

EFICIÊNCIA DE DETECTOR DE METAIS E BARRA MAGNÉTICA NO CONTROLE DE CONTAMINAÇÕES FÍSICAS.

Everton Santos da Silva

Tecnólogo em Alimentos

evertonalimentos@hotmail.com

RESUMO

Dentre os três principais tipos de contaminações, a física, não menos importante que a química e biológica, deixa grandes dúvidas quando o assunto é metal. Qual a melhor forma de retê-los? A resposta certamente será obtida analisando a origem do risco, porém, o que implantar na linha de produção quando a dúvida é: detector de metais ou atrativo magnético? Neste artigo foi identificado que, para uma determinada situação de risco, nem a barra magnética nem o detector de metais reduzem os perigos a níveis aceitáveis. Para este estudo foram reunidos dados de uma barra magnética e dados do Serviço de Atendimento ao Cliente de uma empresa de confeitos durante 12 meses. Estes mesmos dados foram avaliados em comparação à eficácia de um detector de metais e em relação às leis vigentes no país. Desta forma foi identificado que, na empresa estudada, utilizar somente a barra magnética, apesar dos perigos não estarem dentro dos níveis aceitáveis, é mais viável pois apresentou melhores resultados que o detector de metais e não causa perdas por falsos rejeitos.

Palavras-chave: Alimentos. Análise de risco. Imã.

ABSTRACT

Among the three main types of contamination, physics, no less important than chemical and biological, leave big doubts when it comes to metal. What is the best way to retain them? The answer will certainly be obtained by analyzing the origin of the risk, but what to implant in the production line when the doubt is: metal detector or magnetic attraction? In this article it was identified that for a given risk situation the magnetic bar reduces the hazards to acceptable levels. For this study data was collected from a magnetic bar and customer service data in a confectionery company for 12 months.

These same data were evaluated in comparison to the effectiveness of a metal detector and in relation to the laws in force in the country. In this way it was identified that in this confectionery company, only using the magnetic bar is enough to reduce the danger to acceptable levels.

Keywords: Foods. Hazard analysis. Magnet.

INTRODUÇÃO

Ao adquirir qualquer produto no mercado é necessário que ele tenha qualidade. Quando o produto é um alimento, a qualidade deixa de ser uma necessidade e torna-se uma obrigação perante às leis vigentes no país.

Quando se trata de qualidade, o aspecto segurança dos alimentos é sempre um fator determinante, logo é possível associar qualidade com segurança em relação à produção de alimentos. Os alimentos no Brasil ainda apresentam problemas que comprometem a qualidade e apresentam risco à saúde humana (COSTA NETO, 2001). Diante deste cenário, muitos recursos podem ser utilizados visando à saúde dos consumidores, um destes recursos é o sistema APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle. Analisar o perigo é uma peça chave do sistema para determinar qual será seu controle (FURTINI, 2006).

Segundo Gelli (2015), medida de controle é “qualquer ação ou atividade que pode ser usada para prevenir ou eliminar um perigo à segurança do alimento ou reduzi-lo até um nível aceitável”. Para garantir a eficácia dessa medida de controle, deve ser feita uma validação por meio de dados, evidências científicas e tecnológicas. A validação é a obtenção de provas que demonstrem que uma medida de controle é capaz de controlar o risco.

O risco só existe se houver algum perigo, o qual pode ser de natureza

Quadro 1 - Facilidade de detecção de diferentes materiais.

| Tipo de Metal | Permeabilidade Magnética | Condutividade Elétrica | Facilidade de Detecção |
|----------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| ferroso | magnético | bom | fácil |
| não-ferroso | não-magnético | excelente | relativamente fácil |
| aço inoxidável | geralmente não-magnético | geralmente ruim | relativamente difícil |

Fonte: Fortress (2016)

física, química ou biológica. Segundo Gelli (2003), em relação aos perigos físicos, algumas medidas de controle são imãs, que “atraem as partículas e, assim, as retira do produto” e os detectores de metais, que “localizam partículas inseridas durante ou após a embalagem dos produtos”. Uma das medidas retira o contaminante físico de ferro e a outra o identifica.

O detector de metais auxilia o homem desde os tempos antigos, na caça a tesouros enterrados, até os dias de hoje, em aeroportos e indústrias de alimentos. Existem diversos tipos de detectores de metais, para diversas funções. Segundo Fortress (2016), a maioria dos detectores utilizam o mesmo sistema de funcionamento, três bobinas são instaladas em uma estrutura não metálica e é medida a frequência constante padrão entre elas; quando uma partícula de metal passa através das bobinas ocorre um distúrbio no equilíbrio entre a frequência constante transmitidas entre as bobinas.

Esse desequilíbrio no campo magnético é provocado por materiais magnéticos e condutivos. Esses materiais estão divididos em três classes: ferrosos, não ferrosos e aço inoxidável. Cada um causa uma interferência no campo magnético diferente devido ao fato de ser ou não condutor de eletricidade ou ser ou não um bom condutor magnético (FORTRESS 2016). Partindo dessa informação esses três materiais diferentes foram classificados em diferentes facilidades de detecção, conforme quadro 1.

A força magnética é uma força entre objetos que atua à distância, sem contato, podendo ser atrativa ou

repulsiva. Essa força é encontrada em imãs. Um imã sempre tem um polo norte e um polo sul (figura 1). O campo dele sai do polo norte até o polo sul externamente e, internamente, passa do sul para o norte. Esse magnetismo atua em materiais que tenham corrente elétrica e, de acordo com Villate (2011), “quando não há corrente, a velocidade média sobre cada uma das cargas de condução é nula e a força magnética resultante também é nula”, “o campo magnético produz uma força sobre o fio, diretamente proporcional à corrente”.

“A qualquer etapa da produção, os alimentos podem ser contaminados por matérias ou objetos estranhos, que poderão oferecer um risco para o consumidor” (MACHADO, 2005). Segundo Fortress (2016), a contaminação física relativa a metais pode ser proveniente de algumas principais fontes, como: manutenção na fábrica, peças (parafusos, porcas, arruelas, buchas e peças) que se soltam ou se desgastam de equipamentos, matérias-primas e por sabotagens.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma empresa produtora de confeitos, foram instaladas barras magnéticas com o poder de atração de 4000 Gauss no setor de empacotamento visando reter, na etapa final do processo, as partículas metálicas.

Durante o período de setembro de 2015 a setembro de 2016 foram recolhidos diversos materiais retidos pelas barras. Esses materiais foram analisados e comparados a um equipamento de detector de metais para definir qual seria o melhor método

de controle para a empresa.

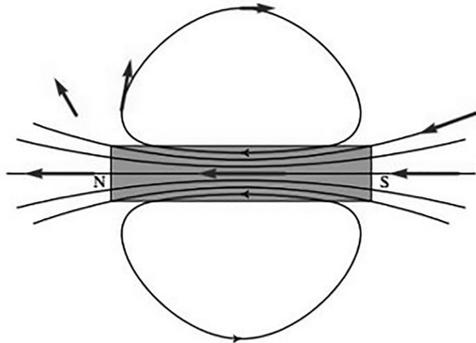
A fim de identificar qual o maior perigo entre as contaminações que ocorrem nessa empresa, ferroso, não ferroso ou aço inox, foram analisados os dados do Serviço de Atendimento ao Consumidor durante o período de setembro de 2015 a setembro de 2016.

Visando certificar-se da retenção da partícula, mesmo que o peso do produto seja uma força influenciando contra o magnetismo, foi pesado o produto retido da maior amostra de cada mês e pesada a partícula metálica e não metálica no interior do produto. Por meio dessa análise é possível correlacionar peso da partícula metálica com o peso da parte não metálica que ela consegue fazer ser retida.

Depois de verificada qual massa de metal é capaz de reter qual massa de produto ainda não foi possível afirmar se a dimensão dessa partícula estará dentro dos padrões da RDC nº 14/2014. Também não foi possível afirmar que 3,579g, maior peso encontrado no teste, seria a unidade mais pesada entre as linhas de produção. Visando sanar essa dúvida foi levantada a maior unidade possível das linhas de produção, 06g. Após definida a maior unidade, ela foi contaminada repetidas vezes com partículas de diferentes tamanhos em diferentes posições para testar qual tamanho e posição seria capaz de reter o produto mais pesado da linha.

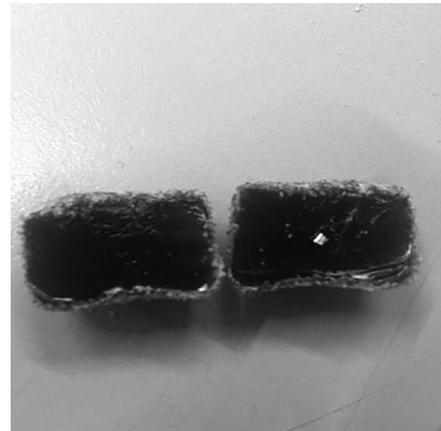
Considerando-se que a partícula utilizada para contaminar a unidade pode conter até 02mm, medidos de sua maior parte, foi contaminada a unidade com 04 pedaços de 02mm de comprimento e 01mm de diâmetro, conforme figuras 2 a 4.

Figura 1 - Campo magnético de um ímã retangular.



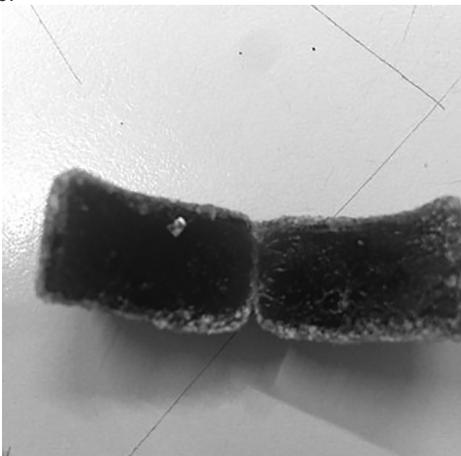
Fonte: Villate (2011).

Figura 2 - Partícula introduzida no centro do produto.



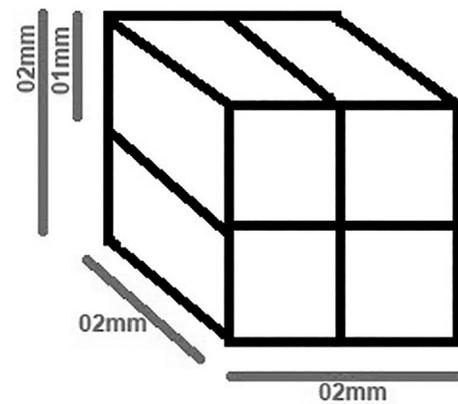
Fonte: Dados internos da empresa.

Figura 3 - Partícula introduzida próxima à superfície do produto.



Fonte: Dados internos da empresa.

Figura 4 - 04 partículas introduzidas na unidade.



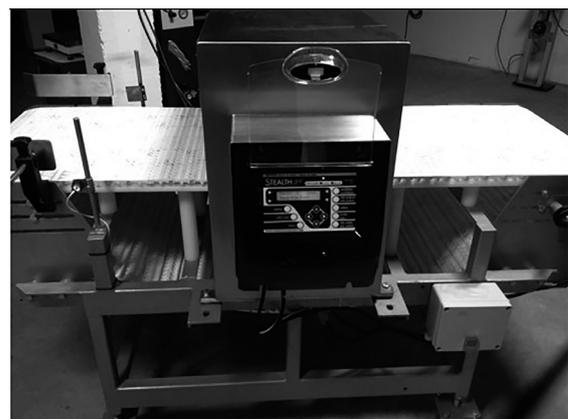
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 5 - Partícula menor que 1mm retida pela barra magnética.

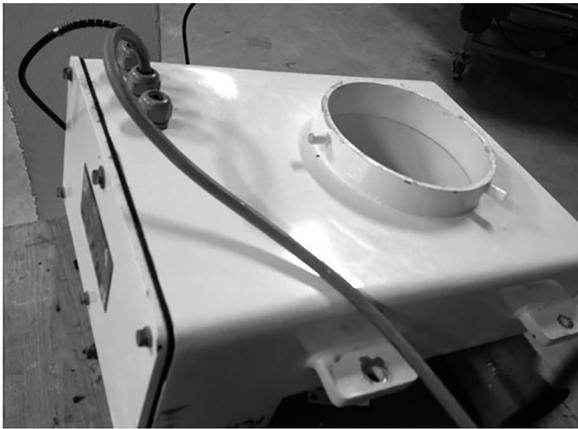


Fonte: Dados internos da empresa.

Figura 6 - Detector de Metais de Túnel.



Fonte: Dados internos da empresa.

Figura 7 - Detector de Metal de Colarinho.

Fonte: Dados internos da empresa.

Figura 8 - Clips presos pelo magnetismo conduzido.

Fonte: Dados internos da empresa.

Considerando-se que, quanto maior a partícula, maior a força que o imã irá exercer em sua superfície, foi medida a menor partícula de cada mês para verificar se partículas pequenas ficariam retidas no imã. Como algumas eram muito pequenas foram anexadas a um pedaço de papel (figura 5). Nesse teste o peso do papel foi desconsiderado, mesmo sendo um fator positivo avaliando que, além de reter a menor partícula, a barra retém junto o peso do papel.

Para testar a capacidade de retenção do detector de metais, as mesmas partículas já retidas pela barra magnética, foram submetidas à detecção de dois modelos de Detectores de Metais.

As partículas foram testadas nos aparelhos sem seu revestimento de produto, mesmo sendo um fator positivo para a barra magnética, que reteve essas partículas, mesmo revestidas de produtos.

O Detector de Metais de Túnel, modelo BSH (figura 6), foi submetido a dois testes: O primeiro com sua configuração ajustada para identificar também embalagem metálica, para eliminar ou reduzir os falsos acionamentos, todavia essa configuração reduz a eficácia de detecção do aparelho, pois a embalagem

metalizada deve ser considerada em seus limites de detecção. Nesse teste seus limites mínimos de detecção foram ajustados em: Ferroso 2,5mm, Aço Inox 2,5mm e Não Ferroso 4,0mm.

No segundo teste no Detector de Metais de Túnel, o aparelho teve sua configuração ajustada para não identificar a embalagem metálica, visando aumentar seus limites de detecção. Nesse teste seus limites mínimos de detecção foram ajustados em: Ferroso 2,0mm, Não Ferroso 2,0mm e Aço Inox 2,5mm.

Nos dois testes foi utilizada uma embalagem metálica de BOPP METAL + PE. Ela foi testada vazia e também foi testada com uma partícula de 2mm de ferro proposital, para avaliar se o seu material metálico da embalagem interfere na detecção da partícula pelo aparelho.

Considerando que o controle de metais nos produtos pode ser realizado antes do produto estar embalado, eliminando a necessidade de se calibrar a detecção de embalagens metálicas, o terceiro teste foi realizado em um Detector de Metal de Colarinho, modelo VERTEX (figura 7). Com o objetivo de atender à legislação o equipamento foi configurado de modo que seus limites mínimos

de detecção sejam 2mm ferroso, não ferroso e aço inox (tabela 05).

No intuito de testar se a barra magnética pode reter partículas metálicas caso sua superfície já esteja ocupada com outras partículas metálicas, foi posicionado sobre a barra de 4000gaus um clip contendo a massa de 1,203g, com 1 mm de espessura. Sobre esse clip foram posicionados mais cinco clips de massa 0,642g, 0,696g, 0,681g 0,704g e 0,687g. Um sob o outro, todos com a espessura de 1 mm (figura 8).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível observar, no quadro 2 que, entre os casos de reclamação ao SAC, em nenhum houve presença de material não ferroso ou aço inox, portanto, a barra magnética exercerá um controle eficaz no risco em questão (ferroso). Entretanto deve ser feito um rigoroso controle observando se as barras magnéticas não são removidas para limpeza e esquecidas de serem recolocadas, ou deve-se instalar mais de uma barra e retirá-las intercaladamente para limpeza, evitando o alto índice de contaminação evidenciado nos dados do SAC. Esse alto índice não será considerado como indicativo de falha na eficiência, pois o mesmo

Quadro 2 - Classificação do registro de Serviço de Atendimento ao Consumidor.

| MATERIAL | QUANTIDADE DE RECLAMAÇÃO | ORIGEM |
|-------------|--------------------------|--|
| FERROSO | 09 | 04 – Pedaco de um torrador de ferro; 01 – Grampo de papel; 01 – Pregos; 01 – Moeda; 01 – Clipes de papel; 01 – Porca de parafuso. |
| NÃO FERROSO | 0 | - |
| AÇO INOX | 0 | - |

Fonte: Dados internos da empresa.

Tabela 1 - Correlação entre peso, tamanho da partícula metálica e peso da unidade retida.

| Mês | Peso total retido (g) | Peso da partícula de metal (g) | Dimensão da partícula metálica (mm) | Peso do produto não metálico (g) |
|--------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Set 2015 | 2,945 | 0,033 | 3 | 2,912 |
| Out 2015 | 1,043 | 0,033 | 5 | 1,01 |
| Nov 2015 | 4,244 | 0,665 | 8 | 3,579 |
| Dez 2015 | 0,938 | 0,061 | 7 | 0,877 |
| Jan 2016 | 1,764 | 0,015 | 22 | 1,749 |
| Fev 2016 | 1,152 | 0,857 | 11 | 0,295 |
| Mar 2016 | 2,472 | 0,665 | 11 | 1,807 |
| Abri 2016 | 1,132 | 0,761 | 18 | 0,371 |
| Mai 2016 | 1,278 | 0,895 | 13 | 0,383 |
| Jun 2016 | 1,993 | 0,027 | 16 | 1,966 |
| Jul 2016 | 1,946 | 0,015 | 1 | 1,931 |
| Ago 2016 | 1,080 | 0,707 | 21 | 0,373 |
| Set 2016 | 1,662 | 0,024 | 1 | 1,638 |
| Média | - | 0,366 | - | 1,453 |

Fonte: Dados internos da empresa.

Tabela 2 - Dimensão da partícula necessária para reter a maior unidade.

| Dimensão da partícula | Retenção com a partícula próxima à superfície | Retenção com a partícula no centro |
|-----------------------|---|------------------------------------|
| 1mm | não | Não |
| 2mm | não | Não |
| 3mm | sim | Não |
| 4mm | sim | Sim |

Fonte: Dados internos da empresa.

Tabela 3 - Dimensão das partículas retidas no período de setembro de 2015 a setembro de 2016.

| Mês | Dimensão da partícula metálica (mm) |
|-----------|-------------------------------------|
| Set 2015 | <1 |
| Out 2015 | <3 |
| Nov 2015 | <2 |
| Dez 2015 | 16 |
| Jan 2016 | 4 |
| Fev 2016 | <5 |
| Mar 2016 | 15 |
| Abri 2016 | 7 |
| Mai 2016 | <5 |
| Jun 2016 | 3 |
| Jul 2016 | <1 |
| Ago 2016 | 2 |
| Set 2016 | 2 |

Fonte: Dados internos da empresa.

ocorreria se um aparelho detector fosse esquecido de ser ligado.

No caso específico desta empresa, o seu produto mais pesado é uma goma de 06g, este tamanho é retido apenas por uma partícula de 04mm, tamanho fora dos padrões exigidos pela RDC 14/2014 (tabela 2). Caso a unidade seja contaminada próxima à superfície e também, por acaso, entrar em contato com o imã exatamente com essa superfície, uma partícula de 03mm a retém, porém também está fora dos padrões da RDC 14/2014. No entanto se for utilizado outro formato de partícula, conforme figura 04, a barra é capaz de reter o produto mais pesado da linha com uma partícula de 02mm, estando dentro do padrão exigido pela RDC 14/2014.

É possível observar que, mesmo que a partícula seja menor que 2mm e não apresente uma ameaça à saúde humana, ela é retida pela barra magnética, como ocorreu nos meses de set 2015, nov 2015 e jul 2016 (tabela 3).

Nos testes com os detectores de metais, quando os aparelhos são ajustados para considerar a embalagem metálica que é utilizada por essa empresa, tem como objetivo diminuir os falsos rejeitos, porém seu poder de

deteção diminui. Entre as partículas não detectadas pelos aparelhos, muitas delas estão com suas dimensões maiores que o permitido pela legislação, mesmo nos testes sem ter que considerar as embalagens metálicas.

Durante os testes pode ser notado que a partícula de dez 2015, de 16mm, por se tratar de um fio, passa sem ser detectada pelos aparelhos, dependendo de sua posição, pois ela tem 16mm de comprimento, mas menos de 02mm de diâmetro (tabelas 4 e 5).

No teste realizado com os clips pode ser evidenciado que, mesmo sem estar em contato direto com o imã, foram retidos cinco clips, um total de 3,410g – 5 mm, conforme figura 08. Mesmo se o imã já estiver com partícula metálica presa, essa mesma área não terá seu poder de magnetismo eliminado, pois o metal que tocar a área ficará magnetizado, se tornando outro imã. Conforme Feira de Ciências (2017), independente do material da partícula, ferro doce ou ferro duro, enquanto estiver sob o contato da barra magnética, também será um imã. Contudo deve ser levado em conta que nem toda partícula presa no imã será 100% metal, não conduzindo o magnetismo, consequentemente não

retendo outra partícula metálica nessa mesma área, como no caso do metal estar revestido de produto.

No quadro 1, é possível verificar que o aço inox, mesmo não sendo um risco nessa empresa, não seria uma partícula facilmente detectada pelo detector de metais. Também é possível verificar que, nos testes com o Detector de Metais de Túnel, mesmo sem considerar a embalagem metálica, o limite mínimo de detecção é de 2,5mm, limite fora da legislação, tornando o diferencial entre a Barra Magnética e o Detector de Metais de Túnel desprezível (deteção de Aço Inox).

Outro fator impactante na escolha do detector de metais é o fato dele ter a capacidade de detecção apenas, não retenção. Toda via, podem-se acoplar sensores de parada na linha, sensores de desvio de fluxo ou de rejeição das unidades contaminadas. Esses desvios de fluxo e rejeição podem gerar perdas no processo produtivo visto que não são acionados sempre por contaminação, também podem ser acionados por interferência magnética, isso inclui produtos como salmoura, caldeas, embalagens metálicas, soldas elétricas, painéis elétricos de controle próximos, vibrações na linha de produção, oscilações na rede elétrica e até mesmo energia eletrostática do manipulador. Dessa forma produtos em ótimo estado de consumo poderiam ser descartados sem a existência do risco.

Por não se tratar de um equipamento eletrônico, a barra magnética, diferente do detector de metais, não consome energia elétrica e não necessita de calibração, sua manutenção pode ser feita em intervalos de tempo maiores que o do detector (a cada hora), apenas limpando sua superfície e retirando, quando houver, partículas metálicas.

Outro fator a ser considerado é o ferro e ácido fólico adicionado às farinhas de trigo. Os detectores são todos

calibrados a tolerar um grande tamanho de partícula quando o mesmo tem que considerar condutores magnéticos (embalagens metálicas, farinha com ferro em sua formulação e outros). Desta forma quando um contaminante passa pelo detector é tolerado.

Costa Neto (2001) afirma que, no Brasil, ainda há empresas que não aplicam ferramentas para diminuir os riscos nos produtos. De fato, a empresa em questão deve utilizar a ferramenta APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle. Dessa forma ela pode avaliar outros pontos no processo produtivo onde não foi aplicada, pela presença de embalagens metálicas, farinha de trigo com ferro ou outros causadores de falsos rejeitos.

Gelli (2003) cita que, para alcançar níveis aceitáveis, a empresa deve se prevenir e uma ação é comprar de fornecedores certificados. Quando fornecedores são certificados, o seu *checklist* de obrigações inclui a eliminação dos riscos a níveis aceitáveis, dessa forma partículas metálicas deverão ter dimensões menores que 02mm.

Na RDC 14/2014, no Art.07, é estabelecida a responsabilidade, não apenas dos fabricantes, mas também dos fornecedores, de reduzirem as matérias estranhas ao nível mais baixo possível. Quanto menos contaminações chegarem na empresa, menor será a chance de atingir o produto final.

CONCLUSÃO

Por meio dos testes, do levantamento bibliográfico e dos dados colhidos, conclui-se que a Barra Magnética, apesar de não exercer um controle eficaz, sobressai ao ser comparada ao detector de metais. No teste da tabela 03 fica evidente que uma partícula maior que o padrão da RDC 14/2014 não será retida, também poderá não ser retida em função da posição que se encontra, no centro ou próxima à superfície. No entanto, o detector de metais apresentou

eficiência inferior visto que até mesmo partículas de 04mm, possíveis de serem retidas no centro do produto mais pesado da linha pela barra magnética, não são detectadas por nenhum dos dois modelos, como visto nas tabelas 05 e 06. Outro fator determinante na escolha é o formato da partícula, no teste com o detector, a posição de uma partícula de 16mm influenciará se ela será ou não detectada, essa mesma partícula foi retida facilmente pela barra magnética. Também deve ser considerado que, utilizando a barra magnética, uma partícula de 2mm² retém o produto mais pesado da linha, estando dentro dos padrões da RDC 14/2014. Devido ao fato da empresa trabalhar com embalagens metálicas e produtos com farinha de trigo, inúmeros falsos rejeitos aconteceriam no cotidiano. Caso a empresa vir a trabalhar com uma unidade mais pesada que 06g, deve ser revista a eficácia da barra magnética.

No caso das demais empresas produtoras de alimentos que não fazem uso de formulações que contenham ingredientes que interfiram no magnetismo, como farinha com ferro, sal e outros, ou de embalagens metálicas, o detector de metais poderá ter a sua sensibilidade ajustada para detectar partículas menores que 02mm, reduzindo o perigo a níveis aceitáveis, visto que, ajustado para 02mm, não apresentou eficácia dentro dos padrões da RDC 14/2014. Independente da empresa e da escolha do método de controle, ele pode ser potencializado instalando barras magnéticas em outras etapas do processo, instalando detector de metais em matérias-primas que não causem falsos rejeitos e realizar a seleção de fornecedores que atendam à RDC 14/2014.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº14, de 28 de março de 2014, 25 de março de 2014, DOU. 2014.

DETRONIX, Manual: Detector de Metais MettuxAT. Disponível em: < <http://www.detronix.com.br/produtos/detalhe/mettux-at>>. Acesso em 05 de Outubro de 2016.

EUA, Current Good Manufacturing Practice In Manufacturing, Packing, or Holding Human Food; Revised Current Good Manufacturing Practices. 19 de julho de 1986, Federal Register, v.51, n.118, Erlanger/Kentucky. 1986.

FEIRA DE CIÊNCIAS, Série A – ATIVIDADE #1 – Como Fazer um ímã usando outro ímã. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala02/02_magn_01.asp>. Acesso em 22 de maio de 2017.

FORTRESS TECHNOLOGY. Detectores de Metais para Processos Industriais. Disponível em: <<http://www.fortresstechnology.com/support/manuals/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2016.

FURTINI, LLR; ABREU, LR. Utilização de APPCC na Indústria de Alimentos. Ciênc Agrotec Lavras, v.30, n.2, p.358-363, mar/abr, 2006.

GELLI, DS. Apostila de Sistema APPCC – Aula 06, Medidas Preventivas e Níveis Aceitáveis. Senac São Paulo,2003.

GELLI, DS. Apostila de Sistema APPCC – Aula 07, Identificação do PCC (Ponto e Controle Operacional, representado no diagrama de fluxo. Senac São Paulo,2015.

MACHADO, A; SILVESTRE, L. Contaminação dos Alimentos: Guia de Apoio ao Formador. Ed.01. Qualigênese – Investigação e Formação, Ltda. 2005.

MAGNETOS GERAIS. Ficha Técnica de barras magnéticas. Disponível em: <www.magnetosgerais.com.br>Acesso em 05 de dezembro de 2016.

NETO, PLOC, Implantação do HACCP na Indústria de Alimentos. Rev Gestão e Produção. V.8, n.1, p.100-111, abr. 2001.

VILLATE, JE. Física 2. Eletricidade e Magnetismo, versão 2. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, pg. 111-115, 2011.