

VALIDAÇÃO DE MÉTODO PARA DETECÇÃO DE ALÉRGENOS EM UMA INDÚSTRIA DE MILHO NO ESTADO DO PARANÁ

PAVELSKI, Luan Cristian Santana ¹

MARON, Bruno de Andrade ²

RESUMO

O milho é um dos grãos mais cultivados no mundo, esse valor expressivo de produção se dá em conta de sua adaptação às mais diversas condições ambientais. No Brasil o milho corresponde a quase 40% da produção nacional de grãos. Após seu cultivo o milho é utilizado em indústrias dos mais variados segmentos, que compreendem desde a alimentícia até a indústria farmacêutica. Na indústria alimentícia, a principal utilização do milho se dá para os processos de moagem do grão, dando origem a diversos outros produtos. O setor de alimentos está ligado diretamente com a saúde do consumidor e, um dos maiores desafios do setor é o controle de qualidade. A garantia da qualidade é uma das principais maneiras de um produto se consolidar no mercado. A qualidade na indústria de alimentos se relaciona principalmente no que diz respeito à segurança de alimentos, que se entende por qualquer possibilidade de contaminação do alimento. Uma das principais causas de doenças de origem alimentar é a contaminação cruzada, que abrange tanto a contaminação do alimento por micro-organismos estranhos, bem como substâncias que possam vir a causar alergias e provocar intolerâncias alimentares. Estima-se que entre 2 a 4% da população mundial sofra de algum problema relacionado à alergia alimentar, que são reações adversas do sistema imunológico dos indivíduos sensíveis. Qualquer alimento que possa vir a causar uma reação alérgica a um indivíduo potencialmente suscetível deve trazer em sua rotulagem a informação sobre os alérgenos. O presente trabalho teve como objetivo validar um método rápido de detecção dos alergênicos trigo (glúten) e soja, usando o teste de fluxo lateral, em um moinho de milho no Paraná. Com essa validação foi possível verificar a acuidade do método utilizado pela empresa, bem como a possível existência de contaminação da matéria-prima durante seu processo de armazenamento.

Palavras-chave: Milho. Indústria Alimentícia. Contaminação Cruzada. Alergênicos.

ABSTRACT

Corn is one of the most cultivated grains in the world, this expressive production value is due to its adaptation to the most diverse environmental conditions. In Brazil the corn corresponds to almost 40% of the national production of grains. After its cultivation, maize is used in

¹ Formando em Engenharia de Produção - Centro Universitário Campo Real, eng-luanpavelski@camporeal.edu.br

² Engenheiro de Produção, Engenheiro de Segurança do Trabalho. Especialista MBA - Gestão Estratégica de Negócios, Especialista em Docência no Ensino Superior, prof-brunomaron@camporeal.edu.br

industries of the most varied segments, ranging from food to the pharmaceutical industry. In the food industry, the main use of corn is for the grain milling processes, giving rise to several other products. The food sector is directly linked to consumer health and one of the biggest challenges in the sector is quality control. Quality assurance is one of the main ways for a product to consolidate itself in the market. Quality in the food industry is mainly related to food safety, which regards any possibility of food contamination. One of the main causes of food diseases is cross-contamination, which encompasses both contamination of food by foreign microorganisms, as well as substances that may cause allergies and food intolerances. It is estimated that between 2 and 4% of the world's population suffer from a problem related to food allergy, which are adverse reactions of the immune system of sensitive individuals. Any food that may cause an allergic reaction in a potentially susceptible individual must carry information about the allergens on its label. The present article aimed to validate a rapid method of detection of wheat (gluten) and soy allergens, using the lateral flow test, in a corn mill in Paraná. With this validation, it was possible to verify the accuracy of the method used by the company, as well as the possible existence of contamination of raw material during its storage process.

Keywords: *Corn. Food Industry. Cross-Contamination. Allergens.*

1. INTRODUÇÃO

O milho hoje é umas das maiores culturas agrícolas mundiais, tendo o Brasil no ranking mundial de maiores produtores, com um acúmulo de cerca de 100 milhões de toneladas por ano, possuindo o cultivo do grão em todo o seu território. O estado do Mato Grosso, junto com o Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais somam cerca de 75% da safra nacional (CONTINI *et al*, 2019).

O expressivo cultivo do grão se dá em conta de sua versatilidade de utilização, desde seu consumo como milho verde - comercializado por pequenos produtores - até seu consumo em larga escala por indústrias de transformação dos mais diversos segmentos, como: química, de bebidas, farmacêutica e de combustíveis (REGITANO-D'ARCE, SPOTO E CASTELUCCI, 2015). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Milho (ABIMILHO, 2019), a produção para o ano de 2022 pode chegar a 121,7 milhões de toneladas, sendo 1,9 milhão de toneladas destinadas ao consumo humano, e 14,5 milhões ao consumo industrial.

Duarte (2021), cita as formas de industrialização do grão, que se dá pela moagem úmida e seca, esse último sendo o processo mais utilizado no Brasil. Nesse processo é onde surgem todos os subprodutos derivados do milho, como a farinha de milho, fubá, quirera, farelos, entre outros. Com a globalização, segundo Silva e Amaral (2004), o setor de

alimentação vive mudanças a todo momento, seja pela rapidez com que as informações se propagam quanto aos diferentes hábitos e culturas. Com isso ocorre um número gigante de transformações no grão dentro do setor alimentício, que vai desde seu cultivo até a chegada no produto final.

Um dos grandes desafios do setor alimentício é a segurança alimentar, que tem como seu principal objetivo disponibilizar para o consumidor alimentos livres de agentes que possam colocar a sua saúde em risco (SILVA, 2012). A garantia da segurança no setor de alimentos está diretamente vinculada à área da qualidade. Gomes, Ferreira e Silva (2017) em seu trabalho justificam a importância da área no que visa a implementação de programas e o cumprimento das normas que tem como seu objetivo principal garantir que os produtos alimentícios não veiculem qualquer tipo de contaminantes.

A relação entre qualidade e produção de alimentos é restrita, Araújo (2021) destaca em sua pesquisa a segurança no setor alimentar, que é principalmente relacionada a segurança do consumidor, essa que tem como principal objetivo disponibilizar produtos que não venham a causar nenhum dano à sua saúde.

Alergias e intolerâncias alimentares acabam por impactar diretamente na saúde do consumidor, Marques e Damy-Benedetti (2016) pontuam que mais de 170 alimentos já foram identificados como alergênicos, porém 90% de todos os casos de alergia alimentar são ocasionados por oito alimentos diferentes: ovos, leite, peixe, crustáceos, castanhas, amendoim, trigo e soja. Os autores também esclarecem a diferença entre alergia e intolerância alimentar, onde as alergias são uma resposta imunológica que ocorre nos indivíduos sensíveis a determinado tipo de alimento e a intolerância se justifica quando, o organismo do indivíduo não é capaz de absorver os açúcares de determinado alimento, pois se determinado grupo de pessoas que possuem alergias a um tipo de alimento consumirem, poderão ter sua saúde afetadas. Daí a importância de monitorar essas substâncias nos alimentos.

O presente artigo tem como objetivo validar um método utilizado para a detecção dos alérgenos soja e trigo (glúten) em uma indústria de moagem de milho no interior do Paraná.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MILHO

De acordo com a ABIMILHO (2019), o milho tem seu cultivo em todos os continentes do planeta, e sempre figura entre os cereais mais cultivados nos mesmos. Essa produção expressiva se dá em conta à sua capacidade de plantio nas mais diversas condições

ambientais e também pelo valor nutricional do grão. Grande parte do seu cultivo é direcionado à alimentação animal e humana (FONTANIVE *et al*, 2019).

No decorrer das últimas décadas, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas, deixando para trás antigos concorrentes, como o arroz e o trigo (CONTINI *et al*, 2019).

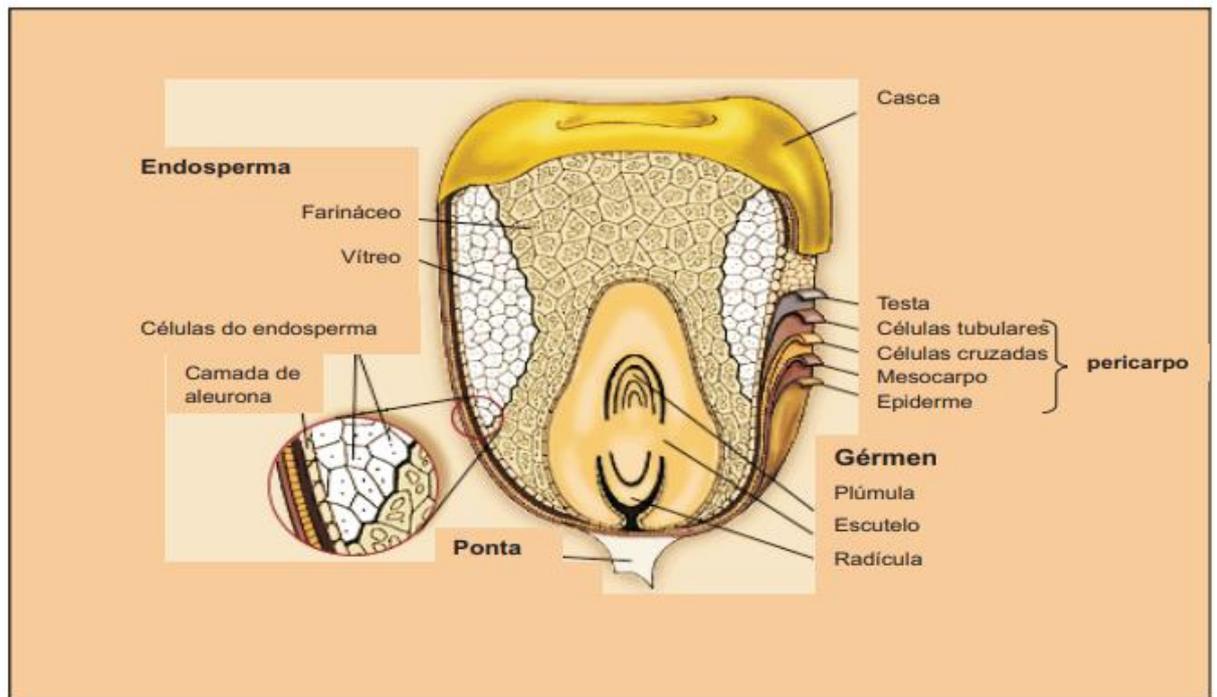
No Brasil seu cultivo se dá por todo o território nacional, seu plantio e colheita porém, ocorrem em diferentes épocas, por conta das condições climáticas de cada região. A primeira safra, conhecida também como cultivo de verão, é o semeio na primavera/verão, que é predominante na grande maioria das regiões produtoras, com exceção das regiões Norte e Nordeste do país. Já o semeio registrado no verão/outono, que é realizado após a colheita da soja é conhecido popularmente como safrinha (CONTINI *et al*, 2019). É um dos segmentos econômicos mais importantes do agronegócio brasileiro. O milho responde por cerca de 37% da produção nacional de grãos, tendo em conta apenas a produção primária (MAPA/SNA, 2017).

Para a Safra de 2022/23 a Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB, 2022) estima para o milho uma produção total de 125,5 milhões de toneladas, sendo esse valor correspondido por quase 30 milhões na primeira safra, um valor pequeno já que nessa época o grão concorre com a soja, que tem um cultivo mais expressivo. Já para a segunda safra a colheita estimada é de aproximadamente 95 milhões de toneladas.

2.2.1 ESTRUTURA DO GRÃO DE MILHO

O grão de milho é, geralmente, amarelo ou branco, porém sua coloração pode variar de preto a vermelho. O grão possui quatro principais estruturas físicas, que são: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e a ponta (PAES, 2006).

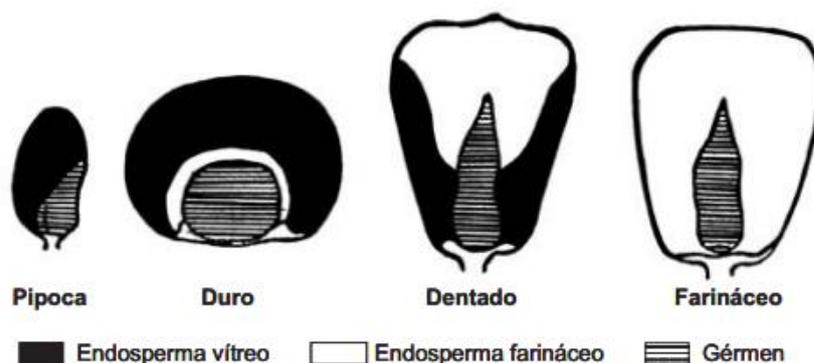
Figura 1 - Estrutura Física do Grão de Milho



Fonte: PAES (2006)

Quanto à classificação dos grãos de milho, baseado em suas características, é possível dividi-los em cinco classes, ou tipos de milho, que são conhecidos como: dentado, duro, doce, farináceo e pipoca. A maior predominância de milho comercial no Brasil é o tipo duro, também é o tipo de milho que apresenta o maior rendimento ao final do processo, enquanto os outros tipos geram quantidades excessivas de resíduos (pó). O que diferencia os grãos de milho são a forma e os tamanhos dos grãos, que são definidos pela estrutura do endosperma e o tamanho do germe (PAES, 2006; SILVA, 2017).

Figura 2 - Tipos de Milho e suas Relativas Proporções.



Fonte: PAES (2006)

O milho é um dos alimentos mais nutritivos que existem. Puro ou como ingredientes de outros produtos, é uma importante fonte energética para o homem. Ao contrário do trigo e do arroz, que são refinados durante seus processos de industrialização, o milho conserva sua casca, que é rica em fibras, fundamental para a eliminação das toxinas do organismo humano (ABIMILHO, 2019).

2.3 INDÚSTRIA DE MILHO

A utilização do milho se dá para uma variedade de produtos finais, e acaba em diversos segmentos de indústrias diferentes, que compreendem desde a alimentação humana até a indústria farmacêutica. Porém sua maior utilidade é como insumo em diversos sistemas agroindustriais (GERMANI E ASCHERI, 2021). Os autores classificam esses sistemas agroindustriais como:

- Segmentos de insumos à produção agrícola, destacando-se a produção de sementes;

- Produção agrícola;

- Segmento de comercialização e armazenagem, destacando-se as cooperativas e armazéns públicos e privados;

- Segmento industrial de primeiro processamento, englobando a indústria de rações para alimentação animal, a indústria de moagem via úmida (produção de amido) e a indústria de moagem via seca (produção de grits, fubá, flocos de milho, etc.);

- Segmento industrial de segundo processamento, integrado ou não à do primeiro processamento: produção de aves, suínos e bovinos e a de outros produtos finais derivados do milho (snacks, cereais matinais, mistura para bolos, sopas, etc.);

- Segmento de distribuição para o consumidor final (atacado e varejo);

- Segmento de consumo final dos diversos produtos derivados do milho.

De forma geral, na indústria alimentícia são usados os grãos secos, que passam por um processo de moagem e dão origem a diversos outros produtos. Na indústria esse processo pode ser separado em duas etapas distintas: moagem seca, onde o grão é separado em germen, pericarpo e endosperma, dando origem a produtos como farinhas, fubá, grits e outros; e moagem úmida, que tem as mesmas etapas da moagem seca e incluindo a maceração dos grãos, onde é usada uma solução que torna possível a separação dos componentes do grão e uma maior extração do amido e da proteína.

2.4 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Um dos maiores pilares de toda e qualquer economia no mundo é a produção de alimentos, por conta de toda a sua abrangência e essencialidade, que vai desde os setores diretos e também os indiretamente relacionados, como por exemplo o agrícola, o de serviços e insumos, como agrotóxicos e embalagens(GOMES; FERREIRA e SILVA, 2017). No Brasil, de acordo com Silva (2017), é um dos segmentos de indústrias que apresenta o maior crescimento, representando quase 30% do faturamento total da indústria de transformação e é o setor que mais gera empregos no país.

De acordo com a ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos, 2021), existem no território brasileiro cerca de 37,2 mil empresas desse setor, processam 58% de tudo que é produzido em solo nacional, e juntas geram emprego para 24% dos brasileiros, sendo responsável por 10,6% do PIB do Brasil.

Diante de toda a competitividade existente atualmente no mercado, há um aumento cada vez mais expressivo relacionado a qualidade de um produto, ou de um processo produtivo, onde as empresas tendem a adotar um sistema de qualidade mais estratégico (PALADINI, 2019). Paladini (2019, p. 240), ainda conclui que qualidade significa: “garantir que produtos e serviços sejam adequados ao uso que se destinam”.

2.5 QUALIDADE E SEGURANÇA DE ALIMENTOS

O setor de alimentos está diretamente ligado no que diz respeito à vida dos consumidores, tendo como seu dever oferecer produtos livres de contaminantes e também que não venham a oferecer riscos à sua saúde. Com isso é importante destacar todo o cuidado que é necessário às indústrias alimentícias quanto a falhas nos seus processos e na oferta de todos os seus produtos em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação (ARAÚJO, 2021).

Atualmente, na indústria alimentícia, uma das maiores criticidades enfrentadas é o controle da qualidade, principalmente no que se refere em termos de que a garantia de todos os produtos fabricados atendem todos os critérios de segurança e higiene necessários (Fernandes, 2017). Silva (2017), cita em seu trabalho que, a qualidade deixou de ser um diferencial competitivo e atualmente se trata de uma condição para que a empresa consiga permanecer no mercado.

A qualidade hoje pode ser compreendida como uma maneira de ajustar ou implantar certas práticas na confecção dos produtos ou serviços, para que esses venham não somente a se tornarem os melhores do mercado, mas chamar a atenção dos clientes, representando de forma positiva a empresa e sua marca. Por meio da qualidade as empresas podem obter

uma estabilidade financeira e comercial, lhe proporcionando um desenvolvimento bem mais amplo do que um dia foi traçado (PALADINI, 2019).

Para Fernandes (2017) o processo de qualidade de um produto engloba desde as características higiênico sanitárias da matéria-prima, até as deficiências nos processos produtivos da própria indústria, além de procedimentos inadequados na distribuição do produto final.

Quando abordada a segurança de alimentos, automaticamente ela se relaciona com a possibilidade de contaminação física, química ou biológica do alimento. Atualmente a segurança de alimentos é um desafio e por conta de sua complexidade, deve ser analisada como um todo na cadeia alimentar, indo desde a produção dos alimentos, sua industrialização até a chegada ao consumidor final (SILVA, 2012).

2.6 CONTAMINAÇÃO CRUZADA

Uma das principais causas de doenças de origem alimentar é a contaminação cruzada e evitá-la é um importante desafio tanto para a indústria quanto para os sistemas de saúde. Está associada a diversos fatores, desde práticas deficientes de higiene, via manipuladores ou superfícies contaminadas, até o processamento e armazenamento realizado de forma inadequada nas diferentes etapas da cadeia produtiva, sendo comum em alimentos minimamente processados ou já prontos para consumo (CAMARGO, SOUZA E MARQUEZ, 2017).

Silva (2012) em sua pesquisa, cita que a contaminação cruzada “pode acontecer por meio da transferência de micro-organismos de um alimento ou superfície, através de utensílios, equipamentos ou do próprio manipulador”. O autor também explica que o conceito de contaminação cruzada não se aplica apenas à contaminação por micro-organismos, engloba também todas as substâncias que possam vir a causar alergias alimentares, bem como substâncias que possam vir a provocar intolerâncias, citando como exemplo a lactose, a caseína, e o glúten como os mais comuns.

2.7 ALÉRGENOS ALIMENTARES

Estima-se que cerca de 2 a 4% da população mundial sofram de problemas relacionados à alergia alimentar (sendo a população jovem o maior número de afetados). Estas alergias se definem como “reações adversas do sistema imunitário dos indivíduos sensibilizados à presença de proteínas que ocorrem naturalmente nos alimentos” (COSTA, OLIVEIRA E MAFRA, 2012).

A RDC Nº 727, de 1º de julho de 2022, traz em sua norma no que diz respeito a alergias e alérgenos alimentares:

Art. 3º Para fins desta Resolução, aplicam-se as seguintes definições:

II - alérgeno alimentar: qualquer proteína, incluindo proteínas modificadas e frações proteicas, derivada dos principais alimentos que causam alergias alimentares;

III - alergias alimentares: reações adversas reprodutíveis mediadas por mecanismos imunológicos específicos que ocorrem em indivíduos sensíveis após o consumo de determinado alimento;

A Food Ingredients Brasil (2013) traz em um de seus artigos que, qualquer alimento pode vir a causar uma reação alérgica a um indivíduo potencialmente suscetível. A Diretiva CE 2003/89 do Parlamento Europeu, cita em sua norma, 12 dos principais alérgenos presentes nos alimentos, os quais devem constar a sua potencial contaminação na rotulagem dos alimentos. O texto da norma traz a seguinte informação:

O referido comitê reconhece que, entre os alérgenos alimentares mais correntes, figuram o leite de vaca, as frutas, as leguminosas (particularmente amendoins e soja), os ovos, os crustáceos, as nozes, os peixes, os produtos hortícolas (aipo e outros alimentos da família das umbelíferas), o trigo e outros cereais (glúten).

A RDC Nº 727, de 1º de julho de 2022 trata sobre a rotulagem dos alimentos embalados, e cita no Art. 14. que nos casos em que não for possível garantir a ausência de contaminação cruzada por alérgenos alimentares dos principais alimentos que causam alergias alimentares [...], deve ser declarada a advertência "ALÉRGICOS PODE CONTER (NOMES COMUNS DOS ALIMENTOS QUE CAUSAM ALERGIAS ALIMENTARES)".

3. METODOLOGIA APLICADA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 METODOLOGIA

Segundo Marconi e Lakatos (2021), o método pode-se definir como a totalidade das atividades sistemáticas e racionais, que permitem ao pesquisador a elaboração de um conhecimento válido e verdadeiro com segurança, onde é possível realizar todo o caminho a ser seguido, pontuando os erros e auxiliando na tomada de decisões do pesquisador. Ainda, Matias-Pereira (2019) considera que ao optar por seguir um método, o pesquisador consegue definir todas as suas estratégias de intervenção no estudo.

Portanto, a pesquisa é um procedimento formal, onde existe um método de pensamento reflexivo que necessita de um tratamento científico e se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para obter verdades parciais (MARCONI E LAKATOS, 2021). Os autores ainda citam seis passos para o desenvolvimento de uma pesquisa:

- 1 - Seleção do tópico ou problema para a investigação;
- 2 - Definição e diferenciação do problema;
- 3 - Levantamento de hipóteses de trabalho;
- 4 - Coleta, sistematização e classificação dos dados;
- 5 - Análise e interpretação dos dados;
- 6 - Relatório do resultado da pesquisa.

A seguinte pesquisa se enquadra como de caráter experimental, que de acordo com Gil (2022), nessa modalidade o pesquisador manipula um dos fatores que é responsável pela ocorrência do fenômeno que é estudado. O pesquisador é um agente ativo no processo, não apenas um observador passivo.

Quanto à natureza, a seguinte pesquisa se encaixa como aplicada, Matias-Pereira (2019) define que esse tipo de pesquisa tem como sua finalidade gerar conhecimento para que possa existir uma aplicação prática tendo o objetivo de resolver um problema específico, ela envolve fatos que são verdadeiros e interesses locais.

De acordo com seus objetivos, a seguinte pesquisa pode ser considerada como explicativa, onde Gil (2022) define que “pesquisas explicativas têm como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Essas pesquisas são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade, pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas.”

Tendo em vista seu objeto de pesquisa, Markoni e Lakatos (2021) definem a pesquisa como laboratório, pois a mesma descreve e analisa o que irá ocorrer ou o que será em situações controladas. Ainda de acordo com os autores, a pesquisa em questão exige todo um instrumental específico, que seja preciso (pois uma característica da pesquisa é ser exata) e também um ambiente adequado para sua realização.

3.2 A EMPRESA

A empresa onde se desenvolveu a pesquisa atua no mercado de moagem e comercialização de milho, atendendo principalmente a clientes do mercado cervejeiro, de nutrição animal e indústria alimentícia. Possui um dos mais modernos moinhos de milho do Brasil, tendo uma capacidade nominal para produção anual de 180.000 t, e uma estrutura de armazenamento com capacidade para 3.540 t.

3.3 AMOSTRAGEM E MÉTODO DE ANÁLISE

Para ser realizada a pesquisa foram coletadas amostras de grãos de milho, trigo e soja separadamente, esses cereais são armazenados em graneleiros multicereais pela empresa.

Essas amostras foram todas trituradas separadamente, após esse processo todas as amostras foram peneiradas uma a uma em uma peneira granulométrica ABNT 20 (0,85mm), a fim de deixar as amostras com uma gramatura uniforme para as análises posteriores.

As amostras de milho foram então contaminadas com pequenas faixas de trigo e soja. Foram feitas contaminações em cinco faixas diferentes dos dois diferentes alérgenos, que correspondem à 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1% do valor total das amostras em que foram realizadas as análises. Após a contaminação com os alérgenos, as amostras foram homogeneizadas dentro de um saco plástico agitando-as por 5 minutos, cada.

Para a validação dos testes de detecção de alérgenos foi utilizado o mesmo teste rápido imunocromatográfico de fluxo lateral que a empresa já utiliza para fazer a rápida verificação da presença dos contaminantes nos seus produtos. Entretanto, os testes utilizados até então, eram semi-qualitativos.

Os kits de testes escolhidos para realizar essas avaliações foi o SENSIStrip Gluten kit para a detecção de trigo (glúten), nas amostras de milho, e o SENSIStrip Total Soy Protein kit para a detecção de soja, ambos os kits são fornecidos pelo laboratório Eurofins. Esses testes caracterizam-se como quantitativos, uma vez que permitem a leitura dos resultados em scanner para leitura de teste de fluxo lateral.

Para dar segmento com a validação dos kits, foram realizados três testes com cada uma das faixas de contaminações diferentes, totalizando então um total de quinze testes com as amostras contaminadas com trigo (glúten) e quinze testes com as amostras contaminadas com soja.

Primeiro cada uma das amostras foram homogeneizadas conforme instruções do manual dos kits utilizados para a validação. Foi então transferido uma espátula da amostra (correspondente a 0,3 g) para o tubo de extração presente no kit.

Figura 3 - Preparação das análises



Fonte: autoria própria (2022)

Com uma pipeta foi adicionado uma quantidade de 3 mL de álcool 50% (solução previamente preparada) na amostra. O tubo então foi fechado e agitado por 1 minuto. Na sequência, esperou-se cerca de 1 a 2 minutos para a parte sólida sedimentar. Após aberto o tubo, foram transferidos com o auxílio de uma pipeta 0,3 mL do sobrenadante da amostra para um frasco de diluição.

No frasco de diluição com o sobrenadante da amostra, foi adicionado com uma pipeta 3 mL do reagente fornecido pela fabricante Eurofins. O frasco de diluição foi fechado e agitado por 1 minuto, seguidamente o frasco foi aberto e foram transferidos com uma pipeta 0,3 mL do sobrenadante da amostra para um frasco de reação.

Após transferido o sobrenadante para o frasco reação, o mesmo foi imediatamente fechado e agitado por cerca de 15 segundos para certificar-se que os anticorpos estavam completamente dissolvidos. Após esse tempo a amostra foi incubada por 3 minutos. O frasco de reação então foi aberto e inseriu-se a fita teste de fluxo lateral, que permaneceu em contato com a amostra por 5 minutos. A fita então foi retirada e verificada se apresentava a detecção do alérgeno correspondente ou não.

Figura 4 - Aplicação do teste de fluxo lateral



Fonte: autoria própria (2022)

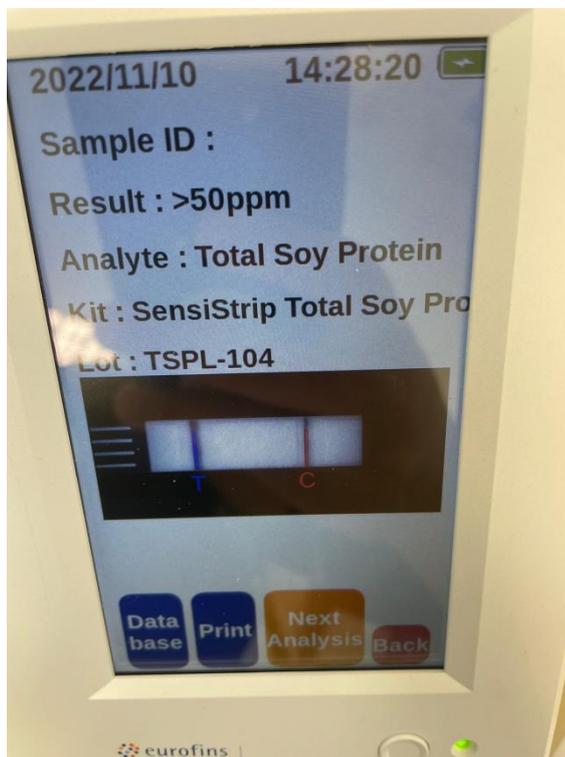
A detecção da presença do alérgeno se dá por uma análise visual da fita, onde se verificam duas faixas vermelhas quando o alérgeno é detectado. Para uma análise mais precisa e confiável, fez-se o uso de uma máquina fornecida pelo mesmo fabricante dos kits de detecção, que consegue interpretar de uma melhor forma o resultado obtida através das fitas de fluxo lateral, onde é possível além de confirmar ou não a detecção do alérgeno, quantificar a quantidade presente em ppm (partes por milhão).

Figura 5 - Interpretação do resultado da análise



Fonte: autoria própria (2022)

Figura 6 - Scanner para leitura do teste de fluxo lateral



Fonte: autoria própria (2022)

3.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na pesquisa realizada, utilizando-se dos kits de detecção de alérgenos fornecidos pelo laboratório Eurofins, SENSIStrip Glúten para detecção de glúten nas cinco faixas de contaminações das amostras analisadas, e o kit SENSIStrip Total Soy Protein para a detecção de soja também em amostras com cinco faixas de contaminações diferentes, os resultados se mostraram satisfatórios, pois os testes foram capazes de fazer a detecção positiva dos alérgenos em todas em todas as faixas de contaminações analisadas. Seguem abaixo duas tabelas com os resultados obtidos:

Tabela 1 - Resultados das análises do alérgeno glúten.

Alérgeno	Faixa de contaminação	N° Amostra	Foi detectado?		Quantidade Detectada
			SIM	NÃO	
Trigo (Glúten)	1,0%	Amostra 1	X		>80ppm
		Amostra 2	X		>80ppm
		Amostra 3	X		>80ppm
	0,8%	Amostra 1	X		>80ppm
		Amostra 2	X		>80ppm
		Amostra 3	X		>80ppm
	0,6%	Amostra 1	X		>80ppm
		Amostra 2	X		>80ppm
		Amostra 3	X		>80ppm
	0,4%	Amostra 1	X		>80ppm
		Amostra 2	X		>80ppm
		Amostra 3	X		>80ppm
	0,2%	Amostra 1	X		>80ppm
		Amostra 2	X		>80ppm
		Amostra 3	X		>80ppm

Fonte: Dados da Pesquisa, autoria própria(2022)

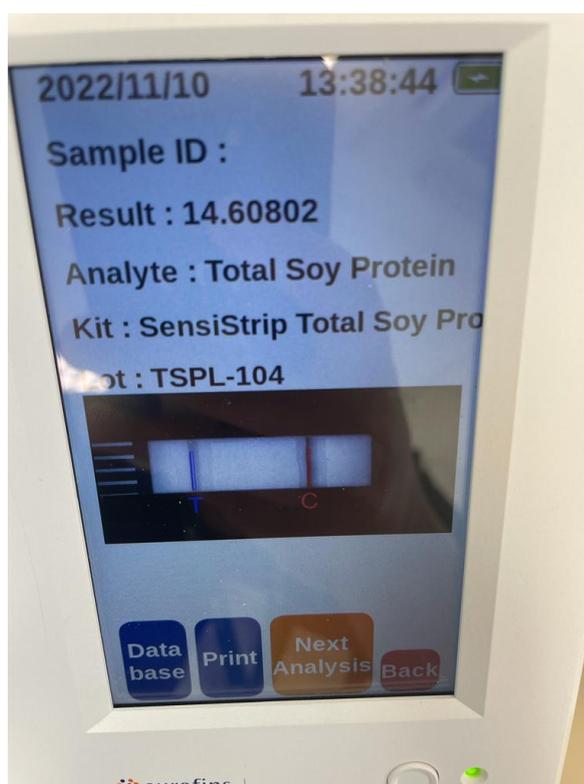
Tabela 2 - Resultados das análises do alérgeno soja.

Alérgeno	Faixa de contaminação	N° Amostra	Foi detectado?		Quantidade Detectada
			SIM	NÃO	
Soja	1,0%	Amostra 1	X		>50ppm
		Amostra 2	X		>50ppm
		Amostra 3	X		>50ppm
	0,8%	Amostra 1	X		>50ppm
		Amostra 2	X		>50ppm
		Amostra 3	X		>50ppm
	0,6%	Amostra 1	X		>50ppm
		Amostra 2	X		>50ppm
		Amostra 3	X		>50ppm
	0,4%	Amostra 1	X		>50ppm
		Amostra 2	X		>50ppm
		Amostra 3	X		>50ppm
	0,2%	Amostra 1	X		>50ppm
		Amostra 2	X		>50ppm
		Amostra 3	X		>50ppm

Fonte: Dados da Pesquisa, autoria própria(2022)

Foi notado porém que em todas as faixas de contaminação de amostras o resultado foi maior do que o limite detectável pelo leitor de testes de fluxo lateral, então foi realizada uma análise em triplicata do milho comumente utilizado pela empresa, sem nenhuma adição controlada de alérgenos. O resultado da fita de teste também foi positivo, porém a quantidade do alérgeno detectável pelo leitor foi de aproximadamente 14,6 ppm.

Figura 7 - Resultado da análise do milho convencional



Fonte: autoria própria (2022)

Desse modo, a praticidade do uso do kit, mostrou-se capaz de determinar de forma assertiva em relação a facilidade e acuidade dos resultados das análises realizadas.

Para uma melhor avaliação dos resultados obtidos, recomendou-se à empresa realizar análise externa dos alergênicos trigo (glúten) e soja, nas diferentes faixas de contaminação, pelo método ELISA, método este considerado oficial para validação de novas metodologias de análise.

Foi discutido com a empresa quanto à colheita, o transporte, recepção e armazenamento da matéria-prima, pois esses foram os lugares evidenciados onde

possivelmente possa ocorrer a contaminação cruzada com os outros grãos que a empresa beneficia. Debatida também a questão quanto a rotulagem dos produtos, onde quando existe a presença de um alérgeno, mesmo que pequena, no produto, a mesma deve ser evidenciada para o cliente. Atualmente a empresa já declara a presença não intencional de soja e trigo no milho, conforme prevê a legislação vigente.

A gestão dos alergênicos em indústrias alimentícias deve ser pontuada como parte integrante dos procedimentos de segurança de alimentos adotados, onde vale ressaltar que o sistema de gestão de alergênicos deve compreender toda a cadeia de transformação da matéria-prima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação do método de fluxo lateral utilizado pela empresa para a rápida análise dos alérgenos se mostrou satisfatória, e o método validado, já que foi possível realizar a identificação dos alérgenos em todas as faixas de contaminações das amostras. Recomendou-se porém, que a empresa realize a confirmação dos resultados através da metodologia ELISA, disponível em laboratórios externos.

A análise do milho convencional utilizado pela empresa também se mostrou de grande importância, visto que foram obtidos resultados positivos para os alérgenos analisados. Foram discutidas as possíveis formas de como ocorre essa contaminação, sendo a mais provável das hipóteses o fato dos grãos dividirem o mesmo graneleiro durante o seu processo de armazenamento, além das mesmas máquinas de colheita, quando a recepção de safras de mais de um cereal ocorre simultaneamente.

A metodologia de rápida detecção de alérgenos, possibilita à empresa a tomada rápida de detecção para expedir ou segregar lotes com ou sem a presença de alergênicos, atendendo assim, clientes dos mais diversos segmentos do mercado, como o glúten e soja *free*.

Foram repassadas as informações a empresa e discutido a rotulagem dos alimentos, onde porém já é evidenciado a declaração da presença não intencional dos alérgenos desse estudo nos rótulos.

REFERÊNCIAS

ABIA, Associação Brasileira da Indústria de Alimentos. Infográfico 2022.

Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z2022413Infografico2022frenteeverso.pdf>.

Acesso em: 11 out. 2022.

ABIMILHO, Associação Brasileira das Indústrias do Milho. **Estatísticas**.

Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 03 out. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 727, DE 01 DE JULHO DE 2022**. Rotulagem dos Alimentos Embalados. Brasil, 2022.

ARAÚJO, Milena Maria Borges de. **Uso das Ferramentas da Qualidade para Solucionar Problemas na Indústria de Alimentos** – Estudo de Caso. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

CAMARGO, Maristela de Jesus Gonçalves. SOUZA, Karoline Carvalho de. MARQUEZ, Daniela De Stefani. **As Consequências de Uma Contaminação Cruzada em Unidades de Alimentação e Nutrição**. Faculdade Atenas, Sete Lagoas, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de t impulsionada pela boa rentabilidade de milho, soja e algodão.

Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-boa-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>. Acesso em: 12 out. 2022.

CONTINI, Elisio *et al.* **Milho – Caracterização e Desafios Tecnológicos**. EMBRAPA: Série Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2019.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

COSTA, Joana; OLIVEIRA, Maria Beatriz P.P.; MAFRA, Isabel. **Alergênicos Alimentares: o que São, o que Provocam e como Detetá-los?**. Química 127, Universidade do Porto, Porto, p. 33-38, 2012.

DIRETIVA 2003/89/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 10 de Novembro de 2003.

DUARTE, Jason de Oliveira. **Milho**. Mercado. EMBRAPA Milho e Sorgo.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/mercado>. Acesso em: 03 out. 2022.

FERNANDES, Abel Leocádio. **Sistema de Gestão por Diretrizes Aplicado à Melhoria da Qualidade do Leite em Indústrias Lácteas**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

FONTANIVE, Daniel Erison; BIANCHETTO, Renan; BESTER, Gian Francisco Barcellos; FILHO, Luiz Emilio Nunes Carpes; CEZIMBRA, Julio Cezar; SOUZA, Eduardo Lorensi de. **Produtividade de Milho Crioulo em Três Anos Agrícolas, Cultivado em Sistema de Baixa Tecnologia no Noroeste do Rio Grande do Sul**. In: 9º Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão. Porto Alegre, 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Alérgenos. **Revista FI**. São Paulo, n.27, p. 31-37, 2013.

GERMANI, Rogério; ASCHERI, José Luiz Ramírez. **Milho**. Agroindústria do Milho. EMBRAPA Milho e Sorgo.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho>. Acesso em: 16 out. 2022.

GIL, Antônio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2022.

GOMES, Ana Carolina do Nascimento; FERREIRA, Aylla Roberta da Silva Victor; SILVA, Elga Batista da. **Produção de Alimentos na Indústria: Principais Ferramentas da Qualidade**. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Joinville, 2017.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9ª Edição, São Paulo: Editora Atlas. 2021.

MARQUES, Paula Régio; DAMY-BENEDETTI, Patricia de Carvalho. Revisão: Rotulagem de Alergênicos. **Revista Científica UNILAGO**. São Paulo, v.1, n.1, 2017.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 4ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2019.

PAES, Maria Cristina Dias. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **EMBRAPA Milho e Sorgo**. Circular Técnica, 75. Sete Lagoas, 6 p., 2006.

PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade-Teoria e Prática**. 4ª Edição, São Paulo: Editora Atlas, 2019.

REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara; SPOTO, Marta Helena Fillet; CASTELUCCI, Ana Carolina Leme. Processamento e industrialização do Milho para Alimentação Humana. **Visão Agrícola**. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz da Universidade de São Paulo, São Paulo, n.13, p. 138-140, jul-dez, 2015.

SILVA, Allison Ruan de Moraes. **Gestão da Qualidade em Indústria de Beneficiamento de Milho para Consumo humano**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

SILVA, Rosalina Aparecida da. **Ciência do Alimento: Contaminação, Manipulação e Conservação dos Alimentos**. Monografia - Faculdade de Ciências, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.