

Análise de componentes principais aplicada a adequação das boas práticas de fabricação: o caso de uma agroindústria de embutidos no Sul do Brasil

Principal component analysis applied the adequacy of good manufacturing practices: the case of an agroindustry of sausages in South Brazil

DOI:10.34117/bjdv8n4-600

Recebimento dos originais: 21/02/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Djalma Gisler Dutra

Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Centro - CEP: 96.010-900 - Pelotas, RS - Brasil

E-mail: djalmagisler@gmail.com

Roberta Manica-Berto

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição: Tríade - Assessoria e consultoria em produção textual, estatística e bioinformática LTDA

Endereço: Av. Presidente Juscelino K. de Oliveira, 2100 - São Gonçalo

CEP: 96.075-810 - Pelotas, RS - Brasil

E-mail: robertamanica@yahoo.com.br

Tatiane Kuka Valente Gandra

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Universidade Federal de Pelotas, Unidades e Cursos de Graduação, Rua Gomes Carneiro, 1 - Centro - CEP: 96.010-610 - Pelotas, RS - Brasil

E-mail: tkvgandra@yahoo.com.br

Eliezer Avila Gandra

Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Centro - CEP: 96.010-900 - Pelotas, RS - Brasil

E-mail: gandraea@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e adequar às Boas Práticas de Fabricação (BPF's) em uma agroindústria de embutidos cárneos no sul do Brasil a partir da Análise de Componentes Principais. O estudo foi conduzido na cidade de Pelotas-RS, Brasil, em uma agroindústria de pequeno porte, no período de abril de 2019 a março de 2021. A pesquisa caracterizou-se como quali-quantitativa. Inicialmente, realizou-se uma avaliação preliminar, com a coleta de dados *in loco*, através de informações obtidas com os funcionários e o proprietário da agroindústria. Foram elaborados o Manual de Boas

Práticas de Fabricação, os Procedimentos Operacionais Padronizados, as Instruções de Trabalho e os Registros da Qualidade. Após a validação dos documentos elaborados foi realizado um treinamento, com todos os funcionários e o proprietário. No decorrer da adequação das BPF's, para acompanhamento do processo, foram aplicados questionários estruturados, tipo *checklist*, ao todo foram realizadas sete coletas de dados e avaliados 18 itens. Os dados foram transformados em porcentagem, e atribuiu-se pesos aos itens avaliados conforme a sua importância, com o total da soma dos itens foi determinada a classificação da agroindústria de acordo com a adequação às BPF's em diferentes níveis (excelente; muito bom; bom; regular e ruim). Na sequência, procedeu-se a aplicação da estatística multivariada com a Análise de Componentes Principais com todo o conjunto de dados. Também, foram realizadas as análises microbiológicas de *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positiva, *Clostridium* sulfito-redutor e coliformes a 45°C no embutido cárneo, e na água utilizada pela agroindústria foram determinados os coliformes totais e termotolerantes; e, a contagem de bactérias heterotróficas. A Análise de Componentes Principais comprovou que o principal item que influenciou na adequação às BPF's foram os procedimentos relacionados a higiene, tanto dos funcionários quanto das instalações internas. Nas últimas avaliações, a agroindústria obteve a classificação "excelente", com percentual acima de 90% de adequação as BPF's. O método de Análise de Componentes Principais mostrou-se uma ferramenta estatística útil e que pode ser aplicada com sucesso para avaliar o nível de adequação as BPF's de processos produtivos. Os resultados das análises microbiológicas do produto acabado e da água corroboram para confirmar que as adequações das BPF's ocorreram de maneira adequada, tendo como consequência ao final a possibilidade de fornecer ao consumidor um produto com qualidade sanitária adequada e dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente.

Palavras-chave: qualidade, características microbiológicas, higiene, sanidade, carne.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate and suit to Good Manufacturing Practices (GMP's) in a sausage agroindustry in southern Brazil from Principal Component Analysis. The study was conducted in the city of Pelotas-RS, Brazil, in a small agroindustry, from April 2019 to March 2021. The research was characterized as qualitative-quantitative. Initially, there was a preliminary assessment, with data collection in loco, through information obtained from employees and the owner of the agroindustry. Were prepared the Good Manufacturing Practices Manual, the Standard Operating Procedures, the Work Instructions and the Quality Records. After validating the documents prepared, training was carried out with all employees and the owner. In the course of the adequacy of the GMP's, to monitor the process, were applied structured questionnaires, checklist type, a total were carried out seven data collections and were evaluated 18 items. The data were transformed into percentages, and were assigned weights to the items evaluated according to their importance, with the sum total of the items, was determined the classification of the agroindustry according to the adequacy of the GMP's at different levels (excellent; very good; good; regular; and, bad). Next, proceeded to apply multivariate statistics with principal component analysis with the entire data set. Also, were performed microbiological analyzes of *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positive, *Clostridium* sulphite-reducing and coliforms at 45°C in meat sausage and in the water used by the agroindustry were quantified total and thermotolerant coliforms; and, heterotrophic bacteria count. The Analysis of Main Components proved that the main item that influenced the adequacy to GMP's were the procedures related to hygiene, both for employees and for internal facilities. In the latest assessments, the agroindustry was

rated "excellent", with a percentage above 90% of adequacy to the GMP's. The Principal Component Analysis method proved to be a useful statistical tool and that can be successfully applied to assess the level of adequacy of production processes GMP's. The results of the microbiological analyzes of the finished product and water corroborate to confirm that the adjustments of the GMP's occurred in an adequate manner, with the result that, in the end, the possibility of providing the consumer with a product with adequate sanitary quality and within the standards required by current legislation.

Keywords: quality, microbiological characteristics, hygiene, sanity, meat.

1 INTRODUÇÃO

No ambiente competitivo atual, a sobrevivência das organizações depende de sua capacidade de melhorar continuamente e se destacar de acordo com as expectativas dos clientes e consumidores (FAYAZ et al., 2020). Além disso, este ambiente impõe às empresas a serem mais responsivas aos clientes e a escalar requisitos de maior qualidade (ISERI-SAY; TOKER; KANTUR, 2008). A necessidade de promover a qualidade higiênico-sanitária e, assim, fortalecer a competitividade foi percebida como uma tarefa emergente para muitas empresas agroalimentares, incluindo as de produtos cárneos.

Nesse sentido, essas empresas passaram a utilizar a gestão da qualidade total (PSOMAS; FOTOPOULOS, 2010), que abrange vários programas de qualidade implementados nas agroindústrias, desde os primeiros que são mais simples e considerados pré-requisitos, como 5 Sensos (5S), Boas Práticas de Fabricação (BPF's), Procedimentos Operacionais Padronizados (POP), Controle Integrado de Pragas (CIP), até os mais complexos e com maior exigência na implantação como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Controle Estatístico do Processo (CEP), Organização Internacional para Padronização (ISO) e outros, que buscam a excelência, que está intimamente relacionada à qualidade de produtos, serviços e processos (FONSECA, 2015; FAYAZ et al., 2020).

Um fator crítico que interfere na perda de qualidade de produtos cárneos, como os embutidos, em agroindústrias é a contaminação microbiológica que pode ocorrer pela intensa manipulação desses produtos. E uma das maneiras para controlar essa contaminação é a implantação das BPF's, que são procedimentos que devem ser adotados pelas agroindústrias para garantir a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos de acordo com a legislação vigente, abrangendo desde a recepção das matérias-primas até o produto final (NASCIMENTO, 2007).

Para interpretar de forma conjunta os dados gerados ao longo da adequação das

agroindústrias às normas de procedimentos estabelecidas pelas BPF's, são necessários métodos que reduzam drasticamente a dimensionalidade, de forma que, a maioria das informações nos dados seja preservada. Muitas técnicas foram desenvolvidas para esse fim, mas a Análise de Componentes Principais (ACP) é um método estatístico multivariado amplamente utilizado (ABDI; WILLIAMS, 2010). Sua ideia é simples - reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados, preservando o máximo de "variabilidade" (ou seja, informações estatísticas) possível (JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, 2016). Na literatura, existem várias aplicações da ACP, para compor índice de desenvolvimento (HOSSEINI; KANEKO, 2011); determinar padrões alimentares (SCHWEDHELM et al., 2018); caracterizar a qualidade microbiológica e físico-química de embutidos (BONACINA; SILVA; MITTERER-DALTOÉ, 2020; COELHO-FERNANDES et al., 2021) e a qualidade de linguiça de frango sob efeito do tempo de armazenamento (ARAÚJO et al., 2021) dentre outras. Porém, não há relatos da aplicação direta da ACP na adequação de agroindústrias de embutidos às BPF's.

Neste contexto, o estudo justifica-se pelo fato da indispensabilidade da agroindústria de melhoria contínua em seu empreendimento, visando promover a qualidade higiênico-sanitária em seus produtos e a segurança para seus consumidores. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar e adequar às Boas Práticas de Fabricação (BPF's) em uma agroindústria de embutidos cárneos no sul do Brasil a partir da Análise de Componentes Principais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na cidade de Pelotas-RS, Brasil, em parceria com o Serviço de Inspeção Municipal de Produtos de Origem Animal (SIM-POA) da Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR) em uma agroindústria familiar de pequeno porte, no período de abril de 2019 a março de 2021. O estabelecimento é cadastrado no SIM, possui alvará para comercialização de produtos dentro dos limites do município, sendo fiscalizado regularmente. A empresa foi fundada em trinta de março de 2007, com a finalidade de processar produtos cárneos de origem suína. A empresa produz dois tipos de embutidos: Linguiça Frescal de Carne Suína Refrigerada e Linguiça Defumada de Carne Suína, com capacidade de produção de sete toneladas de produtos ao mês.

A pesquisa, quanto a sua natureza, caracterizou-se como quali-quantitativa. Inicialmente, envolveu a coleta de dados descritivos, obtidos no contato direto com a situação estudada, preocupando-se em retratar a perspectiva dos participantes. Na

sequência, ocorreu a pesquisa quantitativa em diferentes momentos, nos quais os dados foram coletados através de questionários específicos (*checklist*), convertidos em percentual de adequação às BPF's e procedeu-se então a aplicação de análise estatística multivariada (YIN, 2016; GIL, 2019). Além disso foram realizadas intervenções na forma de orientações, treinamentos e elaboração de materiais e guias de procedimentos. Estes procedimentos serão detalhados a seguir.

Em um primeiro momento realizou-se uma avaliação preliminar, com a coleta de dados *in loco*, através de informações obtidas com os funcionários e o proprietário da agroindústria sendo também realizados registros fotográficos. Foram elaborados o Manual de Boas Práticas de Fabricação, os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP's), a Instrução de Trabalho e os Registros da Qualidade. O Manual de Boas Práticas de Fabricação foi elaborado conforme as Portarias nº 1428, de 26 de novembro de 1993 (BRASIL, 1993); nº 368/97 (BRASIL, 1997); e, Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 275/02 (BRASIL, 2002). A elaboração dos POP's seguiu as diretrizes da Resolução RDC nº 275/02 (BRASIL, 2002) e da Portaria nº 368/97 (BRASIL, 1997). A validação dos documentos foi realizada inicialmente com a apresentação dos mesmos ao proprietário e funcionários, com coleta das sugestões e melhoria ou correção, quando necessário. Posteriormente, seguiu-se a inspeção visual, em que os procedimentos foram acompanhados diariamente e comparados aos documentos. Após a validação dos documentos elaborados foi realizado um treinamento, com todos os funcionários e o proprietário, na forma de minicurso, em que foram abordadas questões referentes a higiene pessoal, o ambiente de processo, o processo de industrialização, estocagem e distribuição, e controle de pragas.

No decorrer da adequação as BPF's foram aplicados questionários estruturados, tipo *checklist*, elaborados pelo SIM de Alegrete-RS (CHARÃO, 2018) e fundamentado nas BPF's (BRASIL, 2002), ao todo foram realizadas sete coletas (*checklist*) de dados, com intervalo médio de 25 dias entre as coletas. Foram avaliados 18 itens: 1) higiene dos funcionários; 2) vestimenta adequada dos funcionários; 3) higiene/estado dos uniformes; 4) higiene das instalações internas; 5) higiene das instalações externas; 6) higiene dos banheiros; 7) higiene dos vestiários; 8) higiene dos equipamentos/utensílios; 9) controle de pragas; 10) planilhas de qualidade da água; 11) controle de matéria-prima; 12) mapa de produção; 13) armazenamento do produto final; 14) armazenamento de matéria-prima; 15) limpeza do veículo de transporte; 16) temperatura da câmara fria; 17) estado geral da câmara fria; e, 18) estado de saúde dos funcionários. Após aplicação dos *checklist's*, os

dados foram transformados em porcentagem, e atribuiu-se pesos aos itens avaliados conforme a sua importância. Os pesos aplicados entre os 18 itens foram 2,5; 5, e 10% para cada item, com o total da soma dos itens foi determinada a classificação da agroindústria de acordo com a adequação as BPF's: excelente (90 a 100%); muito bom (80 a 89%); bom (70 a 79%); regular (60 a 69%) e ruim (abaixo de 59%). Após a aplicação de cada *checklist* foi notificado o proprietário da agroindústria e apresentados planos de ações frente as não conformidades. Os planos apresentados neste período contemplaram edificações, aquisição de material, treinamento de manipuladores de alimento e outros.

Os resultados foram convertidos em percentuais de adequação em cada coleta de dados, para os 18 itens, classificando a agroindústria de acordo com a adequação as BPF's (CHARÃO, 2018). A comparação conjunta, considerando todas as coletas e os 18 itens, foi realizada por meio de análise multivariada a partir do método de Análise de Componentes Principais (ACP). Esta análise foi aplicada a partir de uma matriz de correlação. Dessa forma, a informação contida nas variáveis originais foi projetada em um número menor de variáveis subjacentes chamadas de Componentes Principais (CPs). O critério para descarte de variáveis (CPs) utilizado foi recomendado por Jolliffe (2002), esse critério estabelece que se deve reter um número de componentes principais que contemple pelo menos, entre 70% da variação total. Após a seleção do número de CPs, foram obtidos os seus respectivos autovalores, com seus correspondentes autovetores. O procedimento gráfico adotado foi o *biplot*, a partir dos escores e das cargas dos componentes principais selecionados. Todas as análises foram realizadas com o software SAS (SAS INSTITUTE, 2021).

Para as análises microbiológicas do embutido cárneo foram realizadas quatro coletas antes da implantação dos procedimentos de adequações as BPF's e duas coletas após as adequações as BPF's. As amostras foram coletadas sem aviso prévio, colocadas em caixas isotérmicas com gelo pelos fiscais do SIM e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, pertencente a Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas/RS. Às determinações microbiológicas foram *Salmonella* spp., *Staphylococcus* coagulase positiva, *Clostridium* sulfito-redutor e coliformes a 45°C, utilizando-se dos métodos propostos por ICMSF (1988) e, Vanderzant e Splittstoesser (1992). Os resultados das análises de *Salmonella* spp. foram quantificados quanto a presença ou ausência; *Staphylococcus* coagulase positiva e *Clostridium* sulfito-redutor foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC g⁻¹); e, coliformes a 45°C em Número Mais Provável por grama

(NMP g⁻¹). Os valores foram comparados com os padrões da Instrução Normativa n° 60 (BRASIL, 2019a) e Resolução - RDC n° 331 (BRASIL, 2019b), ambas publicadas em 23 de dezembro de 2019 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária e determinam os padrões microbiológicos para alimentos.

Os parâmetros bacteriológicos na água foram quantificados a cada seis meses. As amostras foram coletadas pelo fiscal do SIM diretamente da torneira da sala de processamento, sendo encaminhadas ao Laboratório Lago Azul Ltda, localizado no município de Pelotas/RS. Para avaliar a qualidade microbiológica da água, foi realizada a análise de coliformes totais e termotolerantes nas amostras empregando-se a técnica “Número Mais Provável” (NMP). Também foi realizada a contagem de bactérias heterotróficas e os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por mL (UFC mL⁻¹) (APHA, 2017). Todos os resultados obtidos foram comparados com os padrões da Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo da adequação da empresa às BPF's foram realizadas coletas de informações a partir da aplicação do questionário tipo *checklist*. Na primeira avaliação, considerando o total da soma dos itens, a agroindústria obteve 40% de adequação as BPF's, classificando-a como ruim (abaixo de 59%) segundo a escala de Charão (2018) (Figura 1). Na segunda coleta, o percentual passou para 57,5% de adequação as BPF's, mesmo com um acréscimo no percentual total da soma de itens, a agroindústria ainda ficou classificada como ruim.

Alguns fatores contribuíram para esta classificação, como a inadequação da higiene e do estado de saúde dos funcionários; ausência de controle de pragas; e, inconformidade na higienização da parte externa das instalações, como exemplo, a presença de animal doméstico neste ambiente. Também, o armazenamento das caixas com a matéria-prima realizado diretamente no chão da câmara fria. Além disso, havia falta de organização dos equipamentos de proteção individual (EPI's), uniformes, das roupas e pertences dos funcionários, ficando tudo espalhado pelos vestiários, não haviam bancos e nem armários para guardar os pertences e as roupas, e tampouco instalações internas para depósito de EPI's e guarda de aventais. Sobretudo, ocorria falha no uso das barreiras sanitárias no trânsito externo-interno (Figura 3).

Na terceira avaliação a agroindústria passou a ser classificada em regular (60 a 69%), obteve 67,5% de adequação as BPF's. Para essa melhora acontecer houve a

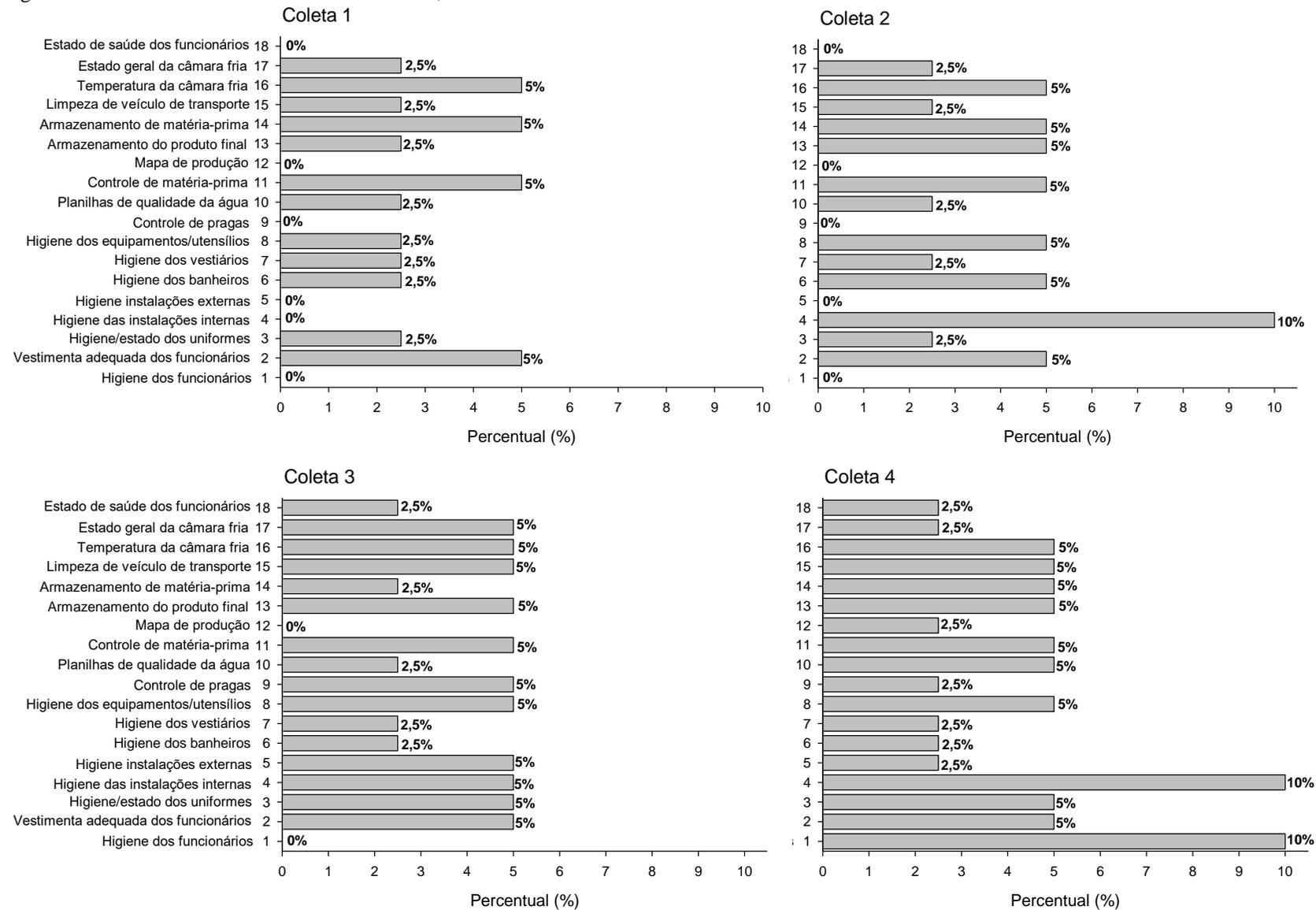
remoção do animal doméstico (adoção do animal doméstico por um funcionário da empresa); colocação de estrados de material plástico na câmara fria para evitar o contato das caixas com matéria-prima diretamente com o chão, o que melhorou a organização e facilitou a higienização do local. Entretanto, as caixas plásticas utilizadas eram na cor vermelha, sendo solicitado ao proprietário a troca por caixas de PVC brancas. Além disso, o problema com o uso da barreira sanitária ainda persistia, apesar das orientações dispendidas na primeira e segunda avaliações.

Enquanto que na quarta coleta de dados, o percentual foi acentuado, 82,5% de adequação as BPF's e assim, a agroindústria enquadrou-se como muito bom (80 a 89%). Esta avaliação foi posterior a semana que ocorreu o treinamento de BPF's, o que justifica os resultados positivos na avaliação do *checklist* pela importância que foi dada as abordagens de higiene e sanitização dos ambientes e organização das informações da empresa. Mesmo assim, alguns itens ainda precisavam de correções e adequações, mas não estavam em total não conformidade.

Na quinta avaliação, a agroindústria ainda se enquadrou em muito bom, com 87,5% de adequação as BPF's (Figura 2). Alguns pontos das solicitações anteriores ainda estavam sendo corrigidos. Uma atualização da documentação e renovação do controle de pragas foi realizada por empresa terceirizada; pedido de exames periódicos aos funcionários, tinham apenas o admissional; outro item foi referente ao mapa de produção, não haviam anotações de estimativas de compras e vendas para formar a base de cálculo afim de evitar qualquer desperdício de recursos. O material espalhado no vestiário foi solucionado com a aquisição de um armário e guarda avental com ganchos.

A partir da sexta e sétima avaliações, a agroindústria passou a ser classificada em excelente (90 a 100%), com 90 e 92,5%, respectivamente (Figura 2 e 4). Alguns itens ainda não foram solucionados, como o exame periódico de saúde dos funcionários; o mapa de produção, com informações incompletas; e, pequenas faltas de atenção na limpeza das câmaras frias. A seguir podem ser visualizados nas Figuras 1 e 2 os resultados referentes a adequação da agroindústria as BPF's nas sete coletas de dados realizadas utilizando o questionário tipo *checklist*.

Figura 1 - Percentuais de adequação as Boas Práticas de Fabricação verificados após quatro coletas de dados utilizando questionário tipo *checklist* (CHARÃO, 2018) em uma agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS, 2019/21.



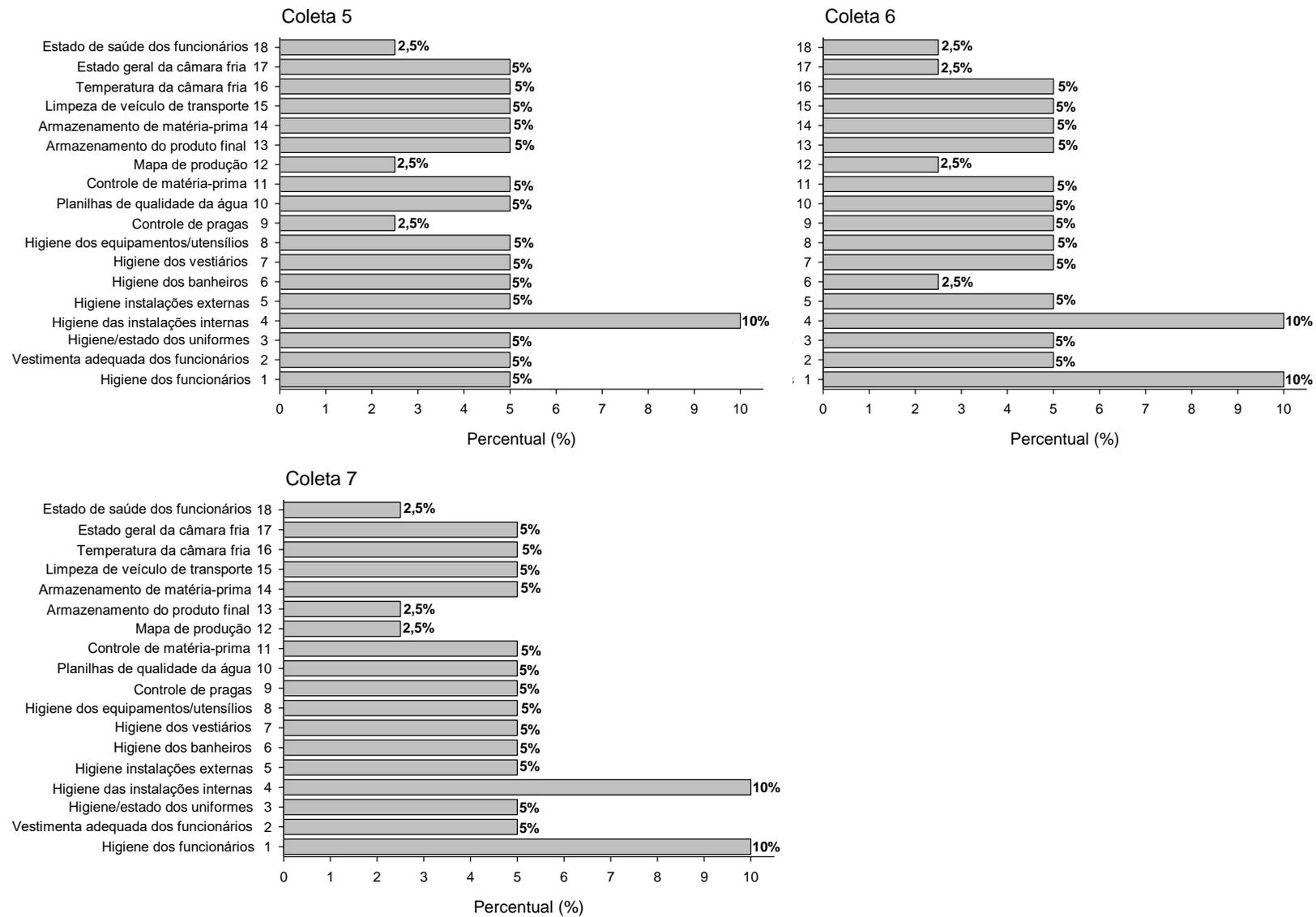


Figura 2 - Percentuais de adequação as Boas Práticas de Fabricação verificados após sete coletas de dados utilizando questionário tipo *checklist* (CHARÃO, 2018) em uma agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS, 2019/21

Figura 3 - Barreira sanitária de acesso a entrada com lava botas (A) e pia (B) para assepsia de mãos em uma agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS, 2019/21.



Figura 4 - Instalação elétrica (A), equipamento de refrigeração para manutenção da temperatura, variando de 10 a 16°C em todo ambiente de processamento (B) e controle de temperatura (C) em uma agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS, 2019/21.



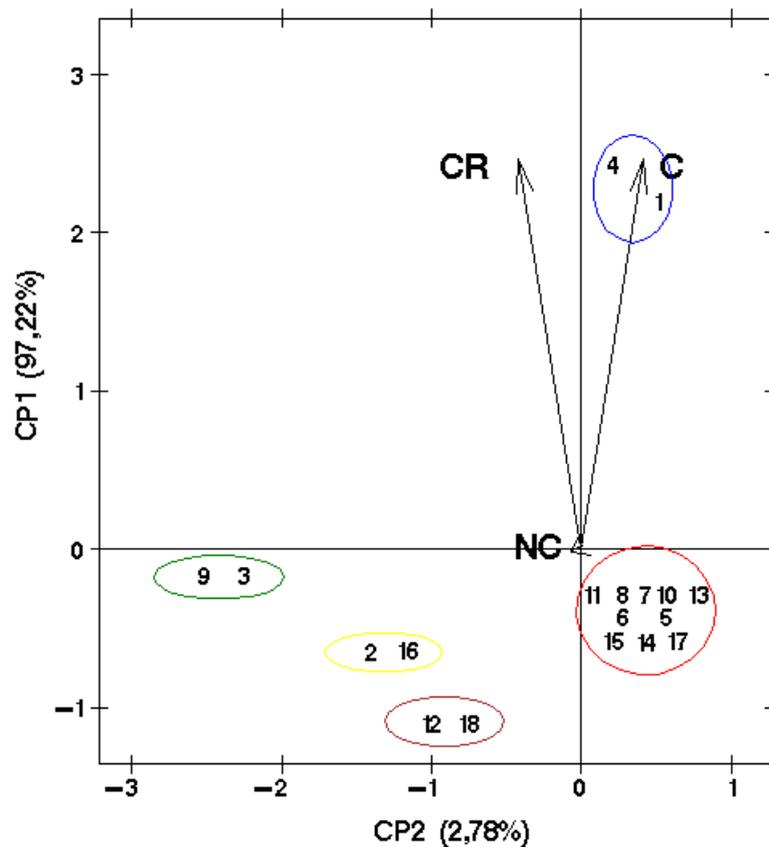
A partir dos dados obtidos foi aplicada a Análise de Componentes Principais (ACP), para isso o novo conjunto de variáveis ortogonais (Componentes Principais - CPs) foi gerado pela ACP, onde o primeiro componente principal (CP1) apresentou o maior autovalor, de 1,94, e representou 97,22% da variabilidade no conjunto de dados. O segundo CP teve autovalor de 0,06, e foi responsável por 2,78% da variância nos dados (Tabela 1). Portanto, de acordo com a regra de Jolliffe (2002), os dois primeiros CPs foram utilizados para estudos adicionais. Na Tabela 1 podem ser visualizados os Componentes principais (CPs), autovalores, percentagem de variância (V) e da variância acumulada (VA).

Tabela 1 - Componentes principais (CPs), autovalores, porcentagem de variância (V) e da variância acumulada (VA) explicada pelos componentes principais considerando às variáveis avaliadas.

CPs	Autovalores	V (%)	VA (%)
CP1	1,94	97,22	97,22
CP2	0,06	2,78	100,00

Os dois primeiros componentes principais explicaram toda a variação do conjunto de dados, onde o CP1 e o CP2 foram responsáveis por 97,22 e 2,78%, respectivamente, o que possibilitou a plotagem dos escores e das cargas dos componentes referentes aos níveis dos itens estudados (18 questões). Verificou-se a formação de grupos distintos, mostrando a diferenciação entre os itens avaliados. Na Figura 5 a seguir podem ser visualizados a plotagem de escores e cargas de CP1-CP2 referente as sete avaliações.

Figura 5 - Plotagem de escores e cargas de CP1-CP2 referente as sete avaliações, considerando as respostas C = conforme; CR = conforme com restrições; e, NC = não conforme para os 18 itens avaliados em uma agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS, 2019/21.



A partir da ACP, considerando todo o conjunto de dados, ou seja, as 7 avaliações nos 18 itens e as três opções de respostas (C = conforme; CR = conforme com restrições; e, NC = não conforme) foi possível visualizar o comportamento das adequações as BPF's na agroindústria

em estudo. Ocorreu a formação de cinco grupos quanto aos 18 itens avaliados (Figura 5). O primeiro grupo foi formado pela questão 1 (higiene dos funcionários) e 4 (higiene das instalações internas), demonstrando médias elevadas e idênticas. Tanto na questão 1 quanto na questão 4, as médias dos resultados foram 10 para C; 5 para CR; e, zero para NC. Este comportamento comprovou que o principal item de adequação foi a questão de higiene, tanto dos funcionários quanto das instalações internas, conforme verificado ao longo das adequações das BPF's (Figuras 1 e 2).

As condições higiênico-sanitárias das instalações interferem diretamente na qualidade dos alimentos produzidos. Nesse contexto, as estruturas físicas, áreas externas e internas, equipamentos, intervêm diretamente nas BPF's, e se estas não forem seguidas, podem se tornar vetores de risco à saúde por meio de perigos físicos, químicos ou microbiológicos (OLIVEIRA; BRUNATTI; BOSCATTELI, 2011).

O segundo grupo formado foi composto pelas questões 5 (higiene instalações externas), 6 (higiene dos banheiros), 7 (higiene dos vestiários), 8 (higiene dos equipamentos/utensílios), 10 (planilhas de qualidade da água), 11 (controle de matéria-prima), 13 (armazenamento do produto final), 14 (armazenamento de matéria-prima), 15 (limpeza de veículo de transporte) e 17 (estado geral da câmara fria), com média para as respostas C = 5, CR = 2,5 para todos os itens, exceto para o número 5, que foi C = 5, CR = 2,5 e NC = 0. Este grupo caracterizou um comportamento intermediário de adequações que foram realizadas ao longo das coletas de informações.

Os outros grupos formados foram compostos pelos itens 9 (controle de pragas) e 3 (higiene/estado dos uniformes); 2 (vestimenta adequada dos funcionários) e 16 (temperatura da câmara fria); e 12 (mapa de produção) e 18 (estado de saúde dos funcionários), com comportamento distinto dos grupos anteriores e médias com valores inferiores. Comportamento esse, que foi confirmado pela última avaliação (coleta 7), em que ainda persistiram não conformidades no mapa de produção, e no exame periódico de saúde dos funcionários (Figura 2).

Quanto às análises microbiológicas nos embutidos cárneos, não foi detectada a presença de bactérias do gênero *Salmonella* em nenhuma das amostras analisadas, em ambas as coletas (anterior e posterior às adequações das BPF's), como recomenda a IN nº 60/2019 (BRASIL, 2019a). Esta ausência está relacionada a adequação da agroindústria às BPF's, o que melhorou as condições higiênicas e sanitárias. Enquanto que outros estudos relataram contaminação por *Salmonella* spp. entre 30 e 67% das amostras de linguiças frescas (NAVA; ALBERTI, 2014;

SOUZA et al., 2014). Como, muitas vezes, a contaminação pode ser atribuída a obtenção das matérias-primas contaminadas ou a industrialização sem cuidados higiênicos, fato este que não ocorreu no estudo, pois a agroindústria tem matadouro próprio, o que garante maior confiabilidade ao processo de industrialização.

Em relação a *Staphylococcus* coagulase positiva, todas as amostras foram positivas, porém com contagem de 10 UFC g⁻¹ para as amostras coletadas antes da implantação dos procedimentos de adequações as BPF's e inferior a 10 UFC g⁻¹ para as amostras coletadas após as adequações das BPF's, estando de acordo com a legislação brasileira IN nº 60/2019, que estabelece contagem máxima de 10³ UFC g⁻¹ (BRASIL, 2019a). Este ocorrido é comum na agroindústria de linguiças frescas devido principalmente, ao excesso de manipulação do produto (SOUZA et al., 2014). Porém, contagens inferiores a 10³ UFC g⁻¹ não representam risco pois sabe-se que a produção de enterotoxinas estafilocócicas capazes de causar doença em humanos ocorre a partir de contagens em torno de 10⁵ UFC g⁻¹. Quanto a contagem de *Clostridium* sulfito-redutor, tanto as amostras coletadas antes da implantação dos procedimentos de adequações as BPF's quanto as amostras coletadas após as adequações as BPF's, as contagens foram inferiores a 10 UFC g⁻¹, também dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2019a). Estes resultados podem estar associados as ações corretivas frente as não conformidades estabelecidas pela aplicação do *checklist* (SILVA et al., 2002; MANTOVANI et al., 2011).

Em relação à contagem de coliformes termotolerantes (coliformes a 45°C), verificou-se que a concentração microbiana foi em média de 10³ NMP g⁻¹ para as amostras coletadas antes da implantação dos procedimentos de adequações as BPF's e inferior a 1,0 x 10¹ NMP g⁻¹ para as amostragens realizadas após as adequações das BPF's, ambas dentro dos limites estabelecidos pelos padrões da legislação que é de 10³ NMP g⁻¹ (BRASIL, 2019a). A presença deste microrganismo nas linguiças frescas, mesmo dentro dos padrões da legislação, é indicativo de falhas de higiênico sanitárias, como por exemplo superfícies das mãos dos manipuladores contaminadas, temperaturas inadequadas, contaminação cruzada (PEREZ-RODRIGUEZ et al., 2008), o que determina a importância da continuidade das ações das BPF's.

Para as avaliações bacteriológicas realizada na água utilizada pela agroindústria, os teores de coliformes totais e termotolerantes; e, contagem de bactérias heterotróficas em todas as amostras foram zero (negativos), indicando que os valores estão de acordo com os padrões da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021). Nesse sentido, a água usada

pela agroindústria é potável e está apta a ser utilizada tanto na agroindústria quanto nos processos de industrialização.

4 CONCLUSÕES

Foi possível adequar uma agroindústria de embutidos cárneos às Boas Práticas de Fabricação (BPF's) e identificar o nível desta adequação em diferentes etapas utilizando a Análise de Componentes Principais.

O método de Análise de Componentes Principais mostrou-se uma ferramenta estatística útil e que pode ser aplicada com sucesso para avaliar o nível de adequação as BPF's de processos produtivos. Através da Análise de Componentes Principais comprovou-se que o principal item que influenciou na adequação as BPF's foi a higiene, tanto dos funcionários quanto das instalações internas. As intervenções foram eficientes sendo isto comprovado nas últimas avaliações, onde agroindústria obteve a classificação excelente, com percentual acima de 90% de adequação as BPF's.

Os resultados das análises microbiológicas do produto acabado e da água corroboram para confirmar que as adequações das BPF's foram eficientes, tendo como consequência ao final a possibilidade de fornecer ao consumidor um produto com qualidade sanitária adequada e dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, porém, há a necessidade de continuação deste programa para que as ações resultantes sejam eficazes e duradouras.

REFERÊNCIAS

ABDI, H.; WILLIAMS, L. J. Principal component analysis. **Wiley Interdisciplinary Reviews**, v. 2, n. 4, 433-459, 2010.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 23rd edition. Washington, DC: American Public Health Association, 2017. 1504p.

ARAÚJO, Í. B. S.; LIMA, D. A. S.; PEREIRA, S. F.; PASETO, R. P.; MADRUGA, M. S. Effect of storage time on the quality of chicken sausages produced with fat replacement by collagen gel extracted from chicken feet. **Poultry Science**, v. 100, n. 2, p. 1262-1272, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.428, de 26 de novembro de 1993. **Aprova o "Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos" - COD - 100 a 001.0001, as "Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos" - COD - 100 a 002.0001, e o "Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos"- COD - 100 a 003.0001 e COD - 100 a 004.0001 e determina que os estabelecimentos relacionados à área de alimentos adotem, sob responsabilidade técnica, as suas próprias Boas Práticas de Produção e/ou Prestação de Serviços, seus Programas de Qualidade, e atendam aos PIQ's para Produtos e Serviços na Área de Alimentos, em consonância com o estabelecido na presente Portaria.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov. 1993. s/n, p. 1. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt1428_26_11_1993.html>. Acesso em: 13 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 368, de 04 de setembro de 1997. **Aprova o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 set. 1997. Seção 1, p. 19697. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/Portaria_368.1997.pdf/view>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 nov. 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/275_02rdc.htm>. Acesso em: 01 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019a. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019, Edição 249, Seção 1, p. 133. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019b. **Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e**

sua aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019, Edição 249, Seção 1, p. 96. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>>. Acesso em: 13 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 de maio de 2021, Edição 85, Seção 1, p. 127. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 18 mar. 2022.

BONACINA, M.; SILVA, G. S.; MITTERER-DALTOÉ, M. L. Physicochemical quality and consumer discrimination of industrial and traditional fermented sausages. **Ciência Rural**, v. 50, n. 7, p. 1-9, 2020.

CHARÃO, G. N. **Avaliação da adequação de agroindústrias às Boas Práticas de Fabricação e perfil microbiológico de linguças tipo frescal produzidas no município de Alegrete-RS.** 2018. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

COELHO-FERNANDES, S.; ZEFANIAS, O.; RODRIGUES, G.; FARIA, A. S.; FERNANDES, A.; BARROS, L.; CADAVEZ, V.; GONZALES-BARRON, U. Microbiological and physicochemical assessment of artisanally produced “alheira” fermented sausages in northern Portugal. **Proceedings**, v. 70, n. 16, p. 1-6, 2021.

FAYAZ, H.; KUMAR, A.; KOUSAR, F.; SHARMA, S.; KUMAR, S. Application of total quality management to ensure food quality in food industry. **Journal of Animal Research**, v. 10, n. 3, p. 329-338, 2020.

FONSECA, L. M. From quality gurus and TQM to ISO 9001:2015: a review of several quality paths. **International Journal for Quality Research**, v. 9, n. 1, p. 167-180, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 7ed. São Paulo: Atlas. 2019. 248p.

HOSSEINI, H. M.; KANEKO, S. Dynamic sustainability assessment of countries at the macro level: a principal component analysis. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 3, p. 811-823, 2011.

ICMSF - The International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in foods.** 1: their significance and methods of enumeration. 2ed. Toronto: University of Toronto Press. 1988. 436p.

ISERI-SAY, A.; TOKER, A.; KANTUR, D. Do popular management techniques improve performance? Evidence from large businesses in Turkey. **Journal of Management Development**, v. 27, n. 7, p. 660-677, 2008.

JOLLIFFE, I. T. **Principal Component Analysis.** 2th ed. New York: Springer-Verlag. 2002.

JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, J. Principal component analysis: a review and recent developments. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 374, p. 1-16, 2016.

MANTOVANI, D.; CORAZZA, M. L.; FILHO, L. C.; COSTA S. C. Avaliação higiênico-sanitária de linguças tipo frescal após inspeção sanitária realizada por órgãos federal, estadual e municipal na região noroeste do Paraná. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 3, p. 357-362, 2011.

NASCIMENTO, G. A.; BARBOSA, J. S. BPF - Boas Práticas de Fabricação: Uma revisão. **Higiene Alimentar**, v. 21, n. 148, p. 24-30, 2007.

NAVA, A.; ALBERTI, J. Avaliação higiênico-sanitária de linguças tipo frescal comercializadas a granel por supermercados e produzidas artesanalmente no município de Xaxim, SC. **Unoesc & Ciência**. v. 5, n. 1, p. 41-48, 2014.

OLIVEIRA, A. A de; BRUNATTI, A. C. S; BOSCATTELI, R. B. O. Avaliação das Boas Práticas de Fabricação nas unidades de alimentação escolar do município de Marília - SP. **Higiene Alimentar**, v. 25, n. 2, p. 49-52, 2011.

PÉREZ-RODRIGUEZ, F.; VALERO, A.; CARRASCO, E.; GARCÍA, R.M.; ZURERA, G. Understanding and modelling bacterial transfer to foods: a review. **Trends in Foods Science & Technology**. v. 19, p. 131-144, 2008.

PSOMAS, E. L.; FOTOPOULOS, C. V. Total quality management practices and results in food companies. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 59, n. 7, p. 668- 687, 2010.

SAS INSTITUTE. **SAS University Edition - for free**. Cary: SAS Institute. 2021.

SCHWEDHELM, C.; IQBAL, K.; KNÜPPEL, S.; SCHWINGSHACKL, L.; BOEING, H. Contribution to the understanding of how principal component analysis–derived dietary patterns emerge from habitual data on food consumption. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 107, n. 2, p. 227-235, 2018.

SILVA, W. P.; GANDRA, E. A.; DUVAL, E. H.; JANTZEN, M. M.; TESSMANN, C.; LIMA, A. S. Qualidade microbiológica de linguças mistas do tipo frescal produzidas na cidade de Pelotas. **Boletim do CEPPA**, v. 20, n. 2, p. 257-266, 2002.

SOUZA, M.; PINTO, F. G. S.; BONA, E. A. M.; MOURA, A. C. Qualidade higiênico-sanitária e prevalência de sorovares de *Salmonella* em linguças frescas produzidas artesanalmente e inspecionadas, comercializadas no oeste do Paraná, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 2, p. 107-112, 2014.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. Eds. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 3ed. Washington: American Public Health Association. 1992. 1219p.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. 1ed. Porto Alegre: Penso. 2016. 336p.