

Agronegócios: perspectivas



Patricia Guarnieri
Magali Costa Guimarães
Karim Marini Thomé
(Organizadores)

EDITORA



UnB



Universidade de Brasília

**Reitora
Vice-Reitor**

Márcia Abrahão Moura
Enrique Huelva

EDITORA



UnB



UnB | BCE

**Diretora da
Editora UnB**

Germana Henriques Pereira

**Diretor da
Biblioteca
Central**

Fernando César Lima Leite

**Comissão de
Avaliação e
Seleção**

Alex Calheiros
Ana Alethéa de Melo César Osório
Ana Flávia Lucas de Faria Kama
Ariuska Karla Barbosa Amorim
Camilo Negri
Evangelos Dimitrios Christakou
Fernando César Lima Leite
Maria da Glória Magalhães
Maria Lidia Bueno Fernandes
Moisés Villamil Balestro

Agronegócios: perspectivas



Patricia Guarnieri
Magali Costa Guimarães
Karim Marini Thomé
(Organizadores)

EDITORA



UnB

Coordenadora de produção editorial
Projeto gráfico e capa
Diagramação

Equipe editorial

Luciana Lins Camello Galvão
Wladimir de Andrade Oliveira
Fernanda Cordeiro de Carvalho

Portal de Livros Digitais da UnB
Coordenadoria de Gestão da Informação Digital

Telefone: (61) 3107-2687

Site: <http://livros.unb.br>

E-mail: portaldelivros@bce.unb.br



Este trabalho está licenciado com
uma licença Creative Commons [Atribuição-
NãoComercial-CompartilhaIgual4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

A281 Agronegócios : perspectivas [recurso eletrônico] / Patricia
Guarnieri, Magali Costa Guimarães, Karim Marini Thomé
(organizadores). — Brasília : Editora Universidade de Brasília,
2020.
397 p.

Formato PDF.

ISBN 978-65-5846-026-8

1. Agroindústria. 2. Agricultura familiar. 3. Sistemas
agroindustriais. 4. Cadeia agroalimentar. I. Guarnieri, Patrícia
(org.). II. Guimarães, Magali Costa (org.). III. Thomé, Karim Marini
(org.).

CDU 338:63 (81)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 08

CAPÍTULO I

Representações sociais do conceito de Agronegócios 13
Priscila Brelaz da Silva, Magali Costa Guimarães, Marlon Vinícius Brisola

CAPÍTULO II

Trajetória institucional comparada: instrumento de análise em estudos sobre sistemas agroindustriais e territórios produtivos rurais 47
Marlon Vinícius Brisola

CAPÍTULO III

Evolução dos estudos sobre competências gerenciais no contexto do agronegócio 77
Sthefane Cristina de Lima Duarte, Maria Júlia Pantoja, Marlon Vinícius Brisola

CAPÍTULO IV

Agricultura orgânica e agronegócio: análise e impactos de tecnologias sustentáveis 108
João Paulo Guimarães Soares, Ana Maria Resende Junqueira, Matheus Boratto Nascimento Campos, Bruno Henrique Crespo Porto

CAPÍTULO V

Mercados como práticas e novas possibilidades de análise para o agronegócio 150
Karim Marini Thomé, Kahlil Marini Thomé

CAPÍTULO VI **170**
Princípios e emprego da análise de risco na segurança dos alimentos
Vânia Ferreira Roque-Specht

CAPÍTULO VII **193**
Caracterização de consumidores e atributos de mercado da cadeia
produtiva de hortaliças orgânicas no Distrito Federal e entorno
Isaac Leandro de Almeida, Ana Maria Resende Junqueira,
Cleudson Nogueira Dias

CAPÍTULO VIII **232**
Uma parte importante do movimento *slow food*: como as cafeterias de
cafés especiais encontraram seu espaço entre o tradicional e o moderno
José Márcio Carvalho

CAPÍTULO IX **251**
Condomínios de armazéns rurais: uma breve caracterização com
ênfase logístico
Amanda Cristina Gaban Filippi, Patricia Guarnieri

CAPÍTULO X **287**
Redes sociais rurais: análise da gestão coletiva em projetos de
assentamento de reforma agrária
Raquel Aparecida Alves, Maria Júlia Pantoja,
Sergio Ricardo Franco Vieira

CAPÍTULO XI **324**
Análise dos canais de distribuição de plantas alimentícias não
convencionais (Panc) em seis feiras do Distrito Federal
Juliana Martins de Mesquita Matos, Ana Maria Resende Junqueira,
Alda Mieke Rocha Kimura Vidal

CAPÍTULO XII

Sistema privado de inovação tecnológica agropecuária no Brasil

Antônio Maria Gomes de Castro, Suzana Maria Valle Lima,

Luís Fernando Vieira, Eduardo Paulo de Moraes Sarmiento,

Camille Gonçalves Bruno de França

352

SOBRE OS AUTORES

391

Princípios e emprego da análise de risco na segurança dos alimentos

Vânia Ferreira Roque-Specht

Introdução

Ao longo do tempo, as indústrias alimentícias no Brasil têm passado por vários avanços tecnológicos, relativos ao processamento e a conservação de alimentos. Esses avanços visam ampliar a atuação das empresas nos mercados interno e externo, disponibilizando alimentos em quantidade e qualidade suficientes para a sociedade contemporânea (BORATYNSKA; HUSEYNOV, 2017).

A qualidade do alimento passou a ser uma exigência dos consumidores, que desejam produtos com boas características organolépticas e seguros. As características organolépticas estão relacionadas com a percepção dos sentidos dos consumidores pelo alimento. Para isso, este deve apresentar sabor, aroma, textura e aparência que lhes agradem; a segurança, por sua vez, refere-se à saúde do consumidor, pois o alimento não deve conter patógenos ou contaminantes químicos em quantidades que possam induzir doenças. Isso significa que os alimentos devem estar em conformidade com as condições da legislação de alimentos, não devendo causar danos a quem os ingere (STEINHAUSEROVA; BORILOVA, 2015).

No domínio da avaliação da segurança dos alimentos, para garantir sua segurança, são utilizadas abordagens baseadas no perigo e no risco.

Nas abordagens relacionadas aos perigos, a simples presença de um agente potencialmente nocivo a um nível detectável nos alimentos é utilizada como base para a legislação e/ou ações de gestão de risco. Barlow *et al.* (2015) descrevem que as abordagens baseadas em perigos apresentam algumas desvantagens:

- a regulamentação baseada em perigos pode resultar na perda desnecessária de alimentos valiosos para a sociedade;
- as decisões baseadas em perigos podem resultar na introdução de substitutos menos adequados, incluindo substitutos para os quais se sabe menos sobre a sua segurança;
- mesmo que a regulamentação não seja tomada como resultado da rotulagem de perigo, é provável que um agente/produto seja estigmatizado;
- pode haver pressão para ignorar futuras avaliações de risco;
- as decisões baseadas em perigo podem desviar recursos econômicos e científicos para uma investigação mais aprofundada de agentes/produtos para os quais as avaliações de risco demonstram que há razoável certeza de que não há dano durante o manuseio e/ou uso normais;
- a aplicação inadequada de decisões baseadas no perigo pode diminuir a confiança na inovação.

As abordagens fundamentadas no risco reconhecem que sempre haverá certo grau de incerteza tanto em relação aos dados toxicológicos quanto às estimativas de exposição. Entretanto uma abordagem científica para a estimativa das incertezas permite caracterizá-las e, quando possível, quantificá-las e estabelecer valores de orientação baseados na saúde para a exposição humana a determinados agentes,

tais como ingestão diária aceitável ou tolerável, utilizando dados toxicológicos (BARLOW *et al.*, 2015).

Metodologias proativas, de prevenção, com responsabilidade compartilhada, integração, controle do processo de produção, entre outros, são exigências de abordagens modernas para garantir a segurança dos alimentos (DUBUGRAS; PÉREZ-GUTIÉRREZ, 2008).

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) e World Health Organization (FAO/WHO, 2006), a Análise de Risco é uma das metodologias indicadas pelo Codex Alimentarius que instrumentaliza os processos de tomada de decisão, contribuindo para a definição de metas e de estratégias para a redução da ocorrência das doenças transmitidas por alimentos e água, com embasamento científico. Ela reforça os sistemas tradicionais de segurança dos alimentos para enfrentar os desafios atuais. A análise de risco é apenas uma parte de um sistema eficaz de segurança alimentar (ATTREY, 2017).

Covello e Munpower (1985) estudaram as perspectivas históricas do estudo da Análise de Risco, em que enfatizaram as mudanças que estavam ocorrendo no campo da ciência e da sociedade. Entre as principais mudanças enfatizadas, os autores citaram:

- mudança da natureza de riscos;
- aumento da média de expectativa de vida;
- surgimento de novos riscos;
- aumento da habilidade de cientistas em identificar e medir riscos;
- aumento do número de cientistas, e análises cujos trabalhos são focados na saúde, segurança e riscos ambientais;
- aumento do número de análises de riscos quantitativas formais, que são produzidas e utilizadas;
- aumento do papel de governantes federais em avaliar e medir riscos;

- aumento da participação de grupos de interesses sociais em gerenciamento de risco;
- aumento de interesse público, conceitos e demandas de proteção.

Complementando os trabalhos de Covello e Munpower (1985), Figueiredo e Miranda (2011) realizaram uma abordagem aprofundada sobre as mudanças da sociedade e demonstram a importância do estudo da Análise de Risco aplicada aos alimentos no Brasil. Entre os principais temas discutidos no trabalho, os autores citam:

- preocupação dos consumidores com os riscos relacionados aos alimentos importados e comercializados no mercado local;
- surtos originários de fonte comum e da sua rápida disseminação entre os países;
- ascensão e o fortalecimento de movimentos sociais que defendem, entre outras bandeiras políticas, os direitos dos consumidores e a preservação do meio ambiente;
- abertura dos mercados, em especial ao dos alimentos;
- intenso comércio global de alimentos;
- viagens internacionais;
- circulação intensa de turistas e viajantes;
- incorporação de novos hábitos alimentares;
- novas práticas de processamento de alimentos.

Dessa forma, o estudo da Análise de Risco não se restringe somente às questões da quantificação, mas também às mudanças da sociedade. Assim, a conceituação da palavra “risco” também modificou-se ao longo dos anos. A palavra “Riscos” deriva do italiano antigo *resicare*, que significa “ousar”. Nesse sentido, risco é uma tomada de decisão, você aceita ou não o risco; não é dependente do destino ou algo aleatório. Correr riscos faz parte da história antiga, e sua origem no sistema de

numeração indo-arábico alcançou o Ocidente há cerca de setecentos a oitocentos anos (BERNSTEIN, 1997).

Segundo Molak (1997), as aplicações de riscos são muito antigas e, provavelmente, surgiram ao redor de 3200 a.C., no vale dos rios Tigre-Eufrates, quando um grupo chamado Asipu serviu como consultor para traduzir os sinais dos deuses para pessoas que trabalhavam com riscos, incertezas ou dificuldades de decisões.

Segundo Covello e Mumpower (1985), talvez a mais importante linha que originou a moderna Análise de Risco quantitativa relaciona-se às primeiras ideias religiosas referentes às probabilidades de vida pós-morte. Isso dificilmente seria uma surpresa, considerando-se a importância e a seriedade dos riscos envolvidos (pelo menos, para os verdadeiros crentes). A partir de Phaedo de Platão, no século 4 a.C., numerosas obras foram escritas discutindo os riscos das almas após vida, baseados na conduta que os seres tiveram no mundo

Na sua revisão, Covello e Mumpower (1985) relacionam a criteriosa análise sobre o tema, realizada por Arnobius, o Velho, que viveu no século 4 depois de Cristo, no norte da África. Arnobius é considerado a maior figura da igreja pagã que esteve competindo, ao mesmo tempo, com a inexperiente igreja cristã. Membros da igreja de Arnobius, que mantiveram um templo completo para Vênus com sacrifícios de virgens e templos de prostituição, levaram uma vida decadente em comparação a das pessoas ligadas ao cristianismo austero. Arnobius zombou dos cristãos no que diz respeito ao tipo de vida que levavam, por abnegarem a sua própria personalidade; mas, depois de uma visão reveladora, renunciou às suas crenças e tentou se converter ao cristianismo. O bispo da igreja católica suspeitou dos motivos de Arnobius e da sinceridade da sua conversão, recusando a ele o rito do batismo. Em uma tentativa de demonstrar a autenticidade da sua conversão, Arnobius escreveu uma

monografia intitulada *Contra os pagãos*. Nesse trabalho, Arnobius propôs vários argumentos pró Cristianismo, um dos quais é particularmente relevante para a história da Análise de Risco probabilística. Depois de discutir os riscos e incertezas associados às decisões que afetam um espírito, Arnobius sugeriu uma matriz 2 x 2. Dessa forma, ele expôs duas alternativas: “aceita o Cristianismo” ou “permanece como um pagão”. Ele também discutiu duas possibilidades: “Deus existe” e “Deus não existe”. E chegou à seguinte conclusão: se Deus não existe, não há diferença entre as duas alternativas. Entretanto, se Deus existe, ser um Cristão é muito melhor à alma do que ser um pagão.

De acordo com Grier (1980, 1981 *apud* COVELLO; MUMPOWER 1985), o argumento de Arnobius marca a primeira aparição registrada do “princípio de dominância”, uma heurística útil para tomar decisões sob condições de risco e incerteza. Ainda segundo Covello e Mumpower (1985), Blaise Pascal introduziu a teoria da probabilidade em 1657, e uma de suas primeiras aplicações foi estender a matriz de Arnobius. Dada a distribuição de probabilidade para a existência de Deus, Pascal concluiu que o valor esperado de ser cristão era maior do que o valor esperado de ser ateu.

Em 1692, John Arbuthnot argumentou que a probabilidade de causas potencialmente diferentes de um evento podia ser calculada. Um ano depois, Edmond Halley propôs tabelas de expectativa de vida. Em 1728, Hutchinson examinou a troca entre probabilidade e utilidade de situações de escolha sob incerteza. Pierre Simon de LaPlace desenvolveu, em 1772, um protótipo da moderna análise de risco quantitativa com o cálculo de probabilidade de morte por varíola com e sem vacinação (MOLAK, 1997; COVELLO; MUMPOWER, 1985).

Com a ascensão do capitalismo, do uso de dinheiro e das taxas de lucro, ocorreu um aumento do uso dos métodos matemáticos

com probabilidades. O que se usava apenas para estimar tempo de vida, passou a ser empregado de forma mais ampla, como ferramenta financeira e controle de perigo nas mais diversas áreas, tais como: doenças naturais, doenças epidêmicas, poluição, construção e código de fogo, acidentes em transporte, injúrias ocupacionais, contaminação de alimentos e adulteração, entre outras.

Entre 1980 e 2000, a palavra “Risco” era utilizada na literatura com objetivos distintos de quantificar: risco de negócio, social, econômico, segurança, investimentos, militar, político (KAPLAN; GARRICK, 1981). Nas indústrias alimentícias, a sua aplicação está voltada para questão da segurança dos alimentos, estando intimamente ligada ao nível de risco, perigo causado pela possibilidade de ações negativas em alimentos. A disponibilidade incerta de alimentos nutritivos e seguros também é chamada insegurança alimentar que pode ser medida pelo nível de risco de segurança alimentar (ABIYEV *et al.* 2016). Os autores Proag e Proag (2014) consideram a palavra risco um conceito composto: um produto da probabilidade de que um evento acontecerá ao efeito negativo que ocorrerá. Para os mesmos autores, a redução de riscos minimiza ambos componentes (evento, efeito), gerando um equilíbrio entre a relação custo-eficácia.

Segundo a World Health Organization (2009a), risco é a função da probabilidade de um efeito adverso e a magnitude do efeito consequente de um perigo no alimento. Assim, como exemplo, pode-se considerar como risco a probabilidade de um consumidor ser afetado por microrganismo patogênico que sobreviveu à pasteurização (KELLY, 1997).

Um perigo é qualquer fator que pode estar presente no produto e tem a possibilidade de produzir danos ao consumidor por meio de uma lesão ou enfermidade, podendo ser classificado como físico, químico e microbiológico (MORTIMORE; WALLACE; 2013).

Lovell (1993), dentro do contexto de toxicologia, define perigo como a circunstância em que um incidente particular pode levar a um dano, considerando-se o dano a morte, a injúria ou a perda para um indivíduo ou sociedade. Hoornstra e Notermans (2001) complementam a definição associando o perigo a um possível efeito adverso na saúde humana quando se consome um produto alimentar particular.

Para o *Codex Alimentarius* (2011) e FAO/WHO (1995), um perigo é definido como a propriedade inerente de um agente que tem o potencial de causar efeitos adversos a um organismo, sistema ou população quando expostos a esse agente.

Independentemente dos autores, em alimentos, os perigos são classificados em físicos, químicos e microbiológicos (BARLOW *et. al.*, 2015).

Mortimore e Wallace (2013) caracterizam as categorias de perigos como:

- Perigos biológicos: podem ser classificados em perigos microbiológicos e macrobiológicos. Os macrobiológicos são os organismos que são visíveis ao olho nu, como insetos, aranhas, ratos, apresentam preocupações principalmente na disseminação de doenças como a leptospirose, rota-vírus, anta-vírus e outras doenças veiculadas por estes organismos. Os microbiológicos englobam os microrganismos patogênicos como bactérias, vírus, mofos e protozoários. Dependendo da forma como se associam ao organismo humano, podem desencadear processos infecciosos, toxicológicos e toxi-infecciosos, podendo necessitar de intercorrências médicas imediatas. À parte, podem-se acrescentar as micotoxinas, metabolitos secundários de certos fungos que apresentam efeitos carcinogênicos a longo prazo, ou efeitos tóxicos agudos a curto prazo.
- Perigos químicos: a contaminação química dos alimentos pode ocorrer em qualquer momento de sua fabricação, desde

a produção de matérias-primas até o produto final. Os efeitos destes contaminantes podem aparecer a longo prazo (crônicos), como os produtos químicos carcinogênicos ou cumulativos (por exemplo, mercúrio), ou a curto prazo (agudos), como os produzidos por alimentos alérgicos. Algumas substâncias químicas, especialmente pesticidas, são consideradas tão inerentemente perigosas para a saúde humana ou para o ambiente que levaram a adoção de medidas internacionalmente acordadas para proibir ou restringir severamente a sua importação, exportação e utilização, como DDT, aldrin, dodecacloro e lindane. De modo geral, os perigos químicos mais comuns são produtos de limpeza, pesticidas, alérgicos, metais tóxicos, nitratos, nitritos e nitrosaminas, bifenóis policlorados, resíduos veterinários, aditivos químicos.

- Perigos físicos: semelhantes às categorias anteriores, os perigos físicos podem ser introduzidos nos alimentos em qualquer fase de sua produção, em virtude de falhas no processo de higienização dos alimentos. Como exemplos de perigos físicos, citam-se os vidros, metais, pedras, madeiras, plásticos. Seu efeito na saúde humana depende do dano causado por sua ingestão.

Nos últimos tempos, os perigos químicos têm despertado atenção dos consumidores pelos seus efeitos, ainda não totalmente conhecidos, e por habitualmente acarretarem consequências a longo prazo. Entretanto os perigos biológicos apresentam potencial máximo de riscos a curto prazo, devido à sua capacidade de sobreviver e multiplicar-se em alimentos e de provocar enfermidades imediatas ao homem (ROQUE-SPECHT; CASTRO; FIOD NETO, 2005, 2007).

Análise de riscos moderna

O desenvolvimento de Análise de Risco nos Estados Unidos e em outros países industrialmente desenvolvidos iniciou-se por dois motivos principais (MOLAK, 1997):

- 1) pelo desenvolvimento de plantas de energia nuclear, civil e aviação e no interesse acerca de seu perigo (este problema conduziu para o desenvolvimento da Análise de Risco probabilística clássica);
- 2) pelo estabelecimento da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*U.S. Environmental Protection Agency* – EPA), da Administração da Segurança Ocupacional e da Saúde (*Occupational Safety and Health Administration* – OSHA), do Instituto Nacional de Segurança Ocupacional e da Saúde (*National Institute for Occupational Safety and Health* – NIOSH), e de agências equivalentes governamentais em países desenvolvidos. Essas organizações se desenvolveram em resposta a uma rápida degradação ambiental causada pelo uso indiscriminado de pesticidas e da poluição industrial.

Na área de alimentos, a importância de se estudar riscos iniciou-se com o surgimento de surtos de intoxicação alimentares que envolveram um grande número de pessoas, o que despertou o interesse no estudo da segurança dos alimentos na saúde e desenvolvimento da população mundial, como forma de criar medidas que impedissem o surgimento de novos episódios (FAO/WHO, 2006). Uyttendaele, Boeck e Jacxsens (2016) descreveram que a segurança dos alimentos avalia e engloba todos os pontos do sistema de produção de alimentos em que os riscos de doenças transmitidas por alimentos podem ser controlados, além de permitir a disponibilidade e o acesso confiável de alimentos. Os autores enfatizam que um dos desafios para aumentar a nutrição, saúde pública

e segurança dos alimentos/segurança alimentar consiste em melhorar a capacidade de investigação, prevenção e tomadas de decisões baseadas em evidências.

Quando se fala em evidências, vem à tona, não somente o conceito de Análise de Risco e Segurança dos Alimentos, mas também a confiabilidade dos dados disponibilizados. Dados reais e corretos permitem a realização da Análise de Risco de forma mais robusta, com resultados que fundamentam os tomadores de decisões (GUILLIER, 2016; ROQUE-SPECHT; CASTRO; FIOD NETO, 2005, 2007).

A análise de risco representa um processo estruturado de tomada de decisão com três componentes distintos, mas intimamente ligados: gestão de risco, avaliação de risco e comunicação de risco (JACXSENS; UYTTENDAELE; MEULENAER, 2016; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009a).

Devido à importância e particularidades de cada etapa, estas serão discutidas individualmente nos itens a seguir.

Avaliação de risco

A avaliação de risco é a avaliação científica do conhecimento ou potencial dos efeitos adversos para a saúde, dependendo do grau de exposição de perigos. Inclui expressões quantitativas e/ou qualitativas de riscos. As avaliações quantitativas usam parâmetros numéricos de medida e resultam em uma expressão numérica de risco; as qualitativas usam categorias/representações descritivas de probabilidades e riscos. Em ambos os casos, a ênfase é colocada na descrição da incerteza e variabilidade na informação usada para derivar à estimativa de risco (BARLOW *et al.* 2015; UNNEVEHR; HOFFMANN, 2015; ZWIETERING, 2015).

Lammerding e Fazil (2000) salientam que nem toda exposição a um agente patogênico irá resultar num processo de infecção ou em uma doença, pois nem todos os indivíduos de uma determinada população são igualmente susceptíveis aos mesmos agentes patogênicos. Portanto o risco de alimentos causar danos a uma determinada pessoa é uma combinação da probabilidade de exposição a um agente patogênico num alimento e a susceptibilidade da pessoa em desenvolver a doença. Além desses aspectos, muitos fatores afetam tanto a probabilidade quanto a gravidade da ocorrência de doenças transmitidas por alimentos; estes envolvem condições climáticas, manuseio, processamento, exposição do alimento, entre outros. Entretanto poucas informações estão disponíveis para se realizar corretamente o cálculo de análise de risco.

Apesar da dificuldade, Lammerding e Fazil (2000) salientam ainda que a avaliação de risco é um processo que fornece uma estimativa da probabilidade e do impacto de efeitos adversos à saúde decorrentes da ingestão de alimentos potencialmente contaminados. Com esses resultados, podem-se criar estratégias de gerenciar e coordenar a cadeia de produção de alimentos, evitando-se assim, eventos futuros de contaminação.

Os componentes da avaliação de risco são: a) identificação de perigos; b) caracterização de perigo; c) avaliação de exposição; d) caracterização de risco (CODEX ALIMENTARIUS, 2011; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009a, 2009b).

A identificação de perigos no meio de segurança alimentar internacional e nacional representa o reconhecimento de agentes físicos, químicos e microbiológicos patogênicos capazes de causar efeitos adversos à saúde. Essa etapa focaliza o agente e as consequências da presença deste nos alimentos. Assim, restrições na aquisição de dados ou indisponibilidade

são fatores que impedem o aprimoramento de uma avaliação compreensiva e eficaz (DUBUGRAS; PÉREZ-GUTIÉRREZ, 2008).

A caracterização de perigo é a avaliação quantitativa e/ou qualitativa da natureza dos efeitos adversos associados com os agentes físicos, químicos e microbiológicos. A avaliação de dose-resposta é obtida de dados experimentais e refere-se especificamente à determinação da relação entre o número de microrganismos ingeridos (ou concentração de toxina microbiana) e a frequência e a severidade dos efeitos adversos à saúde definidos, resultantes da ingestão (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009b, 2009c).

A avaliação de exposição consiste na avaliação quantitativa e/ou qualitativa das vias comuns de entradas dos agentes patogênicos nos alimentos (CODEX ALIMENTARIUS, 2011). Considera-se na avaliação de exposição a estimativa de um indivíduo ou uma população seja exposta a um determinado agente e a quantidade desses agentes, provoquem dano a saúde humana. Os riscos microbianos apresentam uma análise de risco muito mais dinâmico, em comparação com as avaliações de riscos agentes químicos, devido ao potencial dos microrganismos se multiplicarem e/ou morrerem nos alimentos (LAMMERDING; FAZIL, 2000).

A caracterização de risco é a integração das etapas anteriores estimando os efeitos adversos comuns que podem ocorrer numa população, incluindo incertezas contínuas. Essas informações são traduzidas em uma estimativa de risco, no qual considera a relação dose-resposta entre o patógeno e o hospedeiro humano (CODEX ALIMENTARIUS, 2011).

Gerenciamento de risco

Gerenciamento de risco descreve que alternativas políticas importantes podem auxiliar os resultados obtidos na Avaliação de Risco, permitindo selecionar e implementar ações de controle apropriadas.

Desse modo, os gerentes de riscos podem fazer uma escolha sobre o que é um nível de risco “aceitável” (CODEX ALIMENTARIUS, 2011; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2009a; FAO/WHO 1997b). Além deste contexto, *Codex Alimentarius* (2011) descreve que diferentes medidas do Gerenciamento de Risco podem ser capazes de atingir o mesmo nível de proteção a riscos associados à segurança dos alimentos e ao impacto nutricional na saúde humana; a gestão de risco estende-se à monitorização da pós-comercialização. O gerenciamento de risco é formado pelos seguintes componentes (FAO/WHO, 2006 *apud* DUBUGRAS; PÉREZ-GUTIÉRREZ, 2009).

- a) Atividades preliminares do gerenciamento de risco
- b) Identificação e seleção das opções de gerenciamento de risco
- c) Implementação das decisões
- d) Monitoramento e revisão

FAO/WHO (2006 *apud* DUBUGRAS; PÉREZ-GUTIÉRREZ, 2009) descrevem que as atividades preliminares visam avaliar as informações técnicas e científicas existentes, para realizar uma descrição do problema e de possíveis soluções, que incluem informações sobre o perigo e os produtos envolvidos, os fatores potencialmente em risco (por exemplo, a saúde humana, a participação no comércio internacional), as consequências potenciais, a percepção do risco e o comportamento do consumidor em relação ao produto implicado. Com base nessas informações, definem-se os objetivos do Gerenciamento de Risco e realiza-se um planejamento da avaliação de risco, da interpretação dos resultados e do ranqueamento dos problemas em segurança dos alimentos. O processo de identificação e seleção de opções de gerenciamento envolve uma análise de causa e efeito do objeto de estudo o qual permite ao gestor de risco obter opções para ponderar uma tomada de decisão que vise a resolver ou minimizar o perigo em

questão. A implementação das decisões envolve aspectos científicos, sociais, éticos, econômicos, políticos e a relação custo-efetividade de medidas alternativas para minimizar os riscos. O monitoramento visa reavaliar se os objetivos foram alcançados e como foram alcançados. Caso estes objetivos não tenham sido alcançados, será necessário criar novas estratégias para o Gerenciamento de Risco.

Segundo a FAO/WHO (1997a), os princípios gerais de gerenciamento de risco para a segurança alimentar são:

- Princípio 1 - o gerenciamento de risco deve seguir um modelo com elementos estruturados, tais como: Avaliação de Risco, Avaliação das Opções de Gerenciamento de Risco, Implementação de Tomada de Decisão e Monitoramento e Revisão.
- Princípio 2 - a proteção da saúde humana deveria ser a preocupação principal em questões sobre decisões no processo de gerenciamento de risco.
- Princípio 3 - as decisões e as práticas de gerenciamento de risco devem ser transparentes, por meio da identificação e documentação sistemática de todos os elementos do processo de gerenciamento de risco, incluindo a tomada de decisões, de forma que o racional seja transparente a todas as partes interessadas.
- Princípio 4 - a política de gerenciamento de risco deve estabelecer diretrizes para julgar valores e escolher políticas em situações específicas no processo de avaliação de risco e devem ser determinadas antes da avaliação de risco, em colaboração com os assessores de risco.
- Princípio 5 - o gerenciamento de risco deve assegurar a integridade científica do processo de avaliação de risco e reduzir qualquer conflito de interesse, permitindo assim, um processo interativo entre gerenciadores de risco e assessores de risco.

- Princípio 6 - a estimativa de risco deve, sempre que possível, incluir expressões numéricas de incertezas e isso deve ser conduzido para gerentes de risco de forma compreensível de modo que todas as consequências do alcance da incerteza devam ser incluídas na tomada de decisão. Por exemplo, se a estimativa de risco é altamente incerta, a decisão de gerenciamento de risco deve ser conservadora.
- Princípio 7 - o gerenciamento de risco deve apresentar clareza, comunicação interativa com partes interessadas no processo.
- Princípio 8 - o gerenciamento de risco deve ser um processo contínuo que leva em consideração todos os dados gerados recentemente na avaliação e revisão de decisões de gerenciamento de risco.

Comunicação de risco

A comunicação de risco é um processo interativo de trocas de informações e opiniões sobre os riscos entre assessores, gerentes e partes interessadas, tornando-se muito complexo e podendo envolver dimensões físicas, psicológicas, sociais e políticas, além de cientistas comportamentais. Os autores enfatizam que os comunicadores de risco devem ser pessoas preparadas para discutir a mensagem de risco com o público, alertando que não existe risco zero, mas que este pode apresentar o valor mínimo e seguro por meio de boas práticas de manuseio dos alimentos e de controle higiênico pessoal (BARLOW *et al.* 2015; UNNEVEHR; HOFFMANN, 2015; ZWIETERING, 2015).

Inter-relações entre avaliação, gerenciamento e comunicação de risco

Atualmente, algumas decisões empregam a avaliação de risco como um processo complexo envolvendo não somente a avaliação científica de risco, mas também considerações sociais, culturais e/ou econômicas (LAMMERDING, 1997). Reij e Schothorst (2000) descrevem que as etapas de análise de risco não ocorrem de maneira isolada, com aplicações sequenciais, mas sim inter-relacionando-se. Assim, o modelo de análise de risco deve ser descrito como interativo porque requer a comunicação entre os assessores, gerentes e outros indivíduos envolvidos na situação. A palavra interação, neste caso, representa o envolvimento de decisões científicas, regulatórias e legais.

A Análise de Risco é uma metodologia técnico-científica que orienta o tomador de decisões nas indústrias alimentícias no sentido de como melhor gerenciar os perigos existentes nos alimentos. Entretanto o conhecimento e a utilização de ferramentas gerenciais para a detecção de perigos são de fundamental importância para amenizar os riscos. O item a seguir apresentará algumas das ferramentas mais conhecidas e utilizadas (LAMMERDING; FAZIL, 2000)

Limitações da análise de risco

A análise de risco tem demonstrado ser um sistema eficaz para quantificar os riscos que os perigos podem trazer nos alimentos; entretanto, apresenta algumas limitações do seu emprego em instituições de alimentos:

- confiabilidade dos dados;
- disponibilidade simultânea dos dados;

- comunicação entre os membros da equipe;
- coordenação entre os membros da equipe;
- interdisciplinaridade de áreas de conhecimento;
- resistência à adoção de modelos quantificáveis;
- entendimento integral do sistema;
- estudos científicos aplicados ao país no qual se aplica a análise de risco para obtenção dos dados;
- políticas públicas que apoiem a inocuidade dos alimentos e garantam alimentos com qualidade nutricional, bem como a sua disponibilidade a toda população.

Essa lista não está finalizada; o objetivo é que se possa refletir, descobrir as fragilidades e criar mecanismos de solução, para atender à população de modo que se tenham alimentos com qualidade nutricional e com inocuidade.

Considerações finais

Por meio do presente capítulo, é possível apreender que a segurança dos alimentos é uma ciência que tem evoluído ao longo dos anos, devido à necessidade de atender aos interesses dos consumidores, dos políticos e dos órgãos de saúde e governamentais. Entretanto, para alcançar o objetivo de produzir alimentos inócuos, várias metodologias e ferramentas estão sendo desenvolvidas e adaptadas. A análise de risco representa um avanço na ciência, pois torna as análises antes subjetivas em objetivas, podendo-se qualificar e quantificar os principais riscos existentes em um determinado processo produtivo da cadeia alimentar.

Quando um risco é estimado, consegue-se prever e dimensionar os danos potenciais que cada agente pode causar e, assim planejar uma estratégia de gerenciamento. Mas para que isso ocorra de maneira eficaz

é necessário que os processos tenham históricos de seus problemas. Isso permitirá uma quali-quantitativa mais precisa dos riscos.

A análise de risco é uma metodologia técnico-científica que orienta o tomador de decisões nas indústrias alimentícias no sentido de melhorar o gerenciamento dos perigos existentes nos alimentos. Entretanto o conhecimento e a utilização de ferramentas gerenciais para a detecção de perigos faz-se de fundamental importância para amenizar os riscos.

Referências

ABIYEV, R. H. *et al.* Assessment of food security risk level using type 2 fuzzy system. *Procedia Computer Science*, v. 102, p. 547-554, 2016.

ATTREY, D. P. Role of risk analysis and risk communication in food safety management. In: DUDEJA, P.; GUPTA, R.; MINHAS, A. S. (Ed.). *Food safety in the 21st century: public health perspective*. [S.l.]: Academic Press, 2017. chapter 5.

BARLOW, Susan M.; BOOBIS, Alan R.; BRIDGES, Jim; COCKBURN, Andrew; DEKANT, Wolfgang; HEPBURN, Paul; HOUBEN, Geert F.; KÖNIG, Jürgen; NAUTA, Maarten J.; SCHUERMANS, Jeroen; BÁNÁTI, Diána. The role of hazard- and risk-based approaches in ensuring food safety. *Trends in Food Science & Technology*, v. 46, n. 2, Part A, p. 176-188, 2015.

BERNSTEIN, P. L. *Desafio AOSD: a fascinante história do risco*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

BORATYNSKA, K.; HUSEYNOV, R. T. An innovative approach to food security policy in developing countries. *Journal of Innovation & Knowledge*, v. 2, p. 39-44, 2017.

CODEX ALIMENTARIUS. *Guidelines for risk analysis of foodborne antimicrobial resistance CAC/GL 77 – 2011*. 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/ar/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BGL%2B77-2011%252FCXG_077e.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2017.

COVELLO, V.; MUMPOWER, J. Risk analysis and risk management: an historical perspective. *Risk Analysis*, New York, v. 5, n. 2, p. 103-120, 1985.

DUBUGRAS, M. T. B.; PÉREZ-GUTIÉRREZ, E. *Perspectiva sobre a análise de risco na segurança dos alimentos: curso de sensibilização*. Rio de Janeiro: Área de Vigilância Sanitária, Prevenção e Controle de Doenças - OPAS/OMS, 2008.

DUBUGRAS, M. T. B.; PÉREZ-GUTIÉRREZ, E. *Revisão sistemática como ferramenta da avaliação de riscos microbiológicos*. Rio de Janeiro: Área de Vigilância Sanitária, Prevenção e Controle de Doenças - OPAS/OMS, 2009.

FAO/WHO. *Application of risk analysis to food standard issues*. Geneve, Switzerland. Rome: FAO/WHO, 1995. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/008/ae922e/ae922e00.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

FAO/WHO. *Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment*. CAC/GL 21 - 1997. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. 1997a. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/y1579e/y1579e05.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

FAO/WHO. *Risk management and food safety*. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. Rome, Italy: FAO, 1997b. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-w4982e.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

FAO/WHO. *Food safety risk analysis: a guide for national food safety authorities*. Rome, I: FAO, 2006. (FAO. Food and Nutrition Paper, 87). Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-a0822e.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

FIGUEIREDO, A. V. de A.; MIRANDA, M. S. Análise de risco aplicada aos alimentos no Brasil: perspectivas e desafios. *Revista Ciência & Saúde Coletiva* (versão Online), Rio de Janeiro, v.16, n.4. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232011000400024>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

GUILLIER, L. Predictive microbiology models and operational readiness. *Procedia Food Science*, v. 7, p. 133 -136, 2016.

JACXSENS, L.; UYTTENDAELE, M.; MEULENAER, B. de. Challenges in risk assessment: quantitative risk assessment. *Procedia Food Science*, v. 6, p. 23-30, 2016.

KAPLAN, S.; GARRIK, B. J. On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*, New York, v. 1, n. 1, p. 11-27, 1981.

KELLY, P. M. Microbiology risk analysis of milk and milk products in international trade. *Farm & Food*, v. 7, n. 2, p. 23-28, 1997.

LAMMERDING, A.M. An overview of microbial food safety risk assessment. *Journal of Food Protection*, v. 60, n. 11, p. 1420-1425, 1997.

LAMMERDING, A. M.; FAZIL, A. Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment. *International Journal of Food Microbiology*, v. 58, p.147-157, 2000.

LOVELL, D. P. Risk Assessment of Chemicals. In: ANDERSON, D.; CONNING, D. M. (Ed.). *Experimental toxicology: the basic issues*. 2. ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1993. cap. 19, p. 442-463.

MOLAK, V. *Fundamentals of risk analysis and risk management*. Lewis Publishers: Boston, 1997.

MORTIMORE, S.; WALLACE, C. *HACCP: apractical approach*. 3th. New York: Springer, 2013.

HOORNSTRA, E; NOTERMANS, S. Quantitative microbiological risk assessment, *International Journal of Food Microbiology*, v. 66, n. 1-2, Pages 21-29, 2001.

PROAG, Satya-Lekh; PROAG, V. A framework for risk assessment. *Procedia Economics and Finance*, v.18, p. 206-213, 2014.

REIJ, M. W.; SCHOTHORST, M. van. Critical notes on microbiological risk assessment of food. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 31, p. 1-8, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822000000100002>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

ROQUE-SPECHT, V. F.; CASTRO, J. E. E., FIOD NETO, M. Análisis de riesgos en la seguridad alimentaria: una revisión. *Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*, n. 364, p. 62-67, 2005.

ROQUE-SPECHT, V. F.; CASTRO, J. E. E., FIOD NETO, M. Avaliação de risco quantitativa como uma ferramenta para a caracterização da segurança microbiológica de alimento. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, ano 2, v.4, p. 37-48, 2007.

STEINHAUSEROVA, I.; BORILOVA, G. New trends towards more effective food safety control. *Procedia Food Science*, v.5, p. 274-277, 2015.

UNNEVEHR, L.; HOFFMANN, V. Food safety management and regulation: International experiences and lessons for China. *Journal of Integrative Agriculture*, v.14, n.11, p. 2218-2230, 2015.

UYTTENDAELE, M.; BOECK, E. ; JACXSENS, L. Challenges in food safety as part of food security: lessons learnt on food safety in a globalized world. *Procedia Food Science*, v. 6, p. 16-22, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Risk assessment and its role in risk analysis. In: WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (Environmental Health Criteria 240)*. Geneva: WHO Press, 2009a. chapter 2. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc240_index.htm>. Acesso em: 07 mar. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Dose-response assessment and derivation of health-based guidance values. In: WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (Environmental Health Criteria 240)*. Geneva: WHO Press, 2009b. chapter 5. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc240_index.htm>. Acesso em: 07 mar. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Risk characterization. In: WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food (Environmental Health Criteria 240)*. Geneva: WHO Press, 2009c. chapter 7. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc240_index.htm>. Acesso em: 07 mar. 2017.

ZWIETERING, M. H. Risk assessment and risk management for safe foods: assessment needs inclusion of variability and uncertainty, management needs discrete. *International Journal of Food Microbiology*, v. 213, p. 118-123, 2015.