

Microbiologia dos Alimentos

Ravely Casarotti Orlandellio

Introdução

Neste conteúdo, você conhecerá a Microbiologia dos Alimentos. Então, iniciaremos com um breve histórico, desde a descoberta do mundo microbiano até o momento em que a produção segura de alimentos virou uma preocupação da indústria alimentícia, a fim de evitar desperdícios e danos à saúde do consumidor final.

Em seguida, serão apresentados os fatores que afetam o desenvolvimento microbiano em um alimento. Além disso, será abordada a diferença entre deterioração e contaminação dos alimentos, além do conceito de **tempo de prateleira**. Por fim, você conhecerá os métodos utilizados para o controle do crescimento microbiano e conservação dos alimentos.

Objetivos da Aprendizagem

Ao final deste conteúdo, esperamos que você seja capaz de:

- Entender que os microrganismos afetam a saúde.
- Compreender a deterioração natural dos alimentos versus contaminação.
- Conhecer os métodos de conservação dos alimentos.

Microbiologia dos Alimentos

A **microbiologia dos alimentos** é o ramo da ciência que estuda os microrganismos presentes nos alimentos e a sua capacidade de alterá-los.

Para começar, os microrganismos são classificados em:

Benéficos
Alteram positivamente um alimento, como na produção de alimentos fermentados.
Deteriorantes
Alteram negativamente um alimento, conferindo-lhe sabor e odor indesejáveis.
Patogênicos
Causam doenças transmitidas por alimentos.

Descoberta do Mundo Microbiano

Até a metade do século XIX, acreditava-se que as doenças eram causadas por **miasmas**. Então, os médicos utilizavam longas vestimentas e máscaras para que pudessem protegê-los dessas “emanações divinas”.



Figura 1 - Médicos do século XIX

Fonte: Pixabay (2023).

#PraTodosVerem: a imagem ilustra um médico com uma vestimenta que cobre o seu corpo da cabeça aos pés. Na ilustração, o médico usa uma máscara com um bico de pássaro e um chapéu.

Apenas em 1894, Alexandre Yersin descobriu que a peste negra, que vitimou milhões de pessoas na Europa entre 1347 e 1352, era causada por uma bactéria, a *Yersinia pestis*, e não por miasmas.

Curiosidade

Louis Pasteur também foi responsável por importantes descobertas para a indústria de alimentos. Em 1857, ele demonstrou os princípios da fermentação microbiana em alimentos, e em 1864, demonstrou os princípios da **pasteurização**. Os princípios descobertos por Pasteur foram aprimorados e, ainda hoje, são aplicados.

Esses são alguns exemplos que mostram que o conhecimento atual se deve a muitas descobertas científicas ocorridas, sobretudo, no que chamamos de Idade de Ouro da Microbiologia (1857-1911).

Para saber mais sobre a origem da microbiologia, acompanhe o conteúdo a seguir.

Origem da Microbiologia e Definição

A origem da Microbiologia que conhecemos atualmente ocorreu a partir da invenção do primeiro microscópio, por Anton van Leeuwenhoek, que observou, entre 1673 e 1723, bactérias e protozoários, descrevendo-os como “animálculos”.

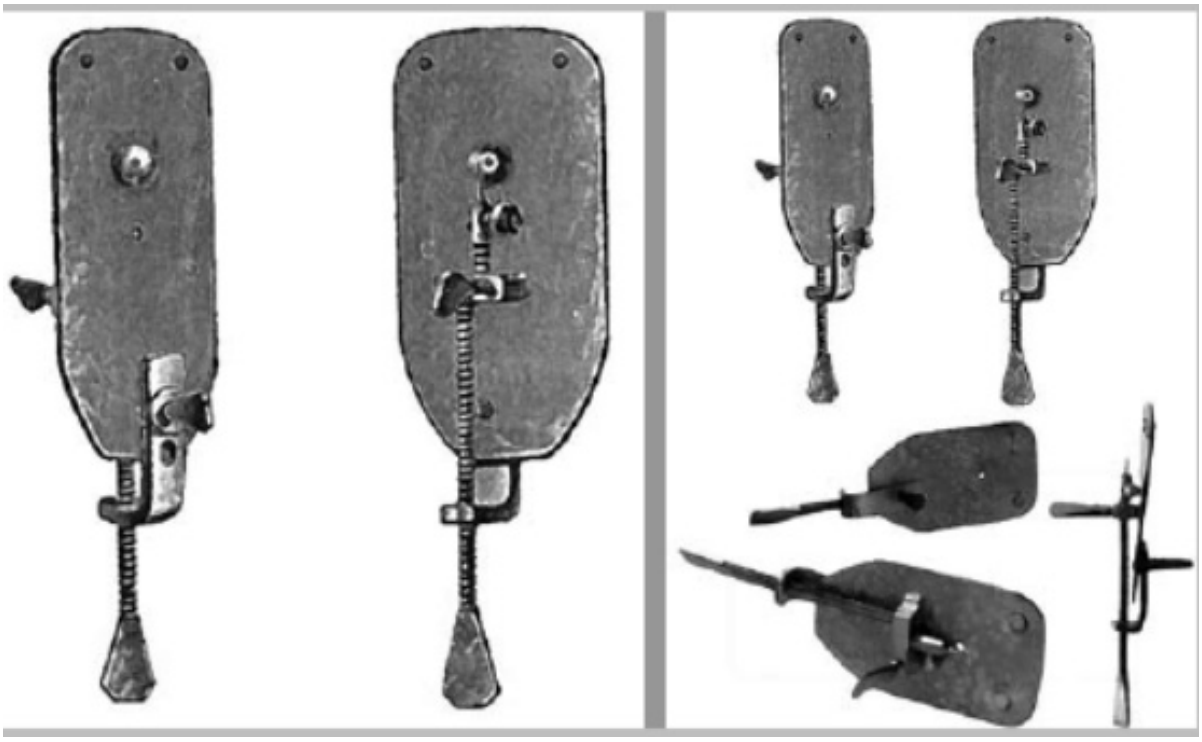


Figura 2 - Microscópio primitivo fabricado por Anton van Leeuwenhoek

Fonte: Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial (2009).

#PraTodosVerem: a imagem mostra diversos ângulos de um microscópio primitivo construído por Anton van Leeuwenhoek. O microscópio tem a cor cinza, uma base achatada e um suporte afunilado.

A Microbiologia é a ciência que estuda os seres microscópicos, suas atividades biológicas e sua relação com outros seres vivos.

Os microrganismos podem ser **procariotos** e **unicelulares**, tendo o material genético disperso no interior da célula, como as bactérias. Já os **eucariotos**, como algas, fungos e protozoários possuem núcleo celular envolto por uma membrana, e podem ser uni ou pluricelulares. Além disso, a Microbiologia estuda os vírus, **viroides** e **príons**.

Mas, como surgiu a produção segura dos alimentos? Confira!

Origem da Produção Segura dos Alimentos

Na antiguidade, o ser humano passou a estocar os alimentos provenientes da caça de animais ou colheita de plantações para evitar a escassez e preservá-los da deterioração microbiana.

O conhecimento científico sobre a produção segura dos alimentos ocorreu em 1795, quando Nicholas Appert desenvolveu o armazenamento de alimentos em um vidro com tampa e com fervura por 6h. Em 1810, o vidro foi substituído por latas, originando o **processamento de enlatados** que conhecemos atualmente (FORSYTHE, 2013).

O aprimoramento da indústria de alimentos é constante, desde o início da cadeia produtiva até a chegada ao consumidor final, para que o alimento esteja seguro para o consumo.

Conheça, agora, o que é microbioma.

Microbioma

Microbioma é o conjunto de todos os microrganismos em um dado habitat, interagindo entre si. Conhecer as comunidades microbianas dos alimentos permite conhecer as características desejáveis dos alimentos, que podem estar associadas ao microbioma, além dos possíveis microrganismos indesejáveis e doenças relacionadas.

A ação microbiana também afeta o desenvolvimento de outros microrganismos. Por exemplo, as bactérias lácticas liberam **bacteriocinas**, que são peptídeos ou proteínas sintetizados pelas bactérias. Devido à sua ação, que pode ser **bactericida** ou **bacteriostática**, inibem o crescimento dos patógenos de alimentos.



Atenção

Bactericida é o agente que causa a morte microbiana. E bacteriostático é o agente que inibe o crescimento microbiano, mas não causa a morte.

E o que afeta, afinal, o crescimento microbiano? Verifique a seguir.

Fatores que Afetam o Crescimento Microbiano

O crescimento microbiano se refere ao aumento no número de células, sendo influenciado por fatores intrínsecos, isto é, próprios do alimento, e fatores extrínsecos, referentes ao ambiente. Vamos conhecê-los?

Fatores Intrínsecos

Quanto mais rico em nutrientes for um alimento, maior será o crescimento microbiano nele. Basicamente, um microrganismo necessita de fontes de carbono e nitrogênio, vitaminas e minerais para o seu crescimento.

A **atividade de água** (A_w) de um alimento se refere à disponibilidade de água, sendo que os valores vão de 0 a 1,00 para água pura. Quanto maior a A_w, mais rápido o crescimento microbiano.

Além disso, a presença de solutos, como o sal e açúcar, reduz a A_w. Os microrganismos halófilos são aqueles que conseguem crescer em ambientes ricos em sal; os **osmófilos**, em ambientes ricos em açúcar; e os **xerófilos**, em ambientes com pouca água.



Figura 3 - Frutas desidratadas possuem baixa atividade de água.

Fonte: Pexels (2023).

#PraTodosVerem: a imagem apresenta diversos pedaços de frutas desidratados, como laranja, maçã, banana e ameixa.

O pH se refere à acidez ou alcalinidade de uma solução ou alimento. Os fungos, por exemplo, preferem pH entre 5 e 6 e bactérias, pH entre 6,5 e 7,5. O pH desfavorável inibe os microrganismos, logo, alimentos fermentados com baixo pH, como o chucrute e picles, sofrem menos deterioração microbiana.

Existem, ainda, estruturas que atuam como barreiras naturais e protegem o alimento da penetração microbiana, como as películas que protegem as sementes e as cascas dos ovos e das frutas.

Fatores Extrínsecos

Há uma temperatura mínima e máxima para o crescimento microbiano, mas esse será mais efetivo na faixa de temperatura ótima. De acordo com a sua temperatura ótima, os microrganismos são classificam em:

Psicrófilos
Temperatura ótima de crescimento: ≤15 °C.
Psicrotróficos
Temperatura ótima de crescimento: 20 e 30 °C.
Mesófilos
Temperatura ótima de crescimento: 25 a 40 °C.
Termófilos
Temperatura ótima de crescimento: 50 a 60 °C.
Hipertermófilos
Temperatura ótima de crescimento: ≥80 °C.

Os psicrotróficos são importantes para a Microbiologia dos Alimentos, pois eles crescem lentamente sob refrigeração, deteriorando alimentos; os mesófilos são patógenos ou deteriorantes da maioria dos alimentos; e os termófilos podem liberar endósporos, isto é, estruturas de resistência que germinam sob altas temperaturas.

A umidade relativa do ar afeta o crescimento microbiano. Quando ela é superior à A_w do alimento, a superfície do alimento absorve água e favorece o crescimento microbiano. Se a umidade é inferior à A_w, o alimento perde água e o crescimento diminui. Por isso, a desidratação preserva os alimentos.

A composição gasosa do ambiente também influencia o crescimento microbiano. Para os seres aeróbicos obrigatórios, o O_2 é essencial. Já os anaeróbicos obrigatórios não crescem em sua presença. Há microrganismos facultativos, que crescem na presença ou ausência de O_2. E os aerotolerantes toleram O_2, mas não o utilizam, e os microaerófilos crescem em concentrações de O_2 inferiores às do ar.

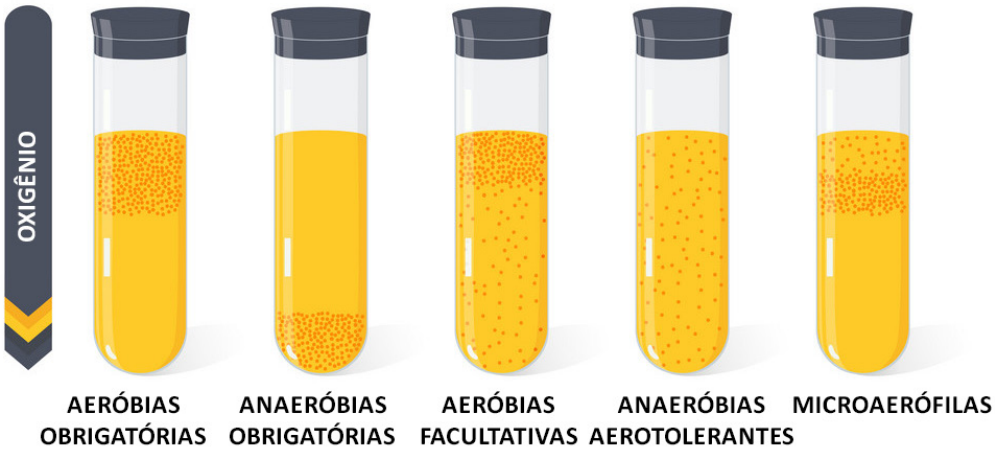


Figura 4 - Bactérias cultivadas em tubos ensaio, com diferentes exigências de oxigênio para o crescimento

Fonte: VectorStock (2023).

#PraTodosVerem: a ilustração apresenta 5 tubos de ensaio dispostos lado a lado. Dentro deles, há uma substância amarela. Da esquerda para a direita, temos: aeróbias obrigatórias; anaeróbias obrigatórias; aeróbias facultativas; anaeróbias aerotolerantes; microaerófilas.

O dióxido de carbono (CO_2) também inibe o crescimento microbiano, sendo empregado em embalagens com atmosfera modificada, em que o O_2 é substituído por CO_2, podendo ser usado também o nitrogênio.

Saiba mais

Conheça mais sobre o uso de embalagens com atmosfera modificada a partir do artigo: Atmosfera modificada na conservação de alimentos, de Mantilla *et al*. (2010). Disponível no **link**.

Agora, acompanhe como ocorre a deterioração dos alimentos.

Deterioração dos Alimentos

O alimento deteriorado não causa doença ou infecção, mas está impróprio para o consumo devido ao sabor e ao odor desagradáveis. E isso ocorre porque durante a multiplicação microbiana, há liberação de produtos metabólicos que alteram as características do alimento.



Saiba mais

Confira mais informações sobre a deterioração dos diferentes tipos de alimentos pelos microrganismos no capítulo 3 do livro *Microbiologia da segurança dos alimentos* (FORSYTHE, 2013).

A deterioração pode ser causada por bactérias gram-negativas e gram-positivas, fungos filamentosos e leveduras. Esses diferentes grupos têm preferências por diferentes tipos de alimentos.

Especificamente, a deterioração dos alimentos enlatados é incomum e, geralmente, ocorre por falhas na manipulação ou no processo térmico, que não atingiram a esterilidade comercial, ou ainda, danos na embalagem e longa exposição a temperaturas elevadas, em que há crescimento de termófilos (SILVA *et al*., 2017).

Sobre o tempo adequado para consumir um alimento, confira o conteúdo seguinte.

Tempo de Prateleira

O **tempo de prateleira** é o período em que o alimento permanece apto para o consumo, sendo estimado a partir do conhecimento dos fatores que afetam o desenvolvimento dos possíveis seres deteriorantes ou patogênicos. Por exemplo, a redução da Aw diminui a proliferação microbiana e aumenta a vida de prateleira do alimento.

Além disso, o tempo de prateleira é determinado por análises químicas e microbiológicas, sendo utilizados dois métodos (FORSYTHE, 2013):

- Determinação e monitoramento direto a partir amostras coletadas periodicamente e estocadas até se tornarem inaptas ao consumo.
- Estimativa acelerada da vida de prateleira a partir do aumento da temperatura de estocagem, acelerando o envelhecimento do alimento.

Você notará, adiante, que existem alguns métodos de conservação de alimentos. E quando corretamente empregados, contribuem para que o tempo de prateleira de um alimento ocorra de forma satisfatória e desejada pela indústria.

Deterioração *Versus* Contaminação Alimentar

Segundo a Resolução nº 216 de 2004, **contaminantes** são substâncias ou agentes biológicos, químicos ou físicos estranhos ao alimento e nocivos à saúde humana, ou aqueles que comprometam a sua integridade (FORSYTHE, 2004).

Os **microrganismos indicadores**, quando presentes em um alimento, fornecem sucintamente informações sobre a contaminação de origem fecal, ou a presença de um patógeno, ou deteriorante em um alimento. Além disso, são capazes de predizer condições sanitárias inadequadas ao longo do processamento, produção ou armazenamento.

Analise, a seguir, os principais indicadores da contaminação em alimentos:

Escherichia coli
Habita o trato intestinal do ser humano e de outros animais, sendo o principal indicador da contaminação fecal.
Bactérias aeróbias mesófilas
Indica a contaminação por microrganismos patogênicos.
Bactérias psicrotróficas e termófilas
Indicam a deterioração de alimentos refrigerados ou submetidos a tratamentos térmicos.
Bactérias anaeróbias
Indicam contaminação por patógenos anaeróbios, como os do gênero *Clostridium*.
Bolores e leveduras
Indicam a deterioração de vários tipos de alimentos, e requerem atenção pela possibilidade de produção de toxinas.

Assim, cada um dos microrganismos indicadores exemplificados (*Escherichia coli*, bactérias mesófilas etc.) possuem características específicas que permitem que eles sejam detectados por análise de laboratórios em testes de controle de qualidade analíticos, seguindo parâmetros sanitários.

Por exemplo, E. *coli* é um coliforme fecal, pois indica a contaminação de origem fecal. Sua detecção é feita em testes de controle de qualidade para água e alimentos. A presença desse patógeno em alimento processado sugere falha com contaminação em fases posteriores ao processamento.



Saiba mais

Para saber como acontece a potabilidade da água em Cuba, leia o artigo Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable. Disponível no **link**.

E conheça também o estudo Detecção de Campylobacter termofílicos e outros microrganismos indicadores de qualidade em frangos destinados à exportação. Disponível no **link**.

Confira, a seguir, os métodos físicos e químicos de conservação.

Métodos Físicos e Químicos de Conservação dos Alimentos

A conservação de alimentos surgiu ainda na pré-história, quando o ser humano descobriu o uso do sal para a conservação das carnes, permitindo o seu armazenamento por longos períodos (MELLO; GIBBERT, 2017).

Já os métodos utilizados atualmente buscam, também, manter as características sensoriais e nutricionais dos alimentos, evitando ou diminuindo o crescimento microbiano.

Para conhecer os principais métodos empregados, acompanhe o conteúdo a seguir.

Métodos Físicos

O calor úmido desnatura as proteínas celulares, enquanto o calor seco oxida os componentes celulares. Confira, agora, os métodos de conservação por calor mais utilizados, segundo Mello e Gibbert (2017):

Cozimento e fervura
Elimina a maioria dos patógenos e deteriorantes.
Pasteurização
Elimina patógenos e retarda o crescimento dos deteriorantes. Exemplo: 72 ºC por 15 segundos para o leite.
Tratamento por temperatura ultraelevada (UHT)
Promove a esterilização (remoção de todos os microrganismos). Exemplo: ≥130-140ºC por 1-4 segundos para o leite.
Secagem
Eliminação da água por ar quente para a produção de massas alimentícias, desidratação de carnes e vegetais, produção de leite e café em pó.

Os alimentos também são conservados por baixas temperaturas. Nesse caso, a refrigeração não elimina, mas retarda o crescimento dos psicrotróficos. Já o congelamento forma cristais de gelo nas células microbianas, além de desnaturar suas enzimas.

No caso da **liofilização**, ela evita a contaminação microbiana devido à retirada da água do alimento, além de reduzir o peso e volume do alimento. Já o uso de altas concentrações de sais e açúcares para conservar os alimentos – carnes (charque), peixes (bacalhau) e frutas (geleias) – criam um **ambiente hipertônico** que ocasiona a saída de água da célula microbiana (plasmólise), retirando da célula a umidade necessária para o crescimento.

A irradiação consiste na exposição dos alimentos à radiação ionizante, geralmente, raios gama de radionuclídeos de Cobalto 60, em uma condição controlada. Observe os conceitos básicos sobre esse processo físico a seguir:

Efeito sobre o microrganismo
Causa danos ao DNA microbiano e impede sua multiplicação.
Alimentos que podem ser irradiados
Alimentos de origem vegetal, carnes, ovos, peixes, produtos lácteos.
Segurança dos alimentos irradiados
Não há efeitos adversos para a saúde humana. Além disso, não há alterações para a microflora do alimento.

Quando à irradiação, as alterações nos alimentos são mínimas, a ponto de não causarem efeitos sensoriais indesejáveis ao consumidor.



Saiba mais

Para compreender mais sobre o processo de conservação de alimentos por irradiação, disponível no **link**. Acesso em: 11 abr. 2023.

De qualquer forma, o rótulo do alimento deve indicar que ele passou pelo processo de irradiação, sendo utilizado, para isso, o seguinte símbolo:



Figura 5 - Símbolo Radura

Fonte: Commons (2023).

#PraTodosVerem: a imagem ilustra o símbolo utilizado em embalagens para indicar que um alimento foi irradiado. O símbolo é um círculo em cor verde.

Outros métodos utilizados para conservar os alimentos são os métodos químicos, que você conhecerá adiante.

Métodos Químicos

Os conservantes químicos são aditivos que impedem ou retardam as alterações de origem microbiana em alimentos, pois alteram a estrutura celular ou o metabolismo microbiano. Além disso, esses conservantes preservam as características e a segurança dos alimentos durante o tempo de prateleira.

Muitos ácidos, com diferentes modos de ação, atuam como conservantes, como ácido benzoico, ácido propiônico, ácido sórbico. Sulfitos, parabenos, nitratos, nitritos e sulfitos também possuem ação antimicrobiana.

Alguns agentes químicos possuem ação quelante, pois inativam íons essenciais para o crescimento microbiano, sendo empregados em alimentos. Por exemplo, o ácido cítrico impede a multiplicação de *Clostridium botulinum*.



Saiba mais

Compreenda mais sobre os impactos dos nitritos e nitratos na saúde, com a leitura do artigo: *Food nitrates and nitrites as possible causes of cancer*: a review, de Andrade Júnior *et al*. (2021).

Por fim, alguns agentes químicos antimicrobianos estão naturalmente presentes nos alimentos e retardam ou impedem a multiplicação microbiana. É o caso do óleo essencial timol, presente no orégano, e da lisozima, enzima extraída da casca de ovo, que destrói a parede celular bacteriana (VENTURI *et al*., 2021).

Conclusão

Nesse estudo, tivemos uma visão geral sobre a origem da Microbiologia e do mundo microbiano, incluindo os fatores que afetam o crescimento de um microrganismo em um alimento. Agora, você é capaz de diferenciar o que é um alimento contaminado e um alimento deteriorado, e já pode reconhecer os métodos empregados para a conservação de alimentos, tanto de forma residencial quanto industrial.

Lembre-se: todos esses conhecimentos contribuem para que o alimento seja corretamente manipulado, desde a colheita até o final da cadeia produtiva, para que o consumidor final tenha acesso a um alimento seguro.

Desenvolvimento dos microrganismos nos alimentos

É afetado por fatores próprios do alimento (intrínsecos) e fatores referentes ao ambiente em que o alimento se encontra (extrínsecos).

Tempo de prateleira e deterioração dos alimentos

O período no qual o alimento permanece apto para o consumo é o seu tempo de prateleira. À medida que ocorre a deterioração microbiana, o alimento adquire sabor e odor desagradáveis.

Métodos de conservação dos alimentos

Processos físicos e conservantes químicos são utilizados para evitar ou reduzir a contaminação microbiana.



Fonte: Plataforma Deduca (2023).

Referências

ANDRADE JÚNIOR, F. P. *et al*. Food nitrates and nitrites as possible causes of cancer: a review. **Revista Colombiana de Ciências Químico-Farmacêuticas**, [*S. l.*], v. 50, n. 1, p. 269-291, 2021.

BRASIL. Resolução n° 216, 15 de setembro de 2004. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação**. Brasília, 2004. Disponível no link: Acesso em: 11 abr. 2023.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 6 ed. Barueri: Manole, 2019.

J. Bras. Patol. Med. Lab. Antony van Leeuwenhoek: inventor do microscópio. **J. Bras. Patol. Med. Lab**., Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, abr. 2009. Disponível no link. Acesso em: 09 abr. 2023.

LIMA FILHO, T. *et al*. Energia ionizante na conservação de alimentos: revisão. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 30, n. 2, jul./dez. 2012. Disponível no link. Acesso em: 10 abr. 2023.

MANTILLA, S. P. S. *et al*. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [*S. l.*], v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010. Disponível no link. Acesso em: 6 dez. 2022.

MARLEN, R. P. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. **Revista CENIC Ciencias Biológicas**, Cuba, v. 45, n.1, p. 25-36, 2014. Disponível no link. Acesso em: 6 abr. 2023.

MELLO, F. R. D.; GIBBERT, L. **Controle e qualidade dos alimentos**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.

SILVA, N. *et al*. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 2017.

VENTURI, I. *et al*. **Higiene e controle sanitário de alimentos**. Porto Alegre: SAGAH, 2021.

YAU, M. A. C. M.; FRAUSTO, H. G.; YAMAGUCHI, M. U. Detecção de Campylobacter termofílicos e outros microrganismos indicadores de qualidade em frangos destinados à exportação. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 2, n. 3, p. 381-404, set./dez., 2009. Disponível no link. Acesso em: 6 abr. 2023.