. 16 n.8 p.3571-3582, 2011.

CUNHA, C. S. M. dos; et.al. *Comparação de métodos na detecção de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glisofato.* Revista Brasileira de Sementes, vol. 27, n. 1, p. 167 – 175, 2005.

ROBERTIS, E. M. F.; HIB, J. *Bases da biologia celular e molecular.* Revista enfermagem atual. 4ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.389, 2006.

DEISINGH, A.K.; BADRIE, N. *Detection approaches for genetically modified organisms in food.* Food Research International, v.38, p. 639-649, 2005.

DINON, A.Z. *Desenvolvimento de iniciadores e sondas para detecção de cry1a. 105 e cry2ab2 e aplicação de PCR e PCR em tempo real para detecção de OGM em Alimentos.* Tese (Doutorado) - Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

LIMA, K. V. B, et. al. *Nested- PCR do gene que codifica o antígeno b aplicada ao diagnóstico da tuberculose pulmonar.* Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 40, n. 2, p. 212-215, 2007.

LUDWIG, M. P. et.al. *Produtividade de grãos da soja em função do manejo de herbicida e fungicidas.* Ciência Rural, v. 40, n. 7, p. 1516-1522, 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em< www.agricultura.gov.br/> Acesso em 20 mai.2013.

PASSAGLIA, L. M. P.; ZAHA, A. *Técnicas de DNA recombinante,* Biologia Molecular Básica. 3 ed. Cap. 15, p. 307 – 331, 2001.

PINTO, A., et. al. *A comparison of DNA extraction methods for food analysis.* Food Control, v. 18, n. 18. p.76–80, 2007.

QUERCI, M.; BULCKER,M.; ZEL, J.;EEDE G; BROLL, H. *New approaches in OGM detection.* Anal BioanalChen, v. 396, p. 1991-2002, 2010.

RIBEIRO, I.G; MARIN, V.A. *A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil.* Ciência & Saúde Coletiva, v.17, n.2, p.359-368, 2012.

SMITH, D. S.; MAXWELL, P. W. *Use of quantitative PCR to evaluate several methods for extracting DNA from corn flour and cornstarch.* Food Control, 18, p. 236 – 242, 2007.

TORRES, A. C. et al. *Bioassay for detection of transgenic soybean seeds tolerant to glyphosate.* Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, p.1053-1057, 2003.