UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

SUELEM OLIVEIRA GUASTE

Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na produção de alimentos extrusados para cães e gatos

Pirassununga
2020

SUELEM OLIVEIRA GUASTE

Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na produção de alimentos extrusados para cães e gatos

(Versão corrigida)

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Orientadora: Profa. Dra. Vera Letticie de Azevedo Ruiz

Pirassununga

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G917p

Guaste, Suelem Oliveira
Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na produção de alimentos extrusados para cães e gatos / Suelem Oliveira Guaste ; orientador Vera Letticie de Azevedo Ruiz. -- Pirassununga, 2020.
70 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Qualidade dos alimentos. 2. Animais domésticos. 3. Dieta animal. I. Ruiz, Vera Letticie de Azevedo, orient. II. Título.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor

SUELEM OLIVEIRA GUASTE

Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na produção de alimentos extrusados para cães e gatos

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal

Data de aprovação: 20/08/2020

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Vera Letticie de Azevedo Ruiz

Instituição: FZEA/USP_____

Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. César Gonçalves de Lima

Instituição: FZEA/USP _____

Profa. Dra. Catarina Abdalla Gomide

Instituição: FZEA/USP _____

Dra. Enely Helena Rodrigues Pisani

Instituição: FMVZ/USP _____

A Ele que me deu uma nova chance de viver;

Aos meus pais e irmãos por tudo;

Meus avós que saudade;

À Sanly, minha pequena cachorrinha, quanto amor!

AGRADECIMENTOS

Em 2016, quando iniciei como aluna especial do programa, estava em um momento extremamente delicado de minha vida, incertezas e receios, no que conheci a Sra. Thaís Zero, uma pessoa querida, que me incentivou a voltar a estudar, realizar um desejo meu, guardado a sete chaves em meus pensamentos. Ingressei no Programa de Pós-Graduação da FZEA/USP, e no ano que se apresenta, encerro um ciclo em um dos momentos mais reflexivos de minha jornada e após um grande milagre de vida que recebi.

Agradeço a todos os meus professores, amigos e colegas que fiz durante esta jornada, especialmente ao Prof. Dr. Augusto Hauber Gameiro, pelos ensinamentos, respeito, amizade e sorrisos; à Profa. Dra. Catarina Abdalla Gomide, pelo carinho, amizade, parceria e respeito; à Profa. Dra. Marta Mitsui Kushida pelos ensinamentos, respeito e carinho e ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima, vulgo Cesinha, pelo carinho e grande ajuda, que foi fundamental para a conclusão de meu projeto.

À minha orientadora Profa. Dra. Vera Letticie de Azevedo Ruiz, por compartilhar seus conhecimentos e pela enorme paciência comigo em todos os momentos.

A todo corpo docente da FZEA/USP e funcionários da instituição que, com muito carinho e atenção, sempre ajudaram.

A todos os meus colegas de trabalho, obrigado pela convivência, amizade e respeito, que me possibilitaram durante este período de 15 anos de profissão, a concretização deste projeto, o esforço dos mesmos fez o meu esforço valer a pena.

À minha família por todo o amor e especialmente aos meus pais por terem me proporcionado a oportunidade de construir a vida profissional e pessoal que tenho hoje, me educando e me ensinando valores que com certeza fazem a diferença em toda a minha jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Gratidão a Deus, pela nova vida e por mais um sonho realizado.

“Não tenha medo do caminho,
Tenha medo de não caminhar.”
Augusto Cury

RESUMO

GUASTE, S. O. **Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na produção de alimentos extrusados para cães e gatos**. 2020. 70f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

O trabalho foi caracterizado pela demonstração de dados de acompanhamento do processo de fabricação de alimentos extrusados para cães e gatos, no qual baseando-se em um sistema de gestão da qualidade e conjuntamente estabelecidos em Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), obtivemos a fabricação de um alimento seguro para o consumo. Este foi um estudo de caso estabelecido em um fabricante de alimentos extrusados para cães e gatos. Foram apresentados os controles dos perigos em todo o processo produtivo, que através da implantação de um Plano APPCC estabelecemos a segurança na fabricação destes alimentos. Os controles que foram realizados, foram relacionados aos perigos físicos, químicos e biológicos juntamente com uma análise crítica de todo o processo. Para os perigos físicos, foram avaliadas todas as possibilidades de contaminações físicas pertinentes ao escopo fabril, dentre os perigos químicos, foram avaliadas a presença de toxinas e metais pesados e em relação aos perigos biológicos, avaliamos a contaminação por *Salmonella spp.*, coliformes totais, *E. coli*, bolores e leveduras. Os dados obtidos antes e após a implantação do sistema de segurança para estes alimentos (Plano de APPCC), foram esboçados e se tornaram base para avaliações estatísticas que estabeleceram a relação que há entre as variáveis de análises que fazem parte dos controles, que foram realizados na implantação do Plano APPCC e que nos indicam que há uma correspondência entre elas estabelecendo assim uma avaliação de eficácia do modo como foi implantado o Plano APPCC.

Palavras-chave: Segurança dos Alimentos; APPCC; Cães e Gatos; Processo de Fabricação.

ABSTRACT

GUASTE, S. O. **Plan for Hazard Analysis and Critical Control Points in the production of extruded food for dogs and cats.** 2020. 70f. M. Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

The work was characterized by the demonstration of data to accompany the manufacturing process of extruded food for dogs and cats, based on a quality management system and jointly established in the Hazard Analysis and Critical Control Points Plan (HACCP), we obtained the manufacture of a food safe for consumption. This was a case study established at a manufacturer of extruded dog and cat food. Hazard controls were presented throughout the production process, which, through the implementation of a HACCP Plan, established safety in the manufacture of these foods. The controls that were carried out were related to physical, chemical and biological hazards together with a critical analysis of the entire process. For physical hazards, all possibilities of physical contamination relevant to the manufacturing scope were evaluated, among chemical hazards, the presence of toxins and heavy metals were evaluated and in relation to biological hazards, we evaluated contamination by Salmonella spp., Total coliforms, E. coli, molds and yeasts. The data obtained before and after the implementation of the safety system for these foods (HACCP Plan), were outlined and became the basis for statistical evaluations that established the relationship between the analysis variables that are part of the controls, which were performed in the implementation of the HACCP Plan and that indicate that there is a correspondence between them, thus establishing an evaluation of effectiveness in the way the HACCP Plan was implemented.

Key words: Food Safety; HACCP; Dogs and Cats; Manufacturing Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo PDCA. 23
Figura 2. Modelo de Árvore Decisória. 28
Figura 3. Importância de um evento como ponto crítico de controle. 38
Figura 4. Árvore decisória para identificar ponto crítico de controle. 39
Figura 5. Fluxograma do processo de produção de alimentos extrusados para cães e gatos. 44
Figura 6. Correlação entre a umidade e atividade de água nos grupos com presença e ausência de microrganismos. 64
Figura 7. Intervalos de confiança para a média de umidade e atividade de água nos grupos com presença e ausência de microrganismos. 64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Atividade de água mínima para microrganismos de importância em alimentos. 22
Quadro 2. Referências cruzadas entre os Princípios do APPCC do *Codex Alimentarius* e a ISO 22000:2019 35
Quadro 3. Potenciais perigos físicos, químicos e biológicos na produção de alimentos extrusados para cães e gatos 37
Quadro 4. Referências de padrão e métodos de análises para perigos biológicos ... 40
Quadro 5. Referências de padrão e métodos de análises para perigos químicos 40
Quadro 6. Referências de padrão e métodos de análises para perigos organolépticos. 41
Quadro 7. Sistema de monitoramento do Plano de APPCC. 56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Indicadores dos controles biológicos nas matérias-primas e alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC.....48
Tabela 2. Indicadores dos controles químicos nas matérias-primas e alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC.....49
Tabela 3. Indicadores dos controles organolépticos nas matérias-primas e alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC 50
Tabela 4. Indicadores de reclamações de clientes para alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC. 51
Tabela 5. Perigos e tipos de controle definidos para o processo de fabricação de alimentos extrusados para cães e gatos 52
Tabela 6. Indicadores dos controles biológicos nas matérias-primas, alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC 57
Tabela 7. Indicadores dos controles químicos nas matérias-primas, alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC 58
Tabela 8. Indicadores dos controles organolépticos nas matérias-primas, alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC 59
Tabela 9. Indicadores de reclamações de clientes para alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC 60
Tabela 10. Relação entre temperatura de cozimento e ocorrência de *Salmonella* spp. no produto final.....61
Tabela 11. Média das temperaturas de cozimento frente a detecção de *Salmonella* spp 62
Tabela 12. Relação entre a umidade, atividade de água e proliferação de microrganismos no produto final. 63
Tabela 13. Correlação de Pearson entre umidade (Um) e atividade de água (Aw) por grupo de proliferação de microorganismos 64
Tabela 14 Estatísticas de teste da MANOVA para comparação das médias de umidade e atividade de água dos grupos com e sem proliferação de microrganismos patogênicos. 65
Tabela 15. Média e erro padrão da umidade (%) e atividade de água dos grupos com e sem proliferação de microrganismos patogênicos. 65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINPET	Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
AW	Atividade de água
BPF	Boas Práticas de Fabricação
BRC	Global Standard for Food Safety
EPAS	Especificação de Produtos Acabados
EU	European Comission
FAO	Food and Agricultural Organization
FDA	Food and Drug Administration
FTMIS	Fichas Técnicas de Matérias-primas e Ingredientes.
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO 22000	Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos
IT	Instrução de Trabalho
MANOVA	Multivariate andysis of Variance and Covariance
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPS	Ordens de Produção
PAS	Public Available Specification
PCC	Ponto Crítico de Controle
PDCA	Planejar, Desenvolver, Checar e Agir
POP/ PPRO	Procedimento Operacionais Padrão
SGSA	Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos
SQF	Safety Quality Food Program

Sumário

1. INTRODUÇÃO 14
2. REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1. Característica do mercado *pet food* e seus riscos 16
2.1.1. Micotoxinas 17
2.1.2. Metais pesados 19
2.1.3. Microrganismos patogênicos e sua relação com a atividade de água (aw) 20
2.2. Qualidade 22
2.2.1. ISO 22000 23
2.2.2. BRC – *Global British Standard* 24
2.2.3. Codex Alimentarius 24
2.2.4. Sistema APPCC 25
2.3. Técnicas Multivariadas para análise estatística 31
3. OBJETIVO 33
4. MATERIAL E MÉTODOS 34
4.1. Material 34
4.2. Método 34
4.2.1. Diagnóstico e indicadores antes da implantação do Plano de APPCC 36
4.2.2. Elaboração e aplicação de Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle 36
4.2.2.1. Primeiro princípio – Identificação de perigos e medidas de controles atuais 36
4.2.2.2. Segundo princípio – identificação dos pontos críticos de controle 38
4.2.2.3. Terceiro princípio – estabelecimento dos limites críticos 40
4.2.2.4. Quarto princípio – sistema de monitoramento dos PCCs 41
4.2.2.5. Quinto princípio – medidas corretivas 41
4.2.2.6. Sexto princípio – procedimentos de verificação do sistema 41
4.2.2.7. Sétimo princípio – documentação e registros 42
4.2.3. Validação do Plano de APPCC 42
4.2.4. Análise estatística 42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 44
5.1. Diagnóstico antes da implantação do Plano de APPCC 44
5.2. Primeiro princípio 47
5.3. Segundo princípio 51

5.4. Terceiro princípio 54
5.5. Quarto e quinto princípios 54
5.6. Sexto princípio 57
5.7. Sétimo princípio 60
5.8. Plano de Validação dos Resultados de Avaliação do Plano de APPCC 60
5.9. Análises Estatísticas 61
6. CONCLUSÃO 66
REFERÊNCIAS 68

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, o setor *pet* é o seguimento do agronegócio que está diretamente ligado ao desenvolvimento das atividades de criação, produção e comercialização de animais de estimação, que são todos aqueles criados para o convívio com os seres humanos por razões afetivas. Eles têm como funções principais: terapia, companhia, lazer, auxílio aos portadores de necessidades especiais, esportes, ornamentação, participação em torneios e exposições e trabalhos especiais. As principais espécies de animais de estimação são: cães, gatos, aves canoras e ornamentais, peixes ornamentais, pequenos mamíferos e répteis (ABINPET, 2018).

Atualmente há 1,56 bilhões de animais de estimação no mundo. Em primeiro lugar, está a China com 289 milhões, seguido pelos Estados Unidos com 226 milhões, em terceiro lugar está o Reino Unido com 146 milhões e o Brasil permanece em 4º lugar. Segundo estimativas de 2018 do Instituto Pet Brasil com dados do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil tem 139,3 milhões de animais de companhia, distribuídos entre 54,2 milhões de cães, 39,8 milhões de aves, 23,9 milhões de gatos, 19,1 milhões de peixes e 2,3 milhões de outros pequenos animais, entre répteis e pequenos mamíferos. Ao considerarmos a população de cães e gatos, o Brasil é o 2º colocado atrás apenas dos Estados Unidos, que possui 74,2 milhões de cães e 142,2 milhões de gatos (INSTITUTO PET.., 2019; IBGE, 2013).

Em 2018, o mercado mundial de animais de estimação faturou 124,6 bilhões de dólares, com um crescimento de 4,3% em relação ao ano anterior. O Brasil avançou e tomou o 2º lugar em faturamento (US$ 6,48 bilhões, correspondendo a 5,2% do mercado mundial), sendo que o setor de alimentos para animais de estimação obteve um crescimento de 7,8% em relação a 2017, atingindo 73,9% do total. Houve também 3,25% de crescimento na produção de alimentos para cães e gatos, chegando a 2,74 toneladas (ABINPET, 2019).

A Instrução Normativa nº 4 de 23 de fevereiro de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabeleceu o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e boas práticas de fabricação para empresas produtoras de alimentos para animais (BRASIL, 2007). Além desta norma obrigatória, o mercado, em constante crescimento e competitividade, faz com que as empresas sigam as normativas de qualidade e segurança dos alimentos como a ABNT NBR ISO 22000:2019, a Norma

Britânica Global de Segurança de Alimentos (BRC) e o *Codex Alimentarius* estabelecido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

A norma ISO 22000:2019 especifica requisitos para sistema de gestão de segurança de alimentos para empresas envolvidas na cadeia produtiva de alimentos (ABNT, 2019), enquanto que a Norma Britânica Global de Segurança dos Alimentos é uma das mais importantes normas internacionais que compõem o plano de segurança alimentar (BRC: 2015). O *Codex Alimentarius* é uma coleção de padrões, diretrizes e códigos de prática que garantem a segurança dos alimentos, a qualidade e o comércio justo. Ele também estabelece a implantação do plano de segurança, o APPCC - Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle ou HACCP (sigla em inglês), que aborda a segurança do alimento através da análise e controle dos riscos físicos, químicos e biológicos, desde a produção da matéria-prima, suprimento e manuseio até fabricação, distribuição e consumo de um produto (OPAS, 2006).

Todas essas normas apresentadas exigem um controle de processo eficaz para garantir a inocuidade do produto que irá ao mercado, que posteriormente será consumido pelos animais. Para que este sistema funcione é necessário seguir padrões, que devem ser estabelecidos e cumpridos. Os controles devem ser feitos desde a qualificação dos fornecedores de matérias-primas até a expedição dos produtos e, para isso, a definição do plano de segurança dos alimentos é importantíssimo, sendo que os pontos de controle de processo, juntamente com seus resultados, devem garantir um alimento seguro para o consumo de cães e gatos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Característica do mercado *pet food* e seus riscos

Os animais de estimação, principalmente os cães e os gatos, ocupam um espaço cada vez maior em nossos lares. A alimentação dos cães e gatos é a base de tratamentos de saúde e também a forma mais comum de prevenir doenças. Diante do importante desenvolvimento do setor, é fundamental que a qualidade dos produtos comercializados seja assegurada através do monitoramento dos seus padrões nutricionais e sanitários. Ainda, a crescente humanização de animais de estimação impulsionou consumidores exigentes a procurarem por alimentos mais seguros e de alta qualidade (TEIXEIRA, 2016).

Os cães e gatos são alimentados muito diferentemente dos animais de produção. Todos os animais de produção requerem uma dieta nutricional equilibrada para se alcançar o objetivo principal, o qual pode ser a produtividade nos ganhos de peso, produção leiteira ou de ovos. No caso dos *pets*, a alimentação deveria se aproximar o quanto possível das dietas naturais, que evitem os excessos de peso e de gordura. Em adição ao desejo dos seus proprietários, o grupo *pet* fica sujeito ao critério de decisão das empresas que produzem os alimentos e se preocupam com a saúde desses animais, considerados parte integrante de uma família. Clinicamente, os benefícios proporcionados por uma alimentação equilibrada e saudável incluem: redução ou eliminação de alergias causadas por ingredientes; redução da inflamação das articulações e renais, tratos digestíveis mais fortes e saudáveis, dentes mais limpos e saudáveis, diminuição de infecções, entre outros. A alimentação é o elo que pode afetar positivamente a saúde, a energia e as perspectivas sobre a vida do animal de estimação, tanto no curto como ao longo prazo (BELLAVER, 2017).

De acordo com Peretti et al. (2010), um alimento é considerado seguro, quando ao longo de sua cadeia produtiva, são adotadas medidas sanitárias e de higiene efetivas e eficazes, que não permitam a presença de riscos em níveis acima dos tolerados pelo consumidor, sempre e quando os produtos forem usados nas condições indicadas e para os fins a que se destinam.

O programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) na indústria de alimentos no Brasil teve origem com uma legislação nacional lançada em 1993 pela Secretaria de Pesca do Ministério da Agricultura, na qual foram estabelecidos normas e procedimento para o pescado, sendo que no mesmo ano, o Ministério da Saúde

preconizou através da Portaria nº 1.428 as normas de obrigatoriedade para todas as indústrias de alimentos. Em 1998, a Portaria nº 40 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabeleceu um manual de procedimentos no sistema APPCC, para bebidas e vinagres e, ainda em 1998, a Portaria nº 46 obrigou a implantação gradativa do programa de garantia da qualidade APPCC em todas as indústrias de produtos de origem animal. Este programa é o que mais gera confiança dentro das indústrias, não só em relação a segurança do produto ou minimização de perdas e riscos, mas pela certeza de que as exigências nacionais e internacionais são cumpridas (Ribeiro-Furtini; Abreu, 2006).

O sistema de APPCC é baseado em fundamentos científicos, permitindo identificar perigos específicos e as medidas para o seu controle, a fim de garantir a segurança dos alimentos. Constitui uma ferramenta para avaliar os perigos e estabelecer sistemas de controle baseados na prevenção em vez de basearem, fundamentalmente, no ensaio do produto final. Todo o sistema de APPCC é susceptível de mudanças que resultem de avanços tecnológicos (OPAS, 2006).

Os perigos podem envolver contaminantes de alimentos diretos, que consistem em substâncias que podem se tornar parte dos alimentos durante a produção, processamento e armazenamento, tais como, micotoxinas, metais pesados e microrganismos patogênicos.

2.1.1. Micotoxinas

Os alimentos são propensos a contaminações por fungos, por serem constituídos por substâncias orgânicas. Durante muitos anos, as contaminações de alimentos e rações animais por diferentes espécies de fungos não patogênicos foram consideradas apenas um problema organoléptico e econômico, entretanto, surgiram problemas em animais de produção, como suínos, bovinos e aves, os quais eram dizimados por verdadeiras epidemias de etiologia desconhecida. Somente em 1960, a presença de fungos nos alimentos foi relacionada com os surtos nestes animais. (MIDIO; MARTINS, 2000).

As aflatoxinas são produzidas por certas linhagens de fungos *Arpergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, sendo estes onipresentes no ambiente e potencialmente capazes de produzir contaminação em uma grande variedade de alimentos. Entre todos os contaminantes de alimentos, as aflatoxinas, e mais especificamente a aflatoxina B1, são as que apresentam o binômio causa/efeito (ingestão de alimentos contaminados/efeito tóxico) de forma bem clara, na qual a ingestão de alimentos com baixos teores de aflatoxina, na

ordem de partes por bilhão, com uma dada frequência e por tempo prolongado, pode levar ao aparecimento de carcinoma hepático, e por outro lado, a ingestão de alimento com alto grau de contaminação (parte por milhão) produz em curto prazo, efeitos agudos (aflatoxicose) (MIDIO; MARTINS, 2000).

Os cães são particularmente sensíveis aos efeitos das aflatoxinas. No quadro agudo, o cão vomita dentro de horas após a ingestão do alimento contaminado, seguido por anorexia, severa depressão, excessiva sensação de sede e a morte pode ocorrer em três dias desde o início dos sinais. A intoxicação crônica pode ocorrer em cães quando baixos níveis de aflatoxina B1 são consumidos num período de 90 a 120 dias. A ingestão crônica também pode causar imunossupressão, seguida por sinais clínicos não específicos, incluindo infecções virais. Não são apenas as aflatoxinas que oferecem riscos aos animais de companhia já que outras micotoxinas foram encontradas em rações destinadas a alimentação de cães, como a vomitoxina, a ocratoxina A e a zearalenona, que induzem sintomas que incluem vômito, depressão, anorexia, icterícia e redução do crescimento. Além do comprometimento da saúde do animal, a presença de micotoxinas pode levar à perda de nutrientes, alteração das propriedades organolépticas (sabor, cor, textura) e redução de qualidade do produto no ponto de venda da sua vida útil (TEIXEIRA, 2016).

Os principais fatores que regulam o crescimento destes microrganismos, e consequentemente o surgimento das micotoxinas, são a composição química do substrato e seu teor de água, além das condições climáticas como temperatura e umidade (MIDIO; MARTINS, 2000).

A matéria-prima utilizada como ingrediente do alimento, destinado ao consumo animal pode ser uma importante fonte de contaminação por micotoxinas. As boas práticas agrícolas representam a principal linha de defesa contra a contaminação de cereais por micotoxinas. Como parte do processo de boas práticas, é recomendado o monitoramento dos níveis das toxinas como garantia da qualidade do produto a ser fornecido. Neste contexto, o controle deve ser iniciado anteriormente ao processo de fabricação da ração, ainda no local de produção da matéria-prima. Dessa forma, é possível evitar gastos desnecessários com transporte e armazenamento de carga contaminada. Os fungos podem se desenvolver durante o transporte do alimento, quando as condições de temperatura e umidade são favoráveis ao seu crescimento. Portanto, a verificação da presença de micotoxinas deve ser mantida no momento da entrega dos grãos para os locais de armazenamento destes grãos, evitando assim a contaminação de silos de boa

qualidade. Como os fungos também podem se desenvolver durante o período de armazenamento recomenda-se testar a matéria-prima anteriormente ao processo de fabricação do alimento. Frente aos aspectos abordados, é recomendável o monitoramento contínuo das micotoxinas no processo de fabricação de alimentos para cães e gatos, desde a obtenção da matéria-prima até o produto final (TEIXEIRA, 2016).

2.1.2. Metais pesados

Considera-se metal tóxico todo aquele que pertence a um grupo de elementos que não possui características benéficas e nem essenciais para ao organismo vivo, produzindo efeitos danosos para as funções metabólicas normais. Quando um metal ou seus compostos são veiculados pela dieta, as quantidades que serão absorvidas serão retidas pelo animal, dependendo das características físico-químicas da substância, da composição dos alimentos, do estado nutricional e de fatores genéticos do organismo exposto. A concentração de metais nos alimentos está diretamente relacionada às condições ambientais de onde o alimento foi produzido, bem como das técnicas usadas no seu processamento e das condições de armazenamento (MIDIO; MARTINS, 2000).

O chumbo, tanto a forma elementar como compostos inorgânicos ou orgânicos, é uma substância que apresenta riscos de intoxicação aos organismos que a eles se expõem. Intoxicações severas por chumbo incluem efeitos decorrentes da ação no sistema nervoso central e no sistema renal (MIDIO; MARTINS, 2000).

A presença de arsênio como contaminante de alimentos, em concentrações da ordem de mg/g ou mg/kg, tem sido bastante discutida quanto aos possíveis riscos às pessoas que consomem estes alimentos. Ele pode estar presente em alimentos como carnes bovinas e de aves, frutos do mar e peixes. A ingestão de altas doses de arsênio (acima de 70 mg) podem ser fatais (MIDIO; MARTINS, 2000).

O cádmio é um metal de meia vida biológica extremamente longa no organismo humano, sendo que os rins são os órgãos críticos para os efeitos tóxicos relativos a exposição crônica. É encontrado em alimentos como peixes, frutos do mar e vísceras de bovinos. A possibilidade do cádmio se acumular em tecidos moles do organismo tem um papel importante no aparecimento e sintomas de intoxicações, além de o sistema esquelético também ser afetado por alterações produzidas no metabolismo de cálcio e fósforo (MIDIO; MARTINS, 2000).

O movimento do mercúrio no ambiente é realizado através da forma metálica volátil presente na atmosfera. A população está exposta ao mercúrio através dos componentes da dieta, água e ar. A caracterização dos sinais e sintomas de intoxicação por mercúrio baseiam-se em intoxicações acidentais em humanos, decorrentes do consumo de alimentos contaminados, apresentando sintomas de problemas renais com alterações celulares (MIDIO; MARTINS, 2000).

2.1.3. Microrganismos patogênicos e sua relação com a atividade de água (aw)

De acordo com Gava e colaboradores (2008), os microrganismos de interesse para os alimentos podem representar perigo potencial à qualidade do mesmo ou a saúde do homem. Estão incluídos nesse grupo os deteriorantes, os patógenos e os indicadores. Os deteriorantes, por sua multiplicação, levam a modificação das características organolépticas de um alimento, representando perigo para sua qualidade, tais como *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Clostridium* spp, enterobactérias, bolores e leveduras. Os patogênicos podem provocar doenças nos homens, pela ingestão de células viáveis ou de seus metabólitos tóxicos, como por exemplo, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes, Salmonella enterica*, *Arpergillus flavus* (responsável pela produção de aflatoxina), entre outros. A maioria das infecções alimentares manifesta-se por diarreia de grau variável e desconforto abdominal, mas casos graves podem ser fatais (GERMANO; GERMANO, 2008).

Dentre os microrganismos de interesse, a *Salmonella enterica* é o que apresenta maior risco à saúde do animal e dos seres humanos. As salmonelas são bacilos Gram-negativos, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos e não são organismos exigentes, podendo multiplicar-se em diversas condições ambientais externas aos seres vivos, desenvolvendo-se facilmente em alimentos. Localizam-se no trato gastrointestinal das aves em geral, de mamíferos domésticos e silvestres, bem como de répteis sem provocar na maioria das espécies hospedeiras algum problema de saúde. As principais transmissões ocorrem por um ciclo de infecções entre o homem e os animais pelas fezes, água e alimentos, particularmente os de origem animal, e as mesmas se multiplicam em temperaturas de 7ºC e 49,5ºC, sendo a temperatura de 37ºC, a melhor temperatura para desenvolvimento. Em 4 horas, o alimento contaminado transforma-se em alimento infectante. A atividade de água (Aw) afeta diretamente o desenvolvimento das bactérias, embora o limite máximo seja de 0,94, as salmonelas podem desenvolver por mais de um

ano dentro dos alimentos com baixa Aw (GERMANO; GERMANO, 2008). A cada ano nos Estados Unidos aproximadamente 23.000 casos de salmonelose em pessoas são confirmados pelos laboratórios do *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC). Como muitos casos não são diagnosticados ou relatados, o CDC estima que ocorrem mais de 1,2 milhão de casos de salmonelose em humanos, e também estima que aproximadamente 450 pessoas morram desta doença anualmente. Em cães e gatos, os sintomas da salmonelose incluem: vômito, diarreia com sangue ou não, febre, perda de apetite e perda do nível de atividade (CDC, 2019).

A *Escherichia coli* é extremamente comum nos homens e nos animais, sendo este organismo associado à diarréia. É encontrada nos intestinos dos animais e do homem e é considerada uma comensal do intestino, onde suprime bactérias nocivas e participa da síntese de numerosas vitaminas, representando 80% da microbiota intestinal aeróbica, podendo ser eliminada nas fezes. É uma enterobactéria Gram negativa, não esporogênica, sendo um mesófilo capaz de se desenvolver entre 7ºC a 46ºC, multiplicar-se a 4ºC, mas não apresentam termorresistência, sendo destruída a 60ºC em poucos segundos. Dentre os agentes de doenças transmitidas por alimento, a *E. coli* passou a merecer atenção da indústria de alimentos, preocupada com suas graves consequências de suas infecções (GERMANO; GERMANO, 2008).

A água no produto é provavelmente o fator individual que mais influi na alteração dos alimentos, no entanto, o teor de água não é uma indicação clara da deterioração, por isso, surgiu o conceito de atividade de água (Aw), que é valorizado em estudos sobre alterações dos alimentos, por estar diretamente relacionado com o crescimento e atividade metabólica dos microrganismos. O termo Aw indica a intensidade das forças que unem outros componentes não aquosos e a água disponível para o crescimento dos microrganismos, no qual fatalmente possam estar realizando diferentes reações químicas e bioquímicas (ORDÓÑEZ; 2005).

As bactérias, de um modo geral, são mais exigentes que os bolores e as leveduras, desenvolvendo-se apenas em condições elevadas de atividade de água. Esta característica é importante quando se trata de desenvolvimento de bactérias patogênicas e deteriorantes, sendo assim alimentos com alta atividade de água são mais perecíveis, apresentando um maior risco de multiplicação de microrganismos patogênicos (Quadro 1). No caso de produtos extrusados para cães e gatos, os mesmos se enquadram dentro dos alimentos com Aw inferior a 0,6, nos quais estão incluídos alimentos microbiologicamente

estáveis, sendo a Aw de 0,6 considerada limitante para o desenvolvimento dos microrganismos (ORDÓÑEZ; 2005).

Quadro 1. Atividade de água mínima para microrganismos de importância em alimentos.

Grupos de microrganismos	Aw mínima	Microrganismos patogênicos	Aw mínima
Maioria das Bactérias	0,9	*Arpergillus flavus*	0,83-0,87
Maioria das Leveduras	0,88	*Clostridium botulinum(l)*	0,97
Maioria dos Bolores	0,8	*Clostridium botulinum(A;B)*	0,94
Bactérias Halofílicas	0,75	*Escherichia coli.*	0,96
Bolores Micotoxigênicos	0,78-0,90	*Pseudomonas spp.*	0,97
Bolores Xerofílicos	0,61	*Salmonella spp.*	0,95
Leveduras Osmofílicas	0,61	*Staphylococos aureus*	0,83-0,90

Fonte: Adaptado de ORDONÉZ; 2005.

2.2. Qualidade

Na cadeia produtiva de alimentos humanos no Brasil, a implantação de sistemas de gestão da qualidade e a certificação ocorreram em função das exigências do mercado externo e das grandes empresas multinacionais que passaram a exigí-las de seus fornecedores. O conceito de qualidade em alimentos é construído em função da dinâmica da relação de consumo e envolve o Estado, o setor produtivo e os consumidores. O conceito de segurança do alimento destaca-se entre os demais aspectos qualitativos dos produtos e se relaciona à proteção e à preservação da vida e da saúde humana dos riscos representados por perigos possíveis de estarem presentes nos alimentos. Assim, a segurança do produto depende dos níveis aceitáveis do perigo no alimento, ou seja, do nível de proteção necessário para a saúde do consumidor (PERETTI; ARAÚJO, 2010).

Em levantamento realizado dentre as 161 empresas associadas ao Sindirações, houve retorno de 60 empresas e apenas 50% das respondentes afirmaram possuir algum tipo de certificação relacionado à segurança dos alimentos, demonstrando que ainda existe um grande campo para expansão da aplicação de qualidade e segurança dos alimentos na indústria de alimentação para animais (COELHO; TOLEDO, 2017).

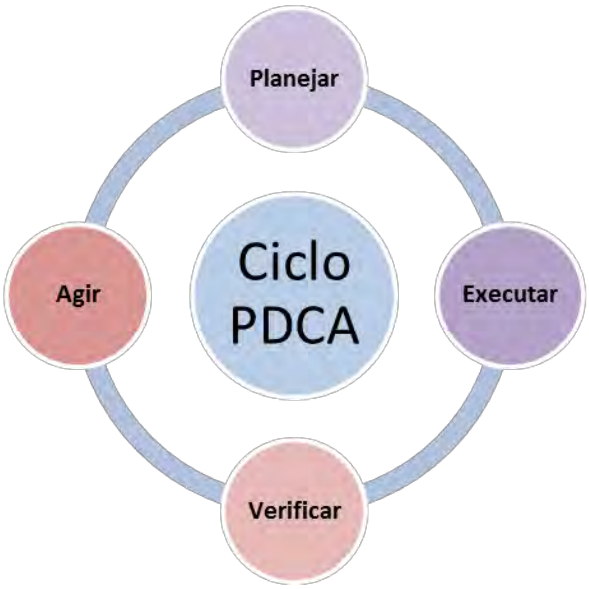
2.2.1. ISO 22000

O sistema de gestão de segurança de alimentos (SGSA) permite que uma organização envolvida na cadeia produtiva de alimentos demonstre que tem capacidade de fornecer alimentos seguros, que atendam às necessidades dos clientes e aos requisitos estatutários e regulamentares, além de possuir a abordagem de riscos associados aos seus objetivos (ABNT, 2019).

A segurança de alimentos está relacionada à presença de perigos no momento do consumo, e perigos à segurança de alimentos podem ocorrer em qualquer estágio da cadeia produtiva de alimentos, sendo que o controle adequado em toda a cadeia de produção de alimentos é essencial. A segurança de alimentos é assegurada com esforços combinados de todas as partes participantes da cadeia, sendo importante a comunicação interativa; o sistema de gestão; o programa de pré-requisitos; e princípios de análise dos perigos e pontos críticos de controle (ABNT, 2019).

A gestão de processos e do sistema pode ser atingida usando o ciclo PDCA (Figura 1) com foco geral na mentalidade de risco, visando benefícios nas oportunidades e prevenir resultados indesejáveis. O ciclo deve passar por planejar os objetivos do sistema e seus processos (*Plan*), fazer a execução do planejado (*Do*), verificar os processos e avaliar as informações (*Check*) e finalmente agir para executar ações para melhorar o desempenho (*Act*) (ABNT, 2019).

Figura 1. Ciclo PDCA.



Fonte: Adaptado de ABNT, 2019.

2.2.2. BRC – *Global British Standard*

A Norma Global Britânica de Segurança de Alimentos (BRC - *Global British Standards*) foi desenvolvida para especificar os critérios de segurança, qualidade e operação que devem ser colocados em prática por uma empresa de produção de produtos alimentícios, a fim de que ela cumpra as obrigações relativas à conformidade legal à proteção do consumidor. O objetivo da norma sempre foi auxiliar as unidades a cumprirem os requisitos legais de segurança dos alimentos. A legislação tem detalhes que variam de acordo com o país, mas em geral: exige que as empresas de produtos alimentícios adotem uma abordagem de APPCC ou com base em risco para a gestão; forneçam um ambiente de processamento que garanta a minimização dos riscos de contaminação; garantam a presença de uma especificação detalhada que seja legítima e compatível com as normas de composição e segurança e boas práticas de fabricação; garantam que seus fornecedores sejam competentes para produzir o produto especificado, cumpram as exigências legais e operem sistemas apropriados de controle de processos; estabeleçam e mantenham um programa de avaliação de riscos para exame, testes ou análise de produção (BRC, 2015).

2.2.3. Codex Alimentarius

O código alimentar, como é conhecido o *Codex Alimentarius*, estabelece padrões reconhecidos internacionalmente como códigos de conduta e orientações que devem ser seguidos para trazer segurança à produção de alimentos. Os controles descritos nos Princípios Gerais do *Codex Alimentarius* são reconhecidos internacionalmente como fundamentais para se assegurar a adequabilidade dos alimentos para consumo, identificam os princípios essenciais da higiene dos alimentos aplicáveis ao longo de toda a cadeia alimentar, desde a produção primária até ao consumidor final, a fim de garantir que os alimentos são seguros e aptos para consumo humano. O *Codex* indica a forma de implementar esses princípios; serve como um guia para códigos específicos que podem ser necessários a setores da cadeia alimentar e a processos ou produtos básicos, de modo a ampliar os requisitos de higiene específicos desses setores. Ele segue a cadeia alimentar desde a produção primária até ao consumidor final e contém uma estrutura base que pode ser utilizada para outros códigos mais específicos aplicáveis a setores particulares a serviço dos governos, da indústria e dos consumidores (OPAS, 2006).

A indústria deve aplicar as práticas de higiene estabelecidas no presente documento a fim de: proporcionar alimentos seguros e aptos para consumo; assegurar que os consumidores disponham de informação clara e de fácil compreensão, através da etiquetagem e outros meios apropriados, que lhes permitam proteger os alimentos da contaminação, desenvolvimento ou sobrevivência de organismos patogênicos, pela correta uma correta armazenagem, manipulação e preparação; manter a confiança nos alimentos comercializados internacionalmente (OPAS, 2006).

Os programas de pré-requisitos são condições básicas e atividades necessárias para manter um ambiente higiênico ao longo da cadeia produtiva de alimentos, adequadas para a produção, manipulação de produtos finais seguros e de alimentos seguros ao ser humano, e consequentemente aos animais, são necessários dependendo do seguimento da cadeia produtiva de alimentos e incluindo as BPF (Boas Práticas de Fabricação) e BPA (Boas Práticas Agrícolas), que são regras ou procedimentos que devem ser utilizados na produção de alimentos destinados a prevenir os perigos. Os programas básicos de Boas Práticas são pré-requisitos fundamentais de outros programas de gerenciamento da segurança dos alimentos, como o sistema APPCC e a ISO 22000 (GAVA, 2008).

2.2.4. Sistema APPCC

O enfoque básico do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle é a prevenção e não a inspeção final. O sistema APPCC permite comprovar, por meio de documentação técnica apropriada, que determinado processo produtivo é seguro. A eficiência do sistema dependerá não só dos planos de controle estabelecidos, mas persistir nos controles, aprimorando-os sempre que alguma evolução em matérias-primas, embalagens e processos permitir o avanço. Os princípios de APPCC têm sido aplicados em diversas companhias, comitês, grupos de consultoria, governos e outras instituições, promovendo uma padronização, em nível mundial, de conceitos e linguagem. O sistema APPCC é recomendado por organismos internacionais, como a Organização Mundial do Comércio (OMC), a FAO e Organização Mundial da Saúde (OMS), e é exigido nos seguimentos do setor alimentício da Comunidade Econômica Europeia, EUA e Canadá. Desde a criação da OMC em 1995, as regras que regem o comércio entre países têm se tornado mais rígidas. Essas regras são objeto de acordos internacionais, assinados pelos países quando de sua adesão à OMC. A aplicação do sistema APPCC está totalmente em conformidade com os princípios desses acordos. A consequência é o número crescente de

países membros da OMC que fazem uso desse sistema. Devido ao interesse das organizações alimentícias pelo sistema APPCC, surgiu a necessidade da criação de normas técnicas sobre esse tema, com o objetivo de padronizar sua aplicação entre as organizações alimentícias e facilitar as relações técnicas e comerciais entre países. Normas para a segurança dos alimentos tendo como base o sistema APPCC foram criadas para satisfazer essa demanda. Desta forma, as normas são muito parecidas entre si, constituídas de itens de um sistema de gestão para a segurança de alimentos, sempre tomando como base o sistema APPCC, entretanto com alguns elementos a mais do que o sistema APPCC, como proposto pelo *Codex Alimentarius*, pela IS0 22.000 e pela Norma Global Britânica de Segurança de Alimentos (BERTOLINO, 2010).

De acordo com Gava e colaboradores (2008), o sistema APPCC, conhecido internacionalmente como *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), é uma ferramenta de gestão com base científica, utilizada para garantir o controle efetivo dos perigos de forma preventiva. Trata-se de um sistema que identifica, avalia e controla os perigos que são significativos para a segurança dos alimentos. O APPCC é um sistema racional e lógico de caráter preventivo, na avaliação dos perigos e riscos associados à segurança de alimentos ao longo de toda a cadeira alimentar (recebimento, produção, processamento, distribuição e consumo), senso estabelecido através de Sete Princípios. A identificação dos perigos leva a determinação das etapas de preparo que são críticas para os controles dos perigos considerados (PCC- Ponto Crítico de Controle) e, assim, estabelece as medidas para o controle das condições que geram estes perigos em cada PCC. O Plano de APPCC é uma ferramenta que deve ser utilizada adequadamente, sendo específica para cada produto ou preparação considerada. O conhecimento das variáveis e perigos vindos das matérias-primas, ingredientes, aditivos, embalagens, etapas de fabricação, armazenagem, transporte e comercialização, formaram a base para a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, adicionalmente, para prevenir que os perigos chegassem ao consumidor, medidas de controle, incluindo aquelas identificadas como essenciais para controlar os pontos críticos, bem como as ações corretivas, eram planejadas e implementadas.

Para a implementação eficaz do Plano de APPCC é de fundamental importância que sete princípios básicos sejam cumpridos, então a Associação Brasileira de Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET) publicou o Manual *Pet Food* Brasil, um guia com as diretrizes para a implantação de um Plano de APPCC para segurança de

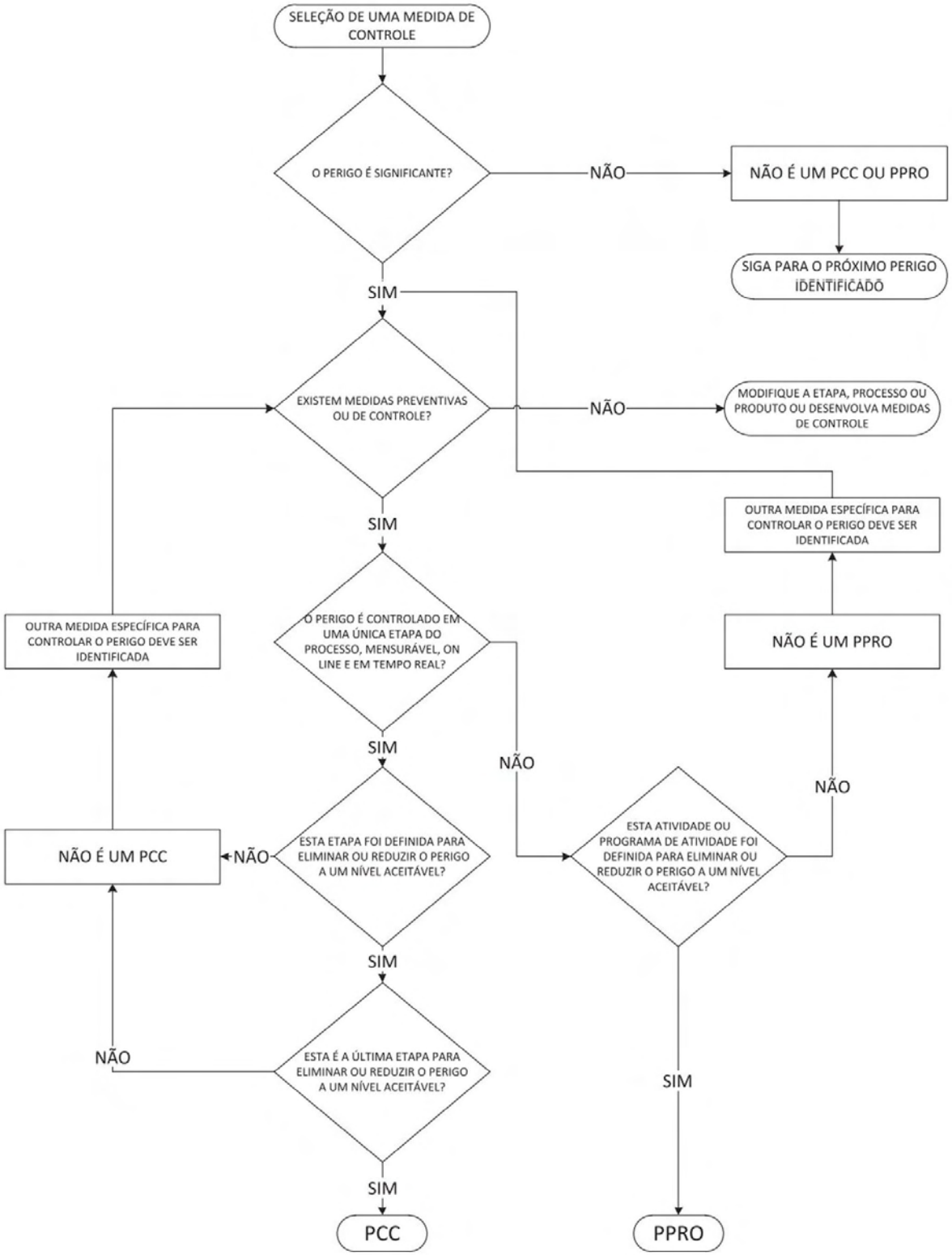
alimentos para animais de estimação, com a explicação dos sete princípios (ABINPET, 2019).

O Primeiro princípio se baseia na identificação de perigos e medidas de controle e estabelece que a equipe de desenvolvimento do APPCC deve analisar criticamente os insumos constituintes do produto e materiais de contato, identificando os potenciais perigos físicos, químicos e biológicos. Deve conduzir uma análise dos perigos potenciais em cada etapa do processo, identificando aquelas em que tais perigos potenciais podem acontecer. Para a determinação do risco de ocorrência e severidade dos perigos potenciais devem ser considerados os aspectos de descrições dos produtos, das descrições das etapas do processo, bem como dos equipamentos. A estimativa do risco e da severidade deve ser obtida por uma combinação da experiência dos membros da equipe, histórico de análises laboratoriais, dados epidemiológicos e informações de literatura técnica. Na estimativa do risco, as medidas de controle já implementadas na organização no momento de tal análise de risco devem ser levadas em consideração para quantificação em risco baixo, médio ou alto. Todo material técnico, bem como histórico de análises, qualificação de fornecedores ou qualquer outra fonte documentada, utilizados como subsídio para o desenvolvimento da análise de perigos, deve ser guardado, garantindo o fácil acesso e a rápida recuperação. As identificações dos potenciais perigos químicos, físicos e biológicos dos insumos e etapas do processo, bem como a avaliação dos respectivos dados, devem ser descritas em formulário próprio. Para os potenciais perigos identificados, quando da análise de risco dos insumos, deve ser determinado em qual etapa do processo ocorrerá a efetiva prevenção, eliminação ou redução a nível aceitável (ABINPET, 2019).

O Segundo princípio estabelece que os pontos críticos de controle localizam-se em qualquer etapa do processo na qual é fundamental que os perigos específicos sejam prevenidos, eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis, sendo esboçado em fluxograma de processo produtivo. A informação desenvolvida pela equipe durante análise de perigos deve permitir a identificação dos PCCs do processo e do programa de pré-requisitos operacionais (PPRO). A equipe de desenvolvimento do plano deve basear-se em um modelo de árvore decisória (Figura 2) e diagramas previamente estabelecidos e documentados, que deve ser aplicada individualmente para cada perigo (físico, químico e biológico) identificado nas análises de perigos. Cada potencial perigo levantado, obrigatoriamente, deve possuir uma etapa para sua prevenção, eliminação ou redução a nível aceitável, caso contrário incidirá na necessidade de alteração do processo, e um

ponto crítico de controle pode ser utilizado para o controle de mais de um perigo (ABINPET, 2019).

Figura 2. Modelo de Árvore Decisória.



Fonte: Manual *Pet Food* Brasil 9ª Ed. (ABINPET, 2019).

O Terceiro princípio pede a definição dos limites críticos que assegurem que o perigo esteja sob controle. Os limites críticos (valores estabelecidos no processo de monitoramento dos pontos críticos de controle para controlar os perigos nestes pontos), para medidas preventivas podem ser quantitativas (controle de tempo, temperatura, pH, atividade de água, acidez, densidade, umidade) ou qualitativos (textura, aroma, entre outros). O estabelecimento dos limites críticos deve ser baseado em publicações científicas especializadas, normas, regulamentos, legislações vigentes e estudos experimentais eficazmente comprovados. A empresa é responsável pela validação dos limites críticos que controla o perigo identificado. Baseadas nas particularidades do processo, em alguns casos, as variações de processamento podem exigir o estabelecimento de limites críticos fundamentados na observação de parâmetros indiretos (ABINPET, 2019).

O Quarto princípio se baseia em estabelecer o sistema de monitoramento dos PCCs, e deve indicar que se um limite operacional é excedido, deve-se tomar uma medida corretiva imediata para o processo retornar aos níveis anteriores, antes que ocorram desvios nos limites críticos de controle. Caso o monitoramento não seja contínuo, a quantidade ou frequência do referido monitoramento deve ser suficiente para garantir que o PCC esteja controlado. Deve haver documentação formalizada, que será utilizada durante a verificação do Plano de APPCC. Os métodos de monitoramentos devem ser rápidos para serem efetivos. Para um bom gerenciamento do processo, auditorias e análises de tendência, registros completos devem ser gerados de cada ponto de monitoramento, constando a data e o nome legível do responsável de tal monitoramento. Os responsáveis por cada item de monitoramento devem ser pessoas designadas oficialmente, treinadas na técnica utilizada para monitorar todos os PCCs, de modo que possam entender o propósito e a importância de seu trabalho, ter fácil acesso aos instrumentos de medição e serem honestas no desempenho de suas funções e no preenchimento de registros, informando, de maneira precisa, o resultado das atividades de monitoramento físicas. Caso o processo e o produto estejam em desacordo com os limites críticos estabelecidos, o produto deve ser segregado e identificado imediatamente. Todos os registros e documentos relacionados ao monitoramento dos PCCs devem ser verificados e assinados pela pessoa com competência e autoridades definidas em procedimento próprio (ABINPET, 2019).

Uma das ferramentas essenciais para estabelecer o sistema de monitoramento dos PCCs é a árvore decisória (Figura 2), que já foi utilizada no Segundo princípio.

Durante o processo de fabricação dos alimentos é estabelecida uma análise minuciosa do sistema nesta árvore decisória, abrangendo não só as matérias-primas, mas também as ações dos colaboradores, avaliações de equipamentos, instalações e embalagens. Em todo o conjunto devem ser considerados os riscos provenientes de contaminações cruzadas relativas as matérias-primas, processo e produto em si, sendo analisados sistemas de redução de riscos e indicadas as ações corretivas para estes riscos. A árvore decisória auxilia a obtenção de quais os pontos do processo que devem ser controlados, esboçando o fluxograma de processo que será utilizado para evidenciar a estrutura do projeto a ser desenvolvido para assegurar a inocuidade do alimento. Estes dois documentos (árvore decisória e fluxograma de processo produtivo de alimentos para cães e gatos) são essenciais para a implantação do Plano de APPCC, evidenciando os pontos críticos de controle, descrevendo assim todo o processo de produção para obtenção destes alimentos e posterior validação do processo de produção.

O Quinto princípio se baseia em estabelecer as medidas corretivas, que devem ser delineadas visando à determinação prévia e disposição do produto no qual ocorreu desvio do seu limite crítico, incluindo segregação e identificação do produto, retenção do mesmo, realização de testes apropriados e aplicação de medidas corretivas; correção das falhas para assegurar que o PCC voltará a estar sob controle e reavaliação do respectivo procedimento. Deve ocorrer a manutenção do registro das medidas corretivas que foram tomadas diante dos desvios dos limites críticos e análise da correlação dos desvios com as reclamações de consumidores e as ações tomadas (ABINPET, 2019).

O Sexto princípio estabelece os procedimentos para verificação do sistema APPCC, que deve ser avaliado periodicamente seguindo algumas etapas: verificar se as especificações estabelecidas para os ingredientes críticos, juntamente com os limites críticos estabelecidos para os PCCs, são capazes de garantir a segurança dos alimentos; rever os limites críticos, verificando-se a sua adequação para o controle dos perigos potenciais; indicar se o Plano de APPCC estabelecido é colocado em prática adequadamente; analisar os registros relativos ao controle dos PCCs e dos desvios que tenham ocorrido; estabelecer um programa de auditoria para inspecionar o cumprimento do programa de pré-requisitos, comprometimento da alta direção, treinamentos em APPCC, descrição das matérias-primas, ingredientes, materiais de embalagem, produtos, descrição das etapas do processo em conformidade ao fluxograma e dos equipamentos envolvidos no Plano de APPCC; avaliar os critérios adotados nas análises críticas e limites

críticos, e análise das reclamações dos consumidores e sua relação com o sistema APPCC (ABINPET, 2019).

O Sétimo princípio estabelece o sistema de manutenção dos documentos pertencentes ao Plano de APPCC e seus registros, sendo de fundamental importância a manutenção dos documentos e registros do sistema, garantindo a perfeita orientação das atividades e a rastreabilidade das informações geradas durante o processo (ABINPET, 2019).

2.3. Técnicas Multivariadas para análise estatística

Os métodos de análises multivariadas predominarão no futuro e resultarão em drásticas mudanças na maneira como os profissionais de pesquisa pensam em problemas e planejam sua pesquisa. Esses métodos tornam possíveis levantar questões específicas e precisas de considerável complexidade em cenários naturais. Isso viabiliza a condução de pesquisas importantes e avaliações dos efeitos de variações paramétricas que naturalmente ocorrem no contexto em que elas normalmente aparecem. Dessa maneira, as correlações naturais entre as múltiplas influências de comportamento podem ser preservadas e efeitos separados dessas influências, estudados estatisticamente sem causar um isolamento comum de qualquer indivíduo ou variável (HAIR JÚNIOR et al., 2007).

De acordo com Costa Neto (2002), muitas vezes a posição dos pontos experimentais no diagrama de dispersão sugere uma relação funcional entre duas variáveis, e surge então o problema de se determinar uma função que exprima este relacionamento. Nestes casos, o problema se denomina regressão, e assim admitir que há um relacionamento funcional entre os valores x e y com uma função (y: a+bx), sendo que quando se apresenta no gráfico uma forma de linha reta significa que temos um esboço de regressão simples.

A regressão múltipla é o método de análise apropriado quando o problema de pesquisa envolve uma única variável dependente métrica considerada relacionada a duas ou mais variáveis independentes métricas. O objetivo da análise de regressão múltipla é prever as mudanças na variável dependente como resposta a mudanças nas variáveis independentes (HAIR JÚNIOR et al., 2007).

A análise multivariada de variância (MANOVA – *multivariate analysis of variance and covariance*) é uma técnica estatística que pode ser usada para explorar simultaneamente

as relações entre diversas variáveis independentes categóricas, geralmente chamadas de tratamentos e duas ou mais variáveis dependentes métricas (HAIR JÚNIOR et al., 2007).

A análise de correlação canônica pode ser vista como uma extensão lógica da análise de regressão múltipla, com o objetivo de correlacionar simultaneamente diversas variáveis dependentes métricas e diversas variáveis independentes métricas. A regressão múltipla envolve uma única variável dependente; a correlação canônica envolve múltiplas variáveis dependentes (HAIR JÚNIOR et al., 2007).

Deve-se considerar o coeficiente de correlação (r) durante a análise dos dados, o qual indica a força da associação entre quaisquer duas variáveis métricas. O sinal (+ ou -) indica a direção da relação. O valor pode variar de -1 a +1, em que +1 indica uma perfeita relação positiva, 0 indica relação nenhuma e -1, uma perfeita relação negativa ou reversa (quando uma variável se torna maior, a outra fica menor) e o coeficiente de determinação (R^2), que pode variar entre 0 e 1, medida da proporção da variância da variável dependente em torno de sua média que é explicada pelas variáveis independentes. Se o modelo de regressão apropriado é aplicado e estimado, podemos considerar que quanto maior o valor de R^2, maior o poder de explicação da equação de regressão, portanto, melhor a previsão da variável dependente (HAIR JÚNIOR et al., 2007).

3. OBJETIVO

Avaliar o impacto que a implantação de Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) desenvolvido para a indústria de alimentos para humanos gera à indústria de alimentos extrusados para cães e gatos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo de caso foi baseado na metodologia de pesquisa aplicada descritiva quantitativa, que objetiva gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos descrevendo as características dos processos e estabelecendo as relações entre as variáveis avaliadas, a partir de diferentes mensurações que foram analisadas estatisticamente (KIRSCH; LEMES, 2019).

4.1. Material

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa de alimentos secos para cães e gatos, no Estado de São Paulo, a partir do acompanhamento dos processos para fabricação de alimentos seguros para os animais de companhia.

4.2. Método

O método utilizado foi baseado na implantação do Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) com seus sete princípios. Os dados foram mensurados antes e após a implantação do Plano de APPCC para possibilitar a avaliação do impacto nas melhorias implementadas. O quadro 2 sumariza os princípios utilizados.

Quadro 2. Referências cruzadas entre os Princípios do APPCC do *Codex Alimentarius* e a ISO 22000:2019

Princípios do APPCC no *Codex Alimentarius*	**Etapas de Aplicação do APPCC *Codex Alimentarius***	**Item da ISO 22000:2019**
	Estabelecer equipe APPCC	Equipe de segurança de alimentos
	Descrever o produto	Características das matérias-primas, ingredientes e materiais de contato com o produto; Características dos produtos finais
	Identificar o uso intencional	Uso pretendido
	Elaboração do Fluxograma; Confirmação *in loco* do mesmo	Fluxograma e descrição dos processos
Princípio 1: Conduzir a análise de perigos	Listar todos os perigos potenciais; realizar uma análise de perigos; considerar medidas de controle	Análise de perigos; Validação das medidas de controle e combinações de medidas de controle
Princípio 2: Determinar os pontos críticos de controle (PCCs)	Determinar os PCCs	Plano de controle de perigos
Princípio 3: Estabelecer o limite crítico	Estabelecer o limite crítico para cada PCC	Plano de controle de perigos
Princípio 4: Estabelecer um sistema de monitoramento para controle dos PCCs	Estabelecer um sistema de monitoramento de cada PCC	Sistema de monitoramento de PCC e PPRO
Princípio 5: Estabelecer as ações corretivas a serem tomadas quando o monitoramento indica que um PCC específico não está sob controle	Estabelecer ações corretivas	Plano de controle de perigos; Correções; Ações Corretivas.
Princípio 6: Estabelecer procedimentos de verificação para confirmar se o sistema APPCC está operando efetivamente	Estabelecer procedimentos de verificação	Controle de monitoramento e medição; Verificação relacionada aos PPROS e plano de controle de perigos; Auditoria Interna (casos de avaliação externa).
Princípio 7: Estabelecer documentação referente a todos os procedimentos e registros apropriados a estes princípios e sua aplicação.	Estabelecer documentação e manter registros	Informação documentada, sendo que está sendo implantada em todas as etapas do processo descritas anteriormente.

Fonte: ANEXO A – ISO 22000:2019 (ABNT, 2019).

4.2.1. Diagnóstico e indicadores antes da implantação do Plano de APPCC

Foi necessário mapear o processo produtivo para obter uma visão de como o sistema estava se comportando.

Para a execução desta etapa foi necessário: (a) estabelecer uma equipe responsável pelo APPCC, denominada “Equipe de segurança de alimentos”; (b) descrever claramente os produtos, considerando as características das matérias-primas, ingredientes e materiais de contato com o produto, e características dos produtos finais; (c) identificar o uso intencional e pretendido dos produtos; (d) elaborar fluxogramas, com confirmação *in loco* e descrição dos processos.

Os processos foram mapeados entre janeiro de 2018 a junho de 2018, quando foram quantificados todos os resultados organolépticos, reclamações de clientes e índices de desempenho de processo.

Esse diagnóstico de situação, além de gerar um panorama dos processos produtivos antes do Plano de APPCC, permitiu o passo inicial para aplicação dos setes princípios, já que o primeiro princípio estabelece que é preciso identificar os perigos e analisar as medidas de controles atuais de um sistema.

4.2.2. Elaboração e aplicação de Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

Com a conclusão da etapa de diagnóstico de situação e o levantamento das ocorrências, foi elaborado um Plano de APPCC, seguindo-se os sete princípios. A avaliação inicial dos processos permitiu estabelecer que o Plano de APPCC deveria considerar as matérias-primas, os equipamentos e estruturas e os produtos finais.

4.2.2.1. Primeiro princípio – Identificação de perigos e medidas de controles atuais

O primeiro princípio estabelece que devem ser ponderados os potenciais perigos das etapas relevantes do processo estudado. Dessa forma, a equipe de segurança de alimentos avaliou todos os potenciais perigos físicos, químicos e biológicos (Quadro 3) relacionados às matérias-primas, aos equipamentos e estruturas e aos produtos finais,

selecionando os que realmente apresentaram-se fora dos limites determinados e, portanto, apresentaram como perigos reais aos processos (ABINPET, 2019).

Quadro 3. Potenciais perigos físicos, químicos e biológicos na produção de alimentos extrusados para cães e gatos

Tipo	Perigos
Físicos	Madeira Metais, parafusos Pedras Plásticos Ráfia da sacaria Umidade Vidros
Químicos	Antimônio Arsênio Cádmio Chumbo Cromo Estanho Mercúrio Níquel Nutrientes de risco (vitaminas, minerais e aminoácidos) Peróxido
Biológicos	*Bacillus cereus* Bolores e leveduras *Campylobacter jejuni* *Clostridium perfringens* *Clostridium* sulfito redutor Coliformes fecais Enterobactérias *Escherichia coli* *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus*

Fonte: Adaptado de ABINPET (2019).

4.2.2.2. Segundo princípio – identificação dos pontos críticos de controle

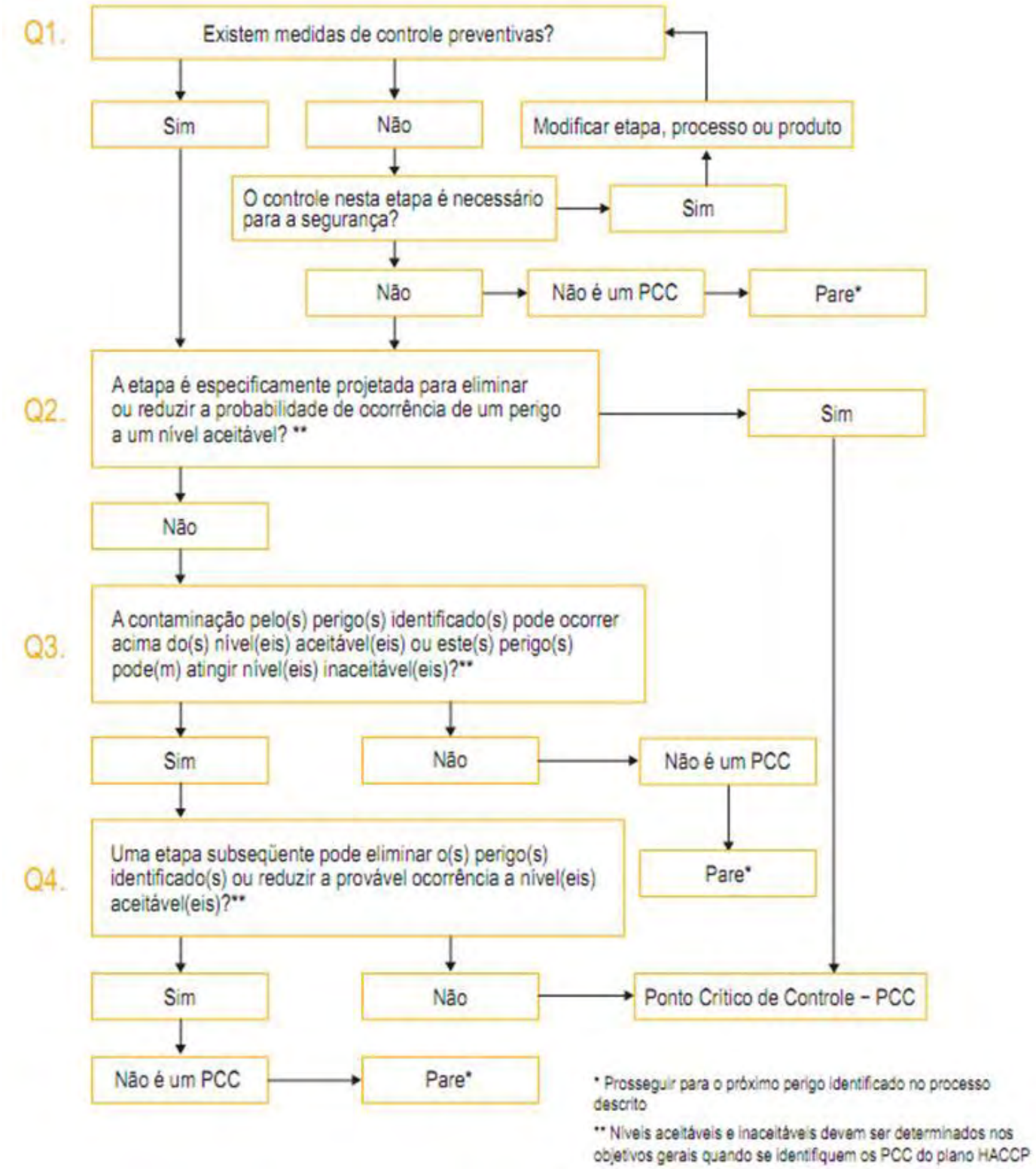
Na Identificação de perigos e determinação de níveis aceitáveis foram documentados todos os perigos à segurança destes alimentos, que tivessem alguma relação com o tipo de produto, tipo de processo e ambiente de processamento. A identificação foi baseada em informações preliminares e dados coletados, experiência, informações internas e externas, incluindo uma abrangência possível, dados epidemiológicos, científicos e outros registros históricos, informações da cadeia produtiva de alimentos, relativas a perigos à segurança de alimentos e relacionada à segurança dos produtos finais.

Com a identificação dos perigos em todas as etapas dos processos, foram estabelecidos os pontos críticos de controle. A equipe de segurança de alimentos utilizou a ferramenta “árvore decisória” para basear as decisões de seleção de medidas de controle, adaptada a partir da árvore apresentada pela FAO (2006), que estabelece os questionamentos a serem levantados para que seja possível definir o que pode ser ou não controlado dentro do processo (Figura 4). Uma importante análise deve ser feita para a indicação dos pontos que podem ser controlados pelos pré-requisitos durante o processo produtivo, sendo assim foi utilizado no trabalho o diagrama de fluxo decisório, para a identificação dos pontos de controle críticos, seguindo a sequência de perguntas a serem respondidas e formuladas a cada passo. Para auxiliar a indicação de um ponto crítico de controle, foi realizada análise crítica de cada situação, considerando o grau severidade e a probabilidade de ocorrência para determinar a significância daquele evento, e pontuando cada característica de acordo com a Figura 3. Quando os valores encontrados na somatórias das análises de processo em referência a significância: probabilidade x severidade, estabelecer os valores especificados em vermelho, como na tabela, podemos considerar que o ponto a ser controlado no processo é um PCC.

Figura 3. Importância de um evento como ponto crítico de controle.

Significância		**Severidade**		
		5	3	1
Probabilidade	5	25	15	5
	3	15	9	3
	1	5	3	1

Figura 4. Árvore decisória para identificar ponto crítico de controle.



Fonte: FAO (2006).

4.2.2.3. Terceiro princípio – estabelecimento dos limites críticos

Considerando os perigos identificados, foram seguidas as referências de padrão internacionalmente aceitas, conforme normas da ANFAL (2009), Regulamento (EU) nº 142/2011, Regulamento (CE) nº 2002/32, Regulamento (EU) nº 2015/186 e Regulamento (EU) nº 1275/2013, conforme apresentadas nos quadros 4, 5 e 6.

Quadro 4. Referências de padrão e métodos de análises para perigos biológicos

Perigos Biológicos	Limite Aceitável	Referência de Padrão	Método de Análise Utilizado
Coliformes Totais	$< 10^3$	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 4832: 2006
E. coli	< 10	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 16649
Enterobactérias	10-300	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 21528-2
Salmonella spp	Ausência em 25 g	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 6579: 2002

Fonte: Própria autoria.

Quadro 5. Referências de padrão e métodos de análises para perigos químicos

Perigos Químicos	Limite Aceitável	Referência de Padrão	Método de Análise Utilizado
Aflatoxina	10 ppb	Reg. (CE) nº 2002/32	Test Kit
Peróxido	5 meq/kg	Reg. (EU) nº 2015/186	Guia de Laboratório Manual Pet *Food* Brasil ABINPET 2019
Acidez	2 mg NaOH/g	Reg. (EU) nº 2015/186	Guia de Laboratório Manual Pet *Food* Brasil ABINPET 2019
Arsênio	2 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	Absorção Atômica
Cádmio	2 ppm	Reg. (EU) nº 1275/2013	Absorção Atômica
Chumbo	5 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	Absorção Atômica
Mercúrio	0,3 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	ASTM 6722

Fonte: Própria autoria.

Quadro 6. Referências de padrão e métodos de análises para perigos organolépticos.

Análises Organolépticas	Limite Aceitável	Referência de Padrão	Método de Análise Utilizado
Atividade de água	0,65	ABINPET (2019)	Análise por Ponto de Orvalho
Umidade	8,50%	ABINPET (2019)	Análise por Infravermelho

Fonte: Própria autoria.

4.2.2.4. Quarto princípio – sistema de monitoramento dos PCCs

O monitoramento foi realizado nas etapas dos processos relacionadas às matérias-primas, aos equipamentos e estruturas e aos produtos finais nas quais foram identificados PCCs, de forma a verificar sempre que um limite foi excedido. Os registros permitiram a avaliação de eficácia dos controles aplicados, além das ações de correções imediatas pertinentes, sempre que necessário.

4.2.2.5. Quinto princípio – medidas corretivas

Após as medidas corretivas imediatas, foram tomadas ações para correções permanentes, para assegurar que o PCC estava sob controle, utilizando a ferramenta PDCA para tomada de decisões.

4.2.2.6. Sexto princípio – procedimentos de verificação do sistema

A verificação não substitui o monitoramento do sistema e foi realizada para checar se as especificações eram suficientes para garantir a segurança dos alimentos, se os limites críticos estabelecidos foram capazes de garantir a mesma segurança e se o Plano de APPCC foi sendo colocado em prática adequadamente. A análise crítica dos dados recuperados antes e após a implantação do Plano de APPCC permitiu a verificação adequada do sistema.

4.2.2.7. Sétimo princípio – documentação e registros

Todas as etapas foram documentadas e registradas em formulários próprios, criados pela equipe para a implantação e execução do Plano de APPCC. Todos os princípios foram estabelecidos também mediante a referência do Codex *Alimentarius* seguido pelas suas diretrizes.

4.2.3. Validação do Plano de APPCC

O protocolo de validação foi realizado pela equipe multidisciplinar composta por membros diretamente ligados ao processo produtivo (membros técnicos, membros com conhecimento operacional, membros de execução das atividades) e coordenador para realizar a gestão da implantação do Plano de APPCC, tendo como objetivo geral, garantir que as medidas de controle do Plano de APPCC fossem efetivas e capazes de demonstrar que o efeito pretendido, que era comprovar que um Plano de APPCC desenvolvido para indústria de alimentos para humanos, também poderia ser aplicado a uma indústria de alimentos para animais de companhia, foi realmente atingido na prática.

A metodologia para a validação utilizou de análises dos dados técnicos e científicos utilizados na elaboração do plano, juntamente com as análises das evidências utilizadas para a elaboração do estudo, como inspeções de lotes produzidos e seu histórico, análise das medidas de controle através dos dados coletados durante a implantação do plano e informações estabelecidas no fluxograma de processo, garantindo que através do estudo dos perigos em todas as etapas de produção, os pontos críticos de controle (PCCs) foram corretamente identificados e controlados.

Para validar o fluxograma de processo, a equipe de multidisciplinar realizou este trabalho *in loco*, avaliando todos os controles dos PCCs nas etapas produtivas (matérias-primas; extrusão e ensaque do produto). As avaliações desta etapa foram conduzidas no período de janeiro 2019 a junho de 2019.

4.2.4. Análise estatística

Para analisarmos todo o processo e nos certificarmos que as variáveis foram controladas durante todo o acompanhamento de processo, ou seja, se seriam consideradas essenciais para dar efetividade a implantação do plano, essas variáveis

deveriam apresentar certa interação, e assim saberíamos que o Plano de APPCC estava sendo avaliado e controlado de maneira correta. Para tanto, foram utilizadas as técnicas de MANOVA (do inglês, *multivariate analysis of variance and covariance*) e análise de correlação simples.

A análise multivariada de variância (MANOVA) é uma técnica estatística que pode ser usada para explorar simultaneamente as relações entre diversas variáveis independentes categóricas, geralmente chamadas de tratamentos e duas ou mais variáveis dependentes métricas. A MANOVA requer amostras maiores, deve superar as referências específicas em cada célula (grupo) da análise de um mínimo recomendado de 20 observações. Uma das principais características da MANOVA se relaciona com estimar a significância de diferenças de grupos, selecionar critérios para testes de significância, avaliar o poder estatístico, o uso em delineamento e análise e os efeitos de ligações de variáveis dependentes, para que possamos ser capazes de interpretar os efeitos de variáveis, avaliar covariáveis e avaliar o impacto de variáveis independentes, identificar as diferenças entre grupos, validar os resultados ocorrendo as repetições. A validação dos resultados das técnicas de variância se estabelecem na tradição da experimentação, sendo a repetição o principal meio de validação. A especificidade de tratamentos experimentais permite um amplo uso do mesmo experimento em múltiplas populações para avaliar a generalidade dos resultados (HAIR JÚNIOR et al., 2007).

Portanto em relação ao trabalho desenvolvido, para quantificar o grau de relacionamento linear entre variáveis contínuas utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson.

Na comparação das médias de temperatura de cozimento dos dois grupos, ausência e presença de *Salmonella spp,* utilizou-se o teste t para amostras independentes.

Para comparar simultaneamente as médias de umidade (%) e atividade de água de dois grupos, possível proliferação (P) e possível não proliferação (NP) de microrganismos patogênicos, utilizou-se a MANOVA.

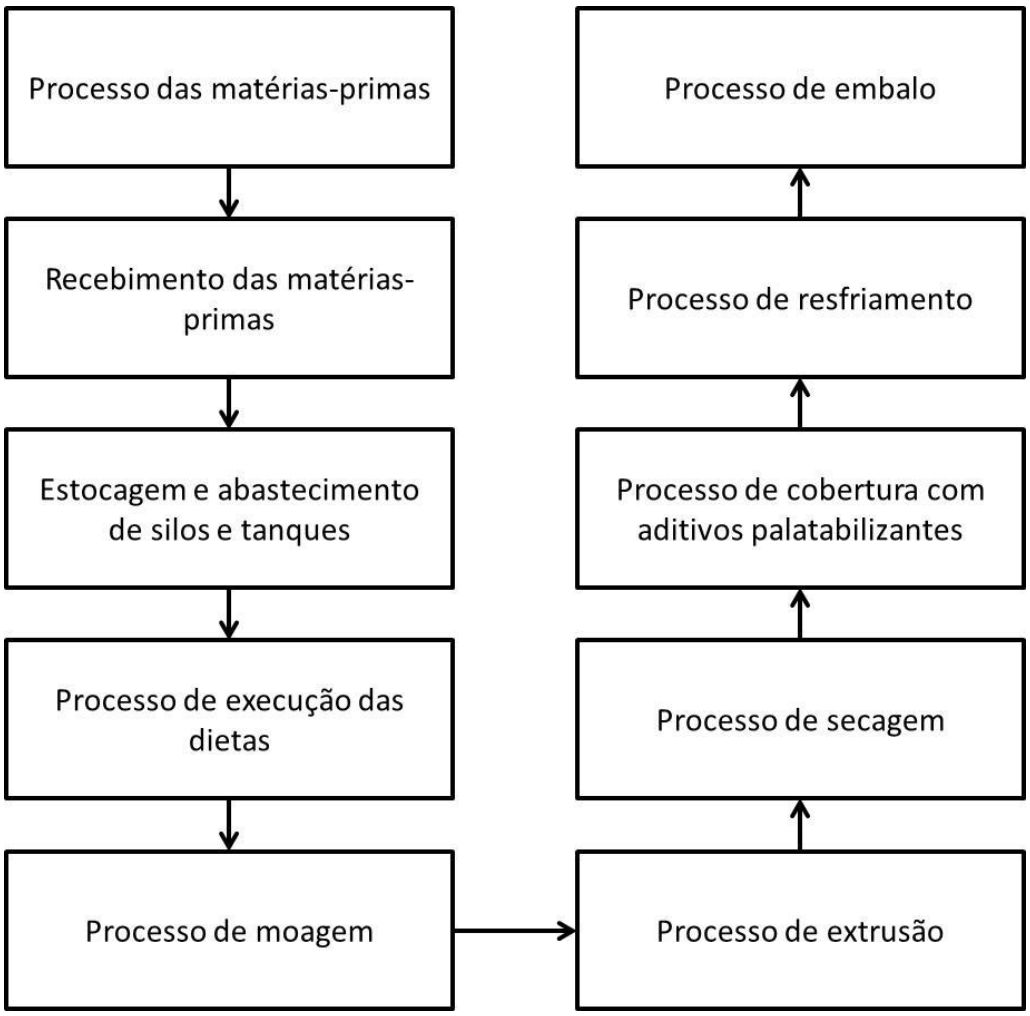
Em relação a todos os testes, adotou-se o nível de significância de 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Diagnóstico antes da implantação do Plano de APPCC

Foi determinado o fluxograma do processo de fabricação de alimentos extrusados (secos) para cães e gatos adultos saudáveis, no qual às etapas do fluxo produtivo para as linhas de produtos são descritas (Figura 5).

Figura 5. Fluxograma do processo de produção de alimentos extrusados para cães e gatos.



Fonte: Própria autoria.

O processo das matérias-primas refere-se principalmente à qualificação de fornecedores, mediante critérios estabelecidos pela equipe, levando em consideração os limites aceitáveis determinados por normas consagradas.

A recepção das matérias-primas estabelece todo o procedimento de entrada e recebimento das mesmas, desde a pesagem do veículo que as transporta, a coleta de amostras para envio ao laboratório para realização das análises pertinentes, a liberação da matéria-prima conforme padrões estabelecidos internamente através de literatura técnica, para que finalmente, o material seja liberado para ser enviado ao local de armazenagem (silos de estocagem ou armazéns físicos). Sempre que as matérias-primas não estiverem dentro dos padrões estabelecidos, as mesmas devem ser devolvidas ao fornecedor, sendo emitido um relatório de não conformidade ao mesmo para que ele possa se adequar.

A armazenagem das matérias-primas ensacadas devidamente identificadas é feita sobre *pallets*, ficando dispostas na área de armazenamento em seu lugar específico, sendo separadas entre origem animal e origem vegetal. Microingredientes são mantidos em prateleiras, devidamente identificados. As embalagens seguem a mesma regra de armazenamento. Os grãos recebidos são armazenados em silos de estocagem externos na área de recebimento de grãos. Ingredientes líquidos são descarregados e armazenados em tanques exclusivos. Todas as matérias-primas descritas são devidamente utilizadas empregando o processo de FIFO (*First In, First Out*), que significa “primeiro que entra, primeiro que sai”.

O transporte das matérias-primas em grãos é feito através de *redlers* e elevadores de deslocamento de material, em sua maioria são estruturas aéreas movidas eletricamente. Desta forma, os grãos são enviados dos seus silos de estocagem para dentro dos silos de pesagem de matérias-primas. As matérias-primas que são recebidas em sacarias e microingredientes são enviados do estoque de material para o processo através de abastecimento manual ou automatizado, sendo este feito através de alimentação de uma moega suspensa, que leva através de elevadores para os silos de acondicionamento de material para a mistura.

O abastecimento de matérias-primas para os silos de processo de pesagem e mistura pode ser um possível ponto crítico de controle, pois as contaminações podem ocorrer durante o processo de abastecimento, ou ainda, terem se originado no próprio fornecedor, mas passará pela primeira inspeção.

As pesagens das matérias-primas a serem utilizadas nas formulações, obedecem a ordem de primeiro incluir microingredientes (pesados em área específica e separados em embalagens plásticas individuais contendo todas as informações pertinentes, para adição gradativa na receita, de forma manual ou automática) e depois os macroingredientes (acondicionados em silos como grãos, são enviados via transporte aéreo para dentro do

sistema de pesagem, também respeitando a quantidade da receita. Alguns macroingredientes que não são acondicionados no silo são pesados, separados e abastecidos em moega manualmente ou automático para dentro do sistema de pesagem).

Após a pesagem, é preciso estabelecer homogeneidade das matérias-primas, processo realizado em misturador por meio de pás, helicoidal, entre outros, por períodos de três a cinco minutos. Depois de finalizado o processo de mistura, é feito o encaminhamento através de elevadores para os silos de armazenagem de farelos.

Realizadas estas etapas, segue-se para a etapa de moagem, para padronização do tamanho das partículas antes da extrusão. Na maioria das vezes, são utilizados moinhos de martelo com telas de moagem de 1,5 mm a 0,7 mm.

O processo de extrusão consiste na gelatinização do amido através de aquecimento por introdução de vapor de água, fazendo com que a partícula a ser originada se expanda e seja produzida nos formatos das matrizes dos produtos. O sistema consiste em: pré-condicionadores, que são silos pequenos que controlam o fluxo de entrada de material para o condicionador; o condicionador que realiza o processo de cozimento deste farelo através de vapor de água e gelatinização do amido. Este é um ponto crítico de controle também, pois temperaturas acima de 79ºC podem eliminar a *Salmonella* spp.

A formatação e corte do produto é feito através de matrizes posicionadas na máquina. Após a conclusão desta etapa, o produto na forma desejada é encaminhado para o processo de secagem. Todos os dados de processo são registrados juntamente com os valores do monitoramento dos pontos críticos de controle.

O produto fica acomodado em esteiras para sofrer o processo de retirada de umidade através de circulação de ar quente dentro do equipamento. Após cerca de 20 a 25 minutos, o produto é encaminhado através das esteiras para a inclusão de aditivos palatabilizantes (aditivos que introduzidos ao alimento elevam a atratividade do animal pelo mesmo). Durante esta etapa são realizadas análises de controle de processo para verificação de conformidade na produção dos produtos. Todos os dados de processo são registrados, assim como todos os padrões de fabricação dos produtos, juntamente, com os valores do monitoramento da umidade, atividade de água, densidade e análises organolépticas.

Os produtos em conformidade, de acordo com seus padrões estabelecidos internamente, saem do secador e são encaminhados para o sistema de adição de líquidos, passando pela aplicação do palatabilizante, por meio de sistemas automatizados. Após o

processo de sua cobertura, o produto é encaminhado ao sistema de resfriamento através de elevadores.

O processo de resfriamento é todo automatizado, com sistema de fluxo de ar forçado para troca de ar quente interno com ar frio externo. O produto será liberado para a etapa de ensaque quando atingir a temperatura ambiente e estiver de acordo com as características organolépticas esperadas.

Uma vez nos silos de ensaque, o processo se inicia com a verificação de produtos que se encontram liberados e aptos ao ensaque, ou seja, dentro dos padrões de liberação de processo. Durante o processo de ensaque, são coletadas amostras de produto final para serem analisadas para sua futura liberação.

Todo o processo é avaliado, registrado e analisado para que o produto seja liberado para o armazenamento e a expedição, e todos os padrões de controle de processo nesta etapa devem ser definidos por produto.

Após a estruturação do fluxograma e sua análise, que mostrou os potenciais pontos críticos de controle, foi possível estabelecer os indicadores antes da implantação do Plano de APPCC, tema tratado dentro do Primeiro princípio do Plano de APPCC.

5.2. Primeiro princípio

Para mensuração dos riscos e perigos foram utilizados métodos internos e referências de padrão internacionalmente aceitas, como apresentado no item 4.2.2.3.

As tabelas de 1 a 4 apresentam os resultados do monitoramento durante o diagnóstico de situação, o que levou ao estabelecimento dos pontos críticos de controle, sendo que alguns dos resultados se referem a uma média do período monitorado (janeiro a junho de 2018).

Os resultados apresentados na tabela referem-se a uma situação de não controle dos perigos existentes nas principais matérias primas de origem animal que compõem o produto, podendo se refletir também no produto final.

Segundo Butolo (2010), as *Salmonella* spp. e outros microrganismos são destruídos a temperaturas superiores a 100ºC, nos processos de obtenção de farinhas de origem animal, porém foi possível detectar a presença de alguns agentes nas matérias-primas e produtos avaliados (Tabela 1). Em situações de falha nos sistemas de produção destas matérias-primas, a contaminação permanece, e este tipo de contaminação é condição suficiente para condenação do uso desta.

Tabela 1. Indicadores dos controles biológicos nas matérias-primas e alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC.

Matéria-prima ou Produto Final	Perigos Biológicos	Resultados de Controle	Limite Aceitável	Referência de Padrão	Método de Análise Utilizado
Farinha de Carne e Ossos Bovina	*Salmonella spp*	**Presença em 25 g**	Ausência em 25 g	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 6579: 2002
Farinha de Vísceras de Frango	*Salmonella spp*	**Presença em 25 g**	Ausência em 25 g	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 6579: 2002
Alimento Cão	Coliformes Totais	**> 10^3**	< 10^3	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 4832: 2006
	Enterobactérias	**415**	10-300	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 21528-2
	E. coli	**> 10**	< 10	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 16649
	Salmonella spp	**Presença em 25 g**	Ausência em 25 g	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 6579: 2002
Alimento Gato	Coliformes Totais	**> 10^3**	< 10^3	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 4832: 2006
	Enterobactérias	**456**	10-300	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 21528-2
	E. coli	**> 10**	< 10	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 16649
	Salmonella spp	**Presença em 25 g**	Ausência em 25 g	Reg. (EU) nº 142/2011	ISO 6579: 2002

Fonte: Própria autoria.

Na Tabela 2, é possível observar um valor para aflatoxina bem próximo ao valor limite especificado pela referência para o milho recebido. Este é um importante ingrediente dos produtos para cães e gatos e entra diretamente em sua composição. Mesmo não ultrapassando o valor limite, poderia levar a uma contaminação maior, já o ingrediente fica em silo armazenado e está contaminação pode levar a um grande aumento de fungos e sua toxicidade que se tornaria incontrolável, sendo assim o ingrediente não seria mais adequado ao uso, assim como todo alimento no qual ele foi utilizado, pois nenhuma etapa do processo de fabricação de alimentos secos é capaz de inativar a ação de toxinas, podendo levar o animal a problemas hepáticos (SCUSSEL, 2008).

Em relação aos metais pesados, ingestões ao longo do tempo podem provocar ao animal danos às funções metabólicas. De acordo com a AAFCO (*Association of American Feed Control Officials*), a ingestão deficiente ou excessiva de qualquer mineral tem o

potencial de afetar negativamente o animal. Suplementações minerais podem conter metais pesados e serem tóxicos aos pets, pois, metais pesados são considerados nocivos devido ao alto grau de toxicidade (RIVAROLI, 2019).

Segundo Paulelli et al. (2018), alguns alimentos que encontrados no mercado para *pets* apresentam níveis de cádmio e mercúrio acima dos níveis aceitáveis pela *Commission European* (EC). Apesar dos resultados de monitoramento estabelecerem níveis aceitáveis, estes metais pesados se tornam acumulativos nos organismos dos que os ingerem podendo acarretar problemas futuros.

Tabela 2. Indicadores dos controles químicos nas matérias-primas e alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC

Matéria-prima ou Produto Final	Perigos Químicos	Resultados de Controle	Limite Aceitável	Referência de Padrão	Método de Análise Utilizado
Milho	Aflatoxina	**8 ppb**	10 ppb	Reg. (CE) nº 2002/32	Test Kit
Alimento Cão	Aflatoxina	**7 ppb**	10 ppb	Reg. (CE) nº 2002/32	Test Kit
	Arsênio	**1,6 ppm**	2 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	Absorção Atômica
	Cádmio	**1,9 ppm**	2 ppm	Reg. (EU) nº 1275/2013	Absorção Atômica
	Chumbo	**4,5 ppm**	5 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	Absorção Atômica
	Mercúrio	**0,3 ppm**	0,3 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	ASTM 6722
Alimento Gato	Aflatoxina	**7 ppb**	10ppb	Reg. (CE) nº 2002/32	Test Kit
	Arsênio	**1,9 ppm**	2 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	Absorção Atômica
	Cádmio	**1,7 ppm**	2 ppm	Reg. (EU) nº 1275/2013	Absorção Atômica
	Chumbo	**4,5 ppm**	5 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	Absorção Atômica
	Mercúrio	**0,3 ppm**	0,3 ppm	Reg. (EU) nº 2015/186	ASTM 6722

Fonte: Própria autoria.

No monitoramento realizado durante o processo de fabricação dos alimentos, são realizadas as medições de atividade de água (*Aw*) e umidade. Estes parâmetros são registrados em uma frequência definida no processo e estabelecem o controle químico do produto, sendo análises a serem realizadas com aspecto físico no processo produtivo. Apesar de não podermos afirmar que a umidade é diretamente proporcional a Aw, existe consideravelmente uma relação direta entre os dois parâmetros, quanto maior a umidade, maior a Aw e consequentemente maior a proliferação de organismos patogênicos e deteriorantes, acarretando a perda de valor comercial e nutricional dos alimentos, e portanto, as duas análises devem ser monitoradas paralelamente. A atividade de água se estabelece como água livre no produto ou água em equilíbrio. Se os níveis de Aw ultrapassarem os níveis estabelecidos em literatura para a categoria de alimento a ser controlada, neste caso acima de 0,650 Aw, ocorre um desequilíbrio no produto no qual os microrganismos criam condições satisfatórias para o seu crescimento (ABINPET, 2019).

A Tabela 3 indica que em alguns casos a Aw estava acima do limite recomendável, gerando um risco potencial para a integridade e segurança dos produtos finais.

Tabela 3. Indicadores dos controles organolépticos nas matérias-primas e alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC

Produto Final	Análises Organolépticas	Resultados de Controle	Limite Aceitável	Referência de Padrão	Método de Análise Utilizado
Alimento Cão	Atividade de água	**0,669**	0,65	ABINPET 2019	Análise por Ponto de Orvalho
	Umidade	**9,0%**	8,50%	ABINPET 2019	Análise por Infravermelho
Alimento Gato	Atividade de água	**0,673**	0,65	ABINPET 2019	Análise por Ponto de Orvalho
	Umidade	**10,20%**	8,50%	ABINPET 2019	Análise por Infravermelho

Fonte: Própria autoria.

Os indicadores de reclamações dos clientes foram monitorados por três meses e indicaram quais os principais problemas nos produtos são diretamente responsáveis pelas respostas negativas dos consumidores (Tabela 4). Esses problemas podem ser

diretamente relacionados à ineficiência dos controles de processo anteriormente demonstrados.

Tabela 4. Indicadores de reclamações de clientes para alimentos para cães e para gatos, antes da implantação do Plano de APPCC.

Descrição das Reclamações	Nº de Reclamações Alimento Cão	Nº de Reclamações Alimento Gato	Limite Aceitável de Reclamações
Avarias em Embalagens	**1**	**0**	< 2
Bolores	**9**	**5**	< 2
Cor fora do padrão	**2**	**0**	< 2
Insetos	**0**	**0**	0
Odor fora do padrão	**5**	**3**	< 2
Peso Faltante	**0**	**0**	0
Rejeição	**14**	**8**	< 3

Fonte: Própria autoria.

Os resultados dos indicadores antes da implantação do Plano de APPCC são os dados que compõe o Primeiro princípio, no qual se identificam os perigos, e é a base para dar seguimento ao Segundo princípio, que determinará os pontos críticos de controle.

5.3. Segundo princípio

Ao avaliar os perigos diagnosticados no Primeiro princípio, é possível determinar quais são os pontos críticos de controle, com auxílio de árvore decisória (FAO, 2006, p. 46). Após a análise crítica referente aos PCCs, foi realizado um esboço de todos os controles a serem considerados mediante ao processo para que na etapa posterior os PCCs, pudessem ser indicados e identificados no processo. Ao aplicar a avaliação de significância para pontuar os pontos críticos de controle, foram selecionados os apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Perigos e tipos de controle definidos para o processo de fabricação de alimentos extrusados para cães e gatos

Perigos		Matérias-primas	Equipamentos e estruturas	Produtos Finais	Tipo de controle
Físicos	Corpos estranhos	X		X	Barreiras físicas (peneiras, imãs), qualificação de fornecedores
	Madeira	X		X	
	Metais	X	X	X	
	Partes de equipamentos	X	X	X	
	Plásticos duros	X		X	
	Ráfia	X		X	
	Vidro	X		X	
Biológicos	Bolores e leveduras			X	Análises laboratoriais, qualificação de fornecedores
	Coliformes Totais			X	
	E. Coli			X	
	Enterobactérias	X		X	
	Salmonella spp.	X		X	
Químicos	Aflatoxinas	X			Análises laboratoriais, qualificação de fornecedores, controles internos de produção fabril
	Arsênio	X			
	Cádmio	X			
	Chumbo	X			
	Mercúrio	X			
	Vapor de água			X	

Fonte: Própria autoria.

É essencial executar controle nas matérias-primas, pois falhas nesta etapa irão impactar todo o processo até o produto final. Devem ser estabelecidos controles para perigos físicos como corpos estranhos, plásticos duros, metais, ráfia, contaminação de origem proveniente de falhas no processo do fornecedor como partes de equipamentos, falhas no processo de fabricação da matéria-prima, falhas decorrentes de embalagens que podem se desprender no momento em que são adicionadas, metais decorrentes do uso de objetos cortantes utilizados para abertura das embalagens de matérias-primas e provenientes dos próprios fornecedores. Os controles definidos para esta etapa foram

ferramentas de controle de qualidade, sistema de barreiras físicas (como peneiras, imãs) e sistema de qualificação de fornecedores. Quanto aos perigos químicos, as matérias-primas utilizadas na alimentação dos animais não podem ter níveis inaceitáveis de aflatoxinas e metais pesados como cádmio, mercúrio, chumbo e arsênio, que podem ser decorrentes de contaminação por falhas no processo do fornecedor. Desta forma, para controlar estes perigos químicos, foi estabelecido processo de qualificação de fornecedores, controles internos de produção fabril e análises laboratoriais, como presença de aflatoxinas, (Kuickscan), de arsênio, cádmio e chumbo (por método por absorção atômica – Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal nº 40) e mercúrio (pelo método ASTM 6722 – *Standard Test Method for Total Mercury in Coal and Coal Combustion Residues by Direct Combustion Analysis*). Em relação aos perigos biológicos, falhas relacionadas às BPF e contaminações cruzadas, além de falha de controle de processo dos fornecedores, podem levar a contaminação por microrganismos diversos. Para controlar os perigos biológicos, foram realizadas análises laboratoriais para *Salmonella* spp. (método referente a ISO 6579:2002), coliformes totais (método referente a ISO 4832:2006), *E. coli* (método referente a ISO 16649), bolores e leveduras (método referente a ISO 21527-2: 2007) e enterobactérias (método referente a ISO 21528-2:2004).

Quando consideramos os equipamentos e estruturas, é preciso controlar os perigos relacionados a metais, parafusos e roscas, devido a estrutura interna dos silos que podem conter estruturas metálicas entrelaçadas, com fixações por parafusos e roscas internas, que com a vibração do processo podem se desprender. Já em relação aos perigos químicos e biológicos, não foram detectados pontos de controle neste aspecto.

Os produtos finais devem ter controle frente aos perigos físicos como corpos estranhos e metais, devido à quebra das facas de corte e matrizes de moldagem por falha no ajuste e posicionamento. O controle de perigos químicos está relacionado à contaminação originada pelo vapor d´água no processo (a água que abastece o sistema de cozimento). Os perigos biológicos associados aos produtos finais estão associados à presença de *Salmonella* spp., coliformes totais, *E. Coli*, bolores e leveduras devido a contaminação desde a origem (matérias-primas inadequadas) ou falhas relacionadas às BPF, sendo que o principal ponto pode ser o processo de extrusão ineficiente (temperaturas abaixo de 79°C).

Todos estes controles foram avaliados *in loco* pela equipe multidisciplinar, baseando-se nos padrões estabelecidos pela ABINPET (2019).

5.4. Terceiro princípio

Foram aplicados os limites críticos determinados nas normas da ABINPET (2019), Regulamento (EU) nº 142/2011, Regulamento (CE) nº 2002/32, Regulamento (EU) nº 2015/186 e Regulamento (EU) nº 1275/2013.

5.5. Quarto e quinto princípios

Com a análise do processo e determinação dos pontos críticos de controle, foi estabelecido o sistema de monitoramento dos PCCs, definindo a sua frequência e respeitando os limites operacionais. Com base na avaliação dos perigos, selecionaram-se medidas de controle ou uma combinação das medidas de controle apropriadas, que fossem capazes de prevenir ou reduzir os perigos identificados significativos à segurança de alimentos aos níveis aceitáveis estabelecidos (Quadro 7).

Os perigos químicos foram controlados principalmente com a qualificação de fornecedores, o que pode ser constatado com a redução dos índices de metais pesados e aflatoxina tanto nas matérias-primas quanto no produto final.

Ao considerar os perigos físicos, foi definido que os principais controles a serem executados eram a atratividade dos ímãs nos elevadores dos silos e integridade da malha dos filtros de recebimento de matérias-primas líquidas, tanto antes quanto depois do abastecimento. Desta forma, o sistema de ímãs e filtros fica monitorado dentro do sistema de verificação de manutenções para que seu funcionamento seja eficiente, prevenindo qualquer desvio que possa ocorrer. Como medida corretiva caso alguma falha ocorra, a matéria-prima é retirada do processo em uma etapa posterior para que a contaminação física não siga até o processo de produção seguinte.

Em relação aos perigos biológicos, ficou claro que além da qualificação de fornecedores para o recebimento de matérias-primas com menor grau de contaminação, era essencial controlar a etapa de extrusão. O monitoramento da temperatura de cozimento do produto garante o controle necessário, pois a temperatura de 79°C por 15 segundos assegura a destruição da maioria dos microrganismos contaminantes, como a maior parte das bactérias Gram negativas, incluindo a *Salmonella* spp. Este processo é indicado para produtos que constituem substratos favoráveis, principalmente para os microrganismos mesófilos, os quais tem sua atividade ideal na faixa de 35°C e não suportam temperaturas superiores a 65°C (SILVA, 2000). Sendo assim, ocorre um

monitoramento pelo sistema de manutenção e os sensores do equipamento que fazem a detecção desta temperatura são aferidos e calibrados regularmente, para que não ocorram desvios. Como medida corretiva, se durante o monitoramento do PCC ocorrer alguma temperatura abaixo de 79ºC, o operador do processo realiza o ajuste no equipamento, para que a temperatura se restabeleça a níveis acima de 79ºC, juntamente com a ação ao produto não conforme, que é enviado a uma etapa posterior e retirado do processo, sendo segregado e encaminhado a uma área definida para coleta e posterior envio para análise de *Salmonella* spp ao laboratório, sendo assim ficamos aguardando o resultado para que o mesmo possa ser liberado ou não.

Quadro 7. Sistema de monitoramento do Plano de APPCC.

Plano APPCC - Controle dos Pontos Críticos de Controle										
PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (PCCs)				ATIVIDADE DE MONITORAMENTO				REGISTRO	AÇÃO CORRETIVA	VERIFICAÇÃO
Nº PCC	ETAPA DO PROCESSO	PERIGO SIGNIFICATIVO A SER CONTROLADO	LIMITE CRÍTICO	O QUE	COMO	QUEM	QUANDO			
nº PCC	Recebimento Matérias primas	Físico	Funcionamento do Imã/Integridade de Filtros	Atratividade do imã/ Integridade da estrutura do Filtro	Teste de Atratividade/ Inspeção Visual	Colaboradores do PCC	a cada início e final de abastecimento do sistema de silos	Elaborado Internamente	Retirar do processo toda matéria prima com a contaminação física	Processo Visual
nº PCC	Processo de Extrusão	Biológico	< 79ºC	Temperatura de extrusão	Controle de Temperatura de extrusão	Colaboradores do PCC	A cada hora	Elaborado Internamente	Restabelecer a faixa ideal de temperatura ;Segregar todo produto que passou pela extrusão, encaminhar para ser analisado Salmonella, positivo descarte do lote.	Verificação diária os registros de processo

Fonte: Própria autoria.

5.6. Sexto princípio

Diante de todos os controles definidos para os PCCs e monitoramento dos mesmos, podemos verificar que os níveis de controle foram eficientes para assegurar que os alimentos estivessem com níveis aceitáveis de contaminantes, demonstrados nos resultados de análises nas tabelas de 6 a 8.

Os controles realizados no processo de extrusão dos produtos, com o controle de temperatura e frequência de monitoramento da mesma, estabeleceram resultados a níveis aceitáveis para o principal contaminante biológico destes alimentos, a *Salmonella* spp., que neste caso é a ausência do contaminante no alimento final, juntamente com a redução a níveis aceitáveis também para outros contaminantes biológicos como enterobactérias, coliformes e *E. coli* (Tabela 6).

Tabela 6. Indicadores dos controles biológicos nas matérias-primas, alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC

Matéria-prima ou Produto Final	Perigos Biológicos	Resultados de controle antes do Plano (1º princípio)	Limite Aceitável (3º princípio)	Resultados de controle após o Plano (6º princípio)
Farinha de Carne e Ossos Bovina	*Salmonella spp*	Presença em 25 g	Ausência em 25 g	**Ausência em 25 g**
Farinha de Vísceras de Frango		Presença em 25 g	Ausência em 25 g	**Ausência em 25 g**
Alimento Cão	Coliformes Totais	$>10^3$	$< 10^3$	**10^1**
	Enterobactérias	415	10-300	**110**
	E. coli	>10	< 10	**< 10**
	Salmonella spp	Presença em 25 g	Ausência em 25 g	**Ausência em 25 g**
Alimento Gato	Coliformes Totais	$>10^3$	$< 10^3$	**10^2**
	Enterobactérias	456	10-300	**53**
	E. coli	>10	< 10	**< 10**
	Salmonella spp	Presença em 25 g	Ausência em 25 g	**Ausência em 25 g**

Fonte: Própria autoria.

Os controles realizados no recebimento do milho, um dos principais componentes das receitas, com a avaliação da presença e controle de micotoxinas e metais pesados resultou em toxinas a níveis seguros para sua utilização, consequentemente, refletindo nos resultados dos níveis de toxinas e metais pesados no alimento final (Tabela 7).

Tabela 7. Indicadores dos controles químicos nas matérias-primas, alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC

Matéria-prima ou Produto Final	Perigos Químicos	Resultados de controle antes do Plano (1º princípio)	Limite Aceitável (3º princípio)	Resultados de controle após o Plano (6º princípio)
Milho	Aflatoxina	8 ppb	10 ppb	**2,2 ppb**
Alimento Cão	Aflatoxina	7 ppb	10 ppb	**1,8 ppb**
	Arsênio	1,6 ppm	2 ppm	**0,3 ppm**
	Cádmio	1,9 ppm	2 ppm	**0,7 ppm**
	Chumbo	4,5 ppm	5 ppm	**1,2 ppm**
	Mercúrio	0,3 ppm	0,3 ppm	**0,02 ppm**
Alimento Gato	Aflatoxina	7 ppb	10 ppb	**0,98 ppb**
	Arsênio	1,9 ppm	2 ppm	**0,54 ppm**
	Cádmio	1,7 ppm	2 ppm	**0,05 ppm**
	Chumbo	4,5 ppm	5 ppm	**0,04 ppm**
	Mercúrio	0,3 ppm	0,3 ppm	**0,23 ppm**

Fonte: Própria autoria.

A realização de controle para redução da umidade e atividade de água na etapa de secagem permitiu a melhora nos parâmetros mensurados, garantindo que o alimento não será um facilitador para a multiplicação de micro organismos deteriorantes e patogênicos (Tabela 8).

Tabela 8. Indicadores dos controles organolépticos nas matérias-primas, alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC

Produto Final	Análises Organolépticas	Resultados de controle antes do Plano (1º princípio)	Limite Aceitável (3º princípio)	Resultados de controle após o Plano (6º princípio)
Alimento Cão	Atividade de água	0,669	0,65	**0,616**
	Umidade	9%	8,5%	**7,8%**
Alimento Gato	Atividade de água	0,673	0,65	**0,637**
	Umidade	10,2%	8,5%	**8,3%**

Fonte: Própria autoria.

Após a implantação do Plano de APPCC, com a mudança de comportamento através de treinamentos e conscientização dos funcionários, foi possível verificar que as atitudes frente aos monitoramentos do processo mudaram, o processo de fabricação está sendo mais bem monitorado, os resultados de análise de acompanhamento de processo se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela ABINPET 2019, apresentando assim uma maior segurança nos lotes de alimentos fabricados para o consumo dos animais e a garantia que, com os valores encontrados, não ocorrerá em condições normais de armazenamento, nenhuma alteração no produto que traga problemas ao alimento.

Coelho et al. (2017) estabelece que durante a implantação de um Plano de APPCC são apontadas diversas dificuldades como resistência de funcionários a mudanças comportamentais; falta de conhecimento técnico; barreiras financeiras para realização de alguns investimentos específicos em equipamentos, mas que podemos perceber que os benefícios superam os custos. Após a implantação do Plano de APPCC, houve diminuição de ocorrência de reclamações de clientes (Tabela 9), além da redução de problemas relacionados ao processo de fabricação dos alimentos como contaminações físicas, químicas ou biológicas; melhoria no nível de capacitação dos funcionários, levando a uma análise mais ampla de fortalecimento da empresa mediante o mercado de alimentos para cães e gatos.

Tabela 9. Indicadores de reclamações de clientes para alimentos para cães e para gatos, após a implantação do Plano de APPCC

Descrição das Reclamações	Nº de Reclamações Alimento Cão		Nº de Reclamações Alimento Gato		Limite Aceitável de Reclamações
	Antes do Plano	Após o Plano	Antes do Plano	Após o Plano	
Avarias em Embalagens	1	**1**	0	**0**	< 2
Bolores	9	**1**	5	**0**	< 2
Cor fora do padrão	2	**1**	0	**0**	< 2
Insetos	0	**0**	0	**0**	0
Odor fora do padrão	5	**1**	3	**1**	< 2
Peso Faltante	0	**0**	0	**0**	0
Rejeição	14	**2**	8	**2**	< 3

Fonte: Autoria Própria.

5.7. Sétimo princípio

Na empresa os resultados foram arquivados em sistema eletrônico, e a própria dissertação é o registro maior de todas as etapas do Plano de APPCC executado.

5.8. Plano de Validação dos Resultados de Avaliação do Plano de APPCC

O processo de validação do plano ocorreu com a análise crítica de todos os registros e estabeleceu a finalização e constatação de que o sistema de qualidade, com todos os controles estabelecidos, foi eficaz, melhorando o sistema para a produção dos alimentos extrusados para cães e gatos, e consequentemente originando alimentos seguros para serem consumidos pelos *pets*.

Os pontos críticos de controle (Segundo princípio) foram definidos após a detecção de todos os perigos na etapa de diagnóstico (Primeiro princípio), por estarem acima dos limites críticos (Terceiro princípio). Após a elaboração e aplicação do Plano (Quarto e Quinto princípios), todos os perigos foram eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis, como demonstrado nos resultados apresentados referentes ao Sexto princípio.

5.9. Análises Estatísticas

Para avaliação da relação de presença de *Salmonella* spp. e a temperatura de cozimento no processo de extrusão foram coletadas 20 amostras de produtos finais (dez de alimentos para cães e dez de gatos) e estas foram testadas pelo método ISO 6579:2002 para presença de *Salmonella* spp.

Tabela 10. Relação entre temperatura de cozimento e ocorrência de *Salmonella* spp. no produto final

Controle de Processo	
Temperatura de Cozimento	**Ocorrência de *Salmonella spp***
85°C	A
89°C	A
96°C	A
99°C	A
102°C	A
100°C	A
85°C	A
79°C	A
75°C	***P***
80°C	A
88°C	A
94°C	A
97°C	A
102°C	A
93°C	A
80°C	A
77°C	***P***
82°C	A
89°C	A
91°C	A

A: Possível Ausência de *Salmonella spp.*
P: Possível Presença de *Salmonella spp.*
Fonte: Autoria Própria

Em dezoito amostras há ausência de *Salmonella* spp. Nestas, a temperatura média de cozimento foi de 90,61ºC. Quando observamos as duas amostras positivas para presença de *Salmonella* spp, notamos que a temperatura média foi de 76ºC (Tabela 11). No teste t-Student, comparando as médias dos dois grupos, indicou que elas são diferentes, ou seja, a temperatura média do grupo A é estatisticamente superior (p-valor < 0,001) à temperatura média do grupo P.

Desta forma é possível notar que há uma correlação considerável entre o índice de temperatura de cozimento dos produtos e a ausência ou presença de *Salmonella* spp (IC de 95%).

Tabela 11. Média das temperaturas de cozimento frente a detecção de *Salmonella* spp

***Salmonella* spp.**	**N**	**Média**	**DesvPad**	**IC de 95%**
Ausência	18	90,61	7,72	(86,89; 94,33)
Presença	2	76,00	1,41	(64,84; 87,16)

Obs.: *DesvPad Combinado = 7.51398*

Valor-T	GL	Valor-p
7.03	11	0.000

Fonte: Própria autoria.

Para avaliar a relação entre a umidade do produto final no processo com o nível de atividade de água final foram coletadas 20 amostras de produtos finais (dez de alimentos para cães e dez de gatos), submetidas ao método de detecção por infravermelho e análise por ponto de orvalho (Tabela 12).

Correlação entre a umidade (Um) e atividade de água (Aw) nos grupos com (P) e (NP) de microorganismos

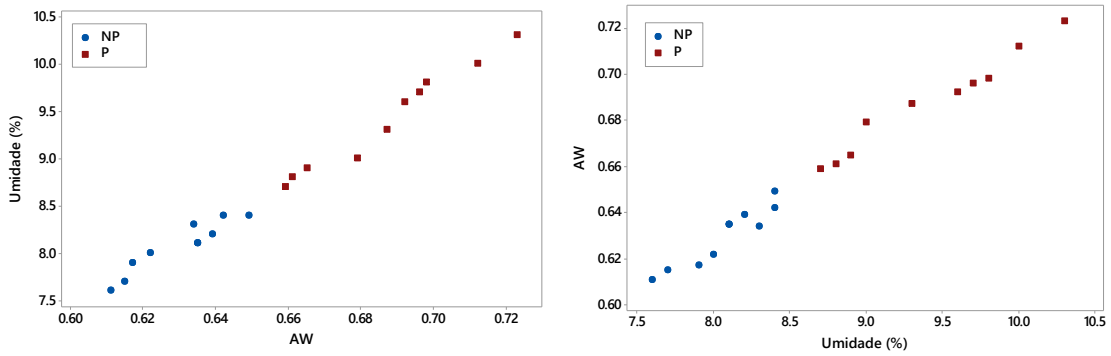
Tabela 12. Relação entre a umidade, atividade de água e proliferação de microrganismos no produto final.

Controle de processo		
Umidade (%)	**Atividade de Água**	**Proliferação de microrganismos patogênicos à médio e longo prazo**
10,0	0,712	***Possível Proliferação***
10,3	0,723	***Possível Proliferação***
9,8	0,698	***Possível Proliferação***
9,3	0,687	***Possível Proliferação***
9,7	0,696	***Possível Proliferação***
9,6	0,692	***Possível Proliferação***
9,0	0,679	***Possível Proliferação***
8,7	0,659	***Possível Proliferação***
8,4	0,649	Possível Não Proliferação
8,0	0,622	Possível Não Proliferação
7,9	0,617	Possível Não Proliferação
7,7	0,615	Possível Não Proliferação
7,6	0,611	Possível Não Proliferação
8,1	0,635	Possível Não Proliferação
8,3	0,634	Possível Não Proliferação
8,9	0,665	***Possível Proliferação***
8,8	0,661	***Possível Proliferação***
8,2	0,639	Possível Não Proliferação
8,4	0,642	Possível Não Proliferação
8,1	0,635	Possível Não Proliferação

Fonte: Própria autoria.

Após as análises de correlação entre as variáveis umidade e atividade de água (Aw), no produto final, foi possível observar que as mesmas possuem correlação positiva, alta e significativa (< p 0,001) entre umidade (%) e atividade de água, tanto no grupo com possível não proliferação (NP) quanto no grupo com possível proliferação (P) de microrganismos patogênicos (Tabela 13). Os valores de Pearson próximo a 1 indicam a relação próxima, enquanto que o valor de P indica a força que existe desta correlação.

Figura 6. Correlação entre a umidade e atividade de água nos grupos com presença e ausência de microrganismos.



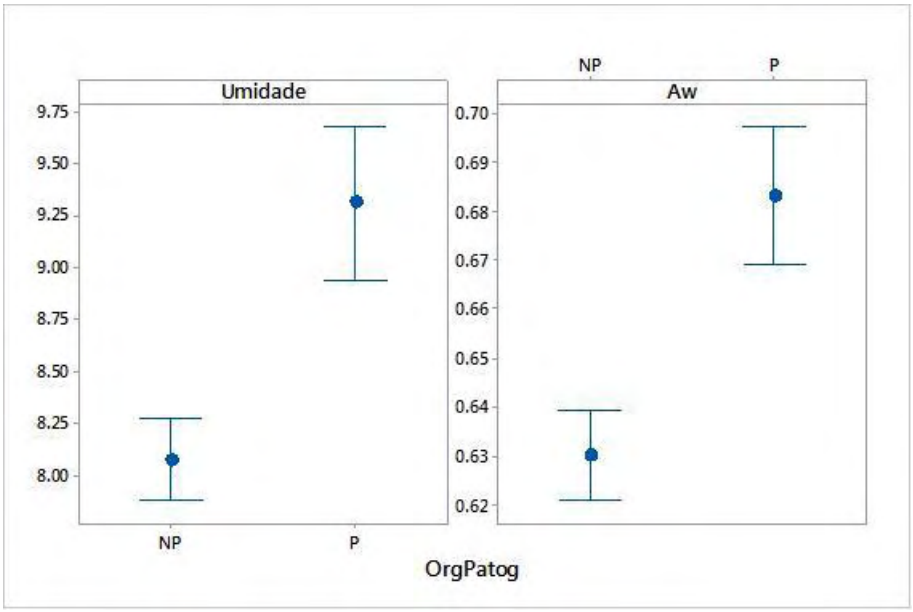
Fonte: Autoria Própria.

Tabela 13. Correlação de Pearson entre umidade (Um) e atividade de água (Aw) por grupo de proliferação de microorganismos

Correlação umidade X Aw	Correlação de Pearson	Valor-P
Possível Não Proliferação	0,944	0,000
Possível Proliferação	0,985	0,000

Fonte: Própria autoria.

Figura 7. Intervalos de confiança para a média de umidade e atividade de água nos grupos com presença e ausência de microrganismos.



Fonte: Própria autoria.

A geração da MANOVA para a comparação das médias dos grupos P e NP em relação às variáveis umidade e atividade de água, indicou diferenças significativas (valor-p < 0,001) entre os dois grupos (Tabela 14), fato que pode ser visualizado na Figura 8.

Tabela 14 Estatísticas de teste da MANOVA para comparação das médias de umidade e atividade de água dos grupos com e sem proliferação de microrganismos patogênicos.

Critério	Estatística de teste	F	GL		P
			Núm.	Denom.	
Wilks	0,23727	25,718	2	16	0,000
Lawley-Hotelling	3,21469	25,718	2	16	0,000
Pillai	0,76273	25,718	2	16	0,000
Roy	3,21469				

Fonte: Própria autoria.

Tabela 15. Média e erro padrão da umidade (%) e atividade de água dos grupos com e sem proliferação de microrganismos patogênicos.

Microrganismos patogênicos	Umidade		Atividade de água	
	Média	EP Média	Média	EP Média
Não proliferação	8,0700	0,121991	0,6299	0,004972
Proliferação	9,3111	0,128589	0,6832	0,005241

Fonte: Própria autoria.

A MANOVA indicou que as médias de umidade e atividade de água do grupo com proliferação de microorganismos (P) foram superiores ($p < 0,001$) às médias do grupo sem proliferação de microorganismos (NP).

6. CONCLUSÃO

De acordo com a ISO 22000:2019, no contexto dos alimentos para animais, os perigos à segurança de alimentos pertinentes são aqueles que são perigosos para as espécies animais para as quais o alimento é destinado.

O Plano de APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) foi criado para assegurar que todos os perigos que possam gerar algum malefício para o ser humano, deva ser controlado através da implantação do mesmo nas plantas fabris de produção destes alimentos.

Sendo assim o plano foi elaborado para aplicação em processo de fabricação de alimentos extrusados para cães e gatos, após intensa avaliação dos indicadores de processo, que possibilitaram constatar que o sistema produtivo dos alimentos estava sendo realizado incorretamente, apresentando diversos resultados negativos, falhas operacionais e consequentemente refletindo no mercado consumidor, ou seja, os produtos estavam originando problemas aos clientes, e com isso foi realizada uma análise de perigos e posteriormente as ações para saná-los ou diminuí-los a níveis aceitáveis.

O trabalho foi realizado obedecendo aos sete princípios do Plano de APPCC, juntamente com ferramentas de análise, como o Ciclo PDCA e todas as estruturas técnicas estabelecidas dentro destes sete princípios, como o fluxograma de processo, que estabelece toda a descrição do processo produtivo, a árvore decisória que é fundamental para a elaboração do Plano de APPCC em si e a determinação dos pontos críticos de controle, para assegurar que todos os perigos de processo (físicos, químicos e biológicos) fossem controlados, pois anteriormente o processo estava sem controle e gerando vários problemas aos produto finais, e consequentemente ao mercado. Por fim a análise estatística de todos os dados coletados foi realizada para demonstrar a interação de variáveis que foram controladas durante o processo e que acarretaram um controle efetivo do mesmo, demonstrando que o protocolo utilizado para o controle dos perigos foi efetivo e proporcionado inocuidade aos mesmos, se tornando assim aptos para o consumo dos animais.

Um dos pontos mais desafiantes da implantação do Plano APPCC foram as pessoas envolvidas, gerar motivação para que os colaboradores executem as funções não foi uma tarefa fácil, mas foi possível através de uma comunicação cordial e respeitosa, envolvendo emocionalmente cada um deles, fazendo com que entendessem que estas mudanças no sistema trariam muitos benefícios tanto estruturais para a própria empresa

quanto a eles como funcionários, melhores condições para que executassem seus trabalhos e assim tivemos o apoio de todos, um verdadeiro trabalho de equipe.

Desta forma, concluímos que o Plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle pode ser aplicado em processo de produção de alimentos extrusados para cães e gatos com resultados satisfatórios para o aumento da qualidade e segurança destes alimentos.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET). **Manual Pet Food Brasil**. 10 ed. 2019. Disponível em: <http://abinpet.org.br/wp-content/uploads/2020/05/manual_pet_food_ed10_completo_digital.pdf>. Acesso em: 24/06/2020.

Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET). **Mercado Pet Brasil 2018**. Disponível em: < http://abinpet.org.br/download/abinpet_folder_2018_d9.pdf>. Acesso em: 19/09/2019

Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET). **Mercado Pet Brasil 2019**. Disponível em: <http://abinpet.org.br/mercado/>. Acesso em: 19/09/2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 22000:2019:** Sistemas de gestão da segurança de alimentos – Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos. Rio de Janeiro, 2019.

BELLAVER, C. **Alimentação de animais de estimação**. Revista Pet Food Brasil – caderno técnico 1, v. 9, n. 48, p. 52-54, 2017.

BERTOLINO. M. T. **Gerenciamento da Qualidade na Indústria Alimentícia**: **ênfase na segurança dos alimentos.** Porto Alegre: Artmed, 2010. 318p.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 4**, de 23 de fevereiro de 2007. Aprovar o regulamento técnico sobre as condições higiênicas sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e o roteiro de inspeção. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF, 01 MAR 2007. Seção I.

BRITISH RETAIL CONSORTIUM (BRC) **Norma Global de Segurança Alimentar**. 7.ed. London: British Retail Consortium, 2015.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). **Salmonella**. Disponível em:< https://www.cdc.gov/salmonella/ >. Acesso em: 20/09/2019.

COELHO, R. P.; TOLEDO, J. C. Programas para segurança na indústria de alimentos para animais: caracterização e benefícios percebidos com a implantação. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 4, p. 704-718, 2017.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. 266p.

GAVA; A. J.; SILVA; C. A. B.; FRIAS; J. R. G. **Tecnologia de Alimentos:** princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2008. 512p.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**: qualidades das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos. 3. ed. Barueri: Manole, 2008. 986 p.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C.; SANT'ANNA, A. S.; CHAVES NETO, A.; GOUVÊA, M. A. Análise multivariada de dados. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. 593 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional de saúde**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO PET BRASIL... Censo Pet: 139,3 milhões de animais de estimação no Brasil. Disponível em:< http://institutopetbrasil.com/imprensa/censo-pet-1393-milhoes-de-animais-de-estimacao-no-brasil/>. Acesso em 19/09/2019.

KIRSCH, D. B.; LEMES, L. R. **Caracterização da estrutura da pesquisa científica**. Pirassununga: Divisão de Ensino da Academia da Força Aérea. 2019.

MIDIO; A. F; MARTINS; D. I. **Toxicologia de Alimentos.** 1 ed. São Paulo: Edições Loyola, 2000.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos**: componentes dos alimentos e processos. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). ***Codex Alimentarius*. Higiene dos Alimentos – textos básicos**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2006. Disponível em: < https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&alias=286-codex-alimentarius-higiene-dos-alimentos-textos-basicos-6&category_slug=seguranca-alimentar-e-nutricao-997&Itemid=965>. Acesso em 19/09/2019.

PAULELLI et al.- **Risk assessment of 22 chemical elements in dry and cansed pet foods** – Journal of Consumer Protection and Food Safety, 2018.

PERETTI, A. P. R.; ARAÚJO, W. M. C. Abrangência do requisito segurança em certificados de qualidade da cadeia produtiva de alimentos no Brasil. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 35-49, 2010.

PROJEÇÕES DA ABINPET... **Revista *pet* Food Brasil**, São Paulo: Stilo, v.8, n.45, p.32, 2016.

PULZ, L. M. - Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. In: ABINPET. **Manual *pet* Food Brasil**. 9. Ed. São Paulo: ABINPET 2017. P 307 – 362.

RIBEIRO-FURTINI, L. L.; ABREU, L. R. **Utilização de APPCC na Indústria de Alimentos**. **Ciênc. Agrotec.**, 30(2): 358-363, 2006.

RIVAROLI, D. **Metais Pesados: uma ameaça real na ração de cães e gatos** – Alltech 2019.

SCUSSEL, V. M. et al. **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem de Grãos II**. Florianópolis: Imprensa Universitária, 2008.

SETOR *pet* chega a R$ 18 bilhões**... Revista *pet* Food Brasil**, São Paulo: Stilo, v.8, n.44, p.29, 2016.

TEIXEIRA, M. A. Importância da detecção de micotoxinas em alimentos destinados a animais de companhia. **Revista Pet Food Brasil**, 43(8): 48-50, 2016.