

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

APRIMORAMENTO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL
DA CASTANHA-DO-BRASIL: ESTUDO DE CASO DA
COOPERATIVA MISTA DE GUARIBA-COMIGUA

Autora: Ariadne Ribeiro Lodete
Orientadora: Katiuchia Pereira Takeuchi
Coorientadores: Mariana Buranelo Egea
Leonardo Gomes de Vasconcelos

Rio Verde - GO
Março – 2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

APRIMORAMENTO DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL
DA CASTANHA-DO-BRASIL: ESTUDO DE CASO DA
COOPERATIVA MISTA DE GUARIBA-COMIGUA

Autora: Ariadne Ribeiro Lodete
Orientadora: Katiuchia Pereira Takeuchi
Coorientadores: Mariana Buranelo Egea
Leonardo Gomes de Vasconcelos

Dissertação apresentada como exigência
para obtenção do título de MESTRE EM
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS no
programa de Pós-Graduação em Tecnologia
de Alimentos do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano –
Campus Rio Verde – Pós-colheita e
processamento de grãos e vegetais.

Rio Verde - GO
Março – 2019

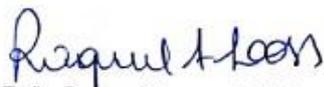
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**APRIMORAMENTO DO PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL DA CASTANHA-DO-BRASIL: ESTUDO DE
CASO DA COOPERATIVA MISTA DE GUARIBA-
COMIGUA**

Autora: Ariadne Ribeiro Lodete
Orientadora: Katiuchia Pereira Takeuchi

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração
em Tecnologia e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 29 de março de 2019.



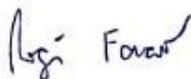
Dr^a. Raquel Aparecida Loss
Avaliadora externa
UNEMAT



Dr^a. Thais Hernandes
Avaliadora externa
UFMT



Dr. Evandro Luiz Dall'Óglio
Avaliador externo
UFMT



Dr. Rogério Favareto
Avaliador interno
IF Goiano/Rio Verde



Dr^a. Katiuchia Pereira Takeuchi
Presidente da banca
UFMT

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Ariadne Ribeiro Lodete**

Matrícula: **2017102330740033**

Título do Trabalho: **Aprimoramento do processamento industrial da castanha-do-Brasil: estudo de caso da Cooperativa Mista de Guariba-COMIGUA.**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 06 / 06 / 19

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local: Rio Verde, 02/06/2019.
Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(s) orientador(a)

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

LL821a Lodete, Ariadne
Aprimoramento do processamento industrial da
castanha-do-Brasil: Estudo de caso da cooperativa
mista de Guariba-COMIGUA / Ariadne
Lodete;orientadora Katiuchia Pereira Takeuchi; co-
orientadora Mariana Buranelo Egea. -- Rio Verde,
2019.
59 p.

Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Tecnologia
de Alimentos) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Rio Verde, 2019.

1. gestão de processos. 2. qualidade. 3.
cooperativismo. I. Pereira Takeuchi, Katiuchia,
orient. II. Buranelo Egea, Mariana, co-orient. III.
Título.

AGRADECIMENTOS

O meu primeiro e maior agradecimento é a Deus, por guiar meus passos até aqui, sempre renovando minha fé no mesmo e em mim mesma!

Agradeço aos meus pais, os amores da minha vida, minha base, meu ponto de paz, na qual me espelho todos os dias e em todos os seus ensinamentos, sempre em busca da minha melhor versão.

A todos os meus familiares, avós, tios e primos, obrigada por todo apoio e incentivo durante todos esses anos.

Ao meu namorado Giancarlo, pelo amor e compreensão durante esse período e a sua família pelo amparo.

Aos meus amigos mais antigos e aos mais novos. Com vocês foi mais leve passar pelos momentos difíceis e prazeroso pelos dias bons.

A equipe LaBBio, pela ajuda, troca de experiências, e por ser minha família muitas vezes que não estive com a minha.

Em especial minha orientadora Katiuchia e meus coorientadores Mariana e Leonardo, que fizeram parte da minha trajetória acadêmica, agregando não só na vida profissional, como também no pessoal, gratidão!

A Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA, em especial o Cândido, Néia e Sueli, pela confiança depositada em mim para a realização deste trabalho, na qual espero que o tenha feito bem e agregado melhorias.

Ao Instituto Federal Goiano- campus Rio Verde, no qual faço parte desde a graduação, meu muito obrigada por ser o local que passei momentos únicos da minha vida profissional. A Universidade Federal do Mato Grosso, por ter me recebido tão bem, em especial ao Matheus por ter me auxiliado durante as análises realizadas no mesmo. As agências de fomento FAPEMAT e CNPq, pelo financiamento do projeto de pesquisa, nas Chamada MCTI/CNPQ/Universal 14/2014, Processo: 445648/2014-7, com verba de R\$ 26.834,00; início: 26/01/2015 e fim: 25/01/2018 e Edital Universal FAPEMAT Nº 005-2015, Processo Nº. 222927/2015, com verba de R\$ 49.910,12; Início: 09/10/2015 e fim: 08/06/2018.

Enfim, muito obrigada a todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta fase tão especial em minha vida!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Ariadne Ribeiro Lodete, filha de Neuza Garcia Ribeiro Lodete e Sérgio Alziro Lodete, nasceu em 12 de agosto de 1994, na cidade de Santa Fé do Sul, São Paulo.

Em março de 2012, ingressou no curso de Engenharia de Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Goiás, graduando-se em março de 2017. Durante a graduação foi bolsista voluntária PIVIC por dois anos e monitora do Laboratório de Microbiologia de Alimentos. Em março de 2017, iniciou o Mestrado Profissional no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, sob a orientação da Professora Dr.^a Katiuchia Pereira Takeuchi.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	vi
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Castanha-do-Brasil.....	2
1.2. Cooperativa Mista de Guariba -COMIGUA.....	2
1.3. Métodos para determinação de teor de água e Atividade de água.....	4
1.4. Gestão da qualidade	5
1.4.1. Ferramentas da qualidade	5
1.4.2. Pontos críticos de controle no processamento de castanha.....	6
1.4.2.1. Teor de água.....	7
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
3. OBJETIVOS	12
3.1. OBJETIVO GERAL	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	12
4. CAPÍTULO I	13
COMPARAÇÃO DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE TEOR DE ÁGUA NO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE CASTANHA-DO-BRASIL (<i>BERTHOLLETIA EXCELSA BONPL.</i>).....	13
Resumo	13
Abstract.....	14
4.1. INTRODUÇÃO	15
4.2. Materiais e Métodos.....	16
4.2.1. Coleta das Amostras de castanha-do-Brasil.....	16
4.2.2. Estudo prévio de tempo de aquecimento e de extração de água.....	17

4.2.3. Titulador coulométrico Karl Fischer.....	17
4.2.4. Medidor de teor de água por Infravermelho	18
4.2.5. Estufa a 105 °C.....	18
4.2.6. Medidor digital de teor de água de grãos por resistência elétrica.....	18
4.2.7. Atividade de água	19
4.2.8. Comparação de métodos analíticos.....	19
4.3. Resultados e Discussões	19
4.4. Conclusões	23
4.5. Referências Bibliográficas	24
5. CAPÍTULO II.....	26
APLICAÇÃO DA GESTÃO DE QUALIDADE E SUAS FERRAMENTAS NO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE CASTANHA-DO-BRASIL (<i>BERTHOLLETIA EXCELSA</i> BONPL.)	26
Resumo	26
Abstract.....	27
5.1. Introdução	28
5.2. Materiais e métodos	29
5.2.1. Ferramentas da Qualidade	29
5.2.1.1. Atualização do fluxograma	29
5.2.1.2. Folha de verificação	29
5.2.1.3. Envase das castanhas-do-Brasil	30
5.2.1.4. Gráfico de Controle	31
5.2.1.5. Diagrama de Ishikawa	31
5.2.1.6. Plano de ação	31
5.3. Resultados e Discussões	31
5.4. Conclusões	42
5.5. Referências Bibliográficas	42
6.CONCLUSÕES GERAIS	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Análise de Variância dos efeitos dos diversos métodos de análise de obtenção de porcentagem de umidade em 8 amostras de castanha-do-Brasil oriundas da cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.....	20
Tabela 4.2. Teste de Tukey comparando os diversos métodos e tratamentos de teor de água para amostras de castanha-do-Brasil oriundas da cooperativa Mista de Guariba - COMIGUA.....	20
Tabela 4.3. Resultados de teor de água utilizando o medidor digital de teor de água de grãos por resistência elétrica comparado ao Karl Fischer.....	21
Tabela 5.1. Percentual total e em blocos de requisitos atendidos das Boas Práticas de Fabricação avaliados através de <i>check-List</i> , na Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.	34
Tabela 5.2. Limite inferior em gramas dos pacotes de 100 g contendo castanha-do-Brasil descascada, de acordo com o Inmetro.	38
Tabela 5.3. Limite inferior em gramas dos pacotes de 250 g contendo castanha-do-Brasil descascadas, de acordo com o Inmetro.	38
Tabela 5.4. Limites inferiores e superiores em gramas dos pacotes de 100 g de castanha-do-Brasil de acordo com o Seis Sigma.	39
Tabela 5.5. Limites inferiores e superiores em gramas dos pacotes de 250 g de castanha-do-Brasil de acordo com o Seis Sigma.	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Fluxograma atual do processamento de derivados da castanha-do-Brasil na COMIGUA.	4
Figura 5.1. Fluxograma detalhado e atualizado do processamento industrial de Castanha-do-Brasil utilizado pela Cooperativa Mista de Guariba -COMIGUA.	32
Figura 5.2. Diagrama de Ishikawa do baixo percentual de conformidades do bloco de documentação.	35
Figura 5.3. Diagrama de Ishikawa do baixo percentual de conformidades do bloco de manipuladores.	36
Figura 5.3. Gráfico de Controle da amostragem de peso do pacote com 100 g de castanha-do- Brasil.....	41
Figura 5.4. Gráfico de Controle da amostragem de peso do pacote com 250 g de castanha-do- Brasil.....	41

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1. Programas e ferramentas da qualidade mais comumente utilizados.....	5
Quadro 4.1 Plano de ação para adequação da documentação da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.....	16
Quadro 5.1. Plano de ação para adequação da documentação da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.....	36
Quadro 5.2. Plano de ação para adequação do bloco de manipuladores da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.....	37

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

APEBF	Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal
PFNM	Produtos Florestais Não Madeireiros
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Aw	Atividade de água
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
COMIGUA	Cooperativa Mista de Guariba
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
KF	Karl Fischer
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
PCC	Pontos Críticos de Controle
LC	Limite crítico
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CA-LPQPN	Central Analítica - Laboratório de Pesquisa em Química de Produtos Naturais
IAL	Instituto Adolfo Lutz
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
COOPAVAM	Cooperativa dos Agricultores do Vale do Amanhecer
PROCON	Programa de Proteção e Defesa do Consumidor
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

RESUMO

LODETE, ARIADNE RIBEIRO. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, março de 2019. **Aprimoramento do processamento industrial da castanha-do-Brasil: Estudo de caso da Cooperativa Mista de Guariba-COMIGUA.** Orientador (a): Katiuchia Pereira Takeuchi. Coorientadores (as): Mariana Buranelo Egea e Leonardo Gomes de Vasconcelos.

A castanha-do-Brasil (*Bertholettia excelsa* Bonpl.) é utilizada por nativos da região Amazônica como alimentação e fonte de renda. Devido a necessidade de manutenção e controle da qualidade tecnológica, físico-química e microbiológica do processamento de castanha-do-Brasil, objetivou-se com este trabalho o estudo do processamento industrial da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA. Comparou-se os métodos Titulação coulométrica por Karl Fisher, medidor de teor de água por infravermelho e gravimétrico em estufa a 105°C, utilizando a análise de variância e o teste de Tukey a fim de determinar o teor de água em diferentes lotes e propor um método rápido para utilização como teste de rotina pela cooperativa. Concluiu-se que o medidor por infravermelho pode ser utilizado. Além disso, analisou-se os valores de atividade de água verificando que a amostra 3, lote que passou pelo processo de lavagem, mostrou-se a mais baixa neste quesito, salientando que a lavagem das castanhas pode ser realizada se as matérias-primas passarem pela etapa de secagem. Foi verificado se o aparelho de medição portátil do teor de água poderia ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil, certificando que o mesmo pode ser utilizado com este intuito. Objetivou-se também a atualização do fluxograma de processamento e implantação das ferramentas da qualidade. Tratando-se das Boas Práticas de Fabricação, a cooperativa apresenta 56,41% de conformidades, situada no Grupo 2, tendo que aprimorar os blocos de documentação e manipuladores. Na etapa de envase, os pacotes de 100 g e 250 g estão satisfatórios em relação a legislação, porém é necessário acompanhamento da padronização dos pacotes para não haver desperdício para a cooperativa.

Palavras-chave: Gestão de processos; qualidade; cooperativismo.

ABSTRACT

LODETE, ARIADNE RIBEIRO. Goiano Federal Institute - Rio Verde Campus - GO, march 2019. **Industrial processing improvement of Brazil nuts: Case study of the Cooperativa Mista de Guariba-COMIGUA**. Advisor: Katiuchia Pereira Takeuchi. Co-advisors: Mariana Buranelo Egea and Leonardo Gomes de Vasconcelos.

Brazil nut (*Bertholettia excelsa* Bonpl.) is used by the Amazon region as food and income source. In order to carry out the work to control the technological, physical-chemical and microbiological quality of Brazil nut processing, this research evaluated the industrial processing work of the Cooperativa Mista de Guariba - COMIGUA. The methods were compared by Karl Fisher coulometric titration, infrared and gravimetric water meter at 105°C, using analysis of variance and Tukey test in order to determine the water content in different lots and to propose a quick method for routine use by the cooperative. It has been concluded that the infrared meter can be used. In addition, the water activity values were analyzed by checking the sample 3, which passed through the washing process, was the lowest values, however the nuts washing could be carried out if the raw materials passed by the drying step. It was verified that the portable water content measuring device could be used as a rapid measurement during the collection and / or purchase of Brazil nuts, certifying that it can be used for this purpose. The objective was also to update the processing flowchart and quality tools implementation. In the case of Good Manufacturing Practices, the cooperative has 56.41% of conformities, located in Group 2, having to improve the documentation blocks and manipulators. In the packaging stage, the 100 g and 250 g packages are satisfactory in relation to the legislation, however it is necessary to follow the packages standardization in order to avoid the waste to the cooperative.

Palavras-chave: Process management; quality; cooperativism.

1. INTRODUÇÃO

A castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* HUMB. & BOMPL.) teve a queda mais intensa na produção em 2018, apesar de estar entre os maiores valores de produção de 2017. A atividade foi impactada pela alteração nos regimes hídricos na região amazônica, ainda em 2016. Conseqüentemente, houve queda de 24,4% no volume de castanha-do-Brasil através da extração, que totalizou 26.191 toneladas em 2017. Houve aumento então no preço pago pelo produto ao produtor, amenizando a queda no valor de produção (5,4%), que alcançou R\$ 104,1 milhões. O município de Humaitá, no Amazonas, continua o líder do *ranking*, respondendo por 12,5% da produção extrativa nacional (APEBF, 2018).

É importante destacar que apesar dos números da castanha-do-Brasil de 2017, é relevante levar em consideração que a castanha é um produto florestal não madeireiro (PFNM) e sua exploração não é somente valiosa para os extrativistas e produtores rurais, que dependem da mesma para subsistência, mas, também, para a população urbana que compram seus produtos, comercializam e aumentam sua renda à medida que seus produtos vão sendo aceitos pelos mercados (FIEDLER et al., 2008).

Segundo a EMBRAPA (2004), a castanha está sujeita a contaminações de natureza biológica, química e física, tanto durante o período pós-colheita, como durante o processamento. A exposição a estes perigos se dá, principalmente, pela prolongada exposição da castanha aos fatores ambientais no local da coleta e às condições de manipulação na indústria. Há algumas práticas que contribuem para a redução das aflatoxinas, como a redução do tempo entre a queda do ouriço e a colheita, seleção do fruto, sendo a forma mais eficaz a prevenção através do controle da atividade de água (*Aw*), teor de água e temperatura (FREITAS-SILVA & VENÂNCIO, 2011).

No estudo de Braz et al. (2016) com contaminantes fúngicos associados com a castanha-do-Brasil comercializada em um município do interior do estado do Pará, foi verificado por meio das análises, que 100% das amostras de castanha-do-Brasil comercializadas sem casca em feiras livres de Santarém-PA, apresentavam contaminação por fungos do gênero *Aspergillus*.

1.1. Castanha-do-Brasil

A castanheira (*Bertholletia excelsa* BONPL.), possui um tronco retilíneo, cilíndrico, desprovido de galhos até a copa e de casca marrom-escura. Uma árvore de grande porte que pode atingir até 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro na base. O fruto da castanheira é chamado de ouriço. Em seu interior, há de 10 e 25 sementes (castanhas), que são utilizadas no consumo humano (SEBRAE, 2016).

A castanha-do-Brasil é nativa da América do Sul sendo encontrada em países como Brasil, Peru, Colômbia, Venezuela e Equador, que fazem parte da região Amazônica. As castanhas podem apresentar de 60% a 70% de lipídios e 15% a 20% de proteínas, sendo assim consideradas como alimento com considerável valor nutricional (MULLER et al., 1980; YANG, 2009).

Os produtos florestais não madeireiros, como a castanha-do-Brasil, além do seu alto valor nutricional e o apelo funcional ainda representa grande importância econômica para o país. Contudo, para que a castanha-do-Brasil e outros produtos florestais não madeireiros gerem renda efetiva, o seu aproveitamento deve ser completo e dar origem a produtos de alto valor agregado (DALL' OGLIO, 2014).

1.2. Cooperativa Mista de Guariba -COMIGUA

No distrito de Guariba município de Colniza, noroeste de Mato Grosso, a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) desenvolveu em parceria com a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A (ELETRONORTE) e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI) projetos de ensino, pesquisa e extensão como: “Projeto Biodiesel Guariba” e “Centro de Oleoquímica e Energias Renováveis”. As equipes dos projetos envolveram professores e alunos de Economia, Agronomia, Engenharia Florestal, Educação Ambiental, Tecnologia de Alimentos e Química que

desenvolveram trabalhos com a comunidade para que houvesse o empoderamento da mesma (DALL' OGLIO, 2014).

Esses projetos geraram consequências de grande impacto como a instalação da rede de energia elétrica para a comunidade no escopo do Programa Luz Para Todos e a instalação de infraestrutura para a transformação das castanhas-do-Brasil em derivados com potencial nutracêuticos (óleo de castanha, amêndoas embaladas a vácuo, torta de castanha embalada a vácuo e derivados com base na torta de castanha como barra de cereais e biscoitos), como pode ser visualizado na Figura 1.1 (DALL' OGLIO, 2014).

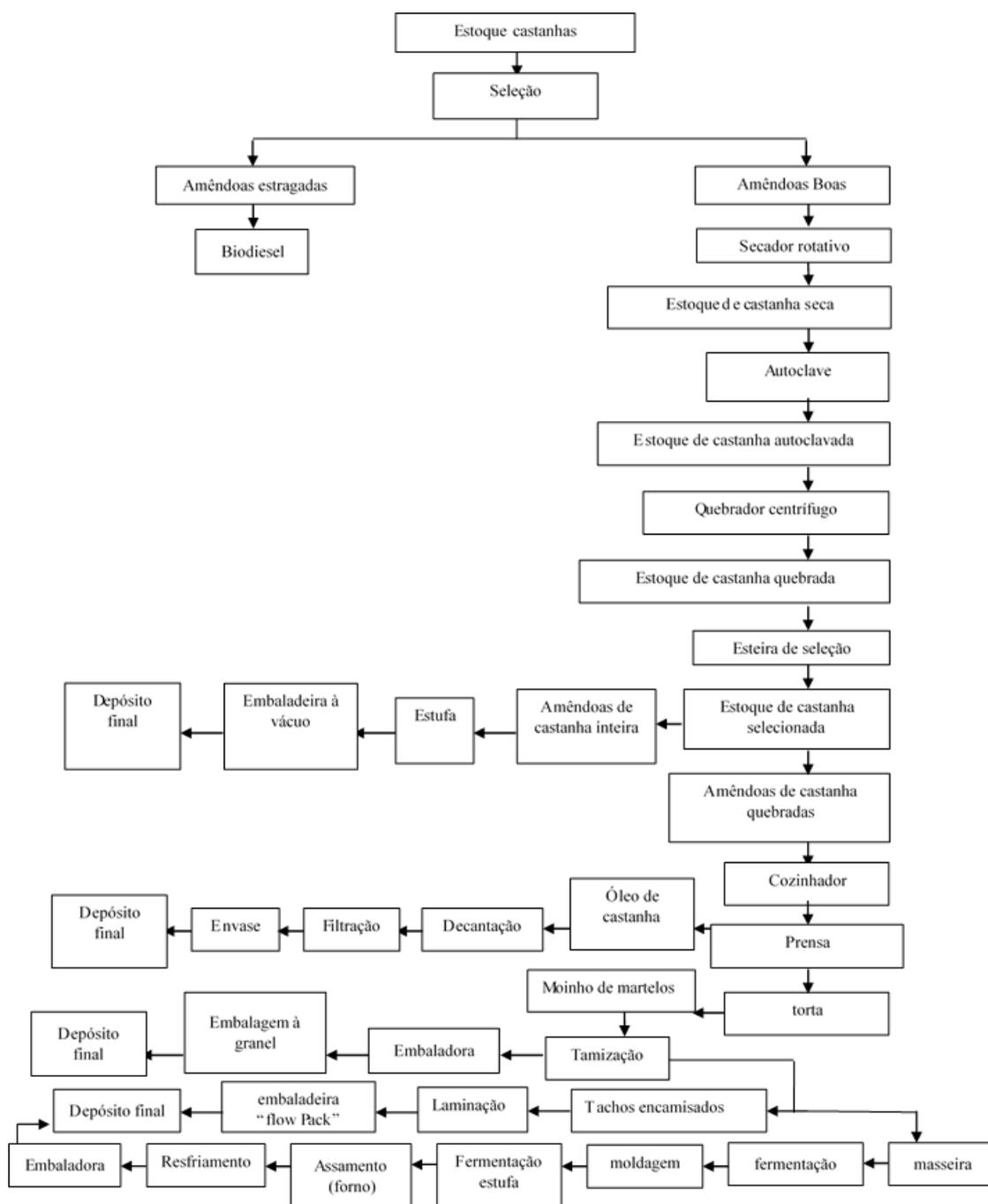


Figura 1.1. Fluxograma atual do processamento de derivados da castanha-do-Brasil na COMIGUA.

A cooperativa compra as castanhas de coletores locais de comunidades ribeirinhas como a Associação de Ribeirinhos da Resex Guariba Roosevelt, e conta com três funcionários fixos podendo variar de acordo com a demanda. A COMIGUA tem capacidade de processamento de 70 toneladas de castanha anualmente, tendo como desafio a questão logística, transporte e disseminação da mesma no mercado nacional.

1.3. Métodos para determinação de teor de água e Atividade de água

Os métodos de determinação de teor de água são divididos em diretos e indiretos. Os métodos diretos determinam o teor pela remoção do conteúdo de água. Enquadram-se nesta categoria os métodos de estufa, destilação, infravermelho e Karl Fisher. Os indiretos utilizam as propriedades elétricas, capacitância ou resistência, para a determinação do teor de umidade (MORITZ et al, 2012).

A metodologia recomendada na Regra de Análises de Sementes pelo MAPA para determinar o teor de água é utilizando a estufa a 105°C por 24 horas, sendo o fator de tempo um inconveniente neste método (BRASIL, 2009a). De acordo com Scholz (1984), a titulação de Karl Fischer (KF) é conhecida por determinar a água seletivamente por uma reação química. Este método é considerado o mais preciso para a determinação do teor de água, porém é um método demorado e com alto custo.

A atividade de água (A_w) é um fator imprescindível para a indústria de alimentos, já que a mesma quantifica o teor de água disponível para o crescimento microbiológico além de reações que alteram os alimentos (CELESTINO, 2010).

Dentre os métodos de medida de A_w , há o através de higrômetros, nos quais os funcionamentos consistem em equilibrar a água livre da amostra de alimento com o espaço livre de uma pequena câmara fechada e a medida da umidade relativa desse espaço livre. Vários métodos higrométricos são utilizados em equipamentos comerciais para medidas de A_w , como ponto de orvalho, ponto de congelamento, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, resistência elétrica e capacitância de sal (RAHMAN, 2009).

1.4. Gestão da qualidade

A qualidade em um produto garante a satisfação e as expectativas atuais e futuras do cliente e com definição clara da mesma, a organização pode focar em um alvo para mudança. Deste modo, é de extrema importância que a empresa tenha bem definidos os requisitos e metas para que por meio de todos os seus processos e com toda sua equipe engajada possam buscar a qualidade (GILL, 2009; PSOMAS & FOTOPOULOS, 2010).

Paladini et al. (2012) afirmam que para assegurar a realização da gestão da qualidade utiliza-se as ferramentas e os programas de gestão. A associação das ferramentas e do envolvimento dos colaboradores com a qualidade resultam no sucesso deste sistema de gestão.

De acordo com Machado (2012) o conceito de qualidade de alimentos em si é complexo, pois há diferentes vertentes. No mercado significa um apelo de vendas ou de economia para o consumidor, já para a nutrição a qualidade de alimentos leva em consideração o apelo funcional, e por fim, para os toxicologistas, qualidade quer dizer segurança, já que os alimentos devem ser seguros para o consumo humano, deste modo, o produto alimentício que põe em risco a saúde não tem qualidade.

1.4.1. Ferramentas da qualidade

As ferramentas e os programas da qualidade exercem papel de extrema importância, uma vez que, a partir da análise dos dados do processo, pode-se identificar problemas prioritários, observar e coletar dados, analisar e buscar as causas-raízes, planejar e implementar ações corretivas e verificar resultados (CARPINETTI, 2012).

A partir de uma análise de Oliveira et al. (2011), estão apresentados no Quadro 1.1 os programas e ferramentas da qualidade que serão utilizados.

Programas e ferramentas	Descrição
5S	Tem como objetivo a diminuição de desperdícios e custos visando o aumento da produtividade dos colaboradores, baseando-se na melhoria da qualidade de vida e modificações no ambiente de trabalho.

5W1H	Trata-se de uma ferramenta que através de questões-chaves (O que? Quem? Quando? Onde? Por quê? e como?) auxiliam na confecção de planos de ação.
Brainstorming	É um processo em grupo na qual os indivíduos expõem suas ideias, sem julgamentos, de forma livre e em curto espaço de tempo.
<i>Check list</i>	Ferramenta utilizada na coleta de dados baseados em observações amostrais com o objetivo de verificar com que frequência ocorre um evento ao longo de um período de tempo determinado.
Diagrama de Ishikawa	Representação gráfica que permite organizar informações de modo a facilitar a identificação das possíveis causas e efeitos de um determinado problema.
Fluxograma	Ilustra a sequência de atividades e processos, demonstra o fluxo dessas ações e permite a identificação de um problema e sua origem.
Gráfico de Pareto	Ferramenta gráfica e estatística que organiza e identifica os dados de acordo com suas prioridades.
Histograma	Ferramenta estatística que, em forma de gráfico de barras ilustra a distribuição de frequência.

Fonte: Oliveira et al. (2011) adaptado.

Quadro 1.1 Programas e ferramentas da qualidade utilizados em gestão de qualidade.

1.4.2. Pontos críticos de controle no processamento de castanha

Há alta competitividade no mercado graças a grande quantidade de produtos, neste cenário, é imprescindível focar nos processos, para garantir produtos de qualidade, sem riscos ao consumidor (FORSYTHE, 2013). De acordo com Neto (2013), o conceito de verificação e neutralização dos perigos e riscos é crucial para a garantia de alimentos saudáveis para o consumo.

Segundo Tondo e Bartz (2011), há os perigos físicos, químicos e biológicos veiculados através dos alimentos e que podem afetar seriamente a saúde humana, e a consciência disto tem levado para grandes avanços na área da segurança de alimentos. Para se obter este controle é necessária a implantação do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) a qual baseia-se na identificação destes perigos ao longo do fluxograma, e para os perigos considerados significativos permite a sua prevenção, a fim de reduzir a probabilidade de ocorrência e pôr em risco a segurança dos produtos e, conseqüentemente, dos consumidores (BAPTISTA et al., 2003).

De acordo com o Art.11. da Portaria nº 846, de 08 de novembro de 1976 será desclassificada a castanha de qualquer grupo que apresente mau estado de conservação, aspecto generalizado de mofo e/ou fermentação, odor estranho de qualquer natureza, impróprio ao produto, prejudicial a sua utilização normal e presença de insetos vivos (BRASIL, 1976b).

Na determinação de um Ponto Crítico de Controle (PCC) é importante destacar os limites críticos (LC) que separam os valores aceitáveis dos inaceitáveis, podendo ser qualitativos ou quantitativos. São exemplos de PCC's fatores como tempo, temperatura, pH, umidade, atividade de água, acidez, cloro residual livre e concentração salina (SILVEIRA, 2012).

Relacionado aos pontos críticos no processamento de castanha-do-Brasil, as péssimas condições em todas as etapas, associado com as condições de elevadas temperaturas e condições específicas e ótimas de umidade relativa do ar, torna-se uma situação propícia para a proliferação de fungos produtores de aflatoxinas, resultando em uma castanha imprópria para o consumo (LEITE, 2014).

1.4.2.1. Teor de água

O teor de água além de favorecer o crescimento microbiológico também é um obstáculo a oxidação lipídica que é uma das causas mais comuns de deterioração da qualidade sensorial e nutricional das nozes (MASKAN & KARATAS, 1999; FRANKEL, 2005). Com relação as castanhas-do-Brasil, a oxidação lipídica resulta em conseqüências nutricionais e econômicas, tornando o controle da reação de oxidação um desafio importante para os processadores, destacando a temperatura da região contribuinte para a oxidação acelerada. Em geral, a avaliação da vida útil dos alimentos representa um desafio para os cientistas e produtores de alimentos (ANESE et al., 2006).

Entre os principais Pontos Críticos de Controle identificados na produção da castanha-do-Brasil está a elevada contaminação por fungos produtores de toxinas, principalmente a aflatoxina. Segundo a Resolução RDC nº 7 da ANVISA, os limites máximos tolerados para aflatoxinas totais na castanha-do-Brasil são de 20 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (com casca para consumo direto), 10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (sem casca para consumo direto) e 15 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ (sem casca para processamento posterior) (BRASIL, 2011c). De acordo com o *Codex Alimentarius* (2010), o limite para castanhas com casca pronta a comer é de 10 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ e para as castanhas sem casca para processamento posterior é de 15 $\mu\text{g.kg}^{-1}$.

Destaca-se que o principal fungo produtor de aflatoxinas (*Aspergillus flavus*) necessita de A_w de 0,82-0,99 para seu crescimento e em relação ao teor de água das castanhas-do-Brasil destinadas a comercialização, com casca ou sem, devem obedecer ao valor de 11 a 15% (PITT & HOCKING 2009; BRASIL, 1976d).

De acordo com Freire et al. (2000) as cepas de *Aspergillus flavus* podem crescer nas castanhas, e a contaminação por este fungo pode levar a deterioração da castanha e a formação das aflatoxinas. A contaminação pelo fungo, pode ocorrer tanto na floresta, relacionando-se com as condições climáticas, como umidade e calor durante a colheita, que geralmente ocorre durante a época chuvosa como também durante o armazenamento antes do processamento. Faz-se necessário controlar a proliferação dos fungos a fim de reduzir a contaminação por toxinas (NEWING & HARROP, 2000; EMBRAPA, 2004; PACHECO & SCUSSEL, 2006).

Em muitos casos, os ouriços ficam em contato direto com o solo por vários dias antecedentes a coleta. Bezerra (2001) relatou que a contaminação das castanhas pelo *Aspergillus flavus* atingiu 100% após uma exposição de 50 dias no solo da floresta. Transtornos digestivos, câncer de pulmão e de fígado e infecções podem ser desencadeadas pela ingestão de aflatoxinas (JOLLY et al., 2009; MEGGS, 2009; PARTANEN et al., 2010).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APEBF. Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal. **Pevs 2017: produção da silvicultura e da extração vegetal chega a R\$ 19,1 bilhões e cresce 3,4% em relação a 2016.** Curitiba, 2018. Disponível em: <<http://www.apreflorestas.com.br/noticias/pevs-2017-producao-da-silvicultura-e-da-extracao-vegetal-chega-a-r-191-bilhoes-e-cresce-34-em-relacao-a-2016/>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2019.

ANESE, M; MANZOCCO, L; NICOLI, MC. Modelling the secondary shelf life of ground roasted coffee. **J Agric Food Chem of food lipids.** J AOAC Int 77:421–424.2006.

BAPTISTA, P.; NORONHA, J.; OLIVEIRA, J.; SARAIVA, J. **Modelos Genéricos de HACCP.** Forvisão- Consultoria em Formação Integrada, Ltda. 1ª edição.2003.

BRASIL(a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análises de sementes.** Brasília, 2009.

BRASIL(b). MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **PORTARIA Nº 846, DE 08 DE NOVEMBRO DE 1976.** Especificações para padronização, classificação e comercialização interna da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), 1976.

BRASIL(c). ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC Nº 07, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2011.** Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2968262/RDC_07_2011_COMP.pdf/afe3f054-bc99-4e27-85c4-780b92e2b966>. Acesso em: 16 de novembro de 2017.

BRASIL(d). MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **PORTARIA Nº 846, DE 08 DE NOVEMBRO DE 1976.** Aprovar as especificações em anexo para a padronização, classificação e comercialização interna da Castanha do Brasil. Disponível em:<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=773319590>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2019.

BEZERRA, M. I. **Determinacion de la etapa inicial de contaminacion de la castana (*Bertholletia excelsa*) por hongos de las espécies *Aspergillus flavus* y *parasiticus*.** Thesis. Universidad Amazonica dePando, Cobija, Pando, Bolivia, 2001.

BRAZ, C.O.; VIDAL, V.V.; CANTO, E.S.M.; SANTOS, T.T. Contaminantes Fúngicos Associados à Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* HUMB. & BOMPL.) Comercializada em Um Município do Interior do Estado do Pará. **Revista Cereus**, v. 8, p. 19-34, 2016.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CELESTINO, S. M. C.; **Princípios de Secagem de Alimentos;** Embrapa: Planaltina, Brasil, 2010.

CODEX ALIMENTARIUS. **Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed**. Adopted 1995; Revised 1997, 2006, 2008, 2009; Amended 2009, 2010. Disponível em :<http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/CXS_193e.pdf>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2019.

DALL’ OGLIO, L. **CVT EM AGROEXTRATIVISMO GUARIBA**. Cuiabá-MT. 2014.

EMBRAPA. **Manual Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Segurança e Qualidade para a Cultura da Castanha-do-Brasil** Brasília: 61p., 2004.

FIEDLER, N. C.; SOARES, T. S.; SILVA, G. F. Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo sustentável da floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.10 n. 2, 2008.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora Artmed, 2013.

FRANKEL, EN. **Lipid oxidation**, 2nd edn. The Oily Press, Bridgewater, 2005.

FREIRE, F.; KOZAKIEWICZ, Z.; PATERSON, R. Mycoflora and mycotoxins in brazilian black pepper, white pepper and Brazil nuts. **Mycopathologia**. 149, 13–19, 2000.

FREITAS-SILVA, O., SOUZA, M.L.M. e VENÂNCIO, A. “Tracing Fungi Secondary metabolites in Brazil nuts using LC-MS/MS”, **Drug Metabolism Letter**, 5(3), 1-6, 2011.

GILL, J. Quality follows quality: add quality to the business and quality will multiply the profits. **The TQM Journal**. V.21, n.5, p. 530-9, 2009.

JOLLY, C. M.; BAYARD, B.; VODOUHE, S. Risks of ingestion of aflatoxin contaminated groundnuts in Benin: scale measurements, beliefs and socioeconomic factors. **Risk Analysis**, San Francisco, v. 29, p. 1395-1409, 2009.

LEITE, G.A. **Modelagem conceitual em biossensor para detecção de aflatoxina em castanha-do-Brasil** [Dissertação]Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade deBrasília,2014.

MACHADO, S. S. **Gestão da qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 92P., 2012.

MASKAN, M.; KARATAS, S. Storage stability of whole-split pistachio nuts (*Pistachia vera* L.) at various conditions. **Food Chemistry**. 66:227–233.1999.

MEGGS, W. J. Epidemics of mold poisoning past and present. **Toxicology and Industrial Health**, Princeton,v. 25, p. 571-576, 2009.

MORITZ, A.; ORTIZ, T. A.; SOUZA, A.; TAKAHASHI, L. S. A.; ZUCARELI, C. Comparação de métodos para a determinação do teor de umidade em grãos de milho e de soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia** (Impresso), v. 5, p. 145-149, 2012.

MULLER, C. H.; RODRIGUES, I. A.; MULLER, A.A.; MULLER, N. R. M. **Castanha-Do-Brasil: Resultados de Pesquisa**. Belém, Pará: EMBRAPA- Centro De Pesquisa Agropecuária Do Trópico Úmido, ed 2, 1980.

NETO, R. G. Livro :**Segurança Alimentar: Da Produção Agrária à Proteção do Consumidor**. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

NEWIN, H.; HARROP, S. European health regulations and Brazil nuts: implications for biodiversity conservation and sustainable rural livelihoods in the Amazon. **J. Int. Wildlife Law Policy**. 3, 109–124, 2000.

OLIVEIRA, J. A. de et al. Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. *Produção*, Bauru, v.21, n.4, p.708 -723. 2011.

PACHECO, A. M.; SCUSSEL, V. M. **Castanha-do-Brasil da Floresta Tropical ao Consumidor**; Florianópolis SC: Editograf; p 173, 2006.

PALADINI, E. P.; BOUER, G; FERREIRA, J. J. DO A.; CARVALHO, M. M.; MIGUEL, P. A. C.; SAMOHYL, M. W. ROTONDARO, R. G. **Gestão da Qualidade: teoria e Casos**. 2. Ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

PARTANEN, H. A.; EL-NEZAMI, H. S.; LEPPÄNEN, J. M.; MYLLYNEN, P. K.; WOODHOUSE, H. J.; VÄHÄKANGAS, K. H. Aflatoxin B1 transfer and metabolism in human placenta. **Toxicological Sciences**, Oxford, v. 113, p. 216-225, 2010.

PITT, J. I., & HOCKING, A. D. *Aspergillus* and related teleomorphs. In Bustin S.A. (Ed.), **A-Z of quantitative PCR**. California: International University Line, P.87-120, 2009.

PSOMAS, E. L.; FOTOPOULOS, C. V. Total quality management practices and results in food companies. *International Journal of Productivity and Performance Management*. **Agrinio**, v.59, n.7, p.668-687, 2009.

RAHMAN, S. **Food Properties Handbook**. 2 ed. ed. Nova York: CRC Press, 2009.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **O cultivo e o mercado da castanha do Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-castanha-do-brasil,c0ca9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 30 de abril de 2019.

SILVEIRA, A. V. M.; DUTRA, P.R.S. Programa de análise de perigos e pontos críticos de controle. Recife: EDUFRPE. 81 p., 2012.

SCHOLZ, E. **Karl Fischer titration**. Berlin: Springer. 1984.

TONDO, E. C.; BARTZ, S. **Microbiologia e sistemas de gestão da segurança de alimentos**. Porto Alegre, 2011.

YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: A review. **Food Science and Technology**, v. 42, p.1573–1580, 2009.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Otimizar e determinar parâmetros adequados de processamento industrial da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* BONPL.) realizado pela Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA, visando a manutenção e controle da qualidade tecnológica e físico-química.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Levantar informações das etapas de processamento industrial de castanha-do-Brasil na planta industrial da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA;
- Analisar métodos de determinação de teor de água da castanha-do-Brasil: Titulação coulométrica por Karl Fisher, balança de infravermelho e gravimétrico em estufa a 105°C, a fim de determinar o teor de água em diferentes lotes.
- Propor através da comparação estatística de métodos de determinação de umidade, um método rápido para utilização como teste de rotina na COMIGUA;
- Avaliar a correlação entre os teores de água dos diferentes lotes com os respectivos valores de atividade de água;
- Verificar se o aparelho de medição portátil do teor de água pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta de castanha-do-Brasil pela COMIGUA;
- Criar e implantar um fluxograma de processamento industrial, identificando quais ferramentas da qualidade e onde serão implantadas.

4. CAPÍTULO I

COMPARAÇÃO DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE TEOR DE ÁGUA NO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE CASTANHA-DO-BRASIL (*BERTHOLLETIA EXCELSA BONPL.*)

Resumo

O presente trabalho teve como proposta realizar a comparação de métodos para a determinação de teor de água em castanhas-do-Brasil: Titulador coulométrico Karl Fischer, medidor de teor de água por Infravermelho e estufa a 105°C elegendo o melhor equipamento ou método para ser utilizado na rotina de cooperativas de castanha, constatar se o aparelho de medição portátil do teor de água pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil, além de verificar a procedência de lotes de castanhas da cooperativa COMIGUA quanto a concentração de atividade de água (Aw). Concluiu-se ao final do trabalho, a partir da análise de variância e utilizando o teste de Tukey, que o aparelho Infravermelho pode ser utilizado na rotina da cooperativa COMIGUA, como em outras cooperativas beneficiadoras de castanha-do-Brasil dando ênfase a eficiência do mesmo por ter menor custo e tempo de uso, além da facilidade de manuseio. Em relação ao medidor digital multifuncional, o mesmo, pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil. Por fim, verificou-se que entre os 8 lotes, a amostra 3 que passou pelo processo de lavagem durante o beneficiamento de castanha mostrou a mais baixa em termos de Aw, salientando que pode ser realizada a lavagem das castanhas após a coleta, contanto que as mesmas passem por uma secagem rapidamente a fim de garantir a segurança microbiológica da matéria-prima.

Palavras-chave: métodos analíticos; validação; cooperativa

METHOD COMPARISON FOR WATER CONTENTS DETERMINATION IN THE INDUSTRIAL PROCESSING OF BRAZIL NUT (BERTHOLLETIA EXCELSA BONPL.)

Abstract

The present work had the purpose of comparing methods for water content determination of Brazil nuts: Karl Fischer coulometric titrator, infrared water content meter and heater at 105°C choosing the best equipment or method to be used in the chestnut cooperatives routine, to verify if the portable water content meter can be used during the collection and / or purchase of Brazilian nuts, as well as verifying the origin of nuts lots from the COMIGUA cooperative regarding the water activity concentration (A_w). It was concluded at the end of the work, from the analysis of variance and using Tukey test, that the Infrared apparatus can be used in the COMIGUA cooperative routine, as well as in other cooperatives that benefit Brazil nuts, emphasizing its efficiency and for having less cost and time of use, besides the ease of use. As for the multifunctional digital meter, it can be used as a quick way of measuring the collection and / or purchase of Brazilian nuts. Finally, it was verified that among the 8 lots, the sample 3 that went through the washing process during the processing of chestnuts showed the lowest value in terms of A_w , emphasizing that the chestnuts washing after collection can be performed, provided that they are dried rapidly to ensure the microbiological safety of the raw material.

Keywords: analytical methods; validation; cooperative

4.1. INTRODUÇÃO

Alguns fatores intrínsecos dos alimentos, como composição nutricional, teor de água e atividade de água (A_w) podem favorecer ou dificultar a proliferação dos fungos produtores de aflatoxinas (KABAK et al., 2006; KLISCH, 2007). Há faixas de umidade e A_w que são ideais para evitar a produção de aflatoxinas. Os teores de água recomendados para a castanha-do-Brasil com e sem casca a fim de impedir o crescimento de fungos produtores de aflatoxinas devem estar entre 11 e 15%, e em relação a A_w , a mesma, deve estar abaixo de 0,82 (PITT & HOCKING 2009; BRASIL, 1976a). A aflatoxina tem recebido mais atenção em comparação com as demais micotoxinas, devido ao efeito carcinogênico em humanos e animais. (PEREIRA et al., 2002).

Os métodos de determinação de teor de água são divididos em diretos e indiretos. Fazem parte dos métodos diretos a estufa, destilação, infravermelhos e Karl Fischer. (MORITZ et al, 2012). O método da estufa a 105°C por 24 horas é o usual para a determinação do teor de água, sendo recomendado pelo MAPA, porém o tempo é um inconveniente neste método (BRASIL, 2009b). De acordo com Scholz (1984), a titulação de Karl Fischer (KF) é conhecida por determinar a água seletivamente por uma reação química. Este método é considerado o mais preciso para a determinação do teor de água, porém é um método demorado e com alto custo.

É importante para a cooperativa a escolha de um método/equipamento de determinação de teor de água de rotina que seja eficiente, ou seja, conseguir o melhor rendimento com o mínimo de erros, gasto de energia, tempo, dinheiro ou meios (HOUAISS, 2001)

O presente trabalho teve como proposta realizar a comparação de métodos para a determinação de teor de água em castanhas-do-Brasil a partir dos métodos: Titulador coulométrico Karl Fischer, medidor de teor de água por Infravermelho e estufa a 105°C elegendo o melhor equipamento ou método para ser utilizado na rotina de cooperativas de castanhas-do-Brasil, além de verificar a procedência de lotes de castanhas-do-Brasil da cooperativa COMIGUA quanto a concentração de atividade de água (A_w) e verificar se o aparelho de medição portátil do teor de água pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil.

4.2. Materiais e Métodos

4.2.1. Coleta das Amostras de castanha-do-Brasil

As 8 amostras, provenientes de diferentes lotes, foram coletados de maneira aleatória durante a visita “*in loco*” a cooperativa Mista de Guariba –COMIGUA (Guariba, Mato Grosso) e podem ser visualizadas no Quadro 4.1

Tratamentos	Caracterização e descrição das amostras de castanha-do-Brasil obtidas “ <i>in loco</i> ”
Amostra 1	Castanha armazenada no galpão da comunidade ribeirinha do Roosevelt e não passou pelo processo de lavagem.
Amostra 2	Castanha que ficou no jirau na floresta por determinado tempo e não passou pelo processo de lavagem.
Amostra 3	Castanha que passou pelo processo de lavagem.
Amostra 4	Castanha que não passou pelo processo de lavagem.
Amostra 5	Castanha coletada no começo da safra, que não passou pelo processo de lavagem.
Amostra 6	Tratamento 2 com casca.
Amostra 7	Tratamento 3 com casca.
Amostra 8	Castanha que ficou mais que o tempo usual no secador rotativo durante o processamento.

Fonte: Autoria própria

Quadro 4.1 Amostras de 8 lotes de castanha-do-Brasil da safra 2017/2018 oriundos da COMIGUA.

Após a coleta, as amostras foram colocados em *bags* de polietileno, embaladas utilizando seladora a vácuo a -60 kPa (White Dolphin, Freshpack Pro-QH, China) e enviadas para o Laboratório Central Analítica do Laboratório de Pesquisas em Química de Produtos Naturais (CA-LPQPN) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) onde foi realizada as análises de Karl Fischer, Infravermelho e Estufa a 105°C. A atividade de água no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde.

Previamente às análises, as amostras foram trituradas em liquidificador comum e passadas em uma peneira Granutest com 2,00 milímetros de abertura para padronização

na granulometria, sendo as mesmas armazenadas em pequenos potes herméticos à temperatura ambiente.

4.2.2. Estudo prévio de tempo de aquecimento e de extração de água

Anterior as análises de Infravermelho e Karl Fischer, foi feito um estudo com o objetivo de encontrar o melhor tempo de análise do medidor de água por infravermelho e o ideal de agitação do extrato utilizado no titulador coulométrico Karl Fischer, a fim de garantir a padronização e repetibilidade das análises. Foram utilizados os tempos 5, 10, 15, 20 e 25 minutos durante teste prévio.

4.2.3. Titulador coulométrico Karl Fischer

A determinação de água foi realizada utilizando um titulador coulométrico Karl Fischer (Metrohm, 831 KF Coulometer, Herisau, Suíça) dotado de eletrodo gerador com diafragma (Metrohm, 6.0344.100, Herisau, Suíça). As soluções anódicas e catódicas foram utilizadas sob recomendação do fabricante (Fluka Analytical) e análise foi replicada seguindo o IAL (2008) que se baseia na AOAC.

Primeiramente, fez-se titulação apenas com o metanol (solvente extrator) denominado de “branco”. Em um Erlenmeyer pesou-se 1 g da amostra e acrescentou-se 40 mL de metanol e agitou-se por 20 min em chapa magnética agitadora. Por fim, injetou-se 0,2mL do solvente extrator no titulador KF utilizando seringa com agulha através de um septo para análise, e determinou-se a concentração de água da amostra em ppm. Para a obtenção do teor em porcentagem colocou-se os valores na seguinte fórmula para cada repetição realizada e após obteve o teor de água médio:

$$\text{Teor de água (\%)} = \frac{\%(\text{leitior-branco}) \times \text{massa de MeOH (31,6g)}}{\text{massa da amostra}} \quad \text{Equação 2.1}$$

Sendo:

MeOH= metanol;

Branco= metanol.

4.2.4. Medidor de teor de água por Infravermelho

Foi realizado o teor de água por Infravermelho (GEHAKA, IV 3000, São Paulo, Brasil) onde pesou-se 2,5 g de amostra utilizando o pequeno prato no interior do aparelho e submetida ao aquecimento por uma sonda de Infravermelho programada no tempo de 20 minutos e a 105 °C (temperatura também utilizada na estufa) e por fim o teor de água é dado em porcentagem.

4.2.5. Estufa a 105 °C

Pesou-se 3 g de amostra e deixou até peso constante após 24 horas em estufa com circulação de ar, pesando após o término e utilizando a equação 2.2 de acordo com o IAL (2008) para obtenção do valor em porcentagem.

$$\text{Teor de água} = \frac{(\text{massa inicial} - \text{massa final})}{\text{massa inicial}} \times 100\% \quad \text{Equação 2.2}$$

4.2.6. Medidor digital de teor de água de grãos por resistência elétrica

Através da relação entre umidade e resistência elétrica, o medidor portátil (TK100, Yieryi, Shenzhen, China) afere o teor de água, com compensação da temperatura. Este medidor funciona em condições de operação na faixa de 0 a 60°C e 5 a 90% de umidade relativa e a faixa de medida é de 0 a 80% de umidade das amostras, com resolução de 0,1 e precisão de $\pm 0,5\%$.

Para a contenção das amostras sob teste, foi utilizado um tubo PVC de 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura, maiores do que a dimensão dos sensores do medidor (Figura 4.1), partindo do princípio que os sensores apenas encostem nas castanhas e não na parede do tubo de PVC. As castanhas-do-Brasil foram acondicionadas no tubo de PVC e em seguida os sensores foram inseridos para a realização da leitura. O tempo médio para a estabilização da leitura foi de 1 min e o resultado do teor de água foi demonstrado em porcentagem, no visor do equipamento.



Fonte: www.aliexpress.com.br

Figura 4.1 Digital multifuncional medidor de teor de água de grãos.

4.2.7. Atividade de água

Pesou-se 12 g de cada lote para a medição da atividade de água. O equipamento utilizado foi o HygroPalm (Rotronic, HP 21, Bassersdorf, Switzerland), estando o mesmo e as amostras a 28°C devido ao uso de uma estufa incubadora (BOD).

4.2.8. Comparação de métodos analíticos

Foi realizada a análise de variância para a comparação dos métodos titulador coulométrico Karl Fischer, medidor de teor de água por infravermelho e estufa a 105°C dos 8 tratamentos de castanha-do-Brasil. Para tal fim, utilizou-se um efeito em bloco para controle da variação implícita de cada amostra. Em seguida, aplicou-se o teste de Tukey a fim de encontrar quais dos métodos resultam valores não diferentes estatisticamente para cada tratamento. Para aplicação destes testes foi utilizado o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2000).

4.3. Resultados e Discussões

Inicialmente foi realizado o estudo de tempo de extração da umidade da amostra para análise de Karl Fischer e também do tempo de aquecimento das amostras para a análise no Infravermelho. Neste estudo, verificou-se que o tempo adequado tanto para agitação da mistura no método de Karl Fischer e o tempo de análise na Balança de Infravermelho seria o de 20 min.

A análise de variância das médias dos teores de água nas castanhas-do-Brasil obtidas pelos métodos titulador coulométrico Karl Fischer, medidor de teor de água por infravermelho e estufa a 105°C está apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Análise de Variância dos efeitos dos diversos métodos de análise de obtenção de porcentagem de umidade em 8 amostras de castanha-do-Brasil oriundas da cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Efeito do tratamento Estufa a 105°C Karl Fischer Infravermelho	2	31,45	15,73	14,25	0,0004 (Rejeita H0)
Efeito da amostra (Bloco)	7	473,97	67,70	61,37	0,0000 (Rejeita H0)
Resíduos (erro)	14	15,45	1,10		
Total	23	520,87			

Bloco = 8 amostras de castanha-do-Brasil; * - conclusão ao nível de significância de 5%
Hipóteses do teste:

Ho: todas as médias são iguais

HA: pelo menos uma média é diferente

Concluiu-se com a análise de variância das médias de teor de água obtidas através dos processos que as mesmas são estatisticamente diferentes ao nível de significância de 5%. Constatou-se este resultado utilizando o F tabelado de valor 4,74, sendo este menor que o F calculado se rejeitando a Ho.

Desta forma, através do teste de Tukey pode-se encontrar quais dos métodos são estatisticamente iguais. O resultado do teste de Tukey pode ser visualizado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Teste de Tukey comparando os diversos métodos e tratamentos de teor de água para amostras de castanha-do-Brasil oriundas da cooperativa Mista de Guariba - COMIGUA.

Tratamento	Estufa	Infravermelho	Karl Fischer	CV (%)	Média geral
T1	5,11a	5,14a	6,26a	10,36	5,5
T2	17,56b	13,53a	13,22a	5,51	14,77
T3	3,31a	3,14a	3,55a	5,12	3,33
T4	4,05ab	3,90b	4,83a	7,67	2,26
T5	3,71a	3,19a	3,76a	10,46	3,55
T6	19,79a	16,71c	18,45b	2,19	18,31
T7	9,53a	7,39b	7,59b	3,01	8,17
T8	3,21b	3,34b	3,85a	3,81	3,47

Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5%.

Através desta análise verificou-se que os métodos titulador coulométrico Karl Fischer e medidor de teor de água por infravermelho são estatisticamente em 5 dos 8 tratamentos. O método de Karl Fischer é considerado o mais preciso para a determinação do teor de água, porém é um método demorado e com alto custo, desta maneira é

satisfatório o Infravermelho ser igual estatisticamente ao Karl Fischer por ser um método de fácil manuseio e mais barato.

Amoedo e Muradian (2002) ao trabalhar com comparação de metodologias para a determinação de umidade em geleia real chegaram à conclusão que utilizar o infravermelho, há vantagem de maior rapidez e pode ser mais vantajoso para as análises de controle de qualidade em laboratório mais equipado, em que o número de amostras geralmente é muito grande.

No estudo de Silva et al. (2001) com algaroba, obteve-se de um modo geral, os valores para o teor de água obtidos pela radiação infravermelho correlacionados com os valores obtidos pelo método convencional estufa a 105°C, para as duas amostras estudadas nas diversas temperaturas de secagem.

Comparando-se estufa com o infravermelho 5 dos tratamentos apresentaram semelhança estatística. Relacionado ao método de Karl Fischer 4 dos tratamentos são iguais estatisticamente. Desta forma, constata-se que o equipamento de medição de teor de água por infravermelho pode ser utilizado.

Para determinação de teor de água em alimentos em geral, a Estufa a 105°C por 24 horas ainda é a mais usada por utilizarem materiais de fácil manuseio e comumente encontrados em laboratórios. Contudo, este método é demasiado demorado e pouco específicos para a água, pois a análise se baseia na perda de massa, com isso substâncias voláteis contidas na amostra ou produzidas pelo aquecimento são quantificadas como água (ISENGARD; FÄRBER, 1999; ISENGARD, 2001; MORGANO et al, 2008).

Os resultados de teor de água utilizando o medidor digital por resistência elétrica comparado ao Karl Fischer podem ser vistos na Tabela 4.4.

Tabela 4.3. Resultados de teor de água utilizando o medidor digital de teor de água de grãos por resistência elétrica comparado ao Karl Fischer.

Tratamentos	Teor de água medidor (% média ± DP)	Teor de água Karl Fischer (% média ± DP)
A1	14,23 ± 0,51	n.a.
A2	28,63 ± 1,00	n.a.
A3	10,40 ± 0,10	n.a.
A4	10,83 ± 0,21	n.a.
A5	7,73 ± 0,38	n.a.
A6	23,70 ± 0,26	18,52 ± 0,41
A7	10,03 ± 0,32	7,59 ± 0,41
A8	9,23 ± 0,15	n.a.

n.a. Não analisada.

Apenas os resultados das amostras A6 e A7 foram levadas em consideração nesta comparação, porque somente as mesmas foram analisadas com casca. Observando-se os dados, entende-se que os valores obtidos pelo medidor digital multifuncional se assemelham aos valores pelo método de Karl Fischer tendo o valor de -5,18 de erro absoluto para A6 e -2,44 para A7, podendo o mesmo ser utilizado como medidor de teor de água durante a coleta e/ou compra da castanha-do-Brasil, por ser o método mais rápido e fácil entre os demais citados anteriormente. Este medidor é um aparelho que pode sofrer variação dependendo das condições do ambiente, porém pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil, ainda que o aparelho seja destinado segundo sua especificação a medição de teor de água em grãos, matérias-primas químicas, grânulos de plástico, sabão em pó, solo e outros materiais de fibra.

Os resultados de Aw e teor de água das amostragens estão ilustrados na Figura 4.2.

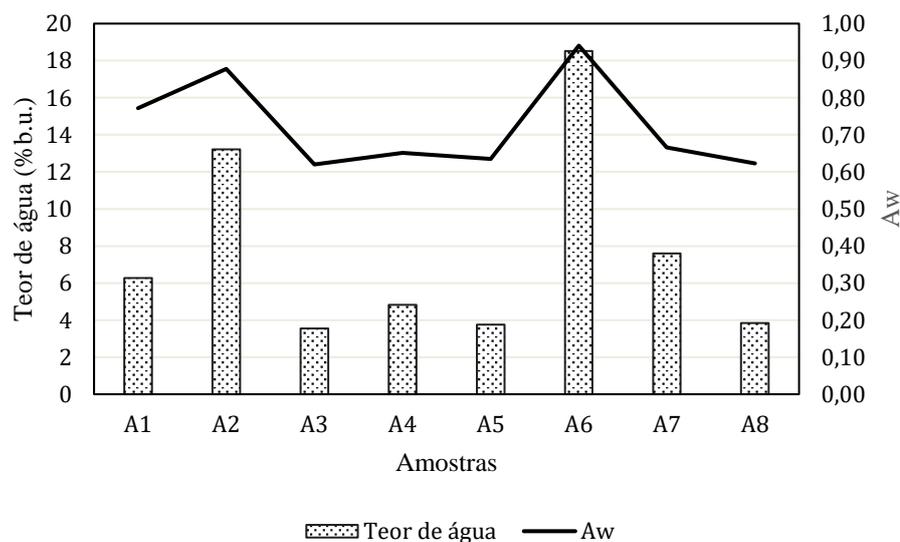


Figura 4.2. Comparação estatística do teor de água obtido pelo método de Karl Fischer e atividade de água dos 8 lotes de castanha-do-Brasil.

Ao avaliar a Figura 4.2, observa-se que a amostra com o maior valor de Aw e teor de água é a A6 com 0,94 de Aw, apesar do mesmo não ter passado pelo processo de lavagem, este é formado por castanhas com casca, e pode ter aumentado significativamente o teor de água da amostra e portanto sua Aw.

O segundo maior valor é o A2 (0,88) identificado como o tratamento que ficou por determinado tempo no jirau, o mesmo não foi lavado, porém por estar no meio da floresta adquirido umidade já que a chuva e a alta umidade são fatores comuns na região de floresta Amazônica. O correto é que a coleta dos ouriços seja realizada diariamente para diminuir as possibilidades de contaminação por fungos e outros microrganismos presentes no solo e nos ouriços (COOPAVAM, 2016). Tanto a amostra 2 e 6 estão dentro dos limites tidos como ótimos para proliferação de fungos produtores de aflatoxina (*Aspergillus flavus*) de acordo com PITT & HOCKING (2009)

A A7 derivado da A3, porém com casca, apresentaram valores de teor de água e A_w relativamente baixos e parecidos, ambos as amostras passaram pelo processo de lavagem. Sendo a A3 (0,62) o que se mostrou mais baixa entre as demais, podendo ser realizada a lavagem se após houver secagem imediata da matéria-prima. A lavagem da castanha pode ser considerada um processo eficiente para a seleção das castanhas, pois facilita a eliminação não conformes pela flutuação na água (MAPA, 2012).

Baquião et al. (2012) encontraram valores de A_w de 0,97 para as castanhas em seu trabalho intitulado “Micoflora e micotoxinas em amostras de campo de castanha-do-Brasil”. Entretanto, Álvares et al. (2012) evidenciaram valores de A_w entre 0,44 e 0,52 em seu trabalho intitulado “Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre”. Os valores encontrados neste presente trabalho estão entre os dois trabalhos apresentados.

4.4. Conclusões

Concluiu-se então que de acordo com os testes estatísticos aplicados que o medidor de teor de água por infravermelho pode ser utilizado na rotina da cooperativa COMIGUA, como em outras cooperativas beneficiadoras de castanha-do-Brasil, salientando sua eficiência por ter menor custo e menor tempo de uso, além da facilidade de manuseio. Verificou-se que entre os 8 lotes, a amostra 3, lote que passou pelo processo de lavagem, mostrou-se o mais baixo tanto para teor de água como para A_w , salientando que pode ser realizada a lavagem das castanhas após a coleta, contanto que as mesmas passem por uma secagem rapidamente após esse processo para impedir a proliferação do microrganismo *Aspergillus flavus* e a produção de aflatoxinas. Por fim, em relação ao medidor digital multifuncional, o mesmo, pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil.

4.5. Referências Bibliográficas

ÁLVARES, V. S. de; CASTRO, I. M. de; COSTA, D. A.; LIMA, A. C. de; MADRUGA, A.L.S. Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre. **Acta amazônica**. vol. 42(2), 269 – 274, 2012.

BAQUIÃO, A.C.; ZORZETE, P. REIS, T.A.; ASSUNÇÃO, E.; VERGUEIRO, E. CORREA, B. Mycoflora and mycotoxins in field samples of Brazil nuts. **Food Control** 28, 224e229, 2012.

BRASIL(a). MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **PORTARIA Nº 846, DE 08 DE NOVEMBRO DE 1976**. Especificações para padronização, classificação e comercialização interna da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), 1976.

BRASIL(b). MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília : Mapa/ACS, 399 p. 2009.

COOPAVAM. Cooperativa dos Agricultores do Vale do Amanhecer. **Manual de boas práticas de manejo, coleta e beneficiamento de castanha- do-Brasil**. 1a. ed./ Juruena-MT: Editora Sustentável. 28 p. ISBN: 978-85-67770-12-3 (e-book), 2016.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

GARCIA-AMOEDO, L. H.; ALMEIDA-MURADIAN, L.B. de. Comparação de metodologias para a determinação de umidade em geleia real. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 676-679, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422002000400024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 março de 2019.

HOUAISS, A. Dicionário Houaiss da língua portuguesa. São Paulo: Objetiva, 2001.

IAL. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

ISENGARD, H. D.; FÄRBER, J. M. ‘Hidden parameters’ of infrared drying for determining low water contents in instant powders. **Talanta**, v. 50, n. 2, p. 239-246, 1999.

ISENGARD, H-D.; Water content, one of the most important properties of food. **Food Control**, v. 12, n. 7, p. 395-400, 2001.

KABAK, B; DOBSON, A. D.W.; VAR, I. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: A review. **Critical Magazine in Food Science and Nutrition**, v.46, p.593-619, 2006.

KLISCH, M.A. Environmental and developmental factors influencing aflatoxin production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **Mycoscience**, New York, v.48, p.71-80, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Castanha-do-brasil: *Bertholettia excelsa* H.B.K.** / Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: MAPA/ACS, 2012. 49p. (Série: Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável orgânico).

MORGANO, A. M.; FARIA, C. G.; FERRÃO, M. F.; BRAGAGNOLO, N.; FERREIRA, M. M. C.; Determinação de umidade em café cru usando espectroscopia NIR e regressão multivariada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 12-17, 2008.

PEREIRA, M.L.G.; CARVALHO, E.P.; PRADO, G. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. **B. Ceppa**. v.20, n.1, p.141-156, 2002.

SILVA, S. A. da; SOUZA, A. G.; CONCEIÇÃO, M. M. da; ALENCAR, A. L. S.; PRASAD, S.; CAVALHEIRO, J. M. O. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da algaroba. **Quim. Nova**, Vol. 24, No. 4, 460-464, 2001.

5. CAPÍTULO II
APLICAÇÃO DA GESTÃO DE QUALIDADE E SUAS
FERRAMENTAS NO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DE
CASTANHA-DO-BRASIL (*BERTHOLLETIA EXCELSA* BONPL.)

Resumo

Objetivou-se com este trabalho aplicar as ferramentas da gestão da qualidade e controle de processos a fim de aprimorar o processamento de castanha-do-Brasil realizado pela Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA, utilizando as Boas Práticas de Fabricação e dando enfoque na etapa de envase da castanha-do-Brasil. Ao final da pesquisa, constatou-se que se tratando de Boas Práticas a cooperativa está situada no Grupo 2, com 56,41% dos requisitos conforme status, necessitando de melhorias nos blocos de documentação e manipuladores através de ações corretivas dos setores de gerência e qualidade da agroindústria em questão. Na etapa de envase das castanhas-do-Brasil, os pacotes de 100 g e 250 g estão satisfatórios em relação a legislação, porém é importante acompanhar esta etapa a fim de promover a padronização dos pacotes para não resultar em desperdícios desnecessários para a cooperativa.

Palavras-chave: Cooperativismo; legislação; boas práticas.

APPLICATION OF QUALITY MANAGEMENT AND ITS TOOLS IN THE BRAZIL NUT (*BERTHOLLETIA EXCELSA* BONPL.) INDUSTRIAL PROCESS

Abstract

The objective of this work was to apply the quality management tools and process control in order to improve the brazil nuts processing made by the Cooperativa Mista de Guariba - COMIGUA using the Good Manufacturing Practices and focusing on the packaging stage of Brazil nuts. At the end of the research, it was verified that in the case of Good Practices, the cooperative is located in Group 2, with 56.41% of the requirements with conformant status, requiring improvements in the documentation blocks and manipulators through corrective actions of the management and quality sectors of the evaluated agroindustry. At the Brazilian nuts packaging stage, the 100 g and 250 g packages are satisfactory in relation to legislation, but it is important to follow this step in order to promote the packages standardization to not result in unnecessary waste for the cooperative.

Keywords: Cooperativism; legislation; Good habits.

5.1. Introdução

O controle da qualidade é voltado para o gerenciamento estratégico, sendo importante para a empresa se manter na competição do mercado atual, buscando tanto satisfazer as necessidades do cliente como a do próprio mercado. Existem diversas definições para qualidade, o que torna impossível um conceito definitivo, já que a mesma é dependente da percepção variada das pessoas em relação aos produtos e serviços, como também relativamente em relação as suas necessidades, expectativas e experiências (SILVA, 2012).

Paladini et al. (2012) afirma que para assegurar a realização da gestão da qualidade utiliza-se as ferramentas e os programas de gestão. A associação das ferramentas e do envolvimento dos colaboradores com a qualidade resultam no sucesso deste sistema de gestão.

O controle da qualidade de produtos e serviços deve ser rotineiro no dia a dia organizacional, já que o mesmo garante a manutenção do desempenho e promove a melhoria contínua do processo. Exercendo o gerenciamento das pequenas atividades e tarefas diárias, pode-se controlar a qualidade em cada atividade, de maneira que possibilite manter um padrão de qualidade do produto final (CORRÊA, 2010).

No sistema de gestão da qualidade, a identificação e solução de problemas são feitos por um método de fácil entendimento, que consiste em identificar, observar, analisar e agir sobre as causas de um problema. Identifica-se sete ferramentas básicas a serem utilizadas para auxiliar a localização, compreensão e eliminação de problemas que afetam a qualidade do produto ou do serviço. A maioria dos problemas empresariais pode ser analisada e resolvida com a utilização destas sete ferramentas, sendo os fluxogramas, folhas de verificação, gráficos de controle estatístico de processo, análises de Pareto, histogramas, diagramas de causa e efeito e diagramas de dispersão ou correlação (PEINADO e GRAEML, 2007).

Objetivou-se com este trabalho aplicar as ferramentas da gestão da qualidade e controle de processos a fim de aprimorar o processamento de castanha-do-Brasil realizado pela Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.

5.2. Materiais e métodos

O estudo de caso ocorreu na cooperativa mista de Guariba – COMIGUA, beneficiadora de produtos advindos da castanha-do-Brasil. Os dados foram coletados “*in loco*” de acordo com as necessidades requeridas pela cooperativa. A partir dos dados coletados, houve o estudo dos mesmos, e aplicação das ferramentas da qualidade e gestão para a melhoria do processamento da cooperativa.

5.2.1. Ferramentas da Qualidade

5.2.1.1. Atualização do fluxograma

O fluxograma, por definição, é a representação gráfica das diversas tarefas em um processo. O mesmo deve trazer o maior número de informações possíveis ao usuário, para que seja um instrumento objetivo. Sua apresentação facilita a identificação de pontos críticos do processo e consegue definir claramente os limites do mesmo (BEHR et al., 2008).

Desta forma, após a visita à cooperativa e avaliação do atual fluxograma pode-se atualizá-lo de maneira correta, tornando-o mais claro e objetivo.

5.2.1.2. Folha de verificação

Após a análise do fluxograma e atualização deste, foi aplicado um *check-list* (folha de verificação) de acordo com a RDC N° 275/2002 da ANVISA. Após o término da avaliação, foram obtidas as quantidades totais de conformidades e não conformidades como também os itens que não se aplicavam a realidade da cooperativa. Estes valores foram somados individualmente, conseguindo-se assim os dados necessários para efetuar os cálculos, que classifica o estabelecimento quanto as exigências da ANVISA (BRASIL, 2002a). Tal cálculo foi realizado de acordo com a Equação 5.1.

$$\text{Média de adequação (bloco)} = \frac{\text{total de conformidades}}{\text{total de itens avaliados}} - \text{não aplicações} \times 100$$

Equação 5.1

Os resultados obtidos foram classificados de acordo com a RDC N° 275/2002 da ANVISA, sendo pertencentes ao grupo 1 os estabelecimentos que atendem de 76 a 100% dos itens avaliados, ao grupo 2 os que atendem de 51 a 75% dos itens e ao grupo 3 os que apresentam de 0 a 50% de cumprimento dos itens (BRASIL, 2002).

5.2.1.3. Envase das castanhas-do-Brasil

Além da atualização do fluxograma e análise das conformidades e não conformidades, houve enfoque em uma parte específica do processamento, sendo esta a etapa de envase dos pacotes de 100 g e 250 g contendo castanhas-do-Brasil *in natura* descascadas, embaladas sob vácuo. Pela folha de verificação foram coletados os dados sobre os pesos dos pacotes, a fim de verificar se há variação destes.

Os limites inferiores e superiores de peso nas embalagens e o tamanho da amostra (5 amostras para lotes de 9 a 25) para a realização dos cálculos seguiram os parâmetros estipulados pelo Inmetro (INMETRO, 2008). Também pode ser utilizada a metodologia Seis Sigma para o cálculo dos limites. O Inmetro considera apenas o limite inferior e o outro tanto o inferior como superior. Para o cálculo dos limites inferiores e superiores, utiliza-se as equações 5.2 e 5.3 respectivamente. No Controle Estatístico de Processo, é utilizada a variação de três desvios padrões acima e abaixo com o intuito de obter um nível de confiabilidade de 99,74% (PEINADO & GRAEML, 2007).

$$LIC = P - 3 \times \sigma \quad \text{Equação 5.2}$$

$$LSC = P + 3 \times \sigma \quad \text{Equação 5.3}$$

Sendo:

LIC = Limite inferior;

LSC = Limite superior;

P = média dos pesos das amostras;

σ = desvio padrão das amostras.

5.2.1.4. *Gráfico de Controle*

Para a confecção do Gráfico de Controle foram utilizados os limites inferiores e superiores dos pesos de pacotes de castanha-do-Brasil calculados de acordo com a metodologia Seis Sigma (ROSA, 2016).

Foi calculado também o índice de capacidade, utilizando os limites especificados a partir da metodologia Seis Sigma, sendo o mesmo definido como a relação:

$$CP = \frac{LSE - LIE}{6 \times \hat{\sigma}} \quad \text{Equação 5.4}$$

Sendo:

Cp = índice de capacidade;

LSE = limite superior especificação;

LIE = limite inferior especificação.

σ : Desvio-padrão calculado a partir da amostragem de medições.

5.2.1.5. *Diagrama de Ishikawa*

O diagrama foi utilizado para ilustrar as possíveis causas relacionadas ao resultado da análise de boas práticas de fabricação. Foi confeccionado a partir de um *brainstorm* realizado com um grupo de Engenheiras de Alimentos.

5.2.1.6. *Plano de ação*

Levou-se em consideração para realização deste plano a ferramenta 5w2h, que consiste em um questionamento em inglês what (o quê), when (quando), who (quem), where (onde), why (por quê), how (como) e how much (quanto custará).

Rodrigues (2009) orienta que as perguntas sejam colocadas em forma de tabela, criando assim um formulário.

5.3. Resultados e Discussões

Foi realizada uma atualização do fluxograma de processamento da cooperativa, na qual foi retirada etapas de processamento que não eram mais utilizadas, além da adequação a correta forma de confecção do mesmo. O fluxograma atualizado pode ser visualizado na Figura 5.1.

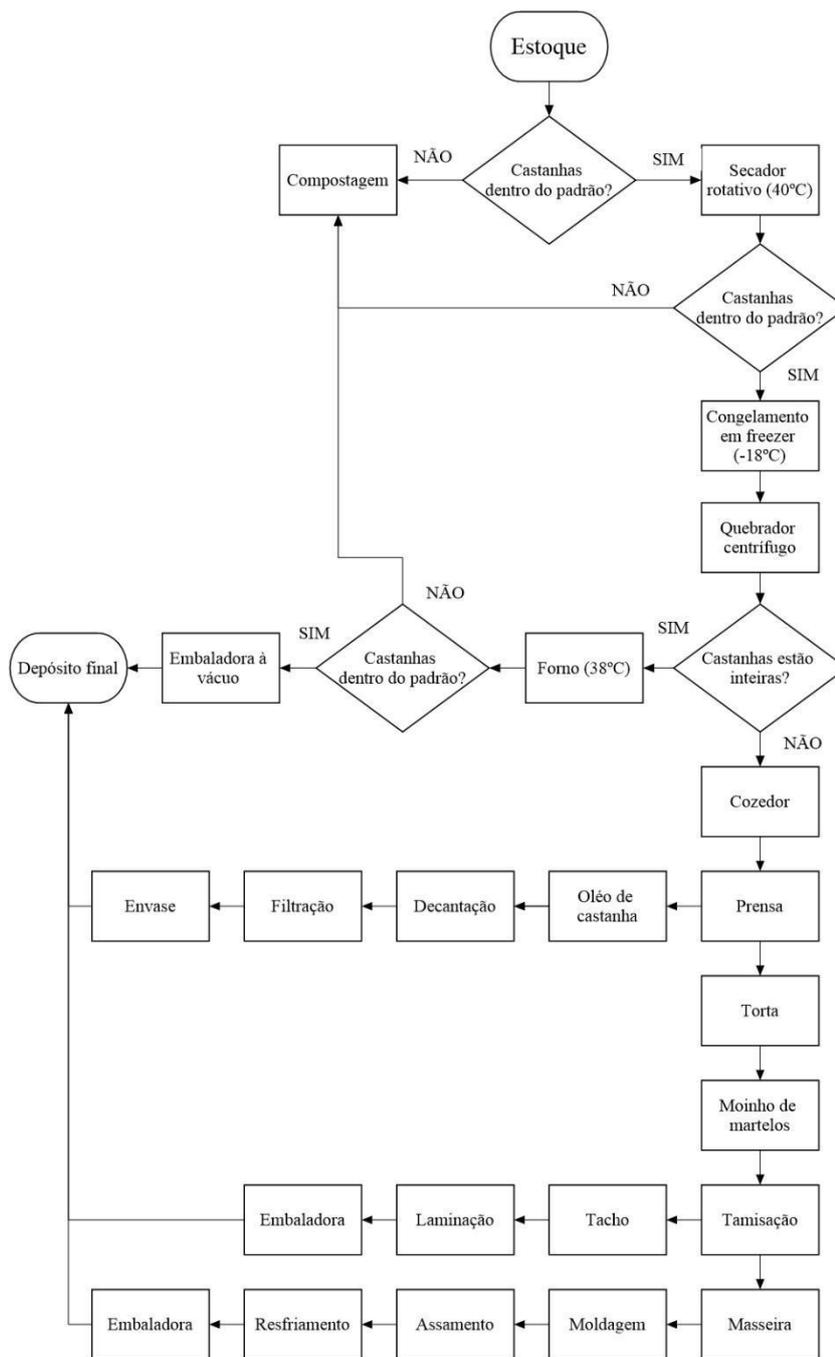


Figura 5.1. Fluxograma detalhado e atualizado do processamento industrial de Castanha-do-Brasil utilizado pela Cooperativa Mista de Guariba -COMIGUA.

Para a coleta dos ouriços é comum utilizar um instrumento tradicional denominado como mão-de-onça, a fim de evitar a coleta dos frutos com as mãos. Em seguida, os mesmos são colocados em cestos de fibras limpos e secos, que transportam os ouriços para amontoa em “jirais” normalmente. Neste momento também acontece a quebra dos ouriços com ferramentas limpas para não haver contaminação das castanhas (MAPA, 2014a).

A pré-secagem é uma etapa que ocorre após a quebra e a primeira seleção das castanhas, etapa essa fundamental tanto para locais que realizam a lavagem das castanhas como as que não realizam. Na armazenagem das castanhas as mesmas não devem estar ensacadas e sim a granel na casa do extrativista ou paiol (familiar ou comunitário) (MAPA, 2012b).

Segundo Pinto et al. (2010), ao chegar na unidade beneficiadora, as castanhas-do-Brasil passam pelas etapas de recepção, limpeza e seleção. A etapa de seleção consiste na eliminação de castanhas em condições inadequadas e/ou deterioradas (mofadas, feridas, defeituosas etc.).

Observa-se que as castanhas que não estão dentro do padrão estipulado pela Portaria 846/1976 que aprova as especificações para a padronização, classificação e comercialização interna da castanha-do-Brasil, na qual desclassifica castanhas em mau estado de conservação, aspecto generalizado de mofo e/ou fermentação, odor estranho de qualquer natureza e presença de insetos vivos são destinadas a compostagem de plantas nativas cultivadas na própria cooperativa (BRASIL, 1976).

A quebra da castanha-do-brasil pode ser realizada de forma mecânica, através da utilização de equipamentos automáticos, e de forma manual, utilizando um quebrador manual, dotado de uma alavanca para quebrar a casca da castanha e retirada das amêndoas. Na COMIGUA é feito um congelamento em freezer (-18°C) para facilitar a quebra realizada pelo quebrador centrífugo, e após passar pelo mesmo e ocorrer outra seleção as castanhas inteiras ficam cerca de 16 horas no forno a 38°C para retirada da umidade e deixá-las crocantes (COOPAVAN, 2016). Em seguida, as castanhas passam por seleção novamente seguido empacotamento utilizando embaladora a vácuo em sacos de vários tamanhos.

As castanhas-do-Brasil que não saem inteiras do quebrador centrífugo são destinadas no beneficiamento de óleo de castanha, torta de castanha embalada a vácuo e derivados com base na torta de castanha como barra de cereais e biscoitos (DALL' OGLIO, 2014).

Para calcular a média de adequação total da cooperativa e de cada um dos seis blocos avaliados separadamente, foi utilizada média aritmética, considerando os resultados obtidos pela mesma. Também foi realizado um relatório de não conformidades para facilitar a análise das mesmas e sensibilizar os cooperados sobre a necessidade da implantação das boas práticas de fabricação, salientando seus benefícios e importância.

Os resultados da aplicação do *check-list* de acordo com a RDC Nº 275/2002 da ANVISA, que foi realizado após a atualização do fluxograma de processamento, estão ilustrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Percentual total e em blocos de requisitos atendidos das Boas Práticas de Fabricação avaliados através de *check-List*, na Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.

Blocos	Média de adequação
Edificações e Instalações	61,64%
Equipamentos, móveis e utensílios	52,38%
Manipuladores	50%
Produção e transporte do alimento	76,66%
Documentação	11,11%
TOTAL	56,41%

O que pode ser visualizado é que a cooperativa está situada no Grupo 2, de acordo com a legislação vigente, com 56,41% dos requisitos com status conforme. O tópico produção e transporte do alimento lidera com média de 76,66% de conformidades, porém no quesito documentação, equipamentos, móveis e utensílios e manipuladores há necessidade de melhoria. O relatório das não conformidades foi apresentado à COMIGUA com as devidas sugestões de melhorias.

O item documentação foi o de menor desempenho, fazendo parte deste bloco o Manual de Boas Práticas de Fabricação e os Procedimentos Operacionais Padrão, na qual o último de acordo com a RDC Nº 275/2002 da ANVISA define-se por procedimentos escritos de forma objetiva e clara que estabelece instruções seriais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos (BRASIL, 2002).

A EMBRAPA (2015) afirma que os procedimentos descritos geram planilhas de registros. Esses registros são de extrema importância para que o processamento possa ser rastreado a qualquer momento. Além de que interrupções e modificações no processamento devem ser documentadas também. O segundo bloco com mais não conformidades é o relacionado aos manipuladores seguido do bloco de equipamentos, móveis e utensílios.

Posteriormente a análise foi realizado o Diagrama de Ishikawa, a fim de identificar as possíveis causas para o baixo valor percentual de conformidades no bloco

de documentação e manipuladores as quais são mostrados na Figura 5.2 e 5.3. Rodrigues (2010) explica que o diagrama de Ishikawa procura estabelecer a relação existente entre o efeito e todas as causas de um processo. Todo o efeito ou problema possui diferentes categorias de causas, que, por sua vez, podem ser formadas por outras possíveis causas.

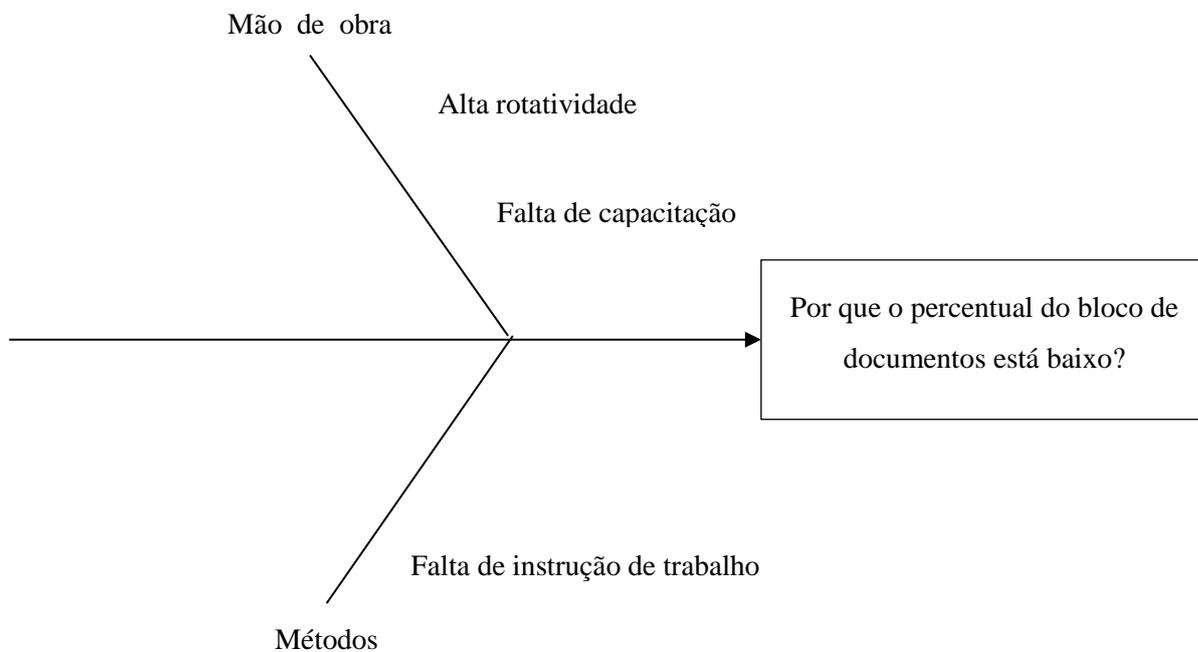


Figura 5.2. Diagrama de Ishikawa do baixo percentual de conformidades do bloco de documentação.

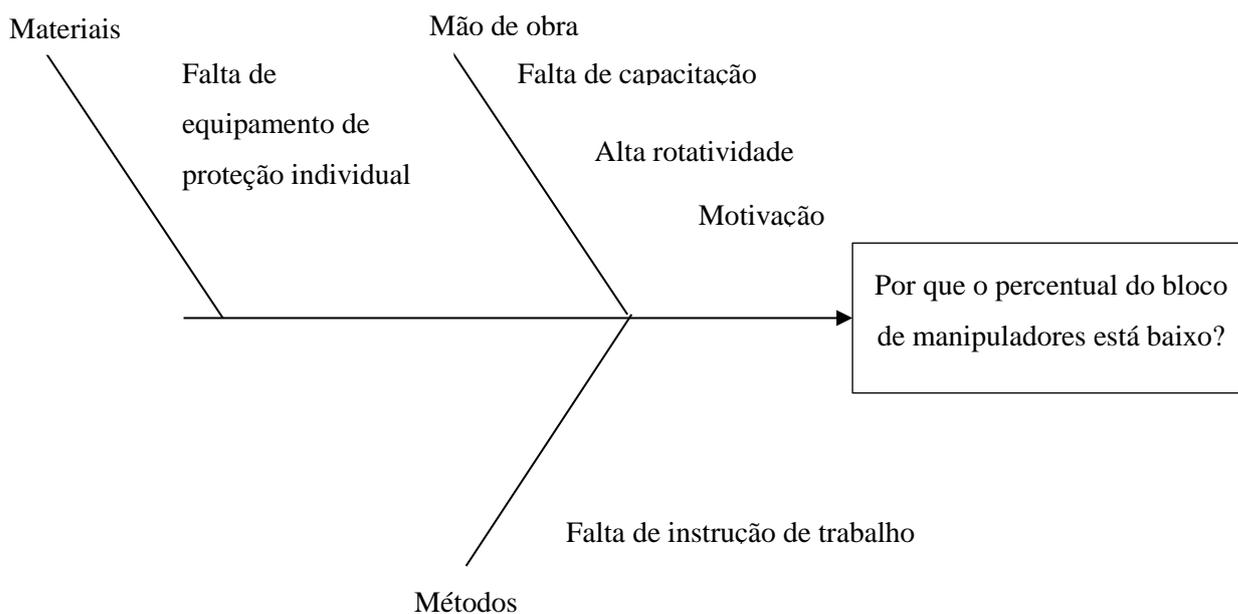


Figura 5.3. Diagrama de Ishikawa do baixo percentual de conformidades do bloco de manipuladores.

A confecção do diagrama de Ishikawa abordou que o baixo percentual de conformidades do bloco de documentação está interligado principalmente com a mão de obra da cooperativa. Podendo citar como causas falta de mão de obra qualificada, treinamento para a mesma, além da alta rotatividade de colaboradores. Observou-se com o diagrama de Ishikawa do bloco de manipuladores que o baixo percentual está associado a falta de equipamento individual de segurança, capacitação e motivação, rotatividade de mão de obra e falta de instrução de trabalho.

Para sanar estas causas, foi realizado um plano de ação com a técnica do 5W2H, para estruturar o planejamento das ações e as correções das falhas, conforme mostrados nos Quadros 5.1 e 5.2. O mesmo funciona como uma espécie de registro que determina o responsável e o prazo de execução da solução (PEINADO; GRAEML, 2007).

Quadro 5.1. Plano de ação para adequação da documentação da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.

O que	Como	Onde	Quem
Falta instrução de trabalho	Elaboração e implantação de POP's e planilhas de registros	Setor de gerência Setor de qualidade	Gerência Técnico em Alimentos; Engenheiro de Alimentos
Falta mão de obra qualificada	Atualização do Manual de Boas Práticas de Fabricação	Setor de qualidade	Técnico em Alimentos; Engenheiro de Alimentos
Falta treinamento para mão de obra	Treinamento de uso dos POP's e de como utilizar planilhas de registros	Setor de qualidade	Técnico em Alimentos; Engenheiro de Alimentos
Alta rotatividade de colaboradores	Diminuir a rotatividade de colaboradores durante o processamento	Setor de gerência	Gerência

Quadro 5.2. Plano de ação para adequação do bloco de manipuladores da Cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA.

O que	Como	Onde	Quem
Falta de equipamento de proteção individual	Compra de equipamentos de proteção e explicação de como usá-los e porque	Setor de gerência	Gerência
Falta de capacitação	Treinamento de Boas Práticas de Fabricação	Setor de qualidade	Técnico em Alimentos; Engenheiro de Alimentos
Alta rotatividade	Diminuir a rotatividade de colaboradores durante o processamento	Setor de gerência	Gerência
Motivação	Palestras motivacionais e informativas sobre higiene e segurança	Setor de gerência	Gerência
Falta de instrução de trabalho	Elaboração e implantação de POP's e planilhas de registros	Setor de gerência Setor de qualidade	Gerência Técnico em Alimentos; Engenheiro de Alimentos

Em relação a etapa de envase das castanhas descascadas, os limites inferiores e superiores dos pacotes de 100 g e 250 g podem ser vistos na Tabela 5.2 e 5.3 respectivamente. O órgão responsável pela regulamentação do Controle de Conteúdo Líquido de produtos pré-medidos é o Inmetro, por meio das Portarias INMETRO/MDCI nº157 de 2002 e nº 248 de 2008, regulamentam os critérios para verificação do Conteúdo Líquido de produtos pré-medidos com conteúdo nominal igual, expresso em unidades de massa e volume e garantem que produtos vendidos com um peso líquido determinado na embalagem tenham de fato essa quantidade e não lese o consumidor (INMETRO, 2002; INMETRO 2008). De acordo com a Portaria INMETRO/MDCI nº 248 de 2008 o lote

submetido a verificação é aprovado quando as o critério para a média e o critério individual são atendidos (INMETRO, 2008).

Observando a legislação obteve-se que a média estipulada pelo Inmetro para o pacote de 100 g é de aproximadamente 98,16 g e a média calculada a partir das amostras é 102 g, o que é satisfatório, já que segundo a mesma a média das amostras deve ser superior ou igual a média estipulada pelo Inmetro, atendendo o primeiro critério para a média.

Tabela 5.2. Limite inferior em gramas dos pacotes de 100 g contendo castanha-do-Brasil descascada, de acordo com o Inmetro.

Número da amostra	Peso do pacote (g)	Limite inferior (g)
1	102	95,5
2	104	95,5
3	102	95,5
4	102	95,5
5	102	95,5

O critério individual também foi atendido, na qual nenhuma das amostras poderia ser inferior ao limite inferior, como pode ser documentado na Tabela 5.3.

Para o pacote de 250 g contendo castanha-do-Brasil descascada, a média estipulada pelo Inmetro é de aproximadamente 248,16 g e a média calculada a partir das amostras 252 g, e como o pacote anterior também atendeu ao primeiro critério exposto pela legislação.

Tabela 5.3. Limite inferior em gramas dos pacotes de 250 g contendo castanha-do-Brasil descascadas, de acordo com o Inmetro.

Número da amostra	Peso do pacote(g)	Limite inferior(g)
1	254	241
2	252	241
3	252	241
4	252	241
5	252	241

Nota-se então que a Cooperativa está em total acordo com a Portaria INMETRO/MDCI nº 248 de 2008. Isto é satisfatório, pois como mostra a Portaria Normativa Procon nº 45, de 2015 os fornecedores que os produtos possuem conteúdo

líquido inferior às indicações constantes do recipiente, da embalagem, rotulagem ou de mensagem publicitária, respeitadas as variações decorrentes de sua natureza e lesionem o consumidor serão penalizados com multa que pode variar de R\$ 100,00 a R\$ 1.500.000,00 por processo (PROCON, 2015).

Na Tabela 5.4, visualiza-se o limite inferior correspondente ao pacote de 250 g, corroborando que o mesmo também cumpriu o critério individual.

Tabela 5.4. Limites inferiores e superiores em gramas dos pacotes de 100 g de castanha-do-Brasil de acordo com o Seis Sigma.

Número da amostra	Peso do pacote (g)	Média(g)	Limite inferior (g)	Limite superior (g)	Desvio padrão
1	102	102	99,31	104,68	0,89
2	104	102	99,31	104,68	
3	102	102	99,31	104,68	
4	102	102	99,31	104,68	
5	102	102	99,31	104,68	

É importante que não só o consumidor não seja lesado como também o fornecedor, por conseguinte, nas Tabelas 5.4 e 5.5 estão ilustrados os limites inferiores e superiores de acordo com a Seis Sigma. O Seis Sigma tem por objetivo a redução da variação em todos os processos críticos para alcançar melhorias contínuas e quânticas que impactam os índices de uma organização e aumentam a satisfação e lealdade dos clientes (RASIS, 2002). Desta forma, esta metodologia contribui tanto para os consumidores como para a organização.

Tabela 5.5. Limites inferiores e superiores em gramas dos pacotes de 250 g de castanha-do-Brasil de acordo com o Seis Sigma.

Número da amostra	Peso do pacote(g)	Média(g)	Limite inferior(g)	Limite superior(g)	Desvio padrão
1	254	252	249,31	254,68	0,89
2	252	252	249,31	254,68	
3	252	252	249,31	254,68	
4	252	252	249,31	254,68	
5	252	252	249,31	254,68	

Como é mostrado nas tabelas 5.4 e 5.5, os pesos dos pacotes estão aceitáveis, já que estão acima dos limites inferiores, e abaixo dos limites superiores para não haver perda de produto e conseqüentemente menos lucro.

Os resultados, podem ser visualizados de forma mais clara a partir dos gráficos de controle ilustrados nas Figuras 5.3 e 5.4. De acordo com Peinado e Graeml (2007), os gráficos de controle estatísticos de processo têm por objetivo verificar se um processo está dentro dos limites de controle, isto é, se o processo está ocorrendo de acordo com o planejamento da organização.

Nota-se na Figura 5.3 que a amostragem dos pacotes de 100 g estão todas acima do limite médio, além de que, como foi dito anteriormente, não obteve nenhum ponto fora do controle.

Ao visualizar a Figura 5.4, percebe-se que o similar comportamento com a anterior. Apesar, de trazer um desempenho satisfatório de acordo com a legislação, não há padronização no envase das castanhas-do-Brasil, o que pode ser explicado por ser feito de forma manual pelos colaboradores.

Conforme Cavanha Filho (2006), a padronização é necessária para qualquer empresa, que objetiva abolir desperdícios. Por fim, padronizar significa normalizar, reduzir, esquematizar, sistematizar e induzir a todas as formas de economia e dispersão conduzindo para menores falhas e desvios.

Importante destacar também neste sentido, que quanto mais próximo da média e do limite inferior os pesos dos pacotes estiverem menos desperdício de produto a cooperativa terá. Já que as castanhas sobressalentes podem ser colocadas em novas embalagens.

Em relação ao índice de capacidade, tanto para o pacote de 100 g e 250 g de castanha-do-Brasil, foi encontrado o valor de 1,00, o que é considerado por Costa et al. (2010) como razoavelmente aceitável segundo sua classificação: capaz ($C_p \geq 1,33$); razoavelmente capaz ($1 \leq C_p \leq 1,33$); incapaz ($C_o > 1$).

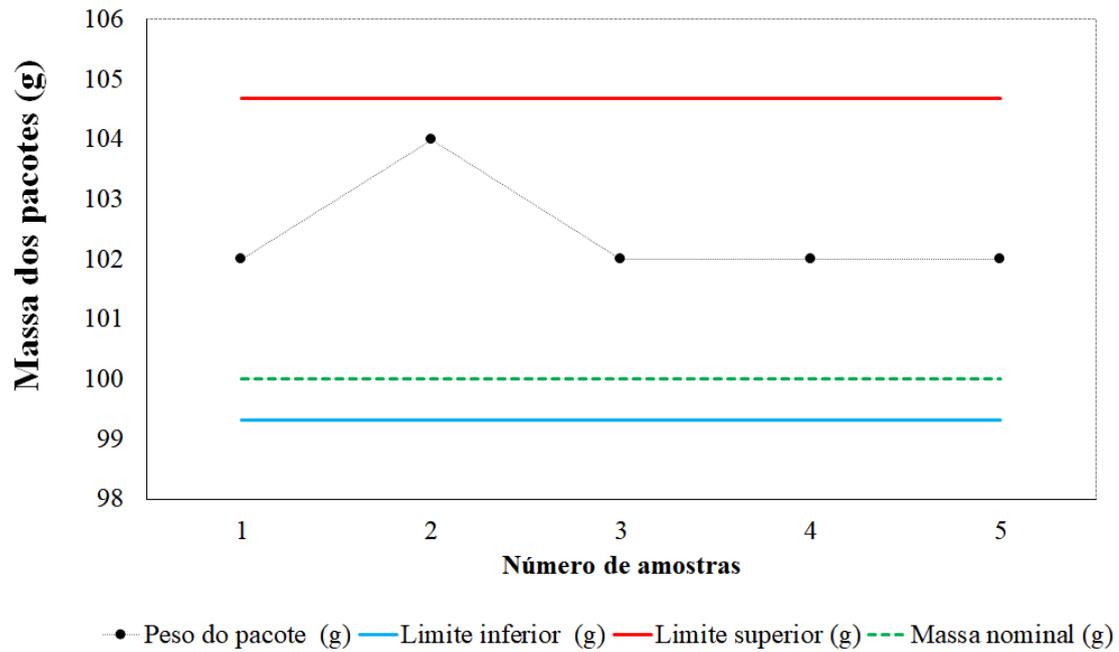


Figura 5.3. Gráfico de Controle da amostragem de peso do pacote com 100 g de castanha-do-Brasil.

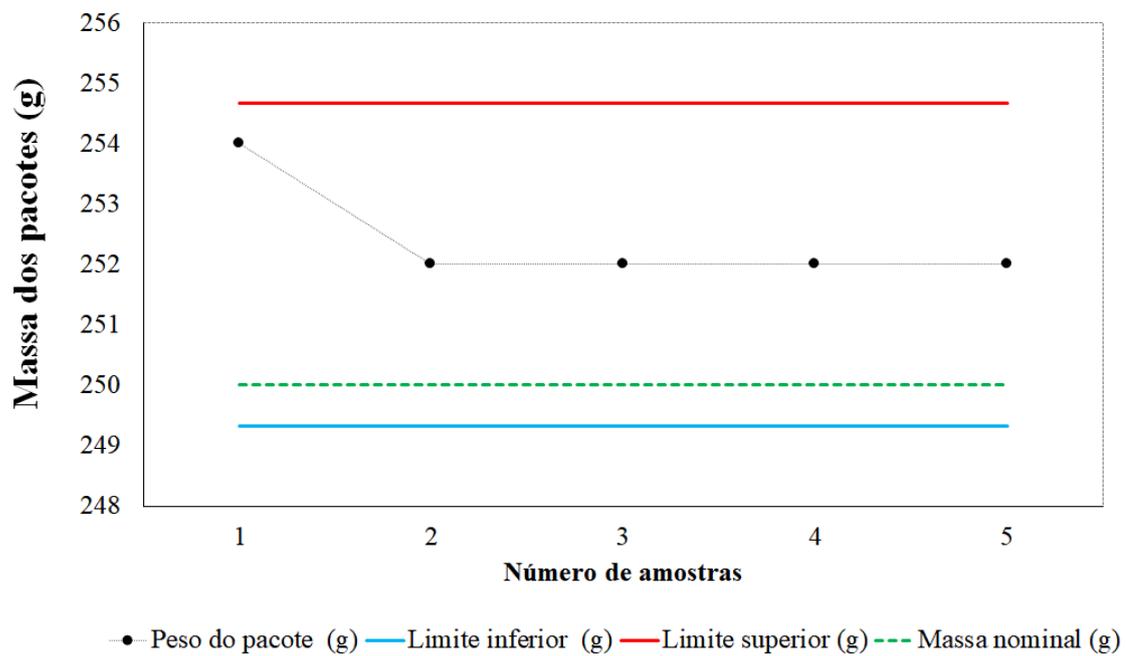


Figura 5.4. Gráfico de Controle da amostragem de peso do pacote com 250 g de castanha-do-Brasil.

5.4. Conclusões

A cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA está inserida no Grupo 2 com 56,41% dos requisitos com o status conforme, de acordo com a legislação vigente de Boas Práticas de Fabricação. É imprescindível a melhora dos blocos documentação e manipuladores, através de ações corretivas dos setores de gerência e qualidade. Na etapa de envase das castanhas-do-Brasil, os pacotes de 100 e 250 g contendo castanhas descascadas, estão satisfatórios em relação a legislação, estando acima dos limites inferiores calculados, porém é necessário acompanhamento da padronização dos pacotes para não haver desperdício para a cooperativa.

5.5. Referências Bibliográficas

BEHR, Ariel; MORO, Eliane L. da S.; ESTABEL, Lizandra B. Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca. **Revista da Ciência da Informação**. Brasília, DF. Brasil, v.37, n.2, p. 32-42, mar/aug. 2008.

BRASIL(a). ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_275_2002_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.

BRASIL(b). MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 846, de 08 de novembro de 1976. **Aprovar as especificações em anexo para a padronização, classificação e comercialização interna da Castanha-do-Brasil**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=773319590>>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2019.

CAVANHA FILHO, A. O. Estratégia de compras. Rio de Janeiro: **Ciência Moderna**, 2006.

COOPAVAM. Cooperativa dos Agricultores do Vale do Amanhecer. **Manual de boas práticas de manejo, coleta e beneficiamento de castanha- do-Brasil**. 1a. ed. Juruena-MT: Editora Sustentável, 28 p. ISBN: 978-85-67770-12-3 (e-book), 2016.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 334 p., 2010.

CORRÊA, C. E. G. **Gestão de qualidade e produtividade**. Indaial, SC: Grupo Uniasselvi, 2010.

FERREIRA, M. C.; COSTA, S. M. L.; PASIN, L. A. A. Uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para a produção de mudas de Pau Pereira. **Nativa**, p.120-124, 2015.

GONÇALVES, D. de L.; BRASIL, D. do S. B. Problemas ambientais e sustentabilidade nas várzeas da Amazônia Tocantina: um estudo no Projeto de Assentamento Agroextrativista São João Batista II, Abaetetuba, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, p. 89-99, 2016.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria INMETRO nº 157, de 19 de agosto de 2002. **Regulamento Técnico Metrológico que estabelece a forma de expressar o conteúdo líquido a ser utilizado nos produtos pré-medidos**. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC000786.pdf>> . Acesso em: 21 de outubro de 2018.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria INMETRO nº 248 de 17 de julho de 2008. **Regulamento Técnico Metrológico que estabelece os critérios para verificação do conteúdo líquido de produtos pré-medidos com conteúdo nominal igual, comercializados nas grandezas de massa e volume**. Disponível em : < <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001339.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.

LOPES, A. O; PASQUALINE, F; SIEDENBERG, D.. **Gestão da Produção**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

MACHADO, R. L. P; DUTRA, A. de S.; PINTO, M. S. V. **Boas práticas de fabricação (BPF)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 20 p. ISSN 1516-8247; 120, 2015.

MACHADO, S. S. **Gestão da qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 92 p., 2012.

MAPAa. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. castanha-do-Brasil: *Bertholettia excelsa* H.B.K. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: MAPA/ACS, 49p., 2012. (Série: Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável orgânico).

MAPAb. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Castanha-do-pará, castanha, castanha-do-brasil, *Bertholletia excelsa* H.B.K.**). Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: MAPA/ACS, 2014. 41 p. (Série: Cadernos de Boas Práticas para o Extrativismo Sustentável Orgânico).

PALADINI, E. P.; BOUER, G; FERREIRA, J. J. DO A.; CARVALHO, M. M.; MIGUEL, P. A. C.; SAMOHYL, M. W. ROTONDARO, R. G. **Gestão da Qualidade: teoria e Casos**. 2. Ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 750 p. 2007.

PINTO, A.; AMARAL, P.; GAIA, C. OLIVEIRA, W. de. **Boas práticas para manejo florestal e agroindustrial de produtos florestais não madeireiros: açaí, andiroba,**

babaçu, castanha-do-brasil, copaíba e unha-de-gato. Belém, PA: Imazon; Manaus, AM: Sebrae-AM, 2010.

PROCON. Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor. Dispõe sobre o processo administrativo sancionatório no âmbito da Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor – Procon-SP, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.procon.sp.gov.br/texto.asp?id=4259>>. Acesso em: 21 de outubro de 2018.

RASIS, D., GITLOW, H.S., POPOVICH, E. Paper Organizers International: A Fictitious Six Sigma Green Belt Case Study I. **Quality Engineering**, 15 (1), pp.127-145, 2002.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a Qualidade**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2010.

RODRIGUES, R.C. **5W2H: a ferramenta do curioso**. 2009. Disponível em: <http://www.oficinadanet.com.br/artigo/1963/5w2h_a_ferramenta_do_curioso>. Acesso em: 31 de outubro de 2018.

ROSA, L. C. **Introdução ao controle estatístico de processos**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia - Editora UFSM , 152 p., 2016.

DALL’OGLIO, E. Universidade Federal do Mato Grosso. **CVT em agroextrativismo Guariba**. Cuiabá-MT. 2014.

6.CONCLUSÕES GERAIS

Levando-se em consideração a comparação os três métodos utilizados o medidor de teor de água por Infravermelho pode ser utilizado na rotina da cooperativa COMIGUA e em outras cooperativas, salientando a eficiência do mesmo por ter menor custo e menor tempo de uso, além da facilidade de manuseio. Verificou-se que entre os 8 lotes, a amostra 3, amostra que passou pelo processo de lavagem, mostrou-se a mais baixa em relação a A_w , concluindo que pode ser realizada a lavagem das castanhas após a coleta contanto que passem por uma secagem rapidamente. Em relação ao medidor digital multifuncional, o mesmo, pode ser utilizado como forma rápida de medição durante a coleta e/ou compra de castanha-do-Brasil.

Em relação às Boas Práticas de Fabricação, a cooperativa Mista de Guariba – COMIGUA está situada no Grupo 2, com 56,41% dos requisitos com status conforme, tendo apenas que aprimorar os blocos de documentação e manipuladores, sendo estes de extrema importância para a garantia da qualidade. Na etapa de envase das castanhas-do-Brasil, os pacotes de 100 g e 250 g estão satisfatórios em relação a legislação, porém é necessário acompanhamento da padronização dos pacotes para não haver desperdício para a cooperativa.