



**Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
**Instituto de Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

**ANA CAROLINA FÖSCH BATISTA**

**Inativação de *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico em forno combinado**

Porto Alegre

2017

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos

**ANA CAROLINA FÖSCH BATISTA**

**Inativação de *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico  
em forno combinado**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Engenheiro de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cesar Tondo

**ANA CAROLINA FÖSCH BATISTA**

**Inativação de *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico  
em forno combinado**

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

.....

Eduardo César Tondo

Doutor em Ciências Biológicas – UFRGS

.....

Susana de Oliveira Elias

Mestre em Microbiologia agrícola e do ambiente - UFRGS

.....

Ana Carolina Ritter

Doutora em Microbiologia agrícola e do ambiente - UFRGS



*Aos que sempre me apoiaram  
mesmo estando distantes,  
Mãe, Pai e Mano!*

## AGRADECIMENTOS

O meu primeiro obrigado com certeza é para meus pais, Airton e Marisa e meu irmão Eduardo, que sempre me apoiaram, me incentivaram a crescer, a fazer e buscar aquilo que me deixa feliz mesmo estando há oito anos fora de casa. Hoje tenho certeza que fiz a escolha certa, muito obrigada por acreditarem em mim e ter esperado esses anos para ver essa conquista que considero de nós três. Amo vocês e tudo que faço é por vocês!

Obrigado ao meu professor orientador Eduardo, pela paciência nos últimos dias, pelo apoio durante todos os experimentos, mas principalmente por ter acreditado em mim desde que fui sua IC. Obrigado pelo incentivo, pela confiança e pela inspiração que sempre me passou para me tornar um profissional que ama o que faz. A empolgação que tenho hoje foi construída com todos cursos, aulas, monitorias, estágios que acompanhei com ele. Espero um dia retribuir todo o aprendizado que me ensinou.

Obrigado a Vera pelo amor, pelos conselhos da cadeira do ladinho, pelo salvamento de muitas situações dentro do LAB 205. Mas obrigado por ter se tornado uma pessoa tão especial para mim, que nunca esquecerei a dedicação e os abraços dessa pessoa tão querida nas horas apertadas da faculdade.

Obrigada a Dani, minha primeira parceira de laboratório que seu jeito detalhista me fez ter todos os cuidados necessários que deveriam ter com as bactérias que tanto amo.

Obrigado a Luana, minha parceira de coleta, de ensinamentos, de risos, de conselhos que virou muito mais que uma doutoranda, uma amiga, tenho maior orgulho dessa nutricionista.

E claro que meu obrigado não poderia faltar a Susana, minha inspiração de professora, aquela que sabe tudo e mais um pouco, ajuda abaixo de chuva, e busca a IC até em casa pra ajudar a cortar alfaces, aquela que explica microbiologia como ninguém. Mas que se tornou uma amiga, minha inspiração da preditiva.

Agradeço as minhas amigas da faculdade que devido as dificuldades de física, química e cálculo, formamos o melhor grupo de amizade que a alimentos poderia me dar, amo vocês independente de que caminho cada uma vai tomar: Vanessa, Patricia, Cintia, Carol, Valentina, Dani, Fernanda.

Obrigada a Stefani, que sem ela, esse trabalho não teria sido nem a metade do que foi. Obrigado pelo apoio, pelas horas trabalhadas e por ter se tornando uma amiga e colega de profissão.

E por fim para a paraninfa mais linda, Roberta, inspiração de Engenheira, professora excelente, tenho muito orgulho de ter aprendido muito além de cereais e projetos, sua dedicação intensa pelas aulas, pelos alunos e por mostrar que os engenheiros são sim necessários, me fazem acreditar e amar ainda mais essa profissão que escolhi.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVO</b> .....	<b>9</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>10</b>
3.1 <i>SALMONELLA</i> .....	10
3.2 <i>SALMONELLA</i> EM OVOS .....	11
3.3 FORMAS DE CONSUMO DE OVOS .....	11
3.4 MEDIDA DE CONTROLE: FORNO COMBINADO .....	12
3.5 COCÇÃO DE OVOS EM FORNO COMBINADO .....	13
3.6 MICROBIOLOGIA PREDITIVA E INATIVAÇÃO .....	14
<b>4. ARTIGO</b> .....	<b>15</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	Erro! Indicador não definido.

## RESUMO

Os ovos são amplamente consumidos no mundo todo e apresentam diversas formas de preparo, destacando a cocção com baixa temperatura por tempo prolongado. Este tipo de cocção pode ser realizado em forno combinado e a denominação do preparo é “ovo perfeito”. Neste tipo de preparo, a temperatura utilizada é abaixo da temperatura preconizada pela legislação ( $< 70^{\circ}\text{C}$ ), e tem gerado preocupação quanto à segurança dos alimentos, pois os ovos e *Salmonella* spp são constantemente relacionados com surtos alimentares no mundo todo. Avaliar a inativação da *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a  $62^{\circ}\text{C}$  por 52 minutos, em forno combinado. Os ensaios realizados para a avaliação da inativação isotérmica partiram da inoculação na gema do ovo de  $0,1\mu\text{L}$  do pool bacteriano pré-preparado com 5 cepas diferentes de *Salmonella* spp., provenientes de surtos e isolamento de carcaças de aves. Foram utilizados 36 ovos, e uma triplicata de ovos foi avaliada microbiologicamente nos tempos 5, 8,10, 11, 12, 13,14, 15,17, 20 a 52 minutos em cocção isotérmica. Os ovos foram incubados por 24h a  $37^{\circ}\text{C}$ , para que a população bacteriana atingisse cerca de  $8,10 \log \text{UFC/g}$ . Em seguida os ovos artificialmente inoculados foram submetidos ao tratamento térmico com injeção direta de vapor em forno combinado. Aos 15 minutos do experimento realizado foi reduzido  $4 \log \text{UFC/g}$  e aos 17 minutos a inativação total foi atingida nos três experimentos repetidos. Os resultados foram modelados ao modelo de Mafart et al., 2002: Weibull obtendo  $R^2$  igual a 0,928 e uma redução 4D igual a 13,09 min, resultando em um valor de D igual a 3,27 minutos. Assim a avaliação desse estudo comprovou a inativação térmica da *Salmonella* spp na preparação do “ovo perfeito” em forno combinado.



## ABSTRACT

Eggs and Salmonella spp are constantly related to food outbreaks worldwide. Nowadays, this largely consumed food is used in gastronomic preparations called the perfect egg. It is used in temperatures below the inactivation of this food pathogen ( $<70^{\circ}\text{C}$ ), and it can be prepared in a combined oven using predetermined times. There are no studies that validate or evaluate whether this type of heat treatment is effective to inactivate possible contaminations that can occur with Salmonella in organic eggs. This study aims to evaluate the inactivation of Salmonella spp in organic eggs submitted to  $62^{\circ}\text{C}$  for 52 minutes in a combined oven. The assays performed for the evaluation were based on inoculation in the egg yolk of  $0.1\mu\text{L}$  from the pre-prepared bacterial pool with 5 different strains of Salmonella spp. from outbreaks and isolation of poultry carcasses. Thirty - six eggs were used and a triplicate of eggs was microbiologically evaluated in intervals of 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 20 to 52 minutes in isothermal cooking. The eggs were incubated for 24 hours at  $37^{\circ}\text{C}$  so that the bacterial population would reach about  $8.10\log\text{CFU/g}$ . Then the artificially inoculated eggs were submitted to heat treatment with direct injection of steam. At 15 minutes of the experiment,  $4\log\text{CFU/g}$  were reduced and at 17 minutes the total inactivation was reached in the three repeated experiments. The results were modeled on the model of Mafart et al., 2002: Weibull obtaining  $R^2$  equal to 0.928 and a 4D reduction equal to 13.09 min, resulting in a value of D equal to 3.27 minutes. Thus, the evaluation of this study proved the thermal inactivation of Salmonella spp in the gastronomic preparation in a combined oven.

## 1. INTRODUÇÃO

Preparações da gastronomia moderna vêm utilizando técnicas de cocção com temperaturas brandas. O forno combinado é umas das ferramentas utilizadas em cozinhas industriais e restaurantes da alta gastronomia, no qual combina vapor e calor seco para cocção dos alimentos, atingindo assim maior qualidade sensorial do alimento preparado, qualidade tão desejada pelo consumidor (COLETTI et al, 2016; REIS, 2012). A troca térmica realizada pelo forno combinado permite que a cocção seja rápida, segura e produtiva para diversos alimentos, inclusive ovos cozidos (CALADO 2008).

O ovo é um alimento muito versátil dentro de cozinhas industriais e da gastronomia moderna. Suas propriedades funcionais permitem sua utilização em diversas preparações, tais como em doces, emulsões e molhos. Além dos preparos tradicionais, o ovo coccionado em forno combinado com baixa temperatura por tempo prolongado tem recebido destaque e este é denominado “ovo perfeito” (AGUILERA, 2013). Essa denominação é devido à possibilidade de atingir a textura perfeita entre clara e gema, através de temperaturas isotérmicas em determinado tempo, podendo assim utilizar o auxílio de termocirculadores ou forno combinado (COLETTI, 2016; EVANGELISTA, 2016; HOUCHE, 2016).

Alguns Chefs de cozinha utilizam nessa preparação ovos orgânicos, pois acreditam que aromas e sabores são mais acentuados nesses ovos, além do fato de atenderem um público adepto ao consumo sustentável que é uma tendência mundial (FILHO, 2017). Outra variação do “ovo perfeito” são as inúmeras possibilidades de tempo e temperatura que podem ser submetidos, sendo um dos binômios utilizados em grandes restaurantes com estrela Michelin, é a temperatura de 62°C durante 52 minutos. (POLYSCIENCE, 2017, BALDWIN, 2012; PRATICA, 2013).

Tendo em vista esse cenário tão almejado por esses profissionais, percebe-se que a segurança do alimento não está garantida para o consumidor, devido à falta de uma inativação térmica mais eficiente sobre o alimento. Essa forma de consumo, parcialmente cozido, é relacionada nos dias de hoje com uma das doenças transmitidas

por alimentos mais recorrentes no Brasil e no mundo, a salmonelose (BRASIL, 2017; EFSA, 2016, INNS 2015; SEOCKMO K, 2016; FDA, 2017) e o principal microorganismo identificado nesses surtos é a *Salmonella* spp (BRASIL, 2016; TONDO; BARTZ, 2014).

Para inativação desse microrganismo, todas as partes do alimento tratado termicamente devem atingir temperatura mínima de 70°C, conforme legislação vigente (BRASIL, 2004). Mas preparações gastronômicas, como o “ovo perfeito”, não atingem essa medida de controle, não garantindo assim a qualidade higiênica-sanitária desse alimento. Portanto, estudos devem ser realizados para avaliar a eficiência dos tratamentos térmicos realizados em preparações onde medidas de controles exigidas por lei não são cumpridas.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento da *Salmonella* spp em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico em forno combinado e consequentemente descobrir o tempo de inativação em uma usual preparação gastronômica.

## 2. OBJETIVO

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar a inativação da *Salmonella* spp. submetida a tratamento isotérmico em forno combinado em ovos orgânicos.

- O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento da *Salmonella* spp em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico em forno combinado e consequentemente descobrir o tempo de inativação em uma usual preparação gastronômica.
- Avaliar a inativação da *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a 62°C por 52 minutos, em forno combinado.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar se o tratamento térmico de 62°C, por 52 minutos, em forno combinado é suficiente para inativar completamente uma população de *Salmonella* desenvolvida nas gemas de ovos orgânicos;
- Determinar o tempo de inativação da população de *Salmonella* spp. desenvolvida nas gemas de ovos orgânicos;
- Determinar o valor D em forno combinado;
- Correlacionar se o tempo de cocção é suficiente para inativar a *Salmonella* spp e coagular a clara e gema até atingir “ovo perfeito”.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 SALMONELLA

*Salmonella* são bactérias Gram-negativas, com morfologia de bastonete, anaeróbias facultativas, não formadoras de endósporos, a maioria é móvel por flagelos e pertencem à família *Enterobacteriaceae* (FORSYTHE, 2013). Sua temperatura de multiplicação ótima é na faixa de 37°C, porém podem se multiplicar em uma faixa entre 5°C a 45°C, sendo seu pH ótimo próximo da neutralidade (6,6 a 7); com relação à inativação térmica, todas as espécies de *Salmonella* são inativadas em temperaturas superiores a 60°C, sendo que temperaturas próximas à de pasteurização inativam suas populações bacterianas com maior eficácia.

Atualmente existem duas espécies de *Salmonella* (*S. enterica* e *S. bongori*). As *S. enterica* são responsáveis pelas infecções alimentares em humanos. Existem mais de 2600 sorovares de *Salmonella*, sendo que *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium* são os principais causadores de infecções alimentares (JONES *et al.*, 2008). Salmonelose é a denominação da infecção causada pela bactéria *Salmonella enterica* e é associada à ingestão de água contaminada, alimentos não cozidos e alimentos cozidos que não são reaquecidos após contato com um manipulador infectado (FDA, 2017).

A salmonelose humana é a doença de origem alimentar com maior incidência mundialmente (SCALLAN *et al* 2011; MAJOWICZ *et al*, 2010), ocupando a 4º posição de doença diarreica que mais atinge a população mundial (WHO, 2017). Países como EUA e aqueles pertencentes à União Europeia, que possuem um sistema rígido de investigação de surtos alimentares, relatam a relação de salmoneloses em ovos *in natura* (FDA, 2016; EFSA, 2016). No Brasil, a *Salmonella* spp. é o segundo patógeno responsável pelos surtos alimentares, sendo que os ovos e seus derivados ocupam o terceiro lugar como veículos desses surtos (BRASIL, 2017).

Sendo assim, nos dias de hoje, o alimento mais associado a salmoneloses ocorridas mundialmente ainda é ovo.

### 3.2 SALMONELLA EM OVOS

Produtos avícolas, principalmente ovos são associados à salmoneloses investigadas no mundo todo (BARANCELLI *et al*, 2012; FDA, 2017). Uma característica que torna esse alimento propício a causar salmoneloses é a capacidade de a bactéria contaminar a superfície externa (casca) e partes internas (clara e gema) do ovo. A contaminação externa ocorre devido ao contato da casca com material fecal durante a oviposição (ZHANG *et al*, 2013); já a contaminação interna pode ocorrer devido à infecção dos órgãos reprodutores das aves pelo patógeno, podendo ocorrer a contaminação direta na clara ou gema (GANTOIS *et al*, 2009). Outra característica que deve ser ressaltada é a importante propriedade nutritiva que a gema possui, o que a torna um meio de cultura bastante propício para *Salmonella* se multiplicar exponencialmente se temperaturas, após a oviposição, não forem controladas (FORSYTHE, 2013). As populações de *Salmonella* na gema podem alcançar contagens tão elevadas quanto  $10^8$  UFC/mL. A clara, devido ao seu pH elevado, não é um bom meio para a multiplicação da *Salmonella*, porém o micro-organismo pode permanecer viável, caso ocorra a contaminação.

Apesar dos grandes esforços das indústrias de ovos para controlar esse micro-organismo na cadeia produtiva, ainda há a possibilidade de ovos serem comercializados contendo *Salmonella*. Em vista disso, processos térmicos devem ser empregados, a fim de inativar possíveis populações viáveis.

### 3.3 FORMAS DE CONSUMO DE OVOS

O consumo de ovos no Brasil é de 190 unidades *per capita* (ABPA, 2016) e seu modo de preparo possui diversas variações, desde a preparação de doces, cremes,

emulsões (maionese) até *in natura*, sendo consumido, muitas vezes, da forma cozido, frito ou cru. O ovo cru ou mal cozido ainda é muito consumido (CDC, 2011), aumentando o risco de salmoneloses. Atualmente, há preparações da gastronomia moderna que utilizam técnicas que objetivam atingir aspectos sensoriais específicos, como clara coagulada e gema mole. Uma dessas técnicas é tratar os ovos a aproximadamente 60°C, por 60 minutos ou mais, atingindo assim o que alguns *Chefs* de cozinha chamam de o “ovo perfeito” (BALDWIN, D. 2012; HOECHE, U. 2016 EVANGELISTA *et al*, 2016). Os ovos geralmente utilizados nessa preparação são os orgânicos, devido ao fato desses *Chefs* acreditarem que as características originais como aroma, cor e sabor são preservadas nestes produtos, relacionando assim produtos de melhor qualidade aliados a sustentabilidade do setor (FILHO & PEREIRA, 2017).

Apesar da utilização de ovos orgânicos serem uma tendência de consumo, não há estudos sobre inativação térmica de micro-organismos neles. Dessa forma, essas preparações gastronômicas devem ser estudadas, no intuito de avaliar se o tratamento térmico empregado é suficiente para inativar possíveis contaminações por *Salmonella*.

### **3.4 MEDIDA DE CONTROLE: FORNO COMBINADO**

O aquecimento é a transferência de calor mais conhecida e utilizada para tratar termicamente um alimento e é a principal etapa onde se formam aromas e sabores específicos do produto (DOMODARAN, 2010). Ele também é responsável pela inativação de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, os quais podem estar presentes nos alimentos. Dessa forma, o aquecimento térmico é uma importante medida controle e de conservação (FORSYTHE, 2013).

Em forno combinado essa transferência de calor ocorre para o alimento através de três formas: condução entre alimento e superfície metálica; convecção entre alimento e ar quente que flui sobre o sistema; e por fim radiação das superfícies de aquecimento (paredes do forno) que chegam, por fim no alimento de forma simultânea (REIS, 2012; CALADO, 2008). Esses fenômenos de transporte retiram umidade do alimento, aumentando a troca convectiva e chegam numa relação umidade, temperatura e tempo,

que determinarão o tempo de cocção e o resultado final do produto (SAKIN & ILICALI, 2009).

Temperaturas elevadas, como 230°C, podem ser utilizadas em forno combinado. Porém as temperaturas mais usuais para tratamentos térmicos nesse equipamento são próximas as de pasteurização (abaixo de 65°C), pois assim há menores interferências em aspectos sensoriais e nutricionais dos alimentos (REIS, 2012; CALADO, 2008; PRATICA, 2013). Ao utilizar o forno combinado para processar termicamente alimentos com carga microbiológica alta, a inativação térmica poderá não ser suficiente para garantir a segurança dos alimentos. Isso pode ocorrer principalmente se as temperaturas utilizadas forem abaixo da pasteurização (cerca de 70°C), o que pode não ser suficiente para eliminar micro-organismos patogênicos, tais como *E. coli* e *Salmonella* spp. (STUMBO, 1973).

### 3.5 COCÇÃO DE OVOS EM FORNO COMBINADO

Alguns serviços de alimentação e restaurantes industriais buscam técnicas e processos com vantagens operacionais que equilibrem aspectos sensoriais e nutricionais na gastronomia moderna. O forno combinado utiliza a técnica de cocção com calor úmido (vapor) e aquecimento seco, de forma simultânea sobre os alimentos, podendo assim cozinhar desde vegetais, carnes e ovos (PRATICA, 2013; BRAVO, C.B e ABREU, S. E, 2011; COLETTI G. F, 2016.).

A cocção de ovos em forno combinado utiliza temperaturas controladas que possibilitam a coagulação da clara sem atingir a coagulação da gema (gema mole). Essa diferença de textura é obtida, pois a temperatura de coagulação das proteínas da clara ocorre em torno de 58°C, enquanto a da gema é de 65°C (PUPPIN, 2004). Além da temperatura, o tempo de permanência do ovo em contato com o calor é também determinante para atingir a textura desejada (REIS, 2012).

Porém, a Organização Mundial da Saúde sugere que os alimentos em geral, principalmente os ovos, atinjam 70°C durante o cozimento (WHO, 2006) e o *Codex Alimentarius* recomenda que o tempo e a temperatura dos alimentos cozidos oferecidos em serviços de alimentação, devem ser suficientes para garantir a destruição de micro-



organismos patógenos não produtores de esporos (CODEX ALIMENTARIUS, 1993). Já no Brasil, os alimentos submetidos a tratamentos térmicos devem atingir 70°C para garantir a qualidade higiênico-sanitária do alimento (BRASIL, 2004) e os ovos quando cozidos ou fritos devem apresentar gema dura (RIO GRANDE DO SUL, 2009; SÃO PAULO, 2013).

Portanto, a técnica de cocção de ovos em forno combinado embora seja realizada em diferentes países há um longo tempo, está em desacordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação para a segurança de alimentos. E até o presente momento não foi validada com os parâmetros de tempo e temperatura que geralmente são utilizados.

### 3.6 MICROBIOLOGIA PREDITIVA E INATIVAÇÃO

A microbiologia preditiva é uma ferramenta que permite prever o comportamento de um micro-organismo exposto a determinadas situações, como temperatura, pH, condições de armazenamento e umidade. Através dessa ferramenta, modelos são construídos para avaliar a multiplicação ou sobrevivência de micro-organismos críticos para os alimentos em situações de risco (MCMEEKIN, 2008; MCMEEKIN, ROSS, 2002).

O GInaFIT é um *software* que permite avaliar a dinâmica das curvas de sobrevivências de micro-organismos, fornecendo nove modelos não-logarítmicos para serem ajustados de forma gratuita. Os modelos fornecem além da curva, o número de ciclos de log de redução facilitando a interpretação e aplicação em processos que envolvam alimentos (GEERAERD *et al*, 2005). Através desse *software* será possível prever o comportamento da *Salmonella* spp em ovos orgânicos, submetidos a tratamento térmico em forno combinado. Obtendo assim o tempo de inativação, obtido pelo ajuste dos dados experimentais aos modelos fornecidos pelo *software*.

A metodologia e os resultados serão apresentados na forma de artigo.

#### **4. ARTIGO**

##### **Inativação da *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico em forno combinado**

Artigo preliminar a ser submetido ao periódico Food Control, após formatação e tradução para o inglês.

## **Inativação da *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico em forno combinado**

Ana Carolina Fösch Batista

### **RESUMO**

Os ovos são amplamente consumidos no mundo todo e apresentam diversas formas de preparo, destacando a cocção com baixa temperatura por tempo prolongado. Este tipo de cocção pode ser realizado em forno combinado e a denominação do preparo é “ovo perfeito”. Neste tipo de preparo, a temperatura utilizada é abaixo da temperatura preconizada pela legislação ( $< 70^{\circ}\text{C}$ ), e tem gerado preocupação quanto à segurança dos alimentos, pois os ovos e *Salmonella* spp são constantemente relacionados com surtos alimentares no mundo todo. O objetivo desse estudo foi avaliar a inativação da *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a  $62^{\circ}\text{C}$  por 52 minutos, em forno combinado. A gema de 36 ovos foi inoculada com  $0,1\mu\text{L}$  aproximadamente, de um *pool* de 5 cepas de *Salmonella* spp. Os ovos foram incubados por 24h a  $37^{\circ}\text{C}$ , possibilitando que a população bacteriana atingisse cerca de  $8,0 \log \text{UFC/g}$ . Em seguida, os ovos foram submetidos a tratamento térmico com injeção direta de vapor, em forno combinado e uma triplicata de ovos foi avaliada microbiologicamente nos tempos 5, 8,10, 11, 12, 13,14, 15,17, 20, 52min. Os resultados de inativação térmica foram modelados pelo Programa GinaFit e demonstraram uma redução de  $4 \log \text{UFC/g}$  e (4D) de *Salmonella* em 13,09 min. A inativação total da população ocorreu em 17 minutos, indicando que o processo por 52 minutos a  $62^{\circ}\text{C}$  pode ser considerado seguro.

**Palavras-chave:** Inativação, *Salmonella*, ovo perfeito, forno combinado.

## INTRODUÇÃO

O consumo dos ovos aumenta a cada ano (ABPA, 2016; POULTRY TRENDS, 2017). Sua versatilidade culinária como espessante, emulsificante, formador de espumas e ingrediente principal de molhos, doces, incluindo maionese permite a expansão desse alimento dentro de cozinhas industriais e restaurantes da alta gastronomia (AGUILERA; BLAZES, 2013). Além disso, suas importantes características nutricionais como fonte de aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B e minerais também são responsáveis pelo aumento do consumo a cada ano no mundo (DOMODARAN, 2011; FAO, 2015).

A tendência por consumo sustentável através de alimentos sem agrotóxicos, antibióticos são aplicados também aos ovos, denominados de ovos orgânicos. Essa variedade é utilizada por *Chefs* de cozinha devido à produção de aromas e sabores mais evidentes em seus pratos (FILHO, 2017), além da coloração laranja mais acentuada devido à alimentação das galinhas a base de milho orgânico (AVILA, 2010) que é amplamente buscada por esses profissionais da área.

Alguns *Chefs* buscam atingir equilíbrio sensorial dos alimentos com técnicas e equipamentos que possibilitem o controle do tempo, temperatura e umidade, atingindo assim maior qualidade sensorial e nutricional (BALDWIN, 2012; PRATICA, 2013; BRAVO, C.B e ABREU, S. E, 2011). Uma das preparações inovadoras é a cocção de ovos orgânicos de forma isotérmica, ou seja, uma única temperatura é utilizada durante todo cozimento. Quando os ovos são submetidos a tratamentos térmicos controlados, a textura da clara coagulada e gema crua são atingidas de forma uniforme e fácil, chamando assim esse preparo de “ovo perfeito” (HOECHE, 2016; COLETTI, 2016). Diversos binômios tempos e temperaturas são utilizados para atingir esses aspectos sensoriais desse preparo (PRATICA, 2013, POLYSCIENCE, 2017), um dos utilizados é a cocção em forno combinado durante 52 minutos a 62°C.

Uma das técnicas utilizadas no “ovo perfeito” é a utilização de forno combinado, que permite utilizar uma única temperatura durante todo o preparo (PRATICA, 2013, CALADO, 2008; BALDWIN, 2012). Esse equipamento permite cocção combinado de calor úmido fornecido pelo vapor e o calor seco pelo aquecimento, permitindo assim

que os ovos recebam os três tipos de transferência de calor de forma simultânea, radiação, convecção e condução (REIS, 2012; DE BAERDEMAEKER, 1995) de forma que a textura da gema e da clara é obtida de maneira fácil e satisfatória.

Tais temperaturas utilizadas para atingir as características sensoriais do ovo, estão abaixo daquelas exigidas pela legislação brasileira vigente, a qual preconiza que todas as partes dos alimentos devam atingir 70°C (BRASIL, 2004; RIO GRANDE DO SUL, 2008), ficando a dúvida se o binômio de 62°C por 52min é suficiente para inativar uma possível contaminação dos ovos por *Salmonella*. Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar a inativação da *Salmonella* spp. em ovos orgânicos submetidos a tratamento isotérmico em forno combinado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Escolha das bactérias e preparação do inóculo bacteriano*

Foi preparado um *pool* bacteriano formado por cinco cepas de *Salmonella* pertencentes à coleção de Culturas do Laboratório de Microbiologia e Controle de Alimentos (ICTA/UFRGS), Porto Alegre, Brasil. Foram utilizadas as seguintes cepas: *S. Enteritidis* SE86, *S. Enteritidis* 55507, *S. Typhimurium* L112031 (isoladas de surtos alimentares ocorridas no Rio Grande do Sul); *S. Heidelberg* e *S. Minnesota* isoladas de carcaças de aves em frigoríficos do mesmo estado do sul do Brasil.

Os micro-organismos estavam armazenados em *freezer* a -20°C e foram ativados, separadamente inoculando uma alçada de cada cultura em 5mL de caldo Infusão de Cérebro e Coração (BHI, Merck, Darsmtadt, Alemanha), o qual foi incubando a 37 °C, por 18 a 24 h até o turvamento do meio de cultura. Esse procedimento foi realizado por dois dias consecutivos, a fim de obter células metabolicamente ativas.

Posteriormente, para a preparação do *pool*, foram transferidos 2mL de cada cultura de cada micro-organismo, para tubos Falcon estéreis, os quais foram centrifugados a uma temperatura de 10°C, por 10 minutos a 3500rpm, sendo o sobrenadante descartado e o *pellet* lavado com água peptonada 0,1% (m/v) (Merck,

Darsmtadt, Alemanha). Esse procedimento foi repetindo três vezes. Depois da terceira repetição, as células foram ressuspendidas em água peptonada 0,1% (m/v) (Merck, Darsmtadt, Alemanha) e a concentração final de células foi verificada e ajustada por meio de densidade óptica (DO<sub>630nm</sub>) e por contagem em placas. Por fim foram preparadas diluições decimais seriadas em água peptonada 0,1% (m/v) (Merck, Darsmtadt, Alemanha) e o *pool* inoculado nos ovos (100 a 10<sup>4</sup> UFC/mL).

#### *Inoculação do pool nos ovos*

A inoculação do *pool* de *Salmonella* nos ovos foi realizado como descrito por De Paula et al. (2005) e GEVEKE *et al* (2016), com modificações. Com auxílio de um ovoscópio, identificou-se, previamente, a localização da gema nos ovos orgânicos comprados em supermercado local. Os ovos foram pesados para classifica-los igualmente em cada triplicata realizada nos ensaios. Após a marcação do local da gema, através de uma seringa de 10 ml (Plastipak TM Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ, USA) foi acoplada uma agulha estéril de dimensões 25 mm × 0,80 mm (Descarpack, Jiangsu Jichun Medical Devices Co., China) e assim foram inoculados 0,1µL do *pool* bacteriano em 36 ovos, os quais foram fechados posteriormente com cola de secagem rápida (Scotch, 3M, Brazil) para evitar contaminação das amostras com o meio de ensaio. Por fim, os ovos inoculados foram incubados, overnight a 37°C, para a multiplicação e realização do experimento.

#### *Ensaio térmico e inativação de Salmonella spp.*

Os ovos artificialmente contaminados foram separados por pesos semelhantes e organizados em triplicatas a serem analisadas em 12 tempos de processamento térmico. A partir da temperatura ambiente, foram colocados para cada tempo, três ovos no centro de uma cuba de alumínio de uso culinário, com pequenos orifícios no seu interior, para receberem uniformemente o calor úmido do forno combinado.

Os tempos para verificação da redução microbiana foram de 0, 5, 8,10, 11, 12, 13,14, 15,17, 20, 52 minutos, sendo o ponto final (52 min) o tempo de cocção ideal para atingir a textura da clara coagulada e gema mole em forno combinado (BALDWIN,

2012; POLYSCIENCE, 2017; DE BAERDEMAEKER,1995). O forno foi pré-aquecido até atingir a temperatura do ensaio térmico, que foi de 62°C e as contagens da população de Salmonella no tempo zero foram de aproximadamente  $10^8$  UFC/g.

Para controlar o comportamento da temperatura dentro do forno e do aquecimento dos ovos durante o tratamento térmico, foram utilizados termopares com sistema Data Logger (Tenmars, Taiwan); o primeiro foi posicionando no centro da cuba onde havia o local da injeção de vapor do forno; e um segundo termopar foi posicionado no centro geométrico de um ovo (não contaminado), através de um pequeno orifício.

Após a cocção, os ovos foram colocados em banho de gelo para cessar a ação do tratamento térmico naquele dado tempo.

#### *Análises microbiológicas*

Para cada ponto do ensaio, os três ovos foram cuidadosamente quebrados e homogeneizados separadamente em sacos estéreis, durante 30s, em Stomacher (Stomacher® 400, Seward, England). Posteriormente, 10g de amostra foram homogeneizadas em 90mL de água peptonada 0,1% (m/v) (Merck, Darsmtadt, Alemanha), por 2 minutos, em Stomacher (Stomacher® 400, Seward, England), seguindo de diluição decimal, em água peptonada 0,1% (m/v) (Merck, Darsmtadt, Alemanha). Nos tempos de 15, 17, 20 e 52 minutos foi utilizada água peptonada tamponada 1% (m/v) (Merck, Darsmtadt, Alemanha) para recuperação das células estressadas, devido ao tratamento térmico.

Em seguida, foram semeadas 100 µl das diluições pela técnica de espalhamento em superfície de ágar Lisina Xilose Desoxicolato (XLD, Merck, Darsmtadt, Alemanha), e posteriormente incubadas a 37°C, por 18 a 24h. As contagens bacterianas foram realizadas em triplicata e os ensaios foram repetidos três vezes. Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra, UFC/g.

### *Determinação dos parâmetros cinéticos*

Os dados experimentais da inativação térmica foram ajustados aos modelos lineares e não lineares gerados pelo software GInaFiT. Os parâmetros obtidos foram o valor de D e a taxa de inativação. O modelo escolhido foi avaliado através dos cálculos do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) considerando o melhor resultado aquele modelo que obtivesse o valor mais próximo de 1 e RMSE mais próximo de zero será o melhor ajuste entre os valores preditos e observados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com o sistema Data Logger (Tenmars, Taiwan), foi possível avaliar o comportamento do aquecimento no centro geométrico do alimento escolhido nesse trabalho, o ovo. Esse resultado é importante, pois assim é possível saber o ponto exato que o centro geométrico, onde está localizada a gema, atinge a temperatura de coagulação ( $65^{\circ}\text{C}$ ) (PUPPIN, 2004), relacionando assim a temperatura com tempo de cocção escolhido. Como pode ser observado na Tabela 1, a partir do ponto 0, os ovos que estavam contaminados artificialmente se encontravam em temperatura ambiente, antes de começar o aquecimento. Até 5 minutos a temperatura aumentou menos de  $10^{\circ}\text{C}$  nesse intervalo. A partir dos 8 minutos, a temperatura aumentou rapidamente, passando a uma diferença de aproximadamente  $2^{\circ}\text{C}$  em cada ponto avaliado. Porém, ao atingir a temperatura de  $56^{\circ}\text{C}$ , aos 15 minutos essa variação se tornou constante até atingir a temperatura do forno de  $62^{\circ}\text{C}$ .



Tabela 1. Relação entre tempo, temperatura e inativação da *Salmonella* spp. dos ensaios térmicos realizados.

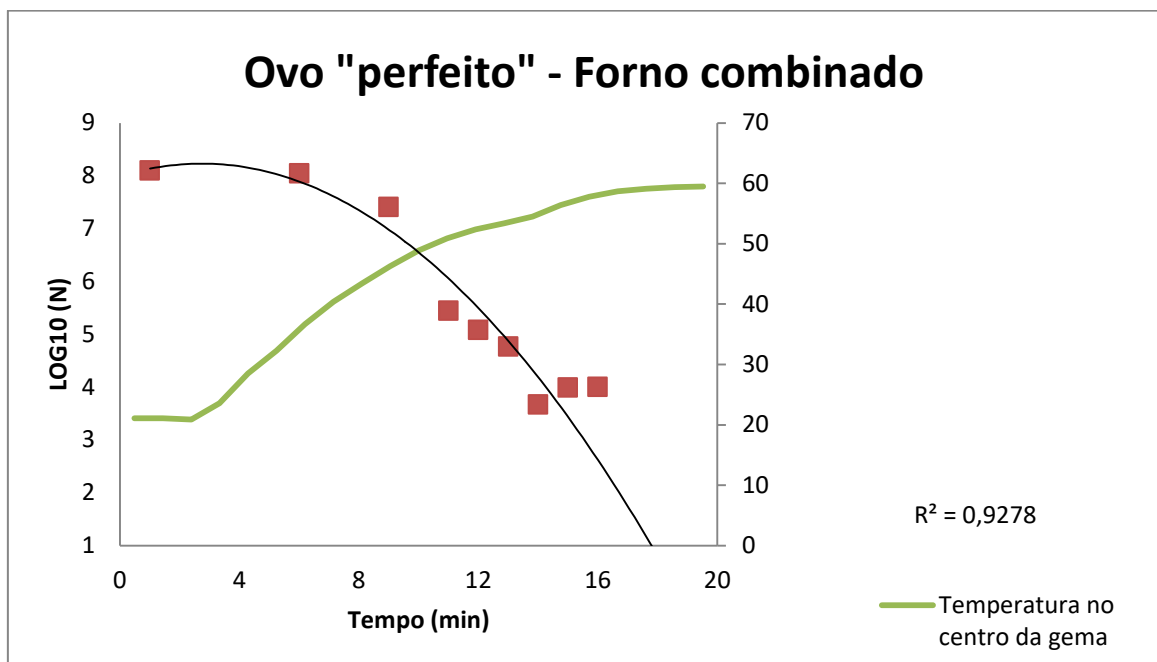
<b>Tempo (min)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>UFC/g</b>	<b>LOG (10) UFC/g</b>
0	21,1	1,25E+08	8,10
5	32,3	1,10E+08	8,04
8	43,4	2,55E+07	7,41
10	48,9	2,77E+05	5,44
11	50,9	1,21E+05	5,08
12	52,4	5,80E+04	4,76
13	53,4	4,64E+03	3,67
14	54,5	9,72E+03	3,99
15	56,4	9,97E+03	4,00
17	58,7	n.d*	0
20	59,5	n.d*	0
52	62,2	n.d*	0

\* n.d: não detectado pela técnica utilizada.

Os resultados das contagens bacterianas decresceram ao longo do tempo como pode ser observado também na Tabela 1. No tempo 0 havia 8,10 log UFC/g de *Salmonella* spp. Após 5 minutos, a uma temperatura de aproximadamente de 32,2°C a inativação foi muito baixa, e as contagens permaneceram na faixa de 8,04 log UFC/g. A partir dos 8 minutos o centro geométrico atingiu a temperatura de 43,3°C, e as contagens foram reduzidas em cerca de 1 log UFC/g, indicando o início da inativação térmica. O aumento de 5°C entre os pontos de 8 minutos e 10 minutos, resultou na redução das contagens microbianas para 5,44 log UFC/g. Nos intervalos de 11, 12, 13, 14 e 15 minutos, as diferenças entre as reduções foram muito poucas, porém permaneceram em uma faixa de 4 log UFC/g. Essa sutil diferença entre os pontos pode ser associada a pequena mudança na temperatura interna do ovo, que não atingiu a temperatura de coagulação (58°C) e nem a temperatura de inativação dos patógenos inoculados (FORSYTHE, 2013).

Aos 17 minutos, a temperatura da gema atingiu 58,7°C e a inativação total da população de *Salmonella* spp. foi atingida. Esse resultado foi confirmado nos tempos consecutivos de 20 e 52 minutos. Além de confirmar que ao atingir o ponto de equilíbrio da textura desejada (temperaturas inferiores a 68°C), haverá inativação desse patógeno alimentar tão recorrente em ovos. Esse resultado e relação de tempo e temperatura afirmam que o tratamento térmico empregado é suficiente para inativar uma alta população de *Salmonella* em ovos.

A Figura 1 demonstra a relação entre temperatura, tempo e inativação microbiológica ocorrida nesse estudo. Os resultados foram copilados de forma simultânea em um mesmo gráfico para mostrar o momento aproximado que o centro do ovo atinge temperaturas mais altas como a de 58°C, e quando se inicia a inativação térmica mais efetiva do experimento. O ponto que pode ser relacionado é quando o tempo completa 15 minutos de cocção constante. Confirmando assim as relações discutidas anteriormente.



**Figura 1:** Gráfico tempo, temperatura e inativação térmica da *Salmonella* spp em ovos orgânicos à 62°C por 52 minutos em forno combinado.

Para obter os parâmetros cinéticos da inativação, os dados experimentais foram ajustados no modelo oferecido pelo software GInaFiT, sendo o melhor resultado o Modelo Mafart et al., 2002: Weibull, com  $R^2$  igual a 0,928 e uma redução 4D igual a 13,09 min. Através do modelo fitado foi possível observar o comportamento do micro-organismo durante o tratamento térmico inoculados nos ovos, e assim descobrimos que em 3,27min é o tempo necessário para obter uma redução de 99% das células viáveis patogênicas. O ajuste do modelo pode ser observado na figura 1.

Outros trabalhos avaliam a inativação térmica da *Salmonella* em diferentes temperaturas para conhecer o comportamento desse patógeno quando submetido a tratamentos, como o aquecimento. Geveke, D. et al (2016) submeteram ovos inteiros inoculados com *S. Enteritidis* na água quente em temperaturas de 56,7 ° C durante 60 min e 55,6 ° C durante 100 min, com o objetivo de avaliar a resistência térmica desse micro-organismo e descobrir o tempo para o centro do ovo atingir a temperatura que foram cozidos, comparando com alterações bioquímicas durante a cocção. As reduções alcançadas tiveram valores máximos de 4,5 log, tanto para 60 min como para 100 min

de cocção. E para atingir a temperatura de 58°C, que é quando as proteínas da clara começam a coagular, bastou apenas 21 minutos para obter esse resultado.

Com a água sendo o condutor de calor no estudo realizado por Geveke, D. et al (2016) foi observado um aquecimento mais lento e conseqüentemente uma inativação mais lenta da *S. Enteritidis*, quando comparamos com esse estudo que usou temperatura mais alta, atingindo a temperatura de 58°C aos 17 minutos de cocção. Isso pode ter ocorrido, devido a transferência de calor em forno combinado, através do calor úmido que atinge 100°C e calor seco programado para esse experimento à 62°C, o centro do ovo é atingido de forma mais eficiente e rápida comparando com o ovo submerso em água. As duas formas de condução de calor existente nesse equipamento, facilitam o aquecimento, mesmo a água sendo mais condutiva que o vapor. Já a redução de 4,5 log, também foi semelhante a esse trabalho mesmo atingindo um tempo menor a redução de aproximadamente 4 log, em 13,09 minutos, mostrando uma inativação térmica eficiente.

Já HOU et al (1996) utilizou forno a vapor para investigar a eficiência de temperaturas de pasteurização como a de 55°C e 57°C em ovos inoculados com *S. Enteritidis* ATCC 13076. Duas formas de cocção foram realizadas, a primeira utilizou forno com ar quente reduzindo 5 log de *S. Enteritidis* em 180 min, enquanto que o segundo método que aquecia os ovos em banho de água à 57°C e depois a 55°C reduziu 7 log em 60 minutos. O resultado obtido no segundo tratamento térmico, mostrou uma redução total do patógeno alimentar inoculado, que foi semelhante ao atingido nos ensaios realizados no forno a vapor a 62°C, que em 52 minutos, foi inativada totalmente 5 cepas de *Salmonella* spp.

Outro importante resultado encontrado que pode ser discutido e comparado foram os ensaios térmicos realizados por CHANTARAPANONT, et al (2000). Seus experimentos consistiram em cozinhar ovos em temperaturas maiores, usando também dois métodos de cocção. O primeiro os ovos eram mantidos em banho de água fora do aquecimento a uma água que inicialmente estava a 100°C até que atingisse a temperatura ambiente, chamada de técnica American Egg Board. Já o segundo os ovos foram submersos em água e aquecidos durante 15 minutos com água a 100°C que estavam a temperatura de 23°C eram colocados em água por 15 minutos à uma temperatura de 100°C por 15 minutos, atingindo nos dois experimentos a temperatura final da gema de 62°C, igual a temperatura obtida nesse experimento. Os valores de D

descobertos nesse experimento foram maiores que o esse estudo em forno combinado. Os maiores valores de D obtidos foram de 5,14 para o primeiro métodos e 7,39 min para o segundo método, considerando a temperatura de 56°C, mostrando semelhança no D obtido que foi de 3,27 minutos à 62°C. Eles constataram também que fatores como o tamanho do ovo e a temperatura inicial, podem influenciar na inativação, devido ao tempo que o centro geométrico atinge a temperatura de cocção.

Ao comparar os resultados obtidos de inativação microbiana de *Salmonella* spp em ovos, com diferentes temperaturas e diferentes tratamentos térmicos, podemos concluir que os resultados obtidos por esse trabalho foram condizentes com as condições que os ovos e o patógeno foram submetidos, pois o vapor úmido e a temperatura controlada tornaram a inativação mais lenta devido ao vapor conduzir mais lentamente o calor em alguns casos, porém a inativação total ocorreu de forma significativa.

## CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a ocorreu a inativação térmica de 8 log UFC/g de *Salmonella* spp. devido a um tratamento isotérmico (62°C), em forno combinado. Essa redução ocorreu em 17 minutos, indicando que o tratamento por 52 minutos por ser considerado seguro, em relação a possível contaminação de ovos por *Salmonella*. Além disso, o valor  $D_{62^{\circ}\text{C}}$  foi de 3,27minutos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABPA. **Relatório Anual 2016**. São Paulo

AGUILERA, J. M.; BLAZES, M. Edible structures : the basic science of what we eat. [s.l.] CRC Press, 2013.

BALDWIN, D. E. Sous vide cooking: A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 1, n. 1, p. 15–30, 2012.

BRASIL. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil - Dezembro de 2017**. Brasília.

BRASIL, Portaria N°78, 30 de janeiro de 2009.

BRASIL, RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004.

BRAVO, C. B.; ABREU, S. E. Avaliação da preservação de nutrientes: um estudo da cocção de carnes em forno combinado e forno convencional. **VII Jornada de Iniciação Científica. Universidade Presbiteriana Mackenzie**, São Paulo - 2011

COLETTI, G. F. Gastronomia , história e tecnologia : a evolução dos métodos de cocção. Contextos Da Alimentação – **Revista de Comportamento, Cultura E Sociedade**, 4(2), 41–55, (2016).

CHANTARAPANONT, W., Slutsker, L., Tauxe, R. V, & Beuchat, L. R. Factors influencing inactivation of *Salmonella enteritidis* in hard-cooked eggs. *J Food Prot*, 63(1), 36–43. (2000).

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 70p.

DE BAERDEMAEKER, J., & Nicolai, B. M. Equipment considerations for sous vide cooking. *Food Control*, 6(4), 229–236. . (1995).

DE PAULA, C. M. D.; MARIOT, R. F.; TONDO, E. C. Thermal Inactivation of *Salmonella Enteritidis* by boiling and frying egg methods. v. 25, p. 43–57, 2005.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. EGG Facts, March, 2015. Retrieved from <http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-egg-facts-en.pdf>

FILHO, C. L.D., & PEREIRA, V. O mercado de frangos e ovos orgânicos e caipira - **Potencial de mercado**. (2017).

FORSYTHE, Stephen J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. Ed.- Porto Alegre: Artmed, 2013. P.114-485.

GEVEKE, D. J., Gurtler, J. B., Jones, D. R., & Bigley, A. B. W. Inactivation of *Salmonella* in Shell Eggs by Hot Water Immersion and Its Effect on Quality. *Journal of Food Science*, 81(3), M709–M714. (2016).

HOECHE, U. The Sous Vide Revolution: Coming Full Circle and Beyond– **Food and Revolution**. Dublin Gastronomy Symposium, 2016.. Retrieved from <<https://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1104&context=dgs>>

HOU, H. Singh; MURIANA R.K.; P.M.StadelmanW.J. Pasteurization of intact shell eggs. *Food Microbiology*. V.13, ed. 2, páginas 93-101, abril de 1996.

MESSENS, W.; GRIJSPEERDT, K.; HERMAN, L. Eggshell penetration by *Salmonella*: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, n. 1, p. 71–86, 18 mar. 2005.

INNS, T., Lane, C., Peters, T., Dallman, T., Chatt, C., McFarland, N., ... Vivancos, R A multi-country *Salmonella Enteritidis* phage type 14b outbreak associated with eggs from a German producer: “Near real-time” application of whole genome sequencing and food chain investigations, United Kingdom, may to september 2014. *Eurosurveillance*, 20(16). (2015).

POLYSCIENCE. Temperature guide - PolyScience Innovative Culinary Technology. Disponível em: <<https://polyscienceculinary.com/pages/temperature-guide>>. Acesso em: 7 out. 2017.

PRATICA, TECNICOOK: **Manual de uso e instalação de forno combinado**, 2013.

POULTRY TRENDS. v. 19, 2016.

PUPPIN, S. **Ovo: o mito do colesterol**. Rio de Janeiro: Editora Rio, 1ed., 49p. 2004.

REIS, C. D, José. **Medidas do coeficiente de transferência de calor em fornos combinados**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Mauá do Centro. São Caetano do Sul, SP, 2012.

SEOCKMO K., et al. (2016). Salmonella in Shell Eggs: Mechanisms, Prevention and Detection. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(1), 1–7.  
<https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000455>

TONDO, E. C.; BARTZ, S. Microbiologia e sistemas de gestão da segurança de alimentos. Editora Sulina.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo é possível concluir que:

- ✓ Houve redução de 4 log UFC/g em 13,09 minutos.
- ✓ O tempo de cocção de 52 minutos garante a inativação total da Salmonella spp em ovos orgânicos em forno combinado.
- ✓ Ovo perfeito preparado nas condições de 62°C por 52 minutos, se estiver contaminado inicialmente em seu interior com aproximadamente 8 log UFC/g reduzirá sua carga microbiana aos 17 minutos de cocção.
- ✓ O valor de D para esse experimento foi de 3,27min.



## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABPA. **Relatório Anual 2016**. São Paulo

BALDWIN, D. E. Sous vide cooking: A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 1, n. 1, p. 15–30, 2012.

BARANCELLI, V. G.; MARTIN, J. G. P.; PORTO, E. Salmonella em ovos: relação entre produção e consumo seguro. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 73–82, 2012.

BRASIL. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil - Dezembro de 2017**. Brasília.

BRAVO, C. B.; ABREU, S. E. Avaliação da preservação de nutrientes: um estudo da cocção de carnes em forno combinado e forno convencional. **VII Jornada de Iniciação Científica. Universidade Presbiteriana Mackenzie**, São Paulo - 2011

CDC. **How Restaurants Prepare Eggs**. Disponível em:  
<[https://www.cdc.gov/nceh/ehs/ehsnet/plain\\_language/how-restaurants-prepare-eggs.pdf](https://www.cdc.gov/nceh/ehs/ehsnet/plain_language/how-restaurants-prepare-eggs.pdf)>.

CALADO, A. V. S. Usabilidade da cocção industrial: uma análise comparativa entre o sistema de cocção tradicional e o sistema de cocção inteligente. **Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco**, CAC, Recife-PE, 2008

CODEX ALIMENTARIUS. CODE OF HYGIENIC PRACTICE FOR PRECOOKED AND COOKED FOODS IN MASS CATERING. 1993.

COLETTI, G. F. Gastronomia , história e tecnologia : a evolução dos métodos de cocção. Contextos Da Alimentação – **Revista de Comportamento, Cultura E Sociedade**, 4(2), 41–55, (2016).

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 70p.

EFSA- Multi-country Salmonella outbreak- **EFSA Journal**, Publicado em 27 DE OUTUBRO DE 2016. Disponível em<  
<https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/161027-0>> .

EVANGELISTA, D. P; GUERRA, L. D. G., NEVES, L. G. F., PEREIRA, Y. Os novos sabores da velha- **UNICEUB – Centro Universitário de Brasília**, Trabalho de conclusão de curso, Brasília, 2016.

FDA. (Food&Drug Administration)- **Foodborne Illnesses: What You Need to Know, 2017**. Disponível em:  
<<https://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/FoodborneIllnessesNeedToKnow/default.htm>>.

FDA. (Food&Drug Administration - **Investigates Outbreak of Salmonella Oranienburg Linked to Shell Eggs, 2016**. Disponível em:  
<https://www.fda.gov/Food/RecallsOutbreaksEmergencies/Outbreaks/ucm523017.htm>

FILHO, C. L.D., & PEREIRA, V. O mercado de frangos e ovos orgânicos e caipira - **Potencial de mercado**. (2017).

FORSYTHE, Stephen J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. Ed.- Porto Alegre: Artmed, 2013. P.114-485.

GANTOIS, I., Ducatelle, R., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Gast, R., Humphrey, T. J., & Immerseel, F. Van. (2009). Mechanisms of egg contamination by Salmonella Enteritidis. **FEMS Microbiology Reviews**. v 33, Ed. 4, p. 718-738 , 1 de julho de 2009  
<https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00161.x>

GEERAERD, A. H., Valdramidis, V. P., & Van Impe, J. F. GInaFiT, a freeware tool to assess non-log-linear microbial survivor curves. **International Journal of Food Microbiology**, 102(1), 95–105, (2005).

HOECHE, U. The Sous Vide Revolution: Coming Full Circle and Beyond– **Food and Revolution**. Dublin Gastronomy Symposium, 2016.. Retrieved from  
<<https://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1104&context=dgs>>

JONES, T. F. et al. Salmonellosis Outcomes Differ Substantially by Serotype. **The Journal of Infectious Diseases**, v. 198, n. 1, p. 109–114, 1 jul. 2008.

MAJOWICZ, S. E. et al. The Global Burden of Nontyphoidal *Salmonella*

Gastroenteritis. **Clinical Infectious Diseases**, v. 50, n. 6, p. 882–889, 2010.

PRATICA, TECNICOOK: **Manual de uso e instalação de forno combinado**, 2013.

POULTRY TRENDS. v. 19, 2016.

PUPPIN, S. **Ovo: o mito do colesterol**. Rio de Janeiro: Editora Rio, 1ed., 49p. 2004.

REIS, J, C. D. **Medidas do coeficiente de transferência de calor em fornos combinados**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia Mauá do Centro. São Caetano do Sul, SP, 2012.

SAKIN, M., Kaymak-Ertekin, F., & ILICALI, C. Convection and radiation combined surface heat transfer coefficient in baking ovens. *Journal of Food Engineering*. V. 94. p. 344 a 349, outubro de 2009.

SCALLAN, E .et al. Foodborne Illness acquired in the United States-major pathogens. **Emerg. Infect.Dis.** v. 17,p. 7-15, publicado em 2011.

STUMBO, C. R. **Thermobacteriology in Food Processing**. 2nded.New York; London: Academic Press, pg. 300-400, 1973.

WHO. **FIVE KEYS TO SAFER FOOD MANUAL**. Disponível em:  
<[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43546/1/9789241594639\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43546/1/9789241594639_eng.pdf)>

WHO - **Food safety**. Disponível em:  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/en/>

ZHANG, G.; Brown, E. W; Hammack, TS. Comparison or different preenrichment broths, egg: preenrichment broth ratios, and surface disinfection for the detection os *Salmonella enterica ssp enterica serovar Enteritidis* in shell eggs. **Poult Sci.** 92, 9010-3016. (2013)

