



AMANDA ACCIOLY DORIA E ALBUQUERQUE

**INCIDÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE *SALMONELLA* EM
SUBPRODUTOS DA SOJA: REVISÃO**

LAVRAS - MG

2022

AMANDA ACCIOLY DORIA E ALBUQUERQUE

**INCIDÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE *SALMONELLA* EM
SUBPRODUTOS DA SOJA: REVISÃO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Engenharia de Alimentos, para a
obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva
Orientador

LAVRAS – MG

2022

AMANDA ACCIOLY DORIA E ALBUQUERQUE

**INCIDÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO DE *SALMONELLA* EM
SUBPRODUTOS DA SOJA: REVISÃO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso
de Engenharia de Alimentos, para a
obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 25 de abril de 2022.

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva – UFLA

Profa. Dra. Olga Lucía Mondragón Bernal – UFLA

Profa. Dra. Paula de Paula Menezes Barbosa – COTUCA / UNICAMP

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva

Orientador

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Luiza Accioly Doria e Fúlvio Pires de Carvalho e Albuquerque, que sempre foram meu alicerce e nunca mediram esforços para contribuir com o meu crescimento e com a minha felicidade.

À Regina e ao Márcio, que foram muito mais que companheiros dos meus pais, mas sempre foram fonte de carinho e fizeram parte do meu desenvolvimento.

Às minhas avós, mesmo aquelas que já não fazem parte desse plano, que nunca me desampararam com apoio e muito amor.

À toda minha família, que mesmo distante, se fez presente e sempre acreditou em mim.

A todos os meus amigos de longa data e aos que conquistei durante os anos de faculdade, pela força. Especialmente Humberto, Manoela, Izabela, Hélio e Felipe, com quem dividi, além da casa, momentos que ficarão eternos, e sempre foram sinônimo de afeto.

Aos professores e colaboradores, principalmente aos do Departamento de Ciência dos Alimentos, por todos os ensinamentos compartilhados.

Aos meus gestores e colegas do estágio, que contribuíram com a minha evolução, e principalmente aos amigos que conquistei em Barreiras, que foram fonte de apoio e companheirismo.

Ao meu orientador, Leonardo do Prado Silva, pela oportunidade, disponibilidade e suporte durante esse período.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de concluir esta graduação.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

A *Salmonella* é uma bactéria patogênica, da família *Enterobacteriaceae*, amplamente conhecida como responsável por surtos de salmonelose, uma Doença Transmitida por Alimentos (DTA), cuja contaminação ocorre após a ingestão de água ou alimentos contaminados. Sua alta capacidade de infecção se dá em razão de sua resistência e sobrevivência em diversos tipos de ambientes e condições. Dentre os principais veículos de contaminação, estão os produtos de origem animal, devido a contaminação dos animais por parte da ração, possivelmente processada com matéria-prima contaminada. Dentre as matérias-primas comumente acometidas pela *Salmonella*, estão a casca e o farelo de soja. Sendo assim, o estudo tem como objetivo revisar as etapas do beneficiamento da soja, abordando os principais processos para obtenção da casca e do farelo, a fim de determinar os possíveis pontos de contaminação pela *Salmonella*, e implementar ferramentas para mitigar sua ocorrência.

Palavras-chave: Farelo de soja. Casca de soja. Contaminação de alimentos. Doenças transmitidas por alimentos. APPCC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Detalhes da vagem e dos grãos de soja verde e amarelo-pálido.....	11
Figura 2 - Fluxograma geral do beneficiamento da soja para produção de óleo refinado	13
Figura 3 - Ilustração de figuras com esquema de amostragem	14
Figura 4 - Ilustração de secador de fluxo contínuo.	16
Figura 5 - Fluxograma de preparação dos grãos para extração do óleo.	17
Figura 6 - Peneira granulométrica em mesa vibratória.....	18
Figura 7- Fluxograma de extração do óleo e obtenção do farelo da soja.	22
Figura 8 - Ilustração do extrator tipo <i>rotocell</i>	23
Figura 9 - Casca de soja peletizada e moída, respectivamente.	26
Figura 10 - Representação da bactéria <i>Salmonella</i>	27
Figura 11 – Exemplo de árvore decisória para identificação de PCCs em um processo.	31
Figura 12 - Ilustração de equipamento de peletização.	32
Figura 13 - Gráfico de inativação térmica das bactérias <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> Senftenberg e <i>Listeria monocytogenes</i>	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ranking mundial de produção de soja.....	10
Tabela 2. Classificação da soja de acordo com os Grupos de Maturidade Relativa.	12
Tabela 3. Composição centesimal média da soja em grão.....	12
Tabela 4. Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja.....	14
Tabela 5. Padrão de identidade e qualidade para farelo de soja tostado.....	25
Tabela 6. Composição nutricional da casca de soja, milho e sorgo.	26
Tabela 7. Relação temperatura e tempo de sobrevivência da Salmonella em alimentos com atividade de água menor que 0,5.....	28
Tabela 8. Exemplos de perigos biológicos, físicos e químicos.....	30

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	CARACTERIZAÇÃO DA SOJA.....	11
3.	PROCESSO PRODUTIVO DA SOJA.....	13
3.1.	Recebimento e classificação.....	14
3.2.	Secagem e Armazenamento.....	15
3.3.	Preparação.....	16
3.3.1.	Quebra.....	17
3.3.2.	Separação de Casca (Dehulling).....	18
3.3.2.1.	Sistema de casca (moinho, peletizadora e resfriador).....	19
3.3.3.	Condicionamento.....	19
3.3.4.	Laminação.....	20
3.3.5.	Expansão.....	20
3.4.	Extração.....	21
3.4.1.	Extração.....	22
3.4.2.	Dessolventização, secagem e peletização.....	24
4.	CARACTERIZAÇÃO DE FARELO E CASCA DE SOJA.....	24
4.1	Farelo de soja (derivado).....	25
4.2	Casca de soja (subproduto).....	25
5.	CARACTERIZAÇÃO DO GÊNERO SALMONELLA.....	27
6.	CONTROLE DE <i>SALMONELLA</i> NO PROCESSO PRODUTIVO DA SOJA..	28
7.	ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC).	30
7.1.	Identificação dos pontos críticos de controle.....	31
7.2.	Medidas de controle.....	32
7.3.	Limite crítico.....	33
7.4.	Procedimentos de monitoramento.....	33
7.5.	Medidas de correção.....	34
7.6.	Procedimentos de verificação.....	34
7.7.	Procedimentos de registro e documentação.....	34
8.	CONCLUSÃO.....	35
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Considerada a mais importante oleaginosa cultivada no mundo, correspondendo a mais de 50% da produção mundial das mesmas, a soja é uma das principais *commodities* brasileiras (SANTOS, 2015). Com origem no continente asiático, a partir do cruzamento natural entre espécies selvagens, atraiu interesse de países como Rússia, Inglaterra e Alemanha devido seu alto valor proteico. Porém, devido as condições climáticas desses países, seu cultivo não obteve sucesso (EMBRAPA, 2014).

No Brasil, chegou em 1882 no estado da Bahia, porém só foi difundida com êxito a partir da década de 1960. Primeiramente, sua cultura foi introduzida a escala comercial, porém, ainda com importância econômica considerada inferior às culturas de algodão, cana-de-açúcar, arroz, milho e café (CUSTÓDIO, 2003). Já no período entre 1965 e 1972, com a crescente demanda devido ao aumento da produção de aves e suínos, que gerou interesse no consumo do farelo de soja como ração para os mesmos, resultando na consolidação do seu cultivo com a produção do país atingindo 500 mil toneladas no ano (EMBRAPA, 2014).

Depois de um período de regresso desse cenário, em 1989 houve um crescimento na produtividade, atingindo aproximadamente 24 milhões de toneladas produzidas, com foco na região Centro-Oeste do Brasil como uma das maiores produtoras. Parte dessa consolidação foi resultado da evolução dos processos de melhoramento genético, que passaram a prover cultivares mais resistentes a pragas e doenças (EMBRAPA, 2017).

Nos últimos anos, a soja ainda vem tendo uma evolução anual de volume produzido, bem como de área plantada. Atualmente, o Brasil segue sendo o líder do ranking mundial de produção de soja (EMBRAPA, 2021). Em âmbito mundial, o beneficiamento desse grão é um dos processamentos mais promissores da agroindústria. Ainda, devido essa alta capacidade de produção e industrialização da oleaginosa, o Brasil possui participação significativa também no mercado internacional, como apresentado pela Tabela 1.

Tabela 1. Ranking mundial de produção de soja.

	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Mundo				
Produção (milhões toneladas (ton))	341,62	358,77	338,97	362,95
Área (milhões hectares (ha))	124,59	125,14	122,57	127,84
Produtividade (sacas/ha)	45,70	47,78	46,09	47,33
Brasil				
Produção (milhões toneladas (ton))	122,00	117,00	123,00	135,41
Área (milhões hectares (ha))	35,15	35,19	36,90	38,50
Produtividade (sacas/ha)	57,85	55,41	55,56	58,63
EUA				
Produção (milhões toneladas (ton))	120,07	120,52	96,62	112,55
Área (milhões hectares (ha))	36,24	35,45	30,70	33,31
Produtividade (sacas/ha)	55,22	56,66	52,45	56,33

Fonte: (EMBRAPA, 2021)

Mundialmente, sua utilização é muito diversificada e engloba desde a fabricação de tintas e biodiesel, até produtos para alimentação humana e animal. No segmento de alimentação humana, seu consumo se dá principalmente pelo óleo de soja refinado. Já na alimentação animal, se dá pelo consumo do farelo de soja, principal matéria-prima das rações, que é um subproduto proveniente de etapas da obtenção do óleo (FONTES, 2019).

Essas rações são responsáveis por fornecer os nutrientes necessários para a nutrição animal ideal, gerando uma maximização da eficiência de produção de leite, carne, ovo, entre outros, por parte do animal. No entanto, também podem acabar sendo transmissoras de micro-organismos que sejam potencialmente prejudiciais à saúde, causando doenças, tanto para os próprios animais, como para as pessoas que consomem seus produtos (EFSA, 2009)

Essas síndromes, resultantes da ingestão de alimentos contaminados por patógenos, são conhecidas como Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) e são caracterizadas quando uma ou mais pessoas apresentam sintomas semelhantes após o consumo (DE OLIVEIRA, DE PAULA, *et al.*, 2010). Dentre as DTAs mais comuns, e a qual tem potencial recorrência devido o consumo de casca e farelo de soja, está a salmonelose. Classificada como uma infecção gastrointestinal, é provocada pela ingestão de alimentos crus ou mal cozidos, contaminados pela bactéria *Salmonella*, e pode ocorrer tanto em animais como em humanos, podendo ser assintomática ou não (ARAÚJO, DUAILIBI e RACHID, 2021).

A *Salmonella* é considerada o principal agente causador das DTAs, sendo assim, é de fundamental interesse o conhecimento e o controle dessa bactéria, a fim de mitigar a possibilidade de contaminação de alimentos e, por consequência, de animais e humanos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA SOJA

A soja é uma leguminosa granífera, que se origina de uma planta da espécie *Glycine max* (L.) Merrill (GAZZONI e DALL'AGNOL, 2018) pertencente à família *Fabaceae* (GUPTA, 2008). Sua estatura varia de 60 a 110 cm, a depender das condições do ambiente no qual está sendo cultivada e da sua variedade, o que facilita a sua colheita mecânica e evita o acamamento, que se dá o arqueamento das plantas devido a flexão de sua haste (NEPOMUCENO, FARIAS e NEUMAIER, 2017). Suas vagens são verdes, porém, à medida que amadurecem, desenvolvem uma cor amarelo-pálido.

Figura 1 - Detalhes da vagem e dos grãos de soja verde e amarelo-pálido.



Fonte: (EMBRAPA, 2022)

No Brasil, as cultivares são classificadas de acordo com seu grupo de maturação (GM), apresentadas na Tabela 2, que variam de acordo com a região do país.

Tabela 2. Classificação da soja de acordo com os Grupos de Maturidade Relativa.

Grupo de Maturidade	Classificação
Super-precoce	< 6
Precoce	6 – 6,5
Normal	7
Tardia	7 - 10

Fonte: (NEPOMUCENO, FARIAS e NEUMAIER, 2017)

Os GMs foram definidos a partir de parâmetros baseados na resposta da planta na exposição à luz, os manejos culturais e a adaptabilidade da cultivar a área, indicando em que região determinada cultivar se desenvolveria de forma mais rápida ou mais lenta, a partir da quantidade de dias do ciclo completo (somatória da quantidade de dias de crescimento vegetativo e reprodutivo) da planta (NEPOMUCENO, FARIAS e NEUMAIER, 2017).

Ainda, devido suas características agrônômicas favoráveis e sua composição química, apresentada na Tabela 3, a soja tornou-se uma das mais importantes do país, apresentando um grande potencial econômico em diversos segmentos industriais. Além do seu destino principal como óleo refinado, é largamente utilizada na produção de ração animal, cosméticos, indústria farmacêutica e adubos (CARUSO, 2004).

Tabela 3. Composição centesimal média da soja em grão.

Componente	Teor (%)
Proteínas	38
Lipídios	19
Açúcares	23
Fibras	4
Minerais	5
Umidade	11

Fonte: (MANDARINO, 2017)

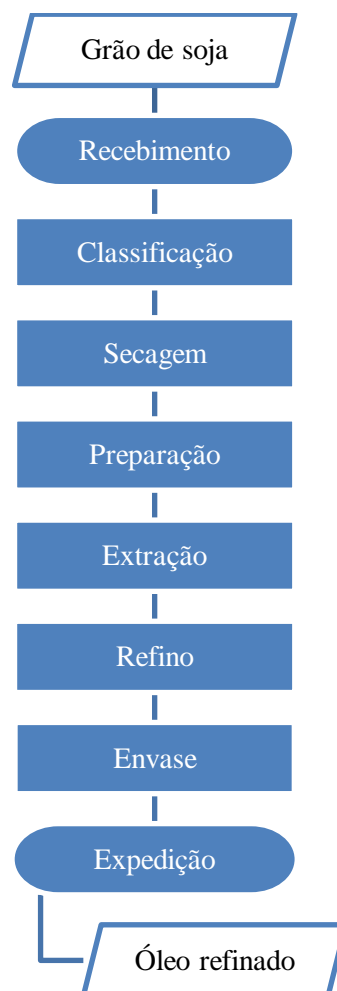
A proteína da soja contém todos os aminoácidos essenciais em proporção adequada. Sendo assim, em termos nutricionais, é a única do reino vegetal capaz de substituir a proteína animal (MANDARINO, 2017). Dentre eles, os predominantes são o ácido glutâmico, ácido aspártico e a arginina (ERICKSON, 1995).

Outro fator interessante em sua composição química é seu pH, que pode variar de 6 a 6,6 (FDA, 2003) e pode potencializar o crescimento microbiano, juntamente com sua umidade. Já sua atividade de água, que é em torno de 0,69, seria um impedimento para o crescimento de microorganismos com exceção da *Salmonella*, que tem a habilidade de resistir em ambientes com baixa atividade de água (BRASIL, 2007).

3. PROCESSO PRODUTIVO DA SOJA

O processo produtivo de uma unidade industrial beneficiadora de soja compõe-se das seguintes etapas:

Figura 2 - Fluxograma geral do beneficiamento da soja para produção de óleo refinado.



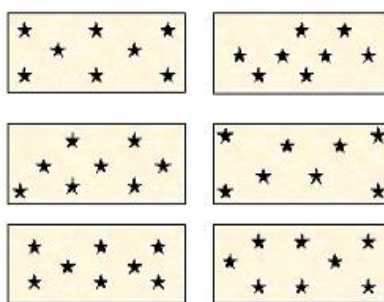
Como o presente trabalho visa a obtenção do farelo, proveniente da etapa de extração, e da casca da soja, proveniente da etapa de separação de casca, devido a incidência de *Salmonella* nesses produtos em específico, os processos de destilação na extração, refino, envase e expedição de óleo, não serão abordados.

3.1. Recebimento e classificação

A primeira etapa do processo é a de recebimento dos grãos advindos de armazéns ou do campo. O processo inicia-se com a chegada e pesagem de caminhões. Em seguida, ainda nos baús dos caminhões, amostras de soja são coletadas e classificadas, a fim de avaliar previamente a qualidade da matéria-prima recebida, baseada nas qualificações requeridas por cada indústria.

Usualmente, essa avaliação ocorre coletando-se amostras (estrelas) aleatórias pelo baú (retângulos), como mostra a figura a seguir, homogeneizando-as e encaminhando-as para análises.

Figura 3 - Ilustração de figuras com esquema de amostragem



Dentre as análises realizadas, podemos citar as seguintes:

- Impurezas e matérias estranhas: são consideradas impurezas e matérias estranhas galhos, grãos e sementes de outras culturas, insetos, pedras e demais corpos estranhos que não sejam soja. Para verificação, é efetuado um peneiramento da amostra. Conforme definida pela IN 11/2007, que estabelece o Regulamento Técnico da Soja, o limite de tolerância deste requisito é de 1%, e o mesmo deve ser segregado da porção.
- Defeitos: são considerados defeitos os grãos avariados, que podem ser queimados (os quais sofreram carbonização e possuem uma coloração preta), ardidos (os quais sofreram fermentação e possuem coloração marrom), mofados (que apresentam fungos), esverdeados (aqueles que foram colhidos antes da sua maturação total) e quebrados (pedaços que ficam retidos no peneiramento). O teor de grãos avariados e esverdeados podem influenciar na acidez da soja e na clorofila do óleo final, respectivamente. Se o grão apresentar mais de um defeito, deverá ser considerado o mais grave, de acordo com a seguinte escala decrescente: Queimado, Ardido, Mofado, Esverdeado e Quebrado. Usualmente a identificação é realizada visualmente a olho nu e segue os limites explicitados na Tabela 4.

Tabela 4. Limites máximos de tolerância, expressos em porcentagem, para a soja.

Matéria estranha e impureza	Avariados Totais	Ardidos + queimados	Queimados	Esverdeados	Mofados	Partidos e quebrados
1%	8%	4%	1%	8%	6%	30%

Fonte: (BRASIL,1993)

- Umidade: é o percentual de água encontrado na amostra isenta de matérias estranhas e impurezas e seu alto teor pode influenciar na acidez da soja (BRASIL, 2007). É determinada por método oficial ou por aparelhos específicos, como o GAC 2100, e a recomendação segundo a IN 11/2007 é que seu percentual máximo seja de 14%.

Diante dos resultados dos parâmetros analisados, a carga pode ser rejeitada ou não. Caso não haja nenhum impedimento no seu recebimento, ela segue para o descarregamento na moega e posterior armazenagem.

Além disso, também se faz necessária a coleta de contra prova, a fim de facilitar o rastreamento da amostra caso o fornecedor/produtor questione os resultados das análises, ou até mesmo quando o lote cause algum problema alimentar identificado em sua cadeia de processamento até o consumo (LORINI, MIIKE, *et al.*, 2018).

3.2. Secagem e Armazenamento

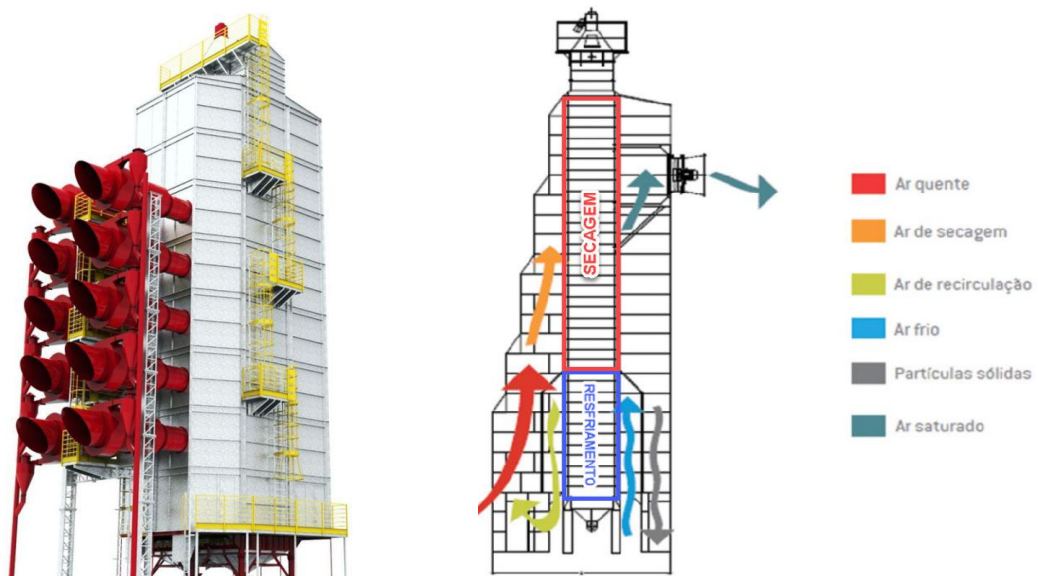
Apesar de as propriedades intrínsecas do grão serem de suma importância para os produtos e subprodutos finais, outros fatores também podem afetar na qualidade do mesmo, como é o caso do armazenamento.

Primeiramente, a soja passa pelo processo de pré-limpeza, que tem como norma reduzir o nível de impurezas e avariados na massa para menos de 4% do lote, através de correntes de ar e/ou peneiras, pois os mesmos podem interferir nas etapas subsequentes do processo, como aumentar o teor de clorofila e contaminar o produto final, deteriorar equipamentos, dificultar o transporte dos grãos nas linhas, etc. (LORINI, MIIKE, *et al.*, 2018).

Após, segue para o processo de secagem, que permite remoção de água dos grãos, possibilitando assim o armazenamento dos mesmos por períodos mais longos, até que ele seja processado, além de promover o ganho de temperatura, que otimiza os processos subsequentes.

Nesta etapa, comumente são utilizados secadores do tipo fluxo contínuo, em que o grão passa apenas uma vez pelo secador, a fim de reduzir sua umidade para cerca de 10,5% (FONTES, 2019).

Figura 4 - Ilustração de secador de fluxo contínuo.



Fonte: (SILOMAX, 2021)

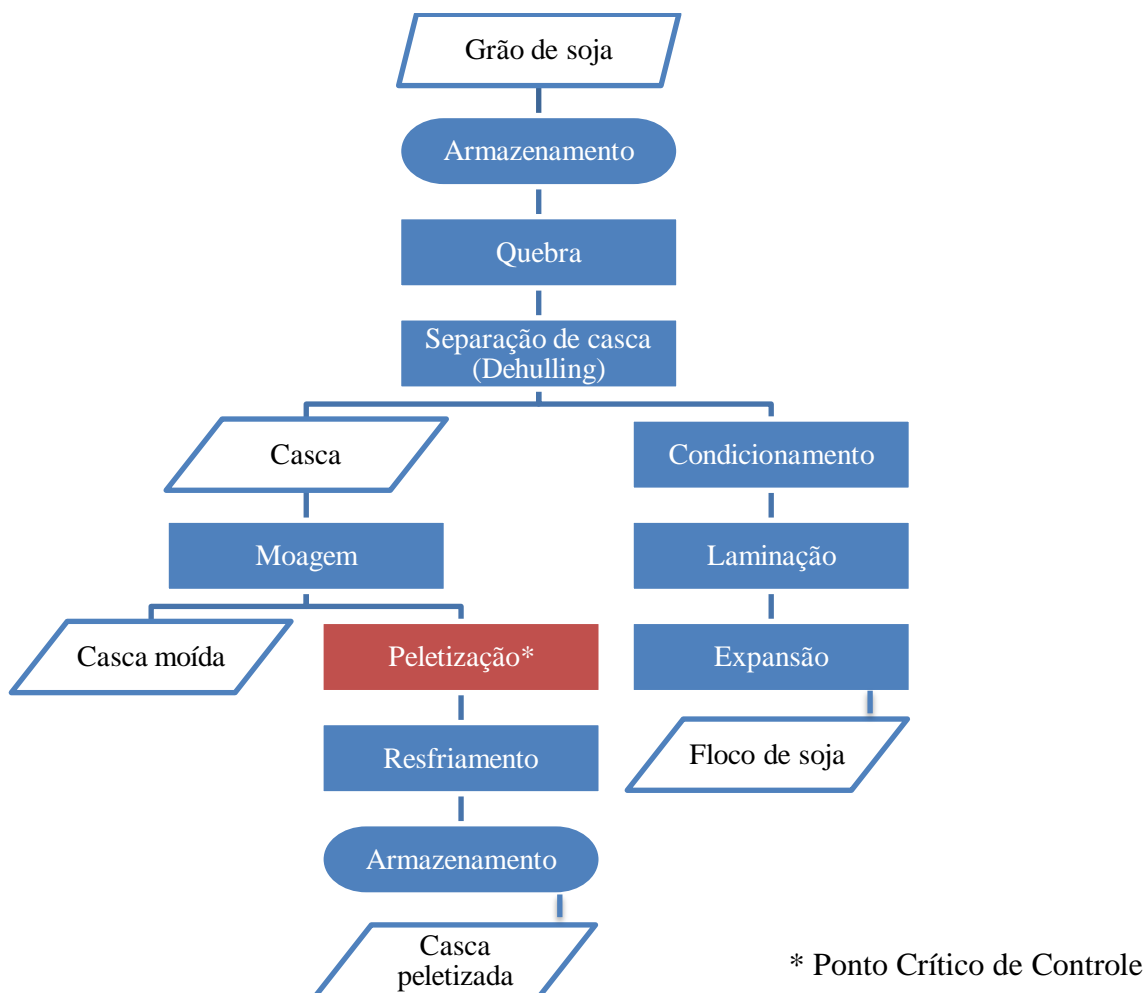
Em seguida, a soja é transportada para silos ou armazéns de grãos (graneleiros), onde ficam armazenadas até sua utilização em condições favoráveis para evitar sua deterioração. (GARCIA, BARROS, *et al.*, 2004).

Para que o armazenamento seja eficiente, é necessário atentar-se a alguns aspectos como teor de umidade o qual o grão foi armazenado, temperatura do ambiente, umidade relativa do ar e higienização correta do local, evitando a presença de pragas e doenças que possam contaminar o produto. Para mitigar essas circunstâncias, são realizadas operações como aeração, em que se força a movimentação do ar nos grãos a fim de diminuir e uniformizar a temperatura local, medição frequente da temperatura do ambiente através de termômetros distribuídos pela área e higienização de maneira correta.

3.3. Preparação

A preparação é a etapa que literalmente prepara os grãos para a extração do óleo. Consiste em um conjunto de processos que garantem que a etapa posterior seja o mais eficiente possível, além de rápida e vantajosa economicamente. O fluxograma expressando esses procedimentos é representado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma de preparação dos grãos para extração do óleo.



3.3.1. Quebra

A etapa de quebra é otimizada devido o ganho de temperatura dos grãos nos secadores, e tem como objetivo reduzir as suas dimensões, já que a obtenção de óleo é facilitada pelo rompimento do tecido e da parede das células, diminuindo a distância entre o centro da semente e sua superfície, conseqüentemente aumentando a superfície da saída do óleo.

Por outro lado, a desintegração dos grãos ativa as enzimas celulares, especialmente a lipase e a peroxidase, que trará um efeito negativo sobre a qualidade do óleo ou farelo. Sendo assim, o processo de quebra deve ser efetuado rapidamente, quando possível.

Os quebradores são equipamentos compostos por 2 pares de rolos raiados, dispostos paralelamente, que funcionam com uma rotação diferenciada nos superiores e inferiores, a fim de que um sustente a soja enquanto o outro a quebre. São ajustados para terem a mesma distância ao longo de toda sua extensão, para evitar que a soja passe inteira entre os mesmos ou que seja muito

quebrada, gerando muitos finos, que são aspirados por ventiladores através de um sistema a vácuo, pois, além de influenciar em etapas do processo, as partículas finas podem acumular-se e ser inflamadas ao entrar em contato com uma faísca (PEREIRA, 2015).

Sendo assim, os quebradores são responsáveis por quebrar o grão em 4 partes no par de rolo superior e mais 2 partes no par de rolo inferior, totalizando 08 partes quebradas (ERICKSON, 1995). Para aferição da efetivação desse processo é realizada uma análise de granulometria, em que amostras são coletadas e peneiradas.

No teste de granulometria, o operador deve coletar, com um amostrador, uma amostra em cada canto e uma no meio do rolo, de aproximadamente 300 g de quebrados, que devem ser pesadas na balança. Em seguida, essa amostra é colocada em uma peneira granulométrica, que contém 3 recipientes. O primeiro, é uma peneira com, preferencialmente, malha de *mesh* 06, o segundo uma peneira com malha de *mesh* 10 e o fundo fechado.

A peneira, usualmente, é posicionada sobre um equipamento de vibração, responsável pelo peneiramento. Finalizada essa etapa, são pesadas cada malha da peneira e calculada a porcentagem equivalente que ficou retida em cada uma. O padrão ideal para certificar que a granulometria da quebra está eficiente seria de 50% de quebrados retidos no primeiro *mesh*, 47% retido no segundo *mesh* e 3% no fundo da peneira. Caso os valores encontrados após a análise sejam muito divergentes destes, é necessário realizar o ajuste dos rolos (ERICKSON, 1995).

Figura 6 - Peneira granulométrica em mesa vibratória.



Fonte: (GENERALMED, 2022)

3.3.2. Separação de Casca (*Dehulling*)

Da saída dos quebradores, a soja segue para o sistema de separação de casca. Este sistema consiste no direcionamento de todo o volume de soja que está sendo processado para passar por

duas colunas, formando uma de cortina de soja, em contracorrente com o vácuo gerado por um ventilador, vácuo este que arrasta parte da casca que se soltou do grão na fase de quebra.

Em seguida, esta casca retirada é separada do ar em um ciclone, e segue para uma peneira do tipo rotativa, onde fragmentos de soja quebradas abaixo da especificação da granulometria dos quebradores, que foram acidentalmente arrastadas, são separadas da casca e retornadas para o processo, enquanto a casca segue para o sistema de cascas por transporte pneumático.

Este sistema tem como objetivo retirar a maior quantidade de casca possível do processo, pois a mesma influencia diretamente no volume processado e na qualidade do farelo desejado. Isso porque estas possuem baixo teor de óleo e proteína e elevado teor de fibra. Sendo assim, se faz necessária essa separação para garantir a porcentagem mínima de proteína exigida na Portaria n 795, de 15 de dezembro de 1993, do MAPA, que traz os padrões de qualidade do farelo de soja (PEREIRA, 2015).

Além disso, este sistema deve ser monitorado constantemente através de análises de teor de óleo na casca, pois dependendo deste teor pode-se retirar mais ou menos casca, regulando a vazão de ar puxada pelo ventilador. Deve-se, também, monitorar periodicamente as colunas do sistema para remover algum cascão que se acomodou no mesmo, que esteja impedindo a idealidade da cascata formada.

3.3.2.1.Sistema de casca (moinho, peletizadora e resfriador)

Após separada da soja no *dehulling*, a casca segue para o sistema de casca. Nesse sistema, o subproduto passa por uma série de etapas que agregam valor à sua comercialização. Primeiramente, ela passa por um moinho, comumente de martelos, onde é triturada. A casca pode ser vendida apenas moída ou seguir no processo para ser peletizada. Caso seja casca peletizada, a etapa seguinte já é a de peletização, que é facilitada pela trituração da casca na etapa anterior. A casca moída é, portanto, condicionada, recebendo seu último tratamento térmico, e prensada contra uma matriz para gerar os *pellets*. Então, os mesmos passam por um resfriador para resfriar e seguem para os silos de armazenamento.

3.3.3. Condicionamento

Após separada da casca, a soja segue para o condicionador, que consiste em um tambor cilíndrico rotativo que possui um feixe de tubos em seu interior, por onde passa vapor. Ela é, portanto, aquecida de forma indireta a uma temperatura em torno de 55° a 66°C. Esse aquecimento irá provocar múltiplos efeitos na soja como diminuição da viscosidade do óleo e sua tensão, o que

facilitará a aglomeração de gotículas e sua subsequente extração, coagulação da substância proteica e sua parcial desnaturação, inativação de enzimas lipoprotéicas, o que diminui a produção de ácidos graxos livres e conteúdo de compostos de enxofre e aumenta a permeabilidade das membranas celulares, facilitando a difusão do óleo e a diminuição da afinidade do óleo com as partículas sólidas da semente (CUSTÓDIO, 2003).

O processo de condicionamento, ou cozimento, visa o rompimento das paredes das células para facilitar a etapa de laminação e elevação da temperatura dos grãos, fazendo com que seu conteúdo de umidade seja aumentado para a porcentagem ideal, 9,5 a 11,5. Assim sendo, o aumento da umidade dos flocos e o rompimento das paredes celulares pelo calor criam uma situação que facilita a extração do óleo.

3.3.4. Laminação

A soja ao sair do condicionador é dosada em laminadores. Estes equipamentos consistem em rolos lisos que giram em sentidos opostos, com uma pressão hidráulica e diferença de velocidade. Neles, ela é transformada em lâminas, o que diminui a distância entre o centro e a superfície do grão, aumentando a área de contato entre o material e o solvente utilizado na extração (MANDARINO, HIRAKURI e ROESSING, 2015).

3.3.5. Expansão

A expansão é feita através do equipamento *expander*, que consiste em um extrusor onde o material laminado passa por um tubo aquecido e pressurizado, através de uma rosca sem fim, e é pressionado contra uma matriz com orifícios. A massa expandida chega a uma temperatura em torno de 100°C, fazendo com que o vapor se expanda na saída do equipamento devido à redução de pressão. A partir disso, é gerada uma massa porosa, compacta e menos densa que o laminado (ERICKSON, 1995).

A maior vantagem do processo de expansão é facilitar o processo de extração, já que o material gerado nessa etapa garante uma melhor percolação e drenagem do solvente, resultando em uma maior remoção do óleo, além de diminuir o volume da massa laminada e aumentar a capacidade nominal do extrator.

3.4. Extração

A etapa de extração, como o próprio nome sugere, é responsável por extrair o óleo presente na soja e, como consequência, gerar o farelo de soja, usualmente utilizado ração animal, visto que é rico em proteína.

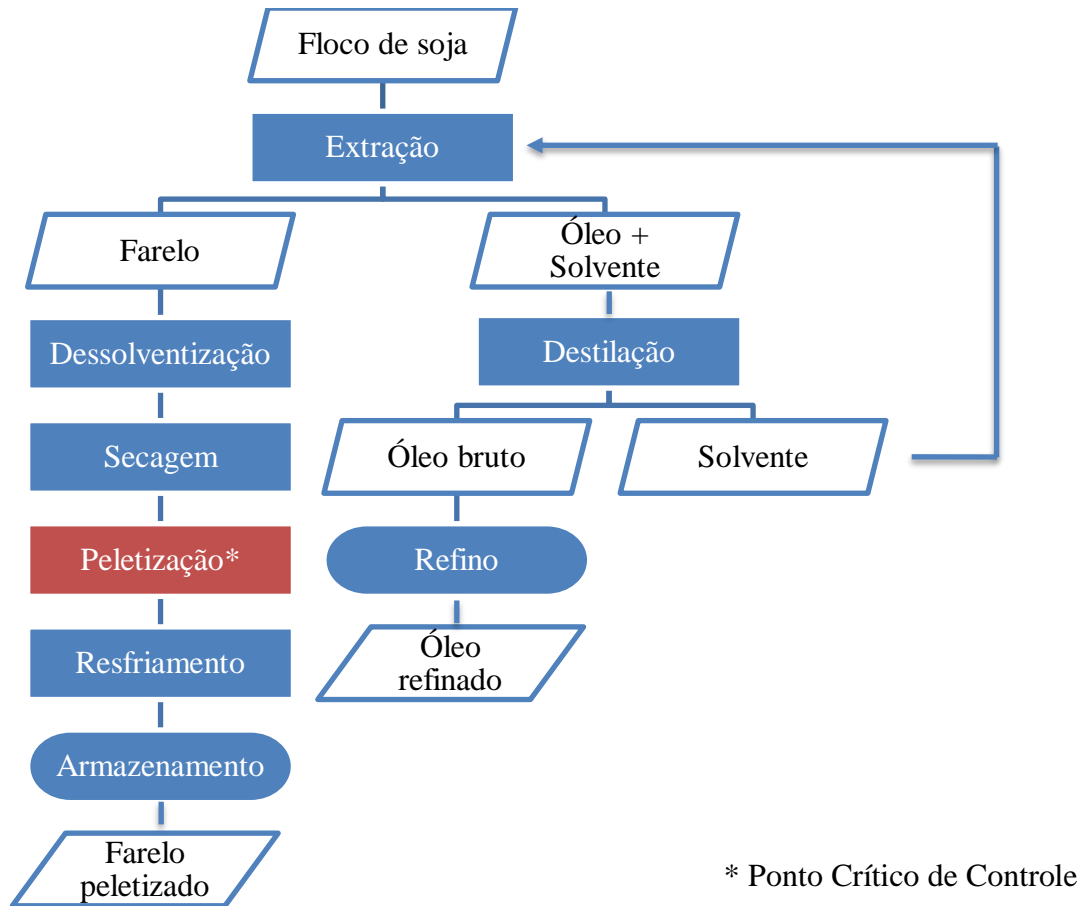
Esse processo pode ocorrer através de 3 métodos:

- Prensagem mecânica: método que opera através do uso de prensas mecânicas, porém consome muita energia e gera um alto teor de perda do óleo (PARAÍSO, 2001).
- Extração por solvente: método que opera com auxílio de solvente e possui uma otimização do consumo de energia e um melhor rendimento quando comparado ao método de prensagem;
- Processo misto, combina os métodos de prensagem mecânica e extração por solvente.

Dentre todas, a técnica mais aplicada é a extração com o auxílio de um solvente, habitualmente o hexano. Ele é optado por apresentar vantagens como baixo ponto de ebulição, aproximadamente 70°C, o que diminui a decomposição do óleo, facilitando sua dissolução no mesmo, e ser insolúvel em água. Em contrapartida, possui um alto custo, é proveniente de fonte de matéria-prima não renovável e apresenta alto grau de inflamabilidade e toxicidade (RAMALHO e SUAREZ, 2013).

A processo de extração por solventes se faz em três etapas básicas após a preparação: a extração do óleo propriamente dita, a destilação, e a dessolventização, como é representado no fluxograma da figura 7.

Figura 7- Fluxograma de extração do óleo e obtenção do farelo da soja.

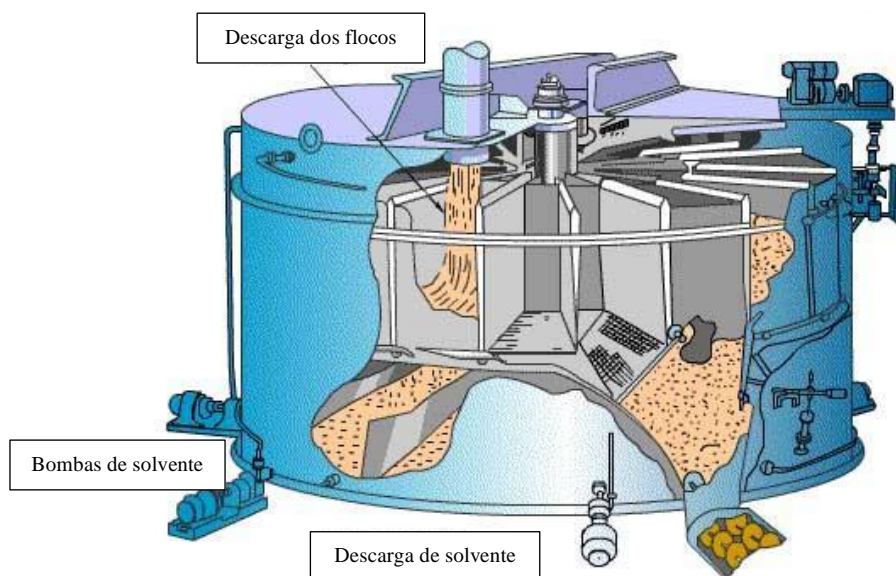


3.4.1. Extração

Após ter sido processada nas etapas de preparação, a soja chega na área como massa expandida. O primeiro equipamento a processar os flocos é o extrator. Neste equipamento, os flocos são lavados com hexano, ocorrendo dois mecanismos de extração. O primeiro deles é a dissolução do óleo livre na massa pelo solvente (processo rápido); o segundo é a difusão, ou seja, o óleo ainda contido nos bolsões internos passa para a miscela (como é chamada a mistura do óleo e solvente) por osmose.

O equipamento mais utilizado para tal é o extrator rotatório. Nele, os flocos são alimentados através do *hopper* de entrada na parte superior do extrator. Durante o percurso, os flocos são lavados com miscela que é lançada em contracorrente ao sentido do equipamento. Isto é, o hexano puro banha as últimas caçambas, enquanto a miscela com mais óleo banha a primeira caçamba.

Figura 8 - Ilustração do extrator tipo *rotocell*.



Fonte: (HJC, 2022)

O motivo para o hexano e os flocos percorrerem caminhos contrários é devido a facilidade em extrair o óleo dos flocos que estão entrando e a dificuldade nesse mesmo floco no final do extrator, visto que o seu percentual de óleo é menor e com isso fica mais difícil extrair mais óleo, sendo necessário um solvente mais puro para que seja possível a extração. Após dar uma volta completa no extrator, os flocos já lavados são descarregados e seguem para a próxima etapa. É importante que essa saída seja controlada para manter o processo mais constante e estável, otimizando os processos seguintes, pois, se os flocos ficarem menos tempo retidos do que o ideal, a extração não será efetiva e o percentual de óleo no farelo branco será alto.

Além disso, outros fatores como a espessura do floco, a umidade, a temperatura e a manutenção do formato dos mesmos durante o transporte até o extrator, são as chaves para uma boa extração. Ainda, o tempo entre a laminação e o extrator deve ser o menor possível já que, após o laminado, inicia-se uma ação enzimática no floco formado, causando um aumento da acidez no óleo produzido, bem como dos fosfatídeos não hidratáveis (CUSTÓDIO, 2003).

Após separado o óleo dos flocos (chamado agora de farelo branco), vão existir duas correntes a seguir: a de líquido (miscela), que é encaminhada para o sistema de destilação para obter-se o óleo bruto, e a de sólido (farelo), que segue para o dessolventizador-tostador (DT). O solvente banhado deixa o extrator por estes dois caminhos. Parte vai absorvido com os flocos que deixam o extrator com destino a dessolventização, e a outra vai junto com o óleo, formando a

miscela. Este solvente deve ser recuperado para obter-se o mínimo de perdas possível e para que seja reutilizado no processo (CUSTÓDIO, 2003).

3.4.2. Dessolventização, secagem e peletização

A dessolventização é o último processo da extração, e consiste na retirada de solvente da massa (farelo branco) após o processo de extração de óleo no extrator, de forma a torná-lo apropriado principalmente para aplicação na fabricação de rações animais (CUSTÓDIO, 2003). O farelo branco, embebido de solvente, deixa o extrator e é encaminhado para o DT que é responsável por dessolventizá-lo, ou seja, retirar o solvente presente nele, e tostá-lo, para que fique acessível às condições de ração animal.

Na parte superior do equipamento ocorre a etapa de pré-dessolventização, utilizada para reduzir a quantidade de hexano, que gira em torno de 30% da massa total, que vai à dessolventização, utilizando-se vapor indireto, evaporando parte do hexano sem condensar vapor direto no farelo (CUSTÓDIO, 2003).

Já a tostagem se dá através da injeção de vapor direto abaixo do nível de farelo em uma ou mais seções do DT. O vapor que condensa fornece o calor latente requerido para evaporar o hexano residual e o condensado eleva a umidade do farelo para em torno de 20%, facilitando a operação de tostagem, sem onerar a secagem final do mesmo. O objetivo dessa etapa, além de evaporar o solvente, é realizar um tratamento térmico, inativando enzimas, certificando que o mesmo se encontra apto para consumo, e garantir sua qualidade nutricional. O tempo de retenção no DT, temperatura e umidade são fatores que afetam as propriedades nutricionais do farelo resultante.

O farelo tostado, agora úmido, precisa ser secado, passando pelo secador rotativo até obter-se umidade em torno de 14%. Ele é então condicionado e em seguida peletizado e resfriado para garantir estocagem, qualidade e carregamento adequados. Apesar de ter passado por altas temperaturas anteriormente, essa etapa é crítica pois fornece o último tratamento térmico do *pellet* antes da estocagem do mesmo, sendo assim a última barreira de segurança para eliminação da bactéria.

4. CARACTERIZAÇÃO DE FARELO E CASCA DE SOJA

Os principais produtos provenientes do beneficiamento da soja são o seu farelo e o óleo de soja bruto, ambos resultados da etapa de extração, e óleo refinado, resultado da etapa de refino do óleo bruto. Além disso, no decorrer do processamento, são gerados resíduos, que após processados, resultam em subprodutos de valor econômico agregado, como é o caso da casca, proveniente da

separação de casca na etapa de preparação, da goma, gerada na etapa de degomagem, borra, gerada na etapa de neutralização e do óleo destilado, proveniente da etapa de desodorização.

Dentre eles, os de maior interesse quanto a incidência de *Salmonella* são o farelo e a casca de soja. Sendo assim, a seguir será feita uma caracterização de ambos.

4.1 Farelo de soja (derivado)

Durante a etapa de extração do óleo bruto da soja, há a obtenção do farelo, o qual pode ser comercializado na forma moída ou peletizada, a depender da demanda. Por possuir um alto valor proteico, esse derivado é comumente utilizado na formulação de ração animal (LOPES, 2008).

Seu padrão de identidade e qualidade é estabelecido pela Portaria nº 795 de 15 de dezembro de 1993, do MAPA, e estabelece suas características físico-químicas observadas na Tabela 5.

Tabela 5. Padrão de identidade e qualidade para farelo de soja tostado.

Parâmetro	Farelo Moído	Farelo Peletizado
Teor de umidade (% máx.)	12,5	12,5
Teor de proteína (% mín.)	46	48
Teor de gordura residual (% máx.)	2,5	2,5
Teor de fibra (% máx.)	6	5
Teor de cinzas (% máx.)	6	6
Insolúveis em ácido clorídrico (% máx.)	0,5	0,3
Matérias estranhas	Isento	Isento
Atividade ureática (variação de pH)	0,05 – 0,25	0,05 – 0,25

Fonte: (BRASIL, 1993)

4.2 Casca de soja (subproduto)

A casca é um subproduto proveniente ainda da etapa de preparação da soja para extração. Também denominada de tegumento, possui características nutricionais que permitem utilizá-la também para nutrição animal, substituindo outros grãos, como o milho e o sorgo, sendo atraente economicamente devido seu custo inferior. Tal comparação com demais grãos é observada na Tabela 6.

É um produto rico em fibra em detergente neutro (FDN), resultando em uma alta digestibilidade. Sendo assim, com alta produção de ácidos graxos de cadeia curta, acaba beneficiando além de monogástricos, também a manutenção do pH ruminal (POLIZEL e

SOARES, 2021). Além de rica em fibra, possui um teor médio de pectina e supera o milho no teor de proteína (cerca de 12%) (SILVA, 2004).

Tabela 6. Composição nutricional da casca de soja, milho e sorgo.

Descrição	Casca de soja	Milho	Sorgo
Matéria seca (%MS)	90,3	87,91	88,12
Proteína Bruta (%MS)	12,73	9,05	9,67
Extrato Etéreo (%MS)	2,2	4,02	2,94
Amido (%MS)	3,51	72,43	64,51
Fibra em Detergente Neutro (%MS)	66,58	13,91	14,7
Nutrientes Digestíveis Totais (%MS)	68,85	85,73	79,86
Carboidratos Solúveis (%MS)	13,2	20,51	-

Fonte: (OLIVEIRA, 2018)

Assim como o farelo, a casca pode ser comercializada moída ou peletizada. Sendo assim, primeiramente ela é moída com o intuito de aumentar a densidade do material e, em seguida, peletizada. A peletização, além de auxiliar o problema de baixa densidade do material, contribui no processo de armazenamento, aumentando a vida útil do produto, e também diminuindo volume no transporte, consequentemente reduzindo perdas e aumentando o lucro.

Figura 9 - Casca de soja peletizada e moída, respectivamente.

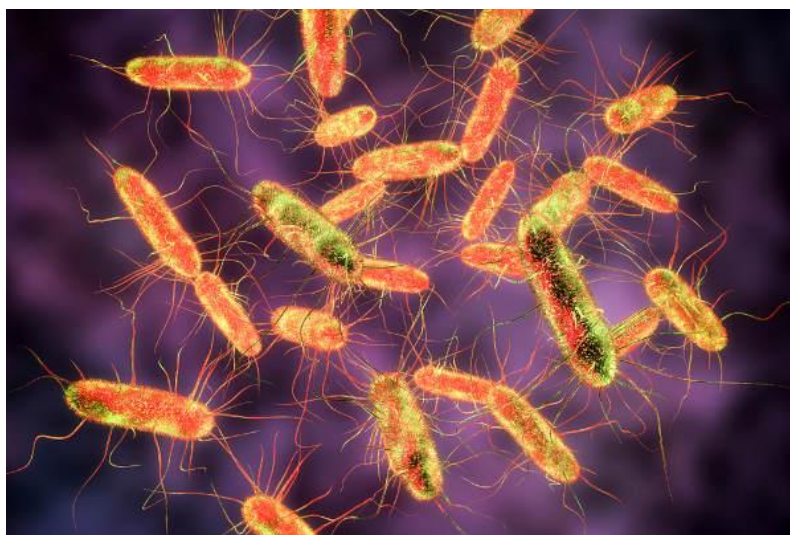


Fonte: (OLIVEIRA, 2018)

5. CARACTERIZAÇÃO DO GÊNERO *SALMONELLA*

As bactérias do gênero *Salmonella* são organismos unicelulares gram-negativos, em forma de bastonetes, não esporulados, anaeróbios facultativos, do reino *Monera*, filo *Proteobacteria*, classe *Gammaproteobacteria*, ordem *Enterobacteriales*. São pertencentes à família *Enterobacteriaceae* e divididos em três espécies: *Salmonella enterica*, que é subdividida em 6 subespécies (*enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*) e possui mais de 2.500 diferentes sorotipos, *Salmonella bongori* e *Salmonella subterranea* (GRIMONT e WEILL, 2007). Para a saúde humana, destacam-se as *Salmonella typhi*, causadora de doenças endêmicas, e a *Salmonella Typhimurium*, causadora de gastroenterites, como as de maior importância.

Figura 10 - Representação da bactéria *Salmonella*.



Fonte: (DOS SANTOS, 2020)

Sua temperatura ideal de multiplicação pode variar de 35-37°, porém, ela ainda é capaz de se proliferar em ambientes com temperaturas entre 5°C e 47°C. Apesar de possuir atividade de água (a_w) ótima de crescimento, em torno de 0,93, suporta longos períodos em alimentos com baixa atividade de água, como apresentado na Tabela 7, e, além disso, também é capaz de crescer em ambientes com valores de pH variando entre 4,5 e 9,3 (ADAMS e MOSS, 2001).

Tabela 7. Relação temperatura e tempo de sobrevivência da *Salmonella* em alimentos com atividade de água menor que 0,5

Produto	Temperatura	Tempo de sobrevivência	Referência
Manteiga de amendoim	4°C	> 24 semanas	(BURNETT, GEHM, <i>et al.</i> , 2011)
	21°C	> 6 semanas	
Semente de alfafa	5°C	> 52 semanas	(BEUCHAT, 2002)
Páprica em pó	Ambiente	> 8 meses	(LEHMACHER, BOCKEMUHL e ALEKSIC, 1996)
Chocolate	Ambiente	> 9 meses	(TAMMINGA, BEUMER, <i>et al.</i> , 1976)
Leite em pó	Ambiente	> 10 meses	(RAY, JEZESKI e BUSTA, 1971)
Pistache	4°C - 24°C	> 1 ano	(KIMBER, KAUR, <i>et al.</i> , 2012)

A *Salmonella* é considerada um micro-organismos crítico, pois pode ser encontrada em diversos alimentos crus, dentre eles oleaginosas e produtos de origem animal. Além disso, pode desenvolver-se em tratos gastrointestinais de animais e humanos. Uma vez ingerida em um alimento contaminado, pode levar ao desenvolvimento de gastroenterites, intoxicações conhecidas popularmente como salmonelose. Seus sorotipos são frequentemente isolados de rações animais. Sendo assim, os animais alimentados com rações contaminadas, podem desenvolver a doença, mesmo que de forma assintomática, e o contato direto ou indireto com seus subprodutos se tornam fonte de contaminação (WIERUP e HAGGBLOM, 2010).

Ademais, a *Salmonella* é muito resistente. Ela é apta a suportar diferentes tipos de estresse subletais, como redução de atividade de água de um substrato ou tratamentos térmicos sem o ajuste do binômio tempo e temperatura adequado, tornando-a um objeto de interesse no escopo de processos utilizados nas indústrias, como na de beneficiamento de soja (SALIVE, 2016).

6. CONTROLE DE SALMONELLA NO PROCESSO PRODUTIVO DA SOJA

No Brasil, os produtos de origem animal são as principais fontes de salmonelose (DOS SANTOS, 2020). De maneira geral, a incidência dá-se devido a ingestão, por parte dos animais, de ração contaminada pela bactéria, e subsequente ingestão dos produtos derivados deles por parte dos humanos.

Na ração, a origem da contaminação pode estar na sua matéria-prima, contaminada antes mesmo de ser recebida nas instalações de processamento. Sendo assim, a casca e o farelo de soja, principais componentes das rações, podem ser agentes primordiais nessa situação (EFSA, 2009).

Os processamentos térmicos e químicos da casca e do farelo, incluindo peletização, extrusão, processamento, condicionamento e uso de alguns compostos de controle químico, são atualmente conhecidos por serem procedimentos eficazes que contribuem para reduzir significativamente a carga microbiana (AFIA, 2010). No entanto, se houver um nível extremamente alto de contaminação nos produtos ou se condições de seus processamentos, como temperatura, tempo de aquecimento, nível de umidade e pressão aplicada, não atingirem os limites seguros, a eliminação desses micro-organismos seria improvável.

Em geral, esses princípios de controle são aplicáveis a uma ampla variedade de instalações, que vão desde o campo até as operações. Porém, basear-se apenas em testes de produtos finais pode não fornecer a garantia adequada de uma fabricação e distribuição seguras, além de não ser economicamente viável pois pode resultar em desperdício. Portanto, é necessária uma abordagem mais rígida, abrangendo várias oportunidades para controlar e reduzir a probabilidade de contaminação por *Salmonella*.

Primeiramente, é indispensável a sanitização física, com ar comprimido para eliminar sujidades possíveis de serem vistas a olho nu, e química, com hipoclorito e detergentes com concentração e tempo de reação adequados, de equipamentos e áreas para o controle sanitário dos alimentos. Para garantir o máximo benefício dessas diretrizes, os funcionários devem ser treinados em práticas adequadas de sanitização da planta e instruídos a trabalhar conforme as Boas Práticas de Fabricação (BPF), seguindo os procedimentos operacionais prescritos por profissionais da área. O BPF é uma das diversas ferramentas de qualidade que visa alcançar os níveis adequados de segurança dos alimentos. Sua implementação significa atender às legislações Portaria SVS/MS nº326/97 que se baseia nos Princípios Gerais De Higiene Dos Alimentos, a Resolução RDC nº275/2002, que complementa a Portaria SVS/MS nº326/97 e introduz o controle contínuo dos manuais, e também a Portaria MS nº1.428/93, que estabelece as diretrizes para o estabelecimento das BPFs na área de alimentos. Sua ausência, ou não adequação, podem gerar multas ou até mesmo o cancelamento do alvará de funcionamento do estabelecimento.

Complementar a isso, também são tomadas outras medidas de segurança, como procedimentos de controle de processo. O uso de altas temperaturas como tratamento, por exemplo, é baseado nos efeitos destrutivos da combinação do tempo e da temperatura sobre os micro-organismos. Porém, devido as particularidades e resistência de cada um deles, nem sempre

esses micro-organismos são destruídos com a mesma facilidade durante o processo. Apesar da influência dessas características individuais e também de fatores do ambiente ao qual estão inseridos, como pH, umidade, atividade de água, temperatura, níveis de gordura, entre outros, a peletização da casca e do farelo da soja é apontada como a etapa de controle mais crítica para a destruição ou redução da carga de *Salmonella* e demais patogênicos presentes no alimento.

7. ANÁLISE DOS PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (APPCC)

A peletização é considerada um Ponto Crítico de Controle (PCC) por ser o último tratamento térmico antes do armazenamento do produto final. Essa condição dá-se através da Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) das etapas de produção, que consiste em um procedimento estruturado que auxilia na identificação de perigos e da possibilidade de sua ocorrência, através da definição de medidas de controle a serem tomadas. Os PCCs podem ser classificados como biológicos, físicos ou químicos, a depender da natureza do risco envolvido (FREITAS, 2011). Na Tabela 8, observam-se alguns exemplos de cada uma das classificações dos perigos.

Tabela 8. Exemplos de perigos biológicos, físicos e químicos.

Perigo biológico	Perigo físico	Perigo químico
<i>Clostridium spp</i>	Vidros	Resíduos de pesticidas
<i>Listeria spp</i>	Metais	Fungicidas
<i>Shigella spp</i>	Plástico	Fertilizantes
<i>Salmonella spp</i>	Papel	Inseticidas
<i>Escherichia coli</i>	Cabelo ou penas	Antibióticos
<i>Bacillus cereus</i>	Sujidade	Hormônios
<i>Staphylococcus aureus</i>	Pedra	Aditivos alimentares
<i>Vibrio spp</i>	Areia	Corantes
<i>Yersinia spp</i>	Bijuteria	Metais pesados
<i>Campylobacter jejuni</i>	Objetos pessoais	Micotoxinas
Parasitas	Dinheiro	Produtos químicos (agentes de limpeza)
Vírus	Caneta	Nitrosaminas
Bolores	Lápis	Hidrocarbonetos
Leveduras		Poliaromáticos
Pragas		Lubrificantes

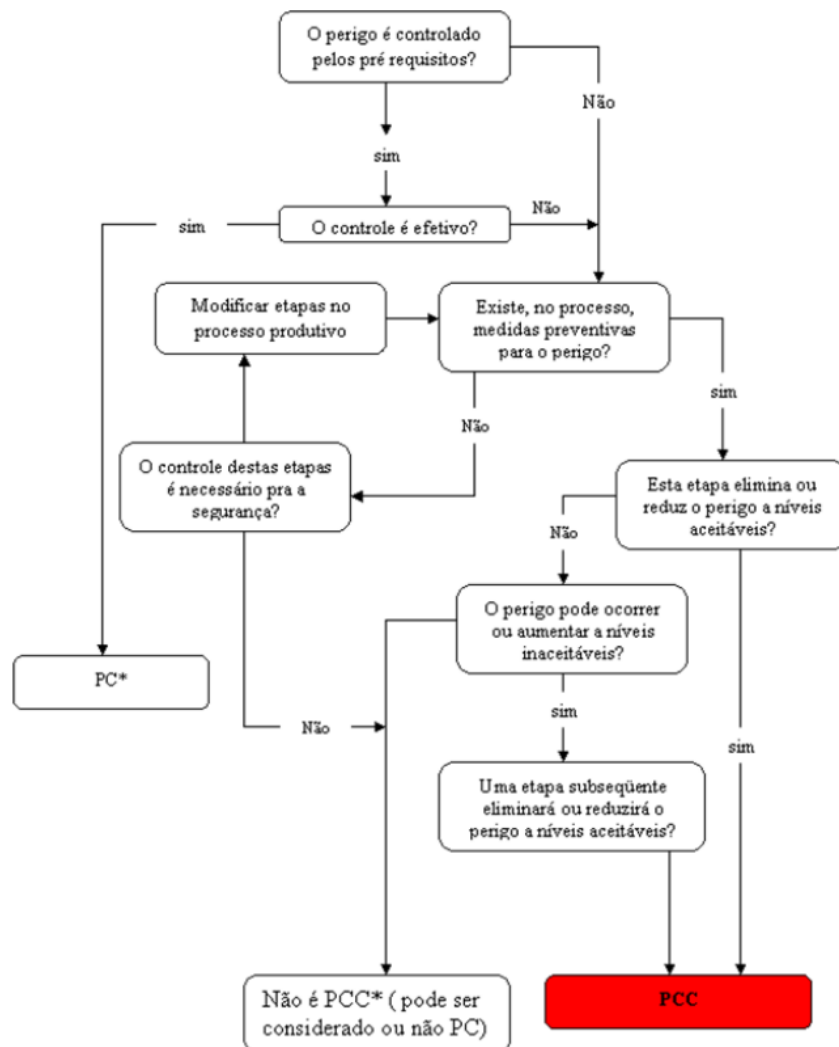
Fonte: (FREITAS, 2011)

Além disso, o plano APPCC envolve a aplicação dos 7 princípios a seguir, para cada PCC (SALVARO, 2014):

7.1. Identificação dos pontos críticos de controle

Para identificação de cada PCC e de suas medidas de controle, comumente é utilizada uma árvore decisória como a apresentada a seguir:

Figura 11 – Exemplo de árvore decisória para identificação de PCCs em um processo.



Fonte: (OLIVEIRA, PINHEIROS, *et al.*, 2009)

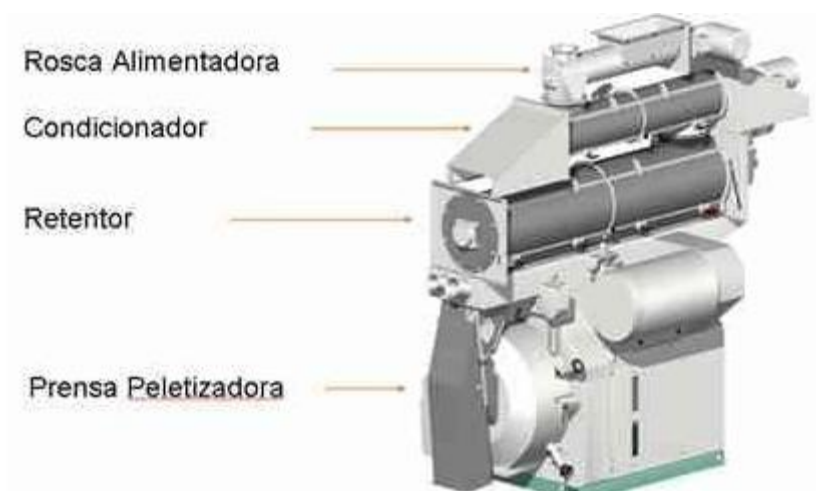
Como citado, no caso de uma indústria beneficiadora de soja, o principal PCC identificado para controlar a incidência de *Salmonella* é na etapa de peletização, seja de casca ou farelo, por ser o último ponto a receber processo térmico antes da estocagem do produto final. Isso pois, baseado na árvore decisória, conclui-se que essa etapa é uma medida preventiva para o perigo, que possibilita eliminá-lo ou reduzi-lo a níveis aceitáveis, não possuindo nenhum passo subsequente capaz de fazer o mesmo.

7.2. Medidas de controle

Como medidas de controle, temos o uso de processo térmico com emprego de temperaturas elevadas para inativação dos micro-organismos, associando efeitos destrutivos correlacionando tempo e temperatura.

Frequentemente, o processo empregado nas empresas consiste na peletização da casca e do farelo, em que os mesmos são aglomerados por meio de ação mecânica combinada com temperatura, pressão e umidade. O equipamento de peletização é composto por rosca alimentadora, condicionador e prensa peletizadora.

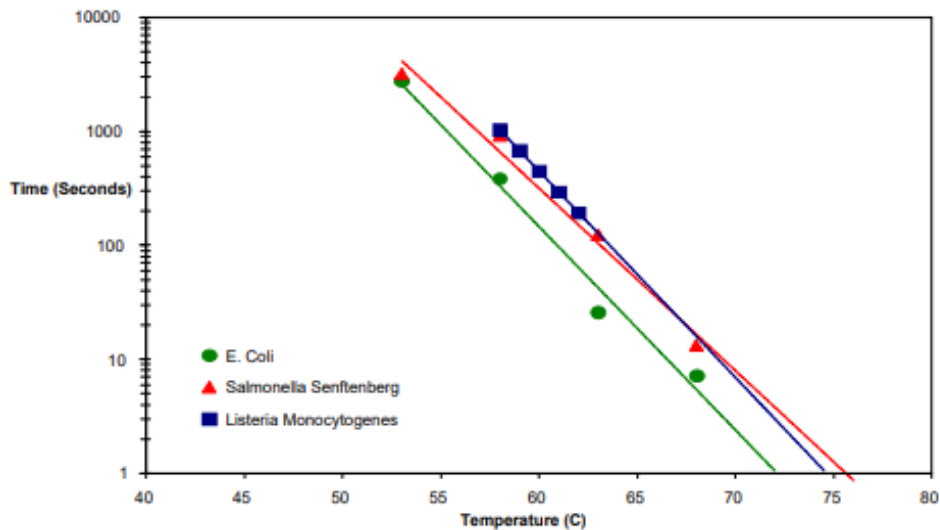
Figura 12 - Ilustração de equipamento de peletização.



Fonte: (LARA, 2010)

O tempo de morte térmica (TDT) é definido como o tempo necessário que assegura a redução da carga de micro-organismos a uma temperatura específica. Por esse método, a temperatura é mantida constante durante o tempo necessário e pré-estabelecido em estudos anteriores, para garantir a morte das células (STUMBO, 1973).

Figura 13 - Gráfico de inativação térmica das bactérias *Escherichia coli*, *Salmonella* Senftenberg e *Listeria monocytogenes*.



Fonte: (AFIA, 2010)

Para *Salmonella*, nota-se que, para uma temperatura de 60°C, o tempo de morte térmica seria de aproximadamente de 500 segundos, ou 8,5 minutos, por exemplo. Sendo assim, essa seria uma combinação possível do binômio a ser usado no PCC, e que é comumente utilizada no processo de peletização da casca e do farelo.

7.3. Limite crítico

O limite crítico de um PCC é um critério a ser seguido, mensurado com base científica e estabelecido a fim de assegurar que o nível de perigo no produto final seja aceitável e não comprometa a segurança do alimento, gerando produtos inócuos. Portanto, se um limite crítico é excedido, o respectivo produto é considerado como potencialmente inseguro para consumo.

No caso da peletização, os limites críticos que devem ser obedecidos para garantir a inocuidade do produto são o mínimo que a temperatura do condicionador da peletizadora deve atingir e um mínimo para o tempo de residência no equipamento, a definir pelo binômio tempo e temperatura pré-definidos no processo. Podem não ser o binômio idealmente utilizado, porém ainda são considerados como limites de segurança.

7.4. Procedimentos de monitoramento

O monitoramento do processo é realizado a fim de avaliar a performance e execução das medidas pré-estabelecidas que estão sendo tomadas, para que assim seja possível identificar se as mesmas estão sendo efetivas ou se será necessário buscar outra solução. Para isso, podem ser

elaborados e aplicados formulário, incluindo a etapa de perigo, o perigo, as medidas de controle, os limites críticos e planilha de monitoramento contemplando o que deve ser verificado, como, com que frequência e por quem.

Para verificar a eficácia do tratamento térmico na etapa de peletização, são coletadas amostras representativas já do produto finalizado. Em seguida, são realizados os testes laboratoriais dos mesmos e, caso sejam identificados traços de *Salmonella* em ao menos 5 amostras de 25g, é admitida a contaminação (MAPA, 2003) e as medidas adequadas devem ser tomadas.

Além das melhores práticas específicas discutidas, é importante ter práticas de documentação apropriadas para que os procedimentos da planta, ações corretivas, documentação de monitoramento e verificação e registros de testes, estejam prontamente disponíveis para o pessoal da planta e para revisão de uma possível contraprova.

7.5. Medidas de correção

Quando os limites críticos forem excedidos, deve-se dar início ao gerenciamento e execução das ações corretivas a serem tomadas. Tais ações devem identificar a causa da não conformidade, garantir que os parâmetros controlados no PCC retornem ao ideal e que a recorrência seja prevenida (ABNT, 2019).

Deste modo, deve ser acompanhada a temperatura do condicionador da peletizadora e, caso a mesma esteja abaixo do ideal (menor que 60°C) ou seja identificado que o tempo de retenção esteja abaixo do limite mínimo pré-estabelecido, parar o equipamento de alimentação da peletizadora, garantindo assim que não seja peletizada casca e nem farelo sem o devido tratamento térmico, até que a temperatura ou o tempo sejam restabelecidos.

7.6. Procedimentos de verificação

Os procedimentos de verificação são realizados a fim de certificar se o plano de APPCC como um todo está sendo efetivo. Dentre as ações praticadas, são feitos testes, análises de amostragens aleatórias (identificada a ausência de *Salmonella* em 5 amostras de 25g, o produto está apto), auditorias efetuadas por responsáveis pelo sistema de qualidade da empresa, através de uma avaliação documentada, para identificar e atuar nas não conformidades, etc.

7.7. Procedimentos de registro e documentação

Para atestar que as ações e procedimentos estão sendo efetuados, deve-se registrá-los. Documentos como resultados de análises, registros de limpeza de área e equipamentos, registros

das temperaturas atingidas pelas peletizadoras e amostras de contraprova dos *pellets* que foram expedidos nos caminhões, são essenciais para, além de comprovar que os procedimentos foram seguidos, auxiliar na rastreabilidade caso ocorra alguma reclamação.

Ainda, outro ponto importante e que requer atenção, são os silos de armazenamento do produto final. Como já dito, as peletizadoras são o último ponto de tratamento térmico antes que os *pellets* sejam estocados e então expedidos. Sendo assim, é indispensável que os silos estejam em boas condições para garantir que o produto continue íntegro após seu processamento.

É fundamental que sejam feitos os controles de temperatura e umidade em seu interior, a fim de facilitar a identificação de possíveis problemas na conservação do produto. Temperatura e umidade alta dentro do silo podem causar deterioração do material orgânico e contribuir para propiciar um ambiente ideal para proliferação de micro-organismos e demais pragas. Sendo assim, é necessário monitorar essas variáveis para detectar os pontos de aquecimento e de possível aparição dos degradadores. Caso seja observada a contaminação, é imprescindível o descarte de todo o conteúdo do silo e posterior sanitização adequada para que ele esteja apto a armazenar a casca ou o farelo peletizado novamente.

Além disso, o contágio também pode ocorrer durante o transporte dos produtos, proveniente de caminhões contaminados. Para diminuir a possibilidade de ocorrência, é necessário que o veículo seja devidamente sanitizado e tenha tal procedimento registrado.

8. CONCLUSÃO

A fim de evitar a contaminação das rações animais, bem como dos humanos os quais se alimentam de seus derivados, é de suma importância o controle da incidência de *Salmonella* pelas indústrias beneficiadoras de soja.

Para tal, se faz necessário a implementação de protocolos mais rígidos de BPF, como limpeza adequada dos equipamentos e da área de processamento e treinamento de capacitação para os operadores, bem como de APPCC, formalizando os PCCs do processamento.

No caso do controle de *Salmonella* na casca e farelo peletizados, o principal PCC para o estudo é a peletização, já que é o último ponto a receber tratamento térmico antes do armazenamento do produto final. Para o processo se tornar eficaz então, é necessário um estudo e execução de testes para obter a combinação do binômio tempo X temperatura mais adequado para a indústria.

Porém, já para a casca e farelo na forma moída, como não passam pela peletizadora, acabam não recebendo esse tratamento térmico, logo não tem a garantia da segurança do produto.

Sendo assim, a solução proposta seria a implementação de um condicionador anterior ao moinho, que garantiria que o produto receberia o tratamento térmico adequado. Além de assegurar que tanto os produtos moídos quanto os peletizados estariam inócuos, o condicionamento auxiliaria no processo de moagem e peletização devido o ganho de umidade dos mesmos, contribuindo ainda para a integridade dos equipamentos.

Além disso, se faz necessário o acompanhamento da integridade, temperatura e umidade dos silos de armazenamento do produto final, com o intuito de evitar a proliferação de micro-organismos após a etapa que recebe o último tratamento térmico. Deve-se observar a temperatura e umidade dos mesmos a todo momento, atentando-se se surgirem pontos de aquecimento. Quanto a integridade do silo, há a possibilidade de fazer um monitoramento, com frequência a determinar, ao esvaziá-lo, buscando identificar possíveis aberturas que permitam a entrada de insetos, pragas ou até mesmo chuva, que propiciaria o ganho de umidade do produto.

Os caminhões de transporte dos produtos devem ser sanitizados previamente ao carregamento, devendo apresentar o laudo da lavagem e de descrição das últimas cargas, a fim de averiguar se elas são potenciais contaminantes da casca e do farelo, evitando assim uma contaminação cruzada.

Outro ponto que auxiliaria a minimização da recontaminação após o PCC, especificamente na estocagem e no transporte do produto final, seria evitar a comercialização do produto a granel, embalando-os após o tratamento térmico. Além disso, a realização de análise microbiológica na soja que chega a indústria, a fim de detectar incidência de *Salmonella*, seria uma possibilidade de evitar que a contaminação torne-se persistente na linha produtiva, aplicando tratamento térmico na mesma antes de seguir para o processo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 22000: Sistemas de gestão de segurança de alimentos - Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos.**, 2019. Disponível em: <<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/25269/abnt-nbriso22000-sistemas-de-gestao-de-seguranca-de-alimentos-requisitos-para-qualquer-organizacao-na-cadeia-produtiva-de-alimentos>>. Acesso em: 24 Fevereiro 2022.

ADAMS, M. R.; MOSS, M. O. **Food Microbiology**. Australia: [s.n.], v. 28, 2001.

AFIA. **Salmonella Control Guidelines**, 2010.

ARAÚJO, B. S.; DUAILIBI, S. R.; RACHID, L. **Perfil epidemiológico das principais doenças veiculadas por alimentos**, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/19137/17034/234300>>. Acesso em: 20 Janeiro 2022.

BEUCHAT, L. R. **Bacteriological Assesment of Vegetables Cultivated in Soils Treated with Poultry Manure and the Manure-Treated Soil Samples**, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Portaria nº 795, de 15 de dezembro de 1993. Norma de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do óleo de soja bruto, degomado e do farelo de soja**, 1993. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortaIMapa&chave=1431040401>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.428/MS, de 26 de novembro de 1993. Regulamento técnico para inspeção sanitária de alimentos**, 1993. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/webarquivos/legislacao/seguranca_alimentar/_doc/portarias/1993/Portaria%20Anvisa%20no%201.428.93.pdf>. Acesso em: 24 Fevereiro 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos**, 1997. Disponível em:

<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326_30_07_1997.html>. Acesso em: 24 Fevereiro 2022.

BRASIL. ANVISA. **RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados**, 2002. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/anexos/anexo_res0275_21_10_2002_re_p.pdf>. Acesso em: 24 Fevereiro 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa SDA 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.**, 2003. Disponível em: <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-62-de-26-08-2003,665.html>>. Acesso em: 24 Fevereiro 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 11, de 15 de maio de 2007. Estabelecer o Regulamento Técnico da Soja.**, 2007. Disponível em: <<https://sogi8.sogi.com.br/Manager/texto/arquivo/exibir/arquivo?eyJ0eXAI0iJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9AFFIjAvOTUzNS9TR19SZXF1aXNpdG9fTGVnYWxfVG4dG8vMC8wL0RPQ1VNRU5UTyAxLnBkZi8wLzAiAFFI5Ow-acp-0we179VnJ3yDvdIcY6IOa4Hp-gRYaPe5ds>>. Acesso em: 20 Janeiro 2022.

BURNETT, S. L. et al. **Survival of Salmonella in peanut butter and peanut butter spread.** *Journal of Applied Microbiology*, Georgia, v. 89, 3, p. 472-477, Dezembro, 2001.

CARUSO, R. **Soja: uma caminhada sem fim.** [S.l.]: FUNDAÇÃO CARGILL, p.58-66, 2004.

CUSTÓDIO, A. F. **Modelagem e simulação do processo de separação de óleo de soja-hexano por evaporação.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DE OLIVEIRA, A. B. A. et al. **Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: uma revisão**, 2010. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/157808/000837055.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 Janeiro 2022.

DOS SANTOS, M. V. S. **Salmonella (salmonelose)**. Brasil Escola, 2020. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/doencas/salmonelose.htm>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

EFSA. **Analysis of the baseline survey on the prevalence of Salmonella in holdings with breeding pigs in the EU, 2008 - Part A: Salmonella prevalence estimates**. EFSA, 2009. Disponível em: <<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1377>>. Acesso em: 24 Fevereiro 2022.

EMBRAPA. **Embrapa Soybean**. EMBRAPA, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em: 2022 Janeiro 2022.

EMBRAPA. **A evolução da soja no Brasil**. EMBRAPA, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/conteudo-web/-/asset_publisher/fHv2QS3tL8Qs/content/evolucao-da-soja-no-brasil/1355202?_101_INSTANCE_fHv2QS3tL8Qs_redirect=%2Fbuscageral%3Fp_auth%3DuV5cpkT3%26p_p_id%3Dbuscageral_WAR_pcebusca6_1portlet%26p_p_lifecycle%3D1%26p_>. Acesso em: 17 Janeiro 2022.

EMBRAPA. **Soja em números (safra 2020/21)**. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 17 Janeiro 2022.

EMBRAPA. **Primeiras cultivares de soja com tecnologia Xten serão lançadas pela Embrapa e Meridional**. EMBRAPA, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/69070478/primeiras-cultivares-de-soja-com-tecnologia-xtend-serao-lancadas-pela-embrapa-e-meridional?p_auth=75AMGNpC>. Acesso em: 29 Março 2022.

ERICKSON, D. R. **Practical handbook of soybean processing and utilization**. Illinois: AOCS PRESS, 1995.

FDA. **Approximate pH of Foods and Food Products**. FDA, 2003.

FONTES, A. V. **Processo de industrialização da soja no Brasil**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

FREITAS, S. R. **Avaliação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle em um matadouro-frigorífico de aves**. Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre., 2011.

GARCIA, D. C. et al. **A secagem de sementes**. Santa Maria: Ciência Rural, v. 34, 2004.

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja**. Brasília: Embrapa, 2018.

GENERALMED. **Agitador de peneiras eletromagnético para análise granulométrica**. Generalmed, 2022. Disponível em: <<https://www.generalmed.com.br/agitador-de-peneiras-eletromagnetico-para-analise-granulometrica-pr-1423-371454.htm>>. Acesso em: 25 Janeiro 2022.

GRIMONT, P. A. D.; WEILL, F. X. **Antigenic formulae of the salmonella serovars**. World Health Organization, 2007. Disponível em: <https://www.pasteur.fr/sites/default/files/veng_0.pdf>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

GUPTA, M. K. **Practical Guide for Vegetable Oil Processing**. 2^a. ed. Urbana: AOCS PRESS, 2008.

HJC. Rotocel Extraction, 2022. Disponível em: <<https://www.htoilmachine.com/pro/rotocel-extraction-proid-106.html>>. Acesso em: Janeiro 25 2022.

KIMBER M.A., KAUR H., WANG L., DANYLUK M.D., HARRIS L.J., **Survival of Salmonella, Escherichia coli O157:H7, and Listeria monocytogenes on inoculated almonds and pistachios stored at -19, 4, and 24° C**. J Food Prot. 2012

LARA, M. A. M. **Processo de produção de ração - peletização**. Avicultura, 2010. Disponível em: <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/peletizacao-de-racao-producao-t36965.htm>>. Acesso em: 24 Fevereiro 2022.

LEHMACHER, A.; BOCKEMUHL, J.; ALEKSIC, S. **Nationwide outbreak of human salmonellosis in Germany due to contaminated paprika and paprika-powdered potato chips**, 1996. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/14643608_Nationwide_outbreak_of_human_salmonellosis_in_Germany_due_to_contaminated_paprika_and_paprika-powdered_potato_chips>.

Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

LOPES, K. S. **Avaliação da etapa de clarificação do óleo de soja através de planejamento composto central e investigação do potencial de melhoria energética no processamento da soja**. Curso de Pós-Graduação em Engenharias, 2008.

LORINI, I., MIKE, L. H., SCUSSEL, V. M.. **Armazenagem de grãos**. 1^a. ed. Jundiaí: IBG-Instituto Bio Geneziz, 2018.

MANDARINO, J. M. G. **Composição química média da soja e valor nutricional das suas proteínas**. EMBRAPA. [S.l.]. 2017.

MANDARINO, J. M. G.; HIRAKURI, M. H.; ROESSING, A. C. **Tecnologia para produção de óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Embrapa, 2015.

MERIDIONAL, F. **Indicação de cultivares por região edafoclimática**. Fundação Meridional, 2021. Disponível em: <<http://www.fundacaomeridional.com.br/soja/regioes-edafoclimaticas>>. Acesso em: 29 Março 2022.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja**. AGEITEC, 2017.

OLIVEIRA, C. **Por Dentro do Cocho – Casca de soja**. Agrocerees Multimix, 2018. Disponível em: <<https://agrocereesmultimix.com.br/blog/por-dentro-do-cocho-casca-de-soja/>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

OLIVEIRA, D. L. et al. **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle em Processamento de Abate de Bovinos**. EVS, 2009.

PARAÍSO, P. R. **Modelagem e análise do processo de obtenção do óleo de soja**. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

PEREIRA, M. A. **Cadeia produtiva do farelo de soja: um enfoque na produção nacional**. Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 2015.

POLIZEL, D. M.; SOARES, L. C. B. **Casca de soja: qual a qualidade nutricional do coproduto que utilizo na minha propriedade?** MILKPOINT, 2021. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/esalqlab/casca-de-soja-qual-a-qualidade-nutricional-do-coproduto-que-utilizo-na-minha-propriedade-227591/>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. **A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino**. Revista Virtual de Química, 2013. ISSN 1984-6835.

RAY, B.; JEZESKI, J. J.; BUSTA, F. F. **Isolation of Salmonellae from naturally contaminated dried milk products: i. Influence of sampling procedure on the isolation of Salmonellae**. Journal of Milk and Food Technology, 1971. Disponível em: <<https://meridian.allenpress.com/jfp/article/34/8/389/425217/ISOLATION-OF-SALMONELLAE-FROM-NATURALLY>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

SALIVE, A. F. V. **Indução, caracterização e recuperação da culturabilidade de Salmonella no estado viável não cultivável**. Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

SALVARO, T. **Análises de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), em uma indústria de beneficiamento de arroz**. Faculdade de Engenharia Ambiental, Univerisdade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma., 2014.

SANTOS, C. S. **Processamento da soja (Glycine max (L.) Merrill): Um enfoque na qualidade de fabricação do óleo comestível**. Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Rio Verde, 2015.

SILOMAX. **Secador de soja.** Silomax, 2021. Disponível em: <<https://www.silomax.com.br/secador-soja>>. Acesso em: 20 Janeiro 2022.

SILVA, B. A. N. **A casca de soja e sua utilização na alimentação animal.** Revista Eletrônica Nutritime, 2004. Disponível em: <http://nutritime.com.br/arquivos_internos/artigosBK/008V1N1P59_68_JUL2004_.pdf>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.

STUMBO, C. R. **Thermobacteriology in Food Processing,** 1973. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/book/9780126753523/thermobacteriology-in-food-processing>>. Acesso em: 07 Março 2022.

TAMMINGA, S. K. et al. **Survival of Salmonella Eastbourne and Salmonella Typhimurium in chocolate,** 1976.

WIERUP, M.; HAGGBLOM, P. **An assessment of soybeans and other vegetable proteins as source of salmonella contamination in pig production,** 2010. Disponível em: <<https://actavetscand.biomedcentral.com/articles/10.1186/1751-0147-52-15>>. Acesso em: 12 Fevereiro 2022.