



# Avaliação do uso da capela de fluxo laminar em análises microbiológicas de carne de frango

*Evaluation of the use of the laminar flow chapel in microbiological analysis of chicken meat*

**Aline Resmini Melo** ([aline.melo@satc.edu.br](mailto:aline.melo@satc.edu.br))

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e coordenadora do curso de Engenharia Química da Faculdade Satc.

**Carolina Resmini Melo Marques** ([carolina.melo@satc.edu.br](mailto:carolina.melo@satc.edu.br))

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professora e pesquisadora da Faculdade Satc.

**Larissa Bento Bortolatto** ([larissa.bortolatto@satc.edu.br](mailto:larissa.bortolatto@satc.edu.br))

Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professor da Faculdade Satc

**Roberto Borgert Ferrari** ([roberto.ferrari@jbsfoods.com.br](mailto:roberto.ferrari@jbsfoods.com.br))

Engenheiro de Produção pelo Centro Universitário Barriga Verde (Unibave) e supervisor de laboratório da Seara.

**Greice Folis Dagostin** ([greice\\_fd@hotmail.com](mailto:greice_fd@hotmail.com))

Engenheira Química pela Faculdade Satc e responsável técnico de laboratório da Seara.

FTT Journal of Engineering and Business. • SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP

SETEMBRO 2017 ISSN 2525-8729

Submissão: 16 fev. 2017. Aceitação: 26 jun. 2017

Sistema de avaliação: às cegas dupla (*double blind review*).

FACULDADE DE TECNOLOGIA TERMOMECAÂNICA, p. 36 - 49

## Resumo

Os laboratórios de análises de alimentos devem tomar cuidados específicos para garantir a qualidade dos resultados emitidos aos clientes, bem como aprimorar-se em questões ergonômicas, estruturais e de bem-estar dos analistas. Para garantir confiabilidade, as amostras são processadas em capelas de fluxo laminar, porém o uso desses equipamentos limita o espaço dos analistas para a realização das análises, além de ocupar considerável espaço físico. Este estudo teve como objetivo principal a otimização do espaço físico dos laboratórios que utilizam capela de fluxo laminar. Foram realizadas análises microbiológicas em carnes de frango e comparados os resultados obtidos das análises realizadas com o uso da capela de fluxo laminar e na ausência da capela. Foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* ssp, Aeróbios mesófilos e *Staphylococcus aureus* em três matrizes de frangos distintas, em peito *in natura*, fígado e carne mecanicamente separada (CMS), resultando em um total de 360 análises. Também foram analisadas amostras de exposição ambiental, para verificar a interferência de contaminantes durante os experimentos. Os resultados mostraram uma pequena variação quando comparados entre si. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que não é necessário o uso da capela de fluxo laminar para a análise dos micro-organismos que foram utilizados neste estudo.

**Palavras-Chave:** Capela de fluxo laminar. Frango. *Salmonella* ssp. Aeróbios mesófilos. *Staphylococcus aureus*.

## Abstract

Food analysis laboratories must have specific care to ensure the quality of the results delivered to customers, as well as to improve on the ergonomic, structural and well-being issues of the analysts. In order to guarantee reliability, the samples are processed in laminar flow chapel, but their use limits the space of the analysts to carry out the analysis, besides occupying considerable physical space. This study had as a main objective the optimization of the physical space of the laboratories that use laminar flow chapel. Microbiological analysis were carried out on chicken meat and the results obtained from the analysis performed using the laminar flow hood and in the absence of the chapel were compared. Microbiological analysis of *Salmonella* sp, Mesophilic aerobes and *Staphylococcus aureus* were carried out on three different broiler matrices, *in natura* breast, liver and mechanically separated meat (MSM), resulting in a total of 360 analysis. Environmental exposure samples were also analyzed to verify the interference of contaminants during the experiments. The results showed a small variation when compared to each other. In view of the obtained results, it can be concluded that it is not necessary to use the laminar flow chapel for the analysis of the microorganisms that were used in this study.

**Keywords:** Laminar flow chapel; Chicken; *Salmonella* ssp; Mesophilic aerobes; *Staphylococcus aureus*.

## ***Introdução***

Os laboratórios que prestam serviços de análises microbiológicas na área de alimentos devem possuir requisitos básicos para garantir a qualidade e segurança das amostras analisadas, bem como a confiabilidade dos resultados encontrados e dos serviços prestados. A segurança das amostras está diretamente relacionada ao procedimento realizado, da coleta do produto dentro do abatedouro de aves até o resultado final das análises. Atualmente, o preparo das amostras para análises microbiológicas é realizado dentro de capelas de fluxo laminar, o que garante a esterilização dos materiais utilizados e impede que o analito entre em contato com o ambiente externo.

Este estudo foi realizado em um laboratório de microbiologia localizado no sul do Estado de Santa Catarina, onde foram realizadas análises microbiológicas (*Salmonella* spp, Aeróbios mesófilos e *Staphylococcus aureus*) em três matrizes de frangos distintas: peito *in natura*, fígado e carne mecanicamente separada (CMS). Todos os procedimentos experimentais necessários para as análises microbiológicas foram realizados dentro e fora da capela de fluxo laminar, utilizando a mesma amostra, gerando assim uma gama de resultados para serem comparados posteriormente. Também foram realizadas análises ambientais nas duas diferentes situações, para observar se há interferência do ar nas amostras pesadas.

O presente estudo surge com o interesse de que haja um melhor aproveitamento do ambiente físico do laboratório, sendo que as capelas de fluxo laminar ocupam grandes espaços que podem ser utilizados para outros fins. A relevância desta pesquisa está em contribuir para que o processo de preparação e inoculação das amostras dentro do laboratório de microbiologia mantenha a confiabilidade de seus resultados mesmo com a ausência desse equipamento. A ausência da capela de fluxo laminar ocasionará também a redução de custos com sua manutenção.

## ***Revisão bibliográfica***

Devido aos riscos de saúde e segurança apresentados por contaminantes ambientais químicos e microbiológicos, métodos analíticos estão se tornando cada vez mais uma peça central de programas de segurança alimentar (SZPYLKA, 2014).

### ***Controle da qualidade ambiental***

Para assegurar o controle de qualidade dos resultados das análises microbiológicas, é de extrema importância que o laboratório tenha uma estrutura separada por grupos de atividades. Deve-se iniciar com a recepção e triagem das amostras, pesagem, inoculação, incubação, leitura e repique, terminando em lavagem e descontaminação.

Com esta separação de atividades garante-se que nenhum processo irá interferir na segurança das análises (DRUMMOND, 2016).

Segundo Gonzalez (2014, p.03), a facilidade e o nível de higienização aplicado tanto aos equipamentos quanto às instalações e estruturas estão diretamente relacionados ao risco de contaminação cruzada e outras questões indesejadas de segurança de alimentos ou problemas de qualidade no alimento.

## *Principais cortes dos frangos*

A maneira mais comum de consumo de frango no Brasil é consumi-lo inteiro, porém a cada ano os cortes aumentam sua participação no mercado (ARENÁZIO, 2016 e CASSEL, 2006). Além dos cortes tradicionais (asa, coxa e peito), o frango oferece outras partes apreciadas pelo consumidor ou que apresentam importância para a fabricação dos produtos industrializados, tais como fígado e coração. O restante dos subprodutos pode ser utilizado para a fabricação de CMS, que é obtida por processos mecânicos de moagem e separação de ossos, carcaças ou partes de carcaças, não sendo permitida a utilização de cabeças e pés (OLIVO, 2006 E POTTER, 1995).

## *Análises microbiológicas*

Apesar dos avanços tecnológicos, a carne de frango ainda é passível de contaminação bacteriana, especialmente por micro-organismos do gênero *Salmonella* que se encontram albergados no trato intestinal do animal podendo contaminar as carcaças bem como outros produtos, caso o processo de abate não seja realizado com os devidos cuidados higiênicos (CARVALHO, 2005). O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e compreende bacilos gram-negativos não produtores de esporos. São anaeróbios facultativos, produzem gás a partir de glicose, exceto *Salmonella typhi*, e são capazes de utilizar o citrato como única fonte de carbono (FRANCO, 2008). Segundo Nascimento (2000, p.85), as salmonelas são micro-organismos capazes de provocar enfermidades em seres humanos e animais.

Outro micro-organismo em destaque são os Aeróbios Mesófilos, devido ao fato de serem indicativo de contaminação microbiana. Segundo Cardoso (2005, p. 145), a maioria dos micro-organismos que se encontra nas aves vivas são os Aeróbios Mesófilos, e poucos conseguem se desenvolver em temperaturas inferiores a 7 °C. Sua contagem tem sido usada como indicador de qualidade higiênica dos alimentos e, quando presentes em grandes quantidades, indica falhas durante a produção. Os mesófilos incluem um grupo de micro-organismos capazes de se multiplicarem numa faixa de temperatura entre 20 e 45 °C, tendo uma temperatura ótima de crescimento a 32 °C (FRANCO, 2008).

Outro micro-organismo importante para ser estudado em análises microbiológicas é o *Staphylococcus aureus*, pois é encontrado também na microbiota humana. O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria esférica, do grupo dos cocos gram-positivos; é

frequentemente encontrado na pele e nas fossas nasais de pessoas saudáveis. A intoxicação alimentar por enterotoxinas elaboradas pelo *Staphylococcus aureus* é a mais frequente, podendo provocar doenças, que vão de uma simples infecção como espinhas, furúnculos e celulites a infecções graves como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico, septicemia e outras (SANTOS, 2007). Segundo Franco e Landgraf (FRANCO, 2008), os *Staphylococcus aureus* são encontrados em muitos alimentos, mas não competem bem com os outros micro-organismos presentes. Sua temperatura de crescimento ótima está entre 35 °C a 37 °C.

## Procedimentos experimentais

Neste trabalho, foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* ssp, Aeróbios mesófilos e *Staphylococcus aureus* em três matrizes de frangos distintas, em peito *in natura*, fígado e CMS. Todos os procedimentos experimentais necessários para as análises microbiológicas foram realizados dentro e fora da capela de fluxo laminar.

Para este estudo foram efetuadas um total de 360 análises, sendo 180 análises realizadas com a utilização da capela de fluxo laminar e 180 em bancada (fora da capela de fluxo laminar). Para cada matriz de frango distinta foram realizadas 120 análises, divididas nos três micro-organismos. A Tabela 1 apresenta as análises realizadas.

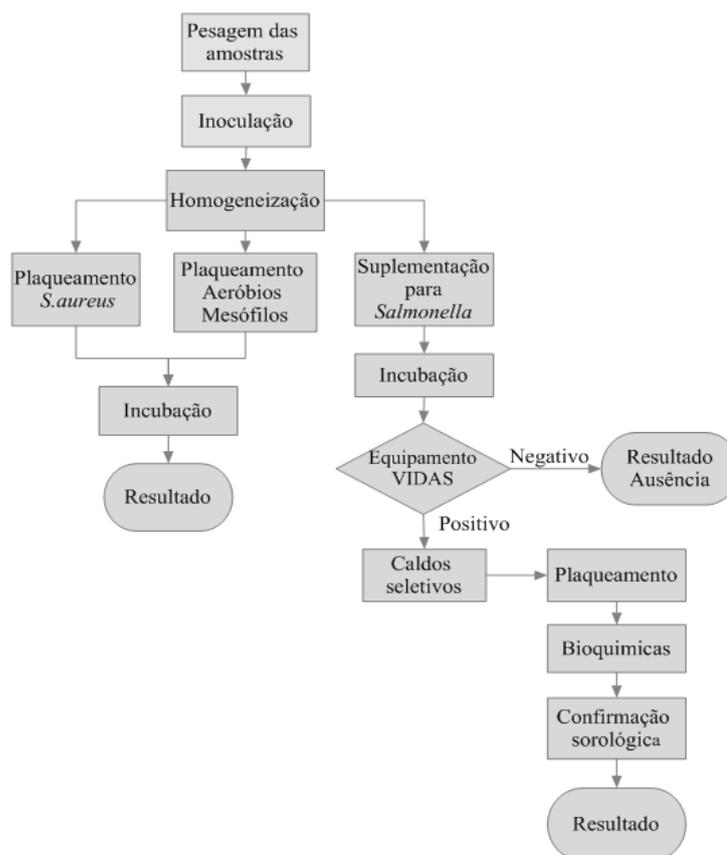
Tabela 1 – Análises microbiológicas realizadas.

Matrizes de frango	Análises microbiológicas (quantidade numérica)		
	<i>Salmonella</i> ssp	Aeróbios Mesófilos	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i>
Peito <i>in natura</i>	40	40	40
Fígado	40	40	40
Carne mecanicamente separada	40	40	40

## Procedimentos experimentais para as análises

Para melhor acompanhamento do procedimento experimental das análises microbiológicas que foram realizadas, pode-se observar o fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo analítico.



As embalagens dos produtos analisados foram higienizadas com álcool 70% e colocadas dentro da capela de fluxo laminar, onde foram pesadas em balança semi-analítica, retirando-se uma alíquota de 25 g, com a utilização de pinças e tesouras esterilizadas. As amostragens foram colocadas em embalagens estéreis e encaminhadas para a etapa de inoculação.

Na inoculação, foi adicionado à amostra o diluente água peptonada e tamponada a 1% para se obter a diluição de 1/10. Para uma massa de 25 g de amostra, adicionou-se 225 mL do diluente. Em seguida, foi colocada sob agitação por 2 minutos para sua homogeneização em um homogeneizador de amostras fornecido pela *Biomérieux*, tipo *Smasher*. Após o tempo de homogeneização, iniciou-se o processo de plaqueamento para as análises de *Staphylococcus aureus* e Aeróbios Mesófilos.

O plaqueamento das amostras foi realizado com o auxílio de um pipetador manual programado para sucção de 1 mL, acoplado a ponteiros estéreis e dispensando a suspensão em placas de *Petrifilm 3M™*. As placas de *Petrifilm* são placas prontas para uso, desenvolvidas pela 3M™, contendo o meio de cultura para a contagem destes micro-organismos e um gel solúvel em água fria. Com a pressão realizada sobre a placa, a amostra é espalhada sobre uma área de 20 cm<sup>2</sup>. O gel da placa solidifica-se em pouco tempo e as placas podem ser incubadas em condições apropriadas.

Para análise de Aeróbios Mesófilos, as placas continham nutrientes e o 2,3,5-cloreto de trifênil tetrazólio. Foi inoculado 1 mL da amostra no centro do filme. Em seguida, as placas foram incubadas a 35°C por 48 horas.

A análise de *S. aureus* seguiu os mesmos princípios da análise de Aeróbios Mesófilos. Para análise de *Staphylococcus aureus*, o meio de cultura contido na placa é o *Baird-Parker*. Na sequência, as placas foram incubadas a 36 °C por 24 horas. A análise de *S. aureus* possui um disco para confirmação das colônias suspeitas após o período de incubação. Para as amostras que foram necessárias à confirmação das colônias, levantou-se o filme superior da placa *Petriefilm* e colocou-se o disco reativo sobre as colônias. As placas foram incubadas contendo o disco reativo por 2 horas a 37°C.

Após o processo de incubação das placas de *Pretifilm*, as mesmas amostras seguiram para a análise de *Salmonella* ssp, onde foi adicionado o suplemento para *Salmonella* ssp na proporção de 1 mL de suplemento para cada 225 mL de água peptonada e tamponada para iniciar a análise de *Salmonella* ssp. Em seguida, as amostras foram incubadas a 42°C por 21 horas. A partir da amostra pré-enriquecida, preparou-se o kit do teste VIDAS® SPT. Este é um teste imunoenzimático que permite a detecção de *Salmonella* ssp pelo método ELFA (*Enzyme Linked Fluorescent Assay*) com o aparelho VIDAS, fornecido pela *Biomérieux* (modelo IVD 3003785). Após o término do teste, os resultados foram analisados automaticamente pelo Sistema VIDAS®. Todos os resultados positivos devem ser confirmados bacteriologicamente. A confirmação foi feita partindo do caldo de pré-enriquecimento.

A confirmação iniciou-se com dois caldos seletivos, o caldo Rappaport – Vassiliadis (RVS) com soja e o caldo Tetrionato (MKTTn), onde 0,1 mL da amostra pré-enriquecida foi transferido para um tubo de ensaio contendo 10 mL de caldo RVS. Incubaram-se os tubos a 41°C por 24 horas em banho-maria com agitação, fornecido pela *Logen Scientific* (modelo LS8BD-220). Adicionou-se 0,2 mL de iodo-iodeto a outro tubo contendo 10 mL de caldo MKTTn e, depois disso, transferiu-se 1 mL da amostra pré-enriquecida. Incubaram-se os tubos a 37°C por 24 horas em estufa microbiológica. Após o período de incubação, iniciou-se o plaqueamento e a identificação.

Os tubos foram homogeneizados em agitador e semeados em placas do ágar XLD (ágar de desoxicolato-lisina-xilose) e BPLS (ágar verde brilhante vermelho de fenol-lactose-sacarose) para o plaqueamento. Após a incubação em caldo seletivo, foi realizada a inoculação da cultura do caldo RVS na forma de estrias na superfície de uma placa de petri contendo ágar XLD. As estrias foram feitas para se obter colônias bem isoladas. Procedeu-se da mesma forma para a inoculação da cultura do RVS com o ágar BPLS, sendo realizado o mesmo procedimento descrito acima com a cultura do caldo MKTTn. As placas foram incubadas em posição invertida, a 37°C por 24 horas.

Após obter colônias bem isoladas e puras, e antes de prosseguir com a identificação bioquímica e sorológica, as colônias foram estriadas em placas contendo ágar nutriente e incubadas a 37°C por 24 horas. Para a confirmação bioquímica, inoculou-se uma colônia previamente selecionada do ágar nutriente e puro nos meios especificados para a confirmação bioquímica; selecionou-se uma colônia e estriou-se em ágar TSI, ágar ureia, meio de descarboxilação de L-Lisina,  $\beta$  – Galactosidase, meio para reação VP e meio para reação indol. Todos os meios de cultura foram incubados a 37°C por 24 horas.

Para a etapa final de confirmação sorológica e sorotipificação, as amostras foram testadas através de aglutinação em lâmina com os soros apropriados, como o soro antígeno somático O, os capsulares VI e flagelares H a partir de colônias puras obtidas anteriormente em ágar nutriente. Usando uma colônia pura, foi misturada uma gota de soro O, VI e H, apresentando um resultado definitivo para ausência ou presença de *Salmonella ssp.*

Para monitoramento microbiológico do ar, foram colocadas as placas de Petrifilm 3M™ para contagem padrão de micro-organismos sobre uma superfície plana, onde foi levantado o filme superior que há sobre elas; em seguida, segurando-se o pipetador perpendicularmente à placa, foi inoculado 1 mL de solução estéril no centro do filme inferior. O filme superior foi conduzido delicadamente sobre a amostra e evitou-se a introdução de bolhas de ar na placa. As placas foram deixadas em temperatura ambiente por 1 hora, para a gelificação do meio. Após este período, as placas já estavam prontas para uso. Sem tocar na área circular que foi hidratada, foi levantado o filme superior e exposta a placa ao ambiente em que se estavam se realizando as análises, sendo uma placa colocada dentro da capela, e outra, em bancada. Em seguida, as placas foram incubadas a 35°C por 48 horas.

## ***Resultados e discussões***

### ***Análise de Salmonella ssp***

As amostras foram retiradas da incubação e encaminhadas para o processo de verificação de ausência ou presença de *Salmonella ssp.* Os resultados foram interpretados pelo próprio equipamento VIDAS, onde as amostras que apresentaram resultados positivos seguiram na etapa de confirmação.

Das 20 amostras de peito *in natura* e carne mecanicamente separada analisadas dentro da capela e em bancada, todas apresentaram resultado negativo para *Salmonella ssp.* Para as 20 análises em fígado de frango, apenas uma amostra apresentou resultado positivo, porém em ambas as situações (dentro e fora da capela de fluxo laminar) observou-se o mesmo resultado.

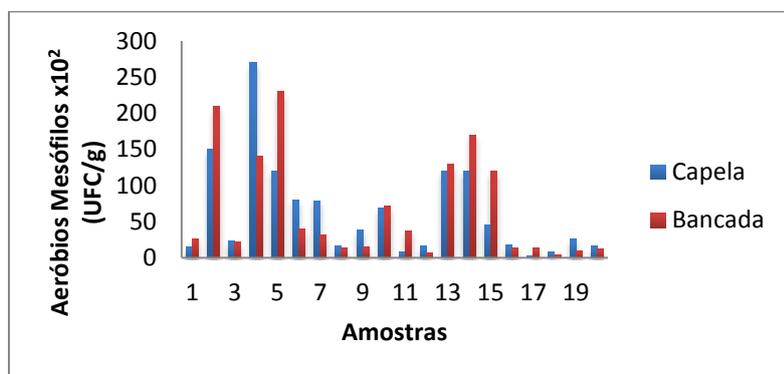
Com os resultados encontrados para análise de *Salmonella ssp*, verificou-se uma precisão entre as diferentes técnicas utilizadas, isto é, houve uma concordância entre os resultados de várias medidas efetuadas sobre uma mesma amostra e em duas diferentes condições, visto que os resultados encontrados dentro da capela de fluxo laminar e fora da capela foram os mesmos, comprovando assim que o ambiente externo, ou seja, o ar contido na sala de pesagem e inoculação não interferiu nos resultados obtidos para análise de *Salmonella ssp.*

## Análise de Aeróbios Mesófilos

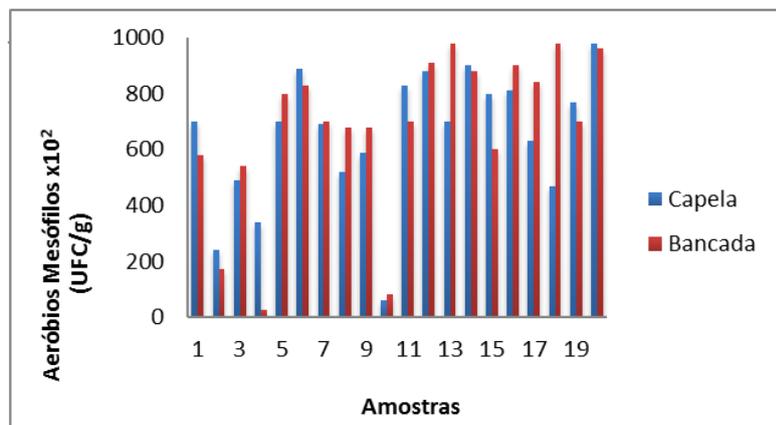
As placas de *Pretifilm* foram retiradas da incubadora e encaminhadas para leitura, nas quais foram contadas todas as colônias vermelhas presentes nas placas, características da presença de Aeróbios Mesófilos.

Na Figura 2(a), pode-se observar os valores das contagens de aeróbios mesófilos em peito *in natura*, obtidas dentro da capela de fluxo laminar, e das contagens obtidas em bancada. Pode-se observar que, das 20 amostras de peito *in natura* testadas, somente 9 apresentaram contagem maior em bancada, sendo que o restante, 11 amostras, apresentaram contagem maior dentro da capela de fluxo laminar.

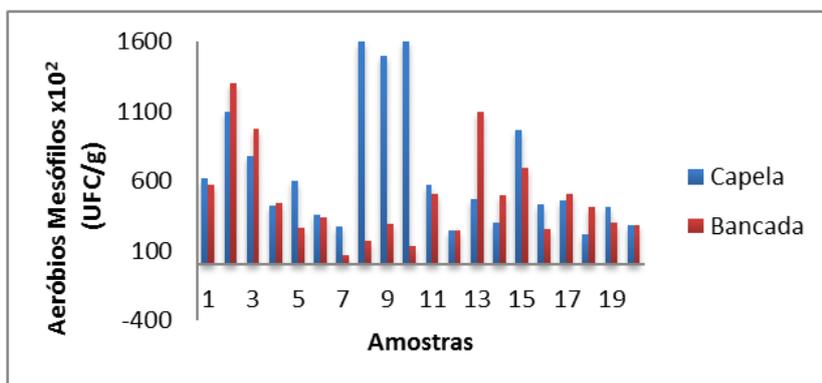
Figura 2 – Aeróbios Mesófilos em (a) peito *in natura*, (b) em fígado e (c) CMS de frangos.



(a)



(b)



(c)

A Figura 2(b) apresenta os resultados encontrados para análise de Aeróbios Mesófilos em fígado de frango. Pode-se observar que, das 20 amostras de fígado de frango testadas, 11 apresentaram contagem maior em bancada, sendo que o restante, 9 amostras, apresentaram contagem maior dentro da capela de fluxo laminar.

Na Figura 2(c), verificam-se os resultados encontrados para análise de Aeróbios Mesófilos em carne mecanicamente separada. Pode-se observar que, das 20 amostras de CMS testadas, 7 apresentaram contagem maior em bancada, 11 amostras apresentaram contagem maior dentro da capela de fluxo laminar e 2 amostras apresentaram o mesmo resultado para as duas situações.

Analisando cada amostra separadamente, verificou-se que a diferença entre os dois métodos utilizados não apresentaram variações significativas no processo, conforme pode ser visto no item 4.5, em que foi realizada uma análise estatística dos dados, levando-se em conta que todo método de ensaio apresenta uma incerteza, mesmo não havendo variantes na análise, tais como diferentes analistas, equipamentos ou lotes de reagentes. Esta variação acontece porque a quantidade de micro-organismos presentes na amostra ocorre por manipulação do produto e não por transferência pelo ar, sendo a amostra um produto de origem animal, proveniente de um processo produtivo de um abatedouro, onde há manipulação das amostras para processamento. Sendo assim, para um mesmo produto há possibilidades de se obter valores de contagens aceitavelmente diferentes, mesmo sob análise nas mesmas condições.

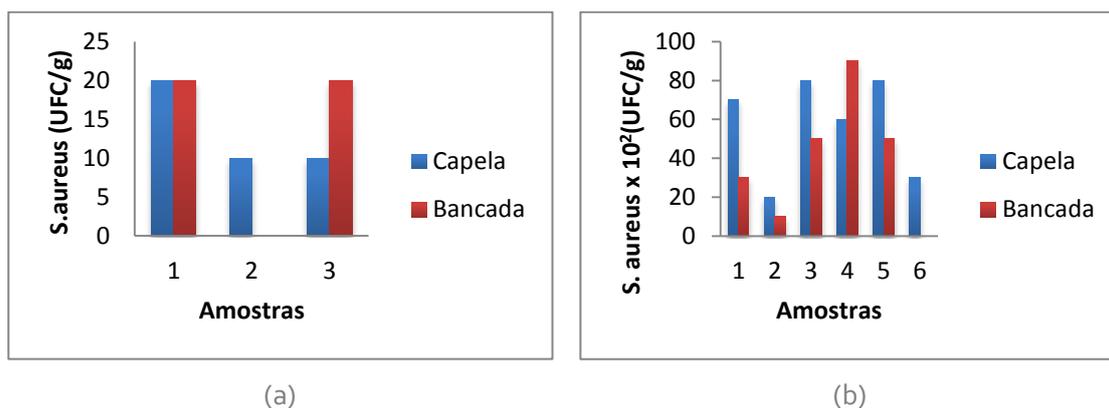
## *Análise de Staphylococcus aureus*

As placas de *Pretifilm* foram retiradas da incubadora e encaminhadas para leitura, nas quais foram contadas todas as colônias com características de *Staphylococcus aureus* nelas presentes. Colônias suspeitas seguiram para confirmação com o disco; após o tempo de incubação, foram contadas as colônias confirmadas.

Na Figura 3(a), pode-se observar os valores das contagens de *Staphylococcus aureus* em peito *in natura*, obtidas dentro da capela de fluxo laminar, e das contagens obtidas em bancada. Em apenas 3 amostras foi possível realizar contagem do micro-organismo, pois as restantes, 17 amostras, apresentaram ausência de *Staphylococcus aureus* nas duas diferentes situações, dentro e fora da capela de fluxo laminar. Das três amostras, a primeira apresentou resultado igual para ambas as condições, a segunda apresentou resultado maior na capela de fluxo laminar e zero em bancada, e a terceira amostra apresentou resultado maior em bancada.

Na Figura 3(b), observam-se os resultados das análises de *Staphylococcus aureus* em CMS. Apenas 6 amostras apresentaram contagem do micro-organismo; as restantes, 14 amostras, apresentaram ausência para ambas as condições. Das 6 amostras, 5 apresentaram resultado maior em capela de fluxo laminar e apenas uma amostra apresentou resultado maior na bancada.

Figura 3 - *Staphylococcus aureus* em (a) peito *in natura* e (b) CMS de frangos.



Para a análise de *Staphylococcus aureus* em fígado, todas as 20 amostras analisadas apresentaram ausência do micro-organismo, sendo desnecessário expressar tal ocorrência em forma de gráficos. Os resultados não apresentaram nenhuma variação entre os dois métodos, sendo resultados de grande valia para a validação deste estudo.

Para a análise de *Staphylococcus aureus* obteve-se um elevado número de amostras que não apresentaram contagem do micro-organismo, dentro e fora da capela; sendo assim, observa-se que não houve contaminação de *Staphylococcus aureus* pela manipulação dos analistas fora da capela, sem o uso de máscara, sendo que o *Staphylococcus aureus* está presente na pele e nas fossas nasais de pessoas saudáveis.

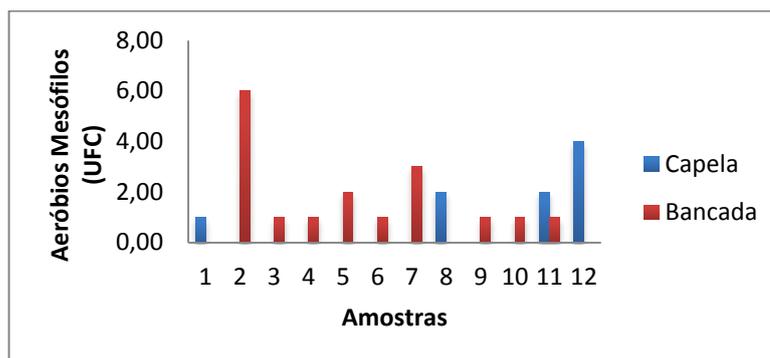
A diferença entre os valores das amostras em que foi feita a contagem do micro-organismo ocorreu pelo mesmo fato de haver diferença na contagem de Aeróbios Mesófilos, pois as amostras analisadas eram provenientes de um processo de manipulação dentro do abatedouro; assim, para um mesmo produto há possibilidades de se obter valores de contagens aceitavelmente diferentes, mesmo sob análises nas mesmas condições.

## Exposição ambiental

As placas de exposição ambiental foram retiradas da incubadora e encaminhadas para leitura, nas quais foram contadas todas as colônias vermelhas nelas presentes. Na Figura 4, foi possível observar os valores das contagens de Aeróbios Mesófilos no ambiente, obtidas dentro da capela de fluxo laminar e das contagens obtidas em bancada.

Para cada dia em que foi realizado o teste, foi realizada a exposição ambiental para verificação da qualidade do ar; das 20 amostras ambientais realizadas, apenas 12 apresentaram micro-organismos; as outras 8 amostras apresentaram ausência de tais elementos. Observa-se que 8 das 12 amostras apresentaram contagem maior em bancada e 4 apresentaram contagem maior na capela.

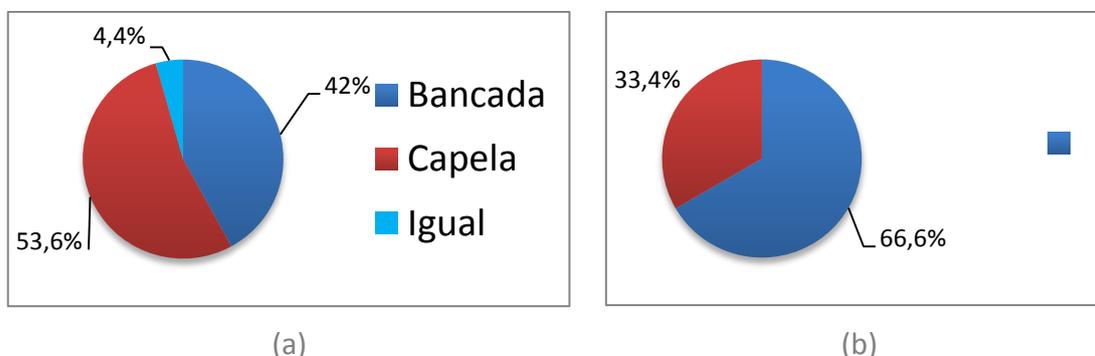
Figura 4 - Contagem de Aeróbios Mesófilos no ambiente.



## Comparação entre os resultados obtidos e análise estatística dos resultados

Das amostras analisadas, apenas 69 apresentaram contagem; destas, 29 apresentaram resultado maior em bancada, 37 exibiram resultado maior em capela e 3 resultados iguais nas duas condições. A porcentagem destes dados pode ser visualizada na Figura 5(a). Na Figura 5(b), pode-se observar os valores em porcentagem das análises de exposição ambiental.

Figura 5 - Comparação dos resultados (a) das matrizes e (b) da exposição ambiental.



Analisando a Figura 5, verifica-se que os resultados obtidos nas matrizes de frango apresentaram contagem maior quando analisadas dentro da capela de fluxo laminar, representando 53,6% das amostras. Porém, analisando as amostras de exposição ambiental, observa-se que 66,6 % das amostras apresentaram contagem maior na bancada, ou seja, fora da capela de fluxo laminar. Isso mostra que o ar fora da capela apresenta-se mais contaminado, porém o mesmo ar não contamina as amostras que são analisadas em bancada, pois estas apresentaram contagem menor. Observa-se então que não há influência do ar nas análises realizadas fora da capela de fluxo laminar.

Para realizar uma análise estatística dos dados, foi utilizado o Teste de Cochran, o qual serve para avaliar a homogeneidade das variâncias alimentadas como um critério de sua aceitação. O valor de Cochran é calculado pela divisão da variância pontual da coleta pela soma de todas as demais variâncias do grupo que se quer avaliar, sendo que, para este teste, há uma tabela com valores de referência para a comparação dos resultados.

Fazendo o levantamento dos resultados obtidos nas análises acima e aplicando o teste de Cochran, conclui-se que, das 69 amostras analisadas, 65 amostras apresentaram valores de Cochran menores que 90% dos valores tabelados, mostrando que a variância é homogênea em relação às demais amostras; neste caso, tais variâncias são aceitas para a validação.

O restante, 4 amostras, indica que o valor de Cochran calculado se insere no intervalo de  $\geq 90\%$  até  $\leq 100\%$  do valor tabelado; esta variância também é considerada homogênea, porém o valor de Cochran calculado se aproxima do tabelado, mas não o ultrapassa. Com a realização deste teste pode-se afirmar que o estudo não possui variação significativa na realização das diferentes situações.

## *Considerações finais*

Dentre as amostras analisadas, observou-se uma pequena variação nos valores encontrados para as diferentes situações. Comparando-se os resultados para análise de *Salmonella* ssp, obtiveram-se resultados semelhantes entre as 120 análises realizadas, mostrando a eficácia do método para as diferentes condições. Para as análises de contagem de Aeróbios Mesófilos e *Staphylococcus aureus*, os gráficos mostraram uma divergência entre as análises executadas, indicando um número maior de micro-organismos presentes nas amostras analisadas em capela.

Este fato se mostra contraditório, quando comparados somente os resultados das amostras analisadas em capela e em bancada. Para fins de esclarecimento, as análises da exposição ambiental, que funcionam como um indicativo de contaminação presente no ambiente, também foram estudadas, visto que os resultados das exposições apresentaram contagem maior em bancada. Assim, o ar presente no laboratório não interferiu nos resultados para a validação deste método, sendo possível, dessa forma, que as amostras sejam processadas tanto em capela quanto em bancada, sem interferência no resultado final.

## Referências

- ARENÁZIO, J. Carne de Frango - Alimento saudável e seguro. *Revista Agropecuária*. Disponível em: <<http://www.revistaagropecuaria.com.br>>. Acesso em: 03 abr. 2016.
- CARDOSO, A. L. S. P.; CASTRO, A. G. M.; TESSARI, E. N. C.; BALDASSI, L.; PINHEIRO, E. S. Pesquisa de *Salmonella sp spp*, coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango, *Higiene Alimentar*, v. 19, n. 128, p. 144- 150, 2005.
- CARVALHO, A. C. F. B.; CORTEZ, A. L. L. *Salmonella sp spp*. em carcaças, carne mecanicamente separada, linguiças e cortes comerciais de frango. *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 35, n. 6, p. 1465-1468, nov-dez, 2005. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br>>. Acesso em: 03 abr. 2016.
- CASSEL, R. A.; ANTUNES, J. A. V.; OENNING, V. Maximização da lucratividade em produção conjunta: um caso na indústria frigorífica. V. 16, n. 2, p. 244-257. ISSN 1980-5411, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132006000200006>>. Acesso em: 16 abr. 2016.
- DRUMMOND, C. C.; RIZZOTTO, I. G. Controle da qualidade do ambiente laboratorial de análises microbiológicas de alimentos, *Revista Conexão Food Safety*, ed. 09, p. 4-5, fev. 2016.
- FRANCO, B.D.G.M; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008.
- NASCIMENTO, M. S.; BERCHIERI, J. A.; BARBOSA, M. D.; ZANCAN, F. T.; ALMEIDA, W. A. F. Comparação de meios de enriquecimento e de plaqueamento utilizados na pesquisa de *Salmonella sp* em carcaças de frango e fezes de aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, v. 2, n. 1, p. 85-91, 2000. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/2963>>.
- OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma - SC: Ed. do Autor, 2006
- POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. Food Science. 5º ed. New York: Chapman & Hall, 1995.
- SANTOS, A. L.; SANTOS, D. O.; FREITAS, C. C.; FERREIRA, B. L. A.; AFONSO I. F.; RODRIGUES C. R.; CASTRO, H. C. *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar, *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 43, n. 6, p. 413-423, 2007. ISSN 1678-4774. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-24442007000600005>> Acesso em: 16 abr. 2016.
- SZPYLKA, J.; JAVIER. X. The role of analytical testing in maintaining food safety, *Revista Food Safety Magazine*, Abr/Mai, 2014. Disponível em: <<http://www.foodsafetymagazine.com>>. Acesso em: 25 mar. 2016.