



FACULDADE DE VETERINÁRIA
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

Secção de Tecnologia de Alimentos
Curso de Licenciatura em Ciência e Tecnologia de Alimentos

TRABALHO DE CULMINAÇÃO DE ESTUDOS

Tema: Aproveitamento da casca de ovo de poedeira para fortificação da farinha de milho

Nome do estudante:

Inocência Minelda José Mucavele

Supervisora:

Mestre Charmila Mussagy Sineque

Maputo, Junho de 2024

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Inocência Minelda José Mucavele, declaro por minha honra que o presente trabalho intitulado **“Aproveitamento da casca de ovo para fortificação da farinha de milho”** nunca foi apresentado na sua essência para quaisquer fins e é resultado da minha investigação, estando indicadas, ao longo do texto e no capítulo de referências bibliográficas, todas as fontes por mim consultadas.

Maputo, Junho de 2024

A estudante

(Inocência Minelda José Mucavele)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida, pela sua graça e misericórdia e por me permitir viver este dia. Para Ele seja toda honra e glória.

Aos meus pais, meus deuses na terra, José Pedro Mucavele e Natália Moiasse Uamusse por terem cuidado de mim desde o meu nascimento, pelo apoio incondicional que eles têm proporcionado na minha academia.

Aos meus irmãos Rogério Dilman Mucavele e Jerónimo Ivan Mucavele. Palavras me faltam para demonstrar a minha gratidão por tudo que eles têm feito por mim. A estes agradeço por terem dado continuidade aos meus estudos quando os meus pais não puderam mais. Que o nosso bom e maravilhoso Deus lhes conceda muitas bênçãos.

Ao meu pastor Carlos Aurélio Parruque e ao meu líder Gabriel Júlio, pelas incansáveis orações que têm feito por mim. Grandes homens de Deus, que sempre dedicaram uma parte do seu tempo para orar pelos estudantes.

Aos meus colegas de turma, em especial as minhas amigas Menalda Jaime, Benvinda Inês, Palma Francisco, Fauzia Manuel e Evlizy Flora com as quais criei uma amizade forte, pelos incentivos, conselhos e pelos momentos inesquecíveis que tivemos ao longo do curso.

Ao meu parceiro Agostinho Cumbane, mais um presente incrível que Deus colocou em minha vida, meu amigo, companheiro de todos os momentos, a pessoa que mais festeja com minhas vitórias, pela força, amor e incentivo para continuar firme a cada dia.

Aos técnicos do laboratório, pela paciência e pelo apoio dado durante a etapa experimental, dr. Joaquim Manguele e Sr. António Guambe.

O meu especial agradecimento vai para a minha supervisora Mestre Charmila Mussagy Sineque, pelo suporte, paciência, ensinamentos, dedicação, orientações brilhantes, o que tornou possível a realização desse trabalho. Aos docentes da Faculdade de Veterinária em especial, a Prof. Dra. Custódia Macuamule, Mestre Emelda Simbine, ao Prof. Dr. Belisário Moiane e Eng. Felizardo Paulo.

Eterna gratidão!

ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

AOAC: Associação Oficial de Químicos Analíticos;

Aw: Actividade de água;

Ca: Cálcio;

FAVET: Faculdade de Veterinária;

HU: humidade;

IOM: Instituto de medicina;

IDR: Ingestão Dietética Recomendada;

LNHAA: Laboratório Nacional de Higiene de Água e Alimentos;

LSTI: Limite superior tolerável de ingestão

UEM: Universidade Eduardo Mondlane

LISTA DE TABELAS

Tabela I. Valores médios do teor de minerais (mg/100 g) presente na casca de ovo.....	5
Tabela II. Dose diária de cálcio recomendada segundo a faixa etária.....	9
Tabela III. Quantidade de cálcio na farinha de milho e no pó da casca de ovo.....	15
Tabela IV. Valores de humidade e actividade de água no pó da casca de ovo.....	15
Tabela V. Quantidade de farinha da casca de ovo a ser incorporada na farinha de milho diariamente para crianças e adolescentes de 1-17 anos de idade.....	16

LISTA DE FIGURAS

Figura I. Fluxograma de processamento de farinha de casca de ovo.....	11
Figura II. Imagem ilustrativa do pó da casca de ovo processado.....	11

ÍNDICE

1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO.....	2
3. OBJECTIVOS.....	4
3.1. Geral	4
3.2. Específicos	4
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4.1. Características do ovo e da casca	5
4.2. Contaminantes do ovo	5
4.3. Desperdício da casca de ovo.....	6
4.4. Processamento da casca de ovo para o consumo humano.....	7
4.5. Influência do cálcio na alimentação das poedeiras e na qualidade das cascas de ovo	8
4.6. Consequência do déficit de cálcio.....	8
5. MATERIAL E MÉTODOS	10
5.1. Área de estudo	10
5.2. Obtenção da matéria prima	10
5.3. Preparação do pó da casca de ovo.....	10
5.4. Determinação de cálcio na farinha de milho	11
5.4.1. Determinação de cálcio na farinha da casca de ovo	12
5.5. Determinação do teor de humidade e actividade de água no pó da casca de ovo.....	12
5.5.1. Determinação de actividade de água	12
5.6. Pesquisa da presença da Salmonella	13
5.7. Elaboração das formulações da farinha de milho enriquecida com o pó de casca de ovo ...	13
6. ANÁLISE DE DADOS	14
7. RESULTADOS	15
8. DISCUSSÃO	17
9. CONCLUSÃO.....	21
10. RECOMENDAÇÕES.....	22
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
12. ANEXOS	31

1. RESUMO

A casca do ovo é um resíduo sólido com potencial de aproveitamento como uma fonte de cálcio na alimentação humana. O enriquecimento de alimentos com o pó da casca de ovo constitui uma óptima alternativa para aumentar a ingestão deste mineral. O objectivo do presente estudo foi de fortificar a farinha de milho com o pó da casca de ovo. Foram adquiridas cascas de ovos em unidades de processamento de alimentos prontos para o consumo, lavadas com detergente e água corrente e desinfectadas com hipoclorito de Sódio e em água fervente, secadas e trituradas para a obtenção do pó, que posteriormente foi embalado e pasteurizado. Efectuou-se análises físico-químicas e microbiológicas para determinação de cálcio na farinha de milho e no pó da casca de ovo, teor de humidade, actividade de água e a presença de *Salmonella*. Fizeram-se também, as formulações para o uso do pó. A farinha de milho não conteve cálcio na sua composição e o pó da casca de ovo conteve 16,8% de cálcio por 100 g do pó. O pó da casca de ovo apresentou 1,4% de humidade e 0,77 de actividade de água. As condições microbiológicas do pó encontraram-se dentro do padrão recomendado e foi negativa a presença de *Salmonella*. E foram criadas formulações com as seguintes composições: F1: 100 g da farinha de milho com 4,2 g de pó da casca de ovo; F2: 100 g da farinha de milho com 4,8 g de pó da casca de ovo e F3: 150 g da farinha de milho com 7,7 g de pó da casca de ovo. A casca de ovo pode ser utilizada na nutrição humana, uma vez que é rica em cálcio, e, se processada de forma adequada, apresenta boa qualidade higiénico-sanitária.

Palavras chaves: Suplementação, Casca de ovo, micronutrientes, desnutrição.

2. INTRODUÇÃO

A desnutrição é um grave problema de saúde pública que pode afectar crianças e adolescentes em diferentes partes do planeta, em especial países em desenvolvimento. Refere-se a deficiências, excessos ou desequilíbrios na ingestão de calorias e/ou nutrientes essenciais (Galisa *et al.*, 2008).

O aleitamento materno constitui período fundamental a infância, principalmente no desenvolvimento cognitivo, imunológico e comportamental da criança, sendo efectivo nos primeiros seis meses de vida. Quando este não tiver sido efectivamente cumprido, trás consequências na vida em geral da criança e torna a criança vulnerável, apresentando retardo no seu desenvolvimento em resultado da deficiência de macrominerais e particularmente do cálcio (Araujo *et al.*, 2021).

O cálcio é um nutriente essencial para a saúde óssea, e o fornecimento adequado do mesmo, nas crianças e adolescentes, implica em melhor formação do esqueleto e conseqüentemente em adequado crescimento infantil e prevenção da ocorrência de osteoporose na vida adulta (Boot *et al.*, 2010).

Além da sua função estrutural, este mineral é essencial na contração muscular, propagação do impulso nervoso, coagulação sanguínea, na formação dos ossos e dentes, entre outras funções (Galisa *et al.*, 2008). Neste contexto, o cálcio contribui de forma significativa para a manutenção das funções básicas do organismo.

O cálcio pode ser obtido da ingestão de alimentos naturalmente ricos deste mineral, alimentos fortificados ou ainda através de suplementos dietéticos. O consumo de fontes alimentares de cálcio tais como leite e produtos derivados é, em geral, insuficiente para atingir as necessidades de cálcio, especialmente para crianças e adolescentes. A população de baixa renda tem acesso limitado a esses alimentos e, por isso, se preconiza o consumo de fontes alternativas de cálcio (Weaver e Heaney, 2003), como ovos, espinafre, leite e outras.

Os ovos, constituem um alimento amplamente usado na indústria alimentar, como ingrediente em diversas receitas, proporcionando vantagens econômicas, pelo seu baixo custo e características sensoriais únicas nos produtos resultantes, porém, gera um número expressivo de cascas, classificadas como resíduos. Sabendo-se que a casca representa 10% do peso do ovo, o resíduo gerado corresponde a cerca de 5,92 milhões de toneladas por ano em todo o mundo (Murakami *et al.*, 2007). A casca de ovo é rica em minerais, tais como o carbonato de cálcio (96% do peso da casca), carbonato de magnésio (1%) e fosfato de cálcio (1%), sendo que o cálcio está presente em maior quantidade (Neves, 1998).

Anualmente, milhares de toneladas de cascas de ovo são produzidas nas residências e em empresas alimentícias sendo a maior parte dessa produção destinada à agricultura para correção do pH do solo (King'ori, 2011 e Oliveira *et al.*, 2013). Utilizar a casca de ovo para produção do pó,

não só pode promover a reutilização e redução de resíduos para o ambiente mas também, de acordo com Santana, (2000) pode ser usada como fonte de cálcio para enriquecer outros alimentos.

O pó da casca de ovo pode ser usado como fonte de cálcio, para suprir essa deficiência em populações mais carentes, pois este, possui aproximadamente 40 % de cálcio a mais em relação aos produtos industrializados, que para além do acesso, o seu custo é elevado (Naves *et al.*, 2007).

O pó da casca de ovo pode ser incorporado em diversos alimentos principalmente os que fazem parte da dieta básica das famílias como é o caso da farinha de milho, que é um alimento básico nos países em desenvolvimento sendo o melhor veículo para enriquecimento com diversos macrominerais, como uma estratégia importante para combater os déficits alimentares em crianças e adolescentes (Cilla *et al.*, 2016).

Tendo em conta a onerosidade relativa dos produtos como leite, queijo, sardinha, brócolis, etc., a farinha da casca de ovo constitui uma alternativa de fonte de cálcio para minimizar a deficiência deste mineral no organismo. Os alimentos enriquecidos com a farinha da casca de ovo seriam uma ótima alternativa para aumentar a ingestão de cálcio, especialmente quando os alimentos que são fontes de cálcio não entram na alimentação do dia a dia, evitando assim o desperdício deste resíduo que é depositado inadequadamente no meio ambiente causando poluição e danos à saúde pública. Neste contexto, o trabalho teve como objectivo enriquecer a farinha de milho com o pó da casca de ovo como fonte de cálcio para ajudar no combate da desnutrição em crianças e adolescentes de 1 a 17 anos de idade.

3. OBJECTIVOS

3.1. Geral

- Fortificar a farinha de milho com o pó da casca de ovo de poedeiras como fonte de cálcio

3.2. Específicos

- Determinar o cálcio na farinha de milho e no pó da casca de ovo;
- Determinar a humidade e a actividade de água no pó da casca de ovo;
- Pesquisar a presença de *Salmonella* no pó da casca de ovo;
- Elaborar formulações da farinha de milho enriquecida com o pó da casca de ovo.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Características do ovo e da casca

O ovo é um dos alimentos mais completos da dieta humana, apresenta uma composição rica em vitaminas, minerais e proteínas de excelente valor biológico (Rêgo *et al.*, 2012). O ovo inteiro ou a clara e gema representam um ingrediente essencial em muitos produtos alimentares ao combinar propriedades nutricionais e funcionais. O ovo é um alimento constituído por nutrientes essenciais a dieta do ser humano (Pascoal *et al.*, 2008). Devido ao seu potencial econômico e nutritivo, tornou-se amplamente consumido nas refeições (Oliveira e Taham, 2012).

O ovo possui três partes principais, casca, gema e clara ou albúmen. Estas partes são separadas umas das outras por membranas, sendo a casca separada da clara pela membrana da casca e a clara separada da gema pela membrana vitelina (Jacob *et al.*, 2011).

A casca é considerada embalagem natural do ovo, constituída por uma armação de substâncias orgânicas, a parte mineral é composta por carbonato de cálcio (96% do peso da casca), carbonato de magnésio (1%) e fosfato de cálcio (1%), sendo que o cálcio está presente em maior quantidade (Neves, 1998). Onde a mesma deve apresentar-se íntegra, limpa e sem deformações, para proteger a parte interna de possíveis contaminantes (Poletti, 2017). A tabela 1 nos ilustra a composição mineral da casca de ovo. Destacando-se o cálcio com maior concentração.

Tabela I: Valores médios do teor de minerais (mg/100 g) presente na casca de ovo

Minerais	(mg/100g)
Li	0,0061
Be	<0,002
Na	117,475
Mg	351,1
Al	<0,5
K	41,971
Ca	30263,72

Fonte: Vilar, 2010

Segundo Vasconcelos (2018), mesmo diante de todas as características benéficas que o consumo do ovo traz para a saúde humana, nos últimos anos, o seu consumo tem sido apontado como um “grande vilão microbiológico”, devido a fácil veiculação de diversas bactérias, causando as chamadas Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs).

4.2. Contaminantes do ovo

O ovo, quando utilizado fora dos padrões de qualidade exigidos pela legislação vigente, pode apresentar-se como fonte crescente de contaminação (Oliveira e Taham, 2012).

O crescimento e multiplicação de microrganismos em alimentos provocam alterações nas características físicas e químicas, causando a sua deterioração. Vários microrganismos destacam-se na contaminação de ovos, dentre eles os mesófilos, dos quais se destacam as bactérias do

gênero *Salmonella* (Barancelli *et al.*, 2012 e Vasconcelos, 2018). Sendo os ovos e seus derivados, os alimentos mais frequentemente envolvidos em surtos de salmonelose em todo o mundo (Sodagari *et al.*, 2019).

A *Salmonella* é uma bactéria gram-negativa e consiste numa forma não esporulada de bacilos, pertence à família *Enterobacteriaceae* (Dunkley *et al.*, 2009). Frequentemente, o habitat da *Salmonella* é o trato intestinal de animais como aves (Jay, 1995).

A carne de aves, ovos e seus derivados são considerados importantes veiculadores da salmonelose, devendo-se destacar, também, a manipulação inadequada desses produtos, como um fator de transmissão cruzada. No entanto, as cascas tornam-se logo contaminadas ao passar pela cloaca e, também, ao entrar em contato com o meio externo por transmissão horizontal, através do material fecal das aves. Também a água de lavagem ou ainda embalagens contaminadas com a *Salmonella*, podem contaminar os ovos penetrando através dos poros da casca e multiplicando-se rapidamente (Kirunda e McKee, 2000).

A contaminação das fórmulas infantis em pó, por *Salmonella*, pode ocorrer durante seu processamento, sendo as áreas de suplementação (adição de ingredientes), embalagem, uso de água contaminada e manipulação em condições higiênicas inadequadas (Wu *et al.*, 2002).

O tratamento térmico pode ser considerado um ponto crítico de controle para eliminação de patógenos em diversos alimentos, entretanto, a eficiência deste processo depende de informações sobre o comportamento do microrganismo em um determinado substrato durante seu aquecimento (Edelson *et al.*, 2004). O tratamento apropriado deve, ainda, ser suficiente para inativação do patógeno de interesse, sem interferir na composição nutricional do alimento. Tais temperaturas utilizadas para inativação da *Salmonella* nos alimentos devem atingir no mínimo 70°C (Brasil, 2004).

4.3. Desperdício da casca de ovo

O desperdício de alimentos é definido como o descarte intencional de produtos alimentícios apropriados para o consumo humano, sendo decorrente, portanto, do próprio comportamento dos indivíduos. Ocorre principalmente durante a produção, a pós colheita e o processamento, em situações nas quais o alimento não é colhido ou acaba sendo danificado em alguma destas etapas, como o armazenamento e o transporte (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013).

O ovo de galinha é um alimento de grande valor nutricional, acessível a todos os estratos sociais. No entanto, como qualquer outra actividade produtiva, gera resíduos que necessitam de um destino adequado de forma a reduzir os impactos ambientais, tanto aqueles causados pelo descarte inadequado, como pela economia das reservas naturais (calcário por exemplo) nos casos em que os resíduos de uma actividade são utilizados como insumo em outros processos produtivos (Ladu e Morone, 2021).

A casca é largamente produzida na indústria de ovoprodutos e, desconsiderar a reciclagem de cascas de ovos, representa o desperdício de um mineral importante como o cálcio e, conseqüentemente, desconsidera-se a possibilidade de reduzir a extração de um recurso natural valioso e limitado, como o elemento cálcio (Rodrigues, 2015).

As possibilidades de reutilização da casca de ovo vêm sendo pesquisadas e sua viabilidade como fonte alternativa de cálcio comprovada (Faustino *et al.*, 2019). Por sua vez, a casca do ovo é considerada uma rica fonte de sais minerais, podendo ter a finalidade de servir como base para desenvolvimento de produtos em diversos ramos da indústria: cosmética, fertilizantes, suplementos alimentares, implantes ósseos e dentários, como agentes anti-tártaro em cremes dentais e em bases biocerâmicas (Dallacorte e Quadros, 2017).

4.4. Processamento da casca de ovo para o consumo humano

A casca de ovo possui um grande potencial para ser utilizada como fonte de cálcio, seja na forma de suplemento alimentar ou sendo adicionadas aos alimentos durante o seu preparo. Para esta aplicação, as cascas de ovo precisam ser refinadas (Masuda e Hiramatsu 2008).

Primeiramente os ovos são lavados e partidos para separação da gema e clara. De seguida as cascas de ovo são lavadas em água corrente para separação das membranas e desinfectadas. Posteriormente as cascas são secas e moídas para obtenção do pó (Neves *et al.*, 2007).

A segurança microbiológica é um importante aspecto a ser considerado quando se visa o aproveitamento da casca de ovo por humanos, sobretudo por se tratar de um produto susceptível à contaminação por bactérias, principalmente do gênero *Salmonella* (Neves *et al.*, 2007).

Diferentes métodos de higienização das cascas já foram aplicadas, incluindo o calor seco, calor húmido e imersão em solução clorada com variações de tempo e temperatura (Neves *et al.*, 2007).

Neves *et al.*, (2007) testaram e optimizaram o método utilizado pela Pastoral da Criança, verificando que a imersão por 5 minutos em solução de hipoclorito de Sódio a 1% seguida de fervura por 10 minutos são suficientes para obter um produto em óptimas condições microbiológicas. Outros autores também observaram que tanto a secagem em estufa (60°C) e ao sol podem ser adequados, embora esta temperatura esteja fora do estabelecido pela legislação (mínimo 70°C para destruição de *Salmonella*) (Brasil, 2004).

A moagem da casca de ovo é uma etapa crucial do processo, pois o maior tamanho da partícula pode prejudicar características sensoriais de alimentos fortificados com o pó da casca de ovo (Brun *et al.*, 2013). De forma doméstica, as cascas podem ser moídas utilizando um rolo de massa, liquidificador, pilão, processador ou moedor de café, seguido de peneiração para separar as partículas grossas (Neves *et al.*, 2007 e Brun *et al.*, 2013).

4.5. Influência do cálcio na alimentação das poedeiras e na qualidade das cascas de ovo

A manutenção da concentração do cálcio iônico do plasma, chamada de homeostasia do cálcio, tem prioridade sobre outros processos como a formação do osso e calcificação da casca (Caldearon, 1994).

A presença de uma adequada reserva de Ca nos ossos, no começo do período produtivo das poedeiras, pode ser crucial para reduzir a incidência da fadiga de gaiola, manter a produção e satisfazer a qualidade da casca (Calderon, 1994).

Roland (1992) concluiu ser benéfica a utilização na ração de pré-postura com níveis de cálcio próximos aos utilizados na primeira fase de postura.

A alimentação das poedeiras com altos níveis de cálcio não afecta a produção de ovos e a qualidade da casca no período produtivo, mesmo quando a ração de pré-postura for fornecida por um período longo, de 60 dias (Bar *et al.*, 1998). Os autores observaram ainda, que os níveis de cálcio e ácido úrico no plasma não foram afectados, indicando que é segura a utilização de rações contendo 39 a 40 g de Ca/kg na fase de pré-postura.

Para o aumento no peso da casca e na qualidade da casca do ovo, é necessário um aumento na ingestão de cálcio pela poedeira, através da utilização de maiores níveis de Ca nas rações (Frost e Roland, 1991).

4.6. Consequência do défice de cálcio no organismo

O cálcio é um mineral fundamental para a manutenção de inúmeras funções no organismo. Além da saúde óssea, ele também é necessário aos processos de coagulação sanguínea, transmissão nervosa, função neuromuscular e permeabilidade das membranas celulares (Joint Health Claims Initiative to the Food Standards Agency, 2003).

A principal fonte alimentar de cálcio é o leite e seus derivados como queijos e iogurte (Pinheiro *et al.*, 2013). No entanto, o consumo desses produtos pela população é limitado por factores como o custo elevado e problemas como intolerância à lactose e alergia à proteínas do leite (Pereira *et al.*, 2009).

A osteoporose é a principal doença resultante do défice de cálcio no esqueleto. O mecanismo de homeostase reage à ingestão insuficiente de cálcio mantendo os níveis circulantes de cálcio, no entanto ocorre a depleção da reserva do mineral, ou seja, da massa óssea (Heany, 2006b). Além disso, considerando que o acúmulo de cálcio nos ossos durante o crescimento é dependente da qualidade de cálcio na alimentação e a deficiência de cálcio durante a formação do esqueleto, reduzirá o pico de massa óssea. Um efeito que não tem consequências imediatas, mas que tem sido associado ao aumento do risco de fractura com o avanço da idade (Heaney *et al.*, 2000).

É considerado que a quantidade de cálcio ingerida por dia incluindo a da alimentação e da suplementação, deve-se manter no nível da ingestão adequada deste mineral para cada indivíduo

ou encontrar-se dentro do limite máximo tolerável situada entre 700 a 1300 mg/dia para crianças e adolescentes, respectivamente (Institute Of Medicine, 2010).

Dessa forma, de acordo com a tabela 2, adotaram-se as recomendações de ingestão do cálcio que variam de acordo com a faixa etária, sendo menores no início da infância e maiores na adolescência, justamente por se tratar do período que antecede o pico de massa óssea (Institute Of Medicine, 2010).

Tabela II: Dose diária de cálcio recomendada segundo a faixa etária.

Dose recomendada de cálcio		
Faixa etária	Ingestão Dietética recomendada (IDR) mg/dia	Limite superior tolerável de ingestão (LSTI) mg/dia
1-3 anos	700	2500
4-8 anos	1000	2500
9-13 anos	1300	2500
14-18 anos	1300	2500

Fonte: Institute Of Medicine, (2010)

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado na Faculdade de Veterinária da UEM na secção de Tecnologia de Alimentos, sita na Cidade de Maputo, Distrito municipal Kamubukwana, Bairro Luís Cabral, Avenida de Moçambique, km 1,5, num período de três meses.

5.2. Obtenção da matéria prima

Foram adquiridas 800 g de cascas de ovos partidas e acondicionadas em embalagem plástica, separadas de outros resíduos restantes do processamento em uma pastelaria e um takeaway da Cidade da Matola, no bairro T3 e foram conduzidas à temperatura ambiente até a área de estudo acima citada.

5.3. Preparação do pó da casca de ovo

Após se adquirir as cascas, estas passaram por um processo de lavagem e remoção das membranas ou películas das cascas em água corrente e a segunda lavagem com detergente líquido e em água corrente. De seguida realizou-se a desinfecção das cascas segundo (Naves *et al.*, 2007). Como descrito abaixo:

- A primeira desinfecção foi com hipoclorito de sódio (NaOCl) em 1 L de água com 15 mL de NaOCl, imergiu-se as cascas num período de 30 minutos;
- A segunda imersão em 1 L de água com 10mL de NaOCl num período de 15 min, de modo a reduzir o nível de contaminação;
- A terceira desinfecção foi por fervura em água durante 10 min a 100°C.

Após o processo da desinfecção, as cascas passaram para a etapa de secagem em uma estufa na temperatura de 85°C por 24 horas (Silva, 2005). Após a secagem, as cascas passaram para o processador de modo que fossem trituradas e em seguidas peneiradas com ajuda de um coador para garantir melhor perfil de textura do produto final. Em seguida, o pó obtido passou para a etapa da embalagem em um vidro esterilizado e foi pasteurizado em banho maria a temperatura de ebulição durante 45 min e armazenado a temperatura ambiente para posteriores análises. A figura 1 ilustra de forma resumida o fluxograma para obtenção do pó da casca de ovo e a figura II ilustra o pó da casca de ovo processado.

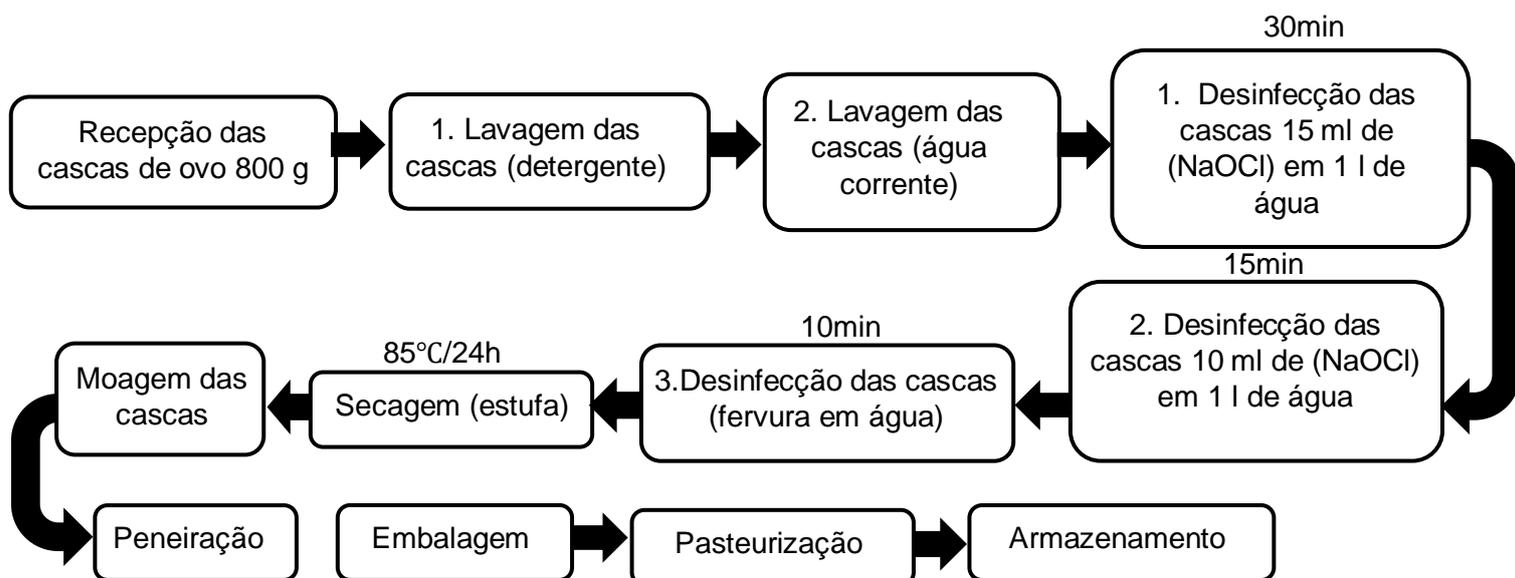


Figura I: Fluxograma de processamento para obtenção do pó da casca de ovo.



Fonte: Autora, 2023

Figura II. Imagem ilustrativa do pó da casca de ovo processado

5.4. Determinação de cálcio na farinha de milho

A amostra da farinha de milho foi conduzida a temperatura ambiente até ao Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos (LNHAA) e submetida à análise do teor de cálcio. Usando-se o método volumétrico (AOAC, 1990).

Em primeiro lugar, preparou-se e colocou-se os cadinhos (2) em uma estufa a 105°C e passada 1h foram retirados e colocados no excicador por 30 min para arrefecer. Pesou-se os cadinhos e de seguida pesou-se 3 g da amostra (farinha de milho) em duplicado. Depois, carbonizou-se no bico de búsen e colocou-se na mufla a 550°C para se obter as cinzas totais. Para se determinar o cálcio, lavou-se as cinzas com 40 ml de ácido clorídrico 1:1 e de seguida, a 60ml de água destilada. Colocou-se 1 gota de ácido nítrico concentrado e deixou-se ferver por 30min. Deixou-se arrefecer e filtrou-se para um balão volumétrico de 100 ml. De seguida, lavou-se o filtrado na água destilada e perpez-se o volume. Após se obter as soluções precipitou-se o cálcio. Colocando-se 2 ml de oxalato de Amónio mais 2 gotas de vermelho de metilo e colocou-se 1 ml da amostra em tubos. Adicionou-se 2 ml de ácido sulfúrico (1:4), agitando o tubo para garantir a homogeneização, adicionando-se hidróxido de amónio até a reacção alcalina e algumas gotas de ácido acético 1:4 até a cor rosa

pálida e deixou-se em repouso por 24 h. Por fim, encerrou-se a análise pois, passado 24 h não detectou-se nenhum sobrenadante.

5.4.1. Determinação de cálcio na farinha da casca de ovo

A determinação de cálcio no pó da casca de ovo foi feita com base na metodologia descrita por Adolfo Lutz, (2008), com algumas modificações. Pesou-se 2.5 g da amostra e fez-se o tratamento directo da amostra. Lavou-se a amostra com 40 ml de ácido clorídrico 1:1 e de seguida, a 60 ml de água destilada. Colocou-se 1 gota de ácido nítrico concentrado e deixou-se ferver por 30 min. Deixou-se arrefecer e filtrou-se para um balão volumétrico de 100 ml. De seguida, levou-se o filtrado na água destilada e perfez-se o volume. Após se obter as soluções precipitou-se o cálcio. Colocando-se 2 ml de oxalato de Amónio mais 2 gotas de vermelho de metilo e colocou-se 1 ml da amostra em tubos. Adicionou-se 2 ml de ácido sulfúrico (1:4), enrolando o tubo para garantir a homogeneização, adicionando-se hidróxido de amónio até a reacção alcalina e algumas gotas de ácido acético 1:4 até a cor rosa pálida e deixou-se em repouso por 24 horas. Passadas 24 horas centrifugou-se o sobrenadante por 15 min e decantou-se com 3 ml de hidróxido de amónio 1:40. Centrifugou-se novamente por 10 min e repetiu-se o processo de lavagem duas vezes por 10-15 min respectivamente. Retirou-se o sobrenadante e adicionou-se 2 ml de ácido sulfúrico 1:4. De seguida aqueceu-se no banho maria a 90°C e por fim, titulou-se com permanganato de potássio 001 normal concentrado e efectuou-se os cálculos.

5.5. Determinação do teor de humidade e actividade de água no pó da casca de ovo

O teor de humidade foi determinado em triplicado, pelo método gravimétrico em estufa, segundo a metodologia descrita pelo Adolfo Lutz (2008), que consistiu na desidratação da amostra em estufa a 105°C. Pesou-se 5 g da amostra em um cadinho e posteriormente secou-se o cadinho contendo a amostra em uma estufa a 105°C durante 4 horas. Em seguida arrefeceu-se a amostra em excicador até temperatura ambiente e pesou-se. A determinação da humidade presente na amostra foi calculada utilizando a expressão:

$$Humidade = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

W_1 - Peso do cadinho vazia

W_2 - Peso do cadinho com amostra antes da secagem

W_3 - Peso do cadinho com amostra depois da secagem

5.5.1. Determinação de actividade de água

A actividade de água foi medida em duplicado a 26,1°C e 25,9°C utilizando-se o analisador de actividade de água, da marca Aqualab, Modelo BWA-3A. As amostras foram colocadas em cadinho de porcelana apropriado inseridas no equipamento sendo posteriormente efetuadas as leituras.

5.6. Pesquisa da presença da *Salmonella*

Pré enriquecimento: foram pesados assepticamente 25 g da amostra de farinha da casca do ovo, adicionada a 225 ml de água peptonada tamponada em um Erlenmeyer e homogeneizada com recurso ao stomacher durante 1 minuto a 260 rpm. Por fim, a mistura foi incubada a temperatura de 37°C por 24 horas.

Enriquecimento: Após o repouso, o caldo de pré-enriquecimento foi levemente agitado, e foi retirado 1ml da mistura para 10 ml de caldo Selenite-cistine e outra porção de 0,1 ml para 10 ml de caldo Rappaport Vassiliadis *Salmonella*. E incubou-se a 37°C e 43°C por 24 horas respectivamente.

Isolamento: A amostra inoculada no caldo de enriquecimento Selenite-cistine foi transferida para a superfície das placas de SSagar e Hektoen usando uma ansa; o mesmo procedimento foi realizado para o tubo contendo caldo Rappaport Vassiliadis *Salmonella* por meio de sementeira por estrias do inóculo a fim de obter-se colónias separadas e por fim, as placas foram incubadas a 37°C por 24 horas. Após a incubação foram observadas as colónias, sendo suspeitas a *Salmonella* foi feita a confirmação bioquímica.

Provas Bioquímicas: Para a identificação bioquímica foram seleccionadas 2 a 3 colónias suspeitas (no SSagar, apresentam-se como colónias rosa-pálido, opacas, transparentes ou translúcidas, algumas com centro negro nas colonias e no Hektoen, apresentam cor verde transparente ou verde-azuladas com ou sem centros negros nas colónias) de *Salmonella* nas placas contendo SSagar para purificação em placas contendo Agar Nutrient onde efectuaram-se estrias e de seguida foram incubadas a 37°C por 24 h. Após a purificação, com uma ansa foram tocadas de leve no centro das colonias e inoculadas no tubo agar Triple Sugar Iron fazendo estrias na superfície inclinada e uma picada no fundo; sem flambar a ansa foi inoculado um tubo com caldo lisina descarboxilase (previamente aquecido para libertar oxigénio dissolvido), e no caldo Kligler foram devidamente fechados os tubos com tampa de rosca, e incubados a 37°C por 24 horas. E passadas 24h fez-se a leitura dos resultados.

5.7. Elaboração das formulações da farinha de milho enriquecida com o pó de casca de ovo

A tabela nutricional da farinha de milho usada neste estudo, não continha cálcio. A farinha de milho foi conduzida até ao Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos (LNHAA) para certificar se realmente este mineral encontrava-se ausente. Com base nos resultados, usou-se a informação para obter-se a formulação final e ideal, visando alcançar boa quantidade de cálcio no alimento que varia de 700-1300 mg, tendo em conta os limites toleráveis deste mineral para crianças e adolescentes de 1-17 anos de idade, de acordo com Institute Of Medicine (2010), utilizando a regra três simples.

Com base na informação a cima citada, foram elaboradas as formulações de farinha de milho com diferentes níveis de inclusão de farinha da casca de ovo designados F1, F2 e F3 respectivamente.

6. ANÁLISE DE DADOS

Os dados das análises físico-químicas foram tabelados no programa Microsoft Office Excel 2013 para análise descritiva de média e desvio padrão. E os das formulações também foram tabelados e comparados com os valores de cálcio padronizados na literatura.

Os dados microbiológicos foram tabelados no programa Microsoft Office Excel 2013 para análise e comparados os resultados com os valores padronizados na legislação vigente.

7. RESULTADOS

7.1. Determinação de cálcio na farinha de milho e no pó da casca de ovo

O resultado referente a quantidade de cálcio presente na farinha de milho usada neste estudo e pó da casca de ovo, foram de 0 mg e 16,8%, respectivamente, e estão apresentados na Tabela 3.

Tabela III. Quantidade de cálcio na farinha de milho e no pó da casca de ovo

Amostra	Parâmetro analisado	Resultado
Farinha de milho (100 g)	Cálcio	0 mg
Pó da casca de ovo (100 g)	Cálcio	16,8%

7.2. Determinação de humidade e Aw no pó da casca de ovo

Os resultados referentes a humidade e actividade de água no pó da casca de ovo, estão representados na tabela 4, cujos cálculos encontram-se no anexo I.

Tabela IV. Valores de humidade e actividade de água no pó da casca de ovo

Valor de humidade (%) e actividade de água			Média	Desvio padrao
Humidade	Placa 1	0.40	1.40%	1.41421
	Placa 2	3.40		
	Placa 3	0.40		
Aw	Aw1	0.752	0.77	0.01788
	Aw2	0.788		

7.3. Pesquisa da presença de *Salmonella* no pó da casca de ovo

O resultado da análise microbiológica, referente a pesquisa da presença da *Salmonella* no pó da casca de ovo foi ausente.

7.4. Formulações finais de farinha de milho enriquecida com a farinha de casca de ovo tendo em conta a idade

Os valores em gramas (g) do pó da casca de ovo a ser incorporado na farinha de milho variaram de 4,2-7,7. F1: 100 g de farinha de milho com 4,2 g do pó da casca de ovo; F2: 100 g de farinha de milho com 4,8 g do pó da casca de ovo; F3: 150 g de farinha de milho com 7,7 g do pó da casca de ovo, como ilustra a tabela 6, cujos cálculos para obtenção das mesmas encontram-se no anexo II.

Tabela V. Quantidade do pó da casca de ovo a ser incorporada na farinha de milho diariamente para crianças e adolescentes de 1-17 anos de idade.

Ingestão Dietética de cálcio	Limite superior tolerável	Quantidade da farinha	Quantidade do Pó da casca de ovo a ser incorporada (g)/dia/100g do pó
------------------------------	---------------------------	-----------------------	---

Idade (anos)	Recomendada mg/dia IOM(2010)	de ingestão mg/dia	Formulações	de milho (g)	
1-3	700	2500	F1	100	4,2
4-8	800	2500	F2	100	4,8
9-18	1300	2500	F3	150	7,7

8. DISCUSSÃO

O enriquecimento de farinhas com micronutrientes pode ser considerado um melhor veículo de aporte adequado de cálcio.

O resultado da análise de cálcio na farinha de milho obtido no presente estudo (0 mg) era o esperado, visto que este mineral não fazia parte da tabela nutricional do rótulo da mesma, o que era de se esperar, porque o milho apresenta pequenas quantidades de minerais, pois, de acordo com Cilla *et al.* (2016), as farinhas de cereais são um alimento básico nos países em desenvolvimento e são considerados o melhor veículo para enriquecimento com cálcio, como uma estratégia importante para combater os déficits alimentares, como é o caso da farinha de milho. Outros autores encontraram teor de cálcio na farinha, embora significativamente baixos na farinha de milho. Boen *et al.* (2011), ao realizarem a análise de cálcio na farinha de milho branca, obtiveram, em 100g desta, uma quantidade de 2 mg do mineral cálcio, empregando a técnica de espectrometria de absorção atômica com chama.

O teor de cálcio presente no pó da casca de ovo (16.8%) em 100g do produto, foi o esperado, uma vez que este mineral encontra-se em elevadas concentrações na casca. Estudo realizado por Naves *et al.*, (2007) ao determinar o teor de cálcio no pó da casca de ovo de poedeiras encontrou, em 100g da amostra um valor de 36,8%, mencionando que a casca de ovo é composta essencialmente de carbonato de cálcio. Valor este que difere com o encontrado no estudo, mas, não se descarta a possibilidade deste pó ser considerado rico em cálcio pois ainda assim, é possível usá-lo como suplemento de cálcio para enriquecer outros alimentos, precisamente a farinha de milho. No entanto, a redução de cálcio no pó pode ser atribuído a etapa de secagem na estufa a 85°C/24h durante o processamento, pois o mineral cálcio quando submetido ao aquecimento sofre algumas alterações no alimento. Segundo Varnam e Sutherland (1995), o cálcio quando submetido ao aquecimento a elevadas temperaturas sofre uma modificação produzindo uma diminuição do cálcio solúvel no alimento e a precipitação do fosfato de cálcio.

O processamento térmico é também um passo importante para a destruição da *Salmonella*, o que contribui para a alteração da quantidade do cálcio no pó. De acordo com a literatura, para o alimento tratado termicamente deve atingir temperatura mínima de 70°C, conforme a legislação vigente no Brasil (Brasil, 2004) para atingir tal propósito, as cascas usadas neste estudo foram submetidas a uma temperatura de 85°C/24h na estufa para garantir a destruição deste microorganismo.

Esta variação de cálcio no pó também pode ser explicada por Calderon (1994) que aponta que a diferença de cálcio na casca do ovo assim como no pó da casca de ovo pode estar relacionada com factores nutricionais na alimentação das poedeiras. Para o aumento no peso da casca, do cálcio e na qualidade da casca do ovo, é necessário um aumento na ingestão de Ca pela poedeira, através da utilização de maiores níveis de cálcio nas rações Frost e Roland, (1991), com isso, pode-se

constatar que as cascas de ovos de poedeiras podem apresentar diferentes níveis de cálcio e conseqüentemente diferentes níveis de cálcio no pó processado.

De acordo com Silva, (2000), a temperatura e o tempo empregados no tratamento térmico dependem de vários fatores como: pH do alimento, sua composição química, resistência térmica de enzimas e de microorganismos a serem destruídos, a resistência do próprio alimento a altas temperaturas e a vida-de-prateleira que se deseja para o produto depois do tratamento. A temperatura e tempo da secagem das cascas de ovo na estufa foram organizados de modo que fossem suficientes e eficazes para a destruição da *Salmonella*. O que pode ter contribuído para a redução do cálcio no produto final. E o pó da casca de ovo foi submetido a pasteurização húmida/45min a temperatura de ebulição, cujo objectivo era obter um produto livre de contaminação. De acordo com (Pinheiro e Mosquim, 1991) a pasteurização é uma etapa crucial que consiste na aplicação de um tratamento térmico no produto, com a finalidade de destruir os microorganismos patogênicos como a *Salmonella* para obter um produto livre de contaminação e prolongar sua vida útil. Silva e Almeida, (2000) ao estudar a estabilidade do leite, constataram que com o aquecimento dos alimentos, ocorre o deslocamento de parte de alguns minerais como o cálcio. Essas abordagens podem justificar a redução da quantidade do mineral cálcio no pó da casca de ovo.

O valor do teor de humidade (1,4%) no pó da casca do ovo foi satisfatório, visto que limite máximo de humidade em farinhas é de 14 % estabelecido pela legislação vigente no Brasil (Brasil, 2005). Pois, segundo Cánovas *et al.*, (2003) a análise do teor de humidade nos alimentos é importante, pois verifica a estabilidade na conservação do mesmo, e impede a rápida proliferação de microorganismos interferentes, como fungos. O teor de humidade do pó da casca de ovo esteve dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Em um estudo realizado por Neves *et al.*, (2007) o teor de humidade no pó da casca de ovo encontrado foi de 1,1%. Esta ligeira diferença do resultado do estudo com o da literatura pode ser justificada pelos diversos factores, tais como: interferência de humidade externa, lotes desiguais das farinhas e a metodologia usada pelo autor para determinar o teor de humidade.

A actividade de água (0,77) no pó da casca de ovo esteve na escala intermediária, esta classificação pode ser explicada por Víctor *et al.*, (2013) que classifica os alimentos em três grupos conforme a função da actividade de água: alimentos com baixa actividade (A_w até 0,60), alimentos com actividade intermediária (A_w entre 0,60 a 0,90) e alimentos com alta actividade (A_w maior que 0,90). Pode-se não considerar totalmente estável o pó da casca de ovo deste estudo devido a água livre presente que pode permitir o desenvolvimento de alguns microorganismos como bolores e leveduras, comprometendo a vida de prateleira do produto. Devendo-se optar no uso de embalagens que propiciam maior durabilidade das farinhas, principalmente em relação a humidade e actividade de água como a embalagem de polipropileno pigmentado (Alvares, *et al* 2009). É também crucial fazer-se um estudo de estabilidade no pó da casca de ovo para avaliar a capacidade do produto manter as propriedades físicas, químicas e microbiológicas desejadas. A carência de

informações de análises físico-químicas sobre o pó da casca de ovo não permitiu trazer artigos sobre estudos comparativos referente a actividade de água no pó da casca de ovo. Mas em uma pesquisa feita por Lacerda (2020), obteve no pó um valor de 0,63 de actividade de água. Valor este, baixo comparado ao estudo realizado, no entanto, ambos encontram-se na faixa de alimentos com actividade de água intermédia que são susceptíveis a contaminação por microorganismos como bolores e leveduras.

A pesquisa da *Salmonella* é bastante relevante, sobretudo quando a matéria-prima utilizada é o ovo e seus subprodutos. Pois, de acordo com Silva Junior, (2005) a contaminação do pó da casca de ovo pela bactéria *Salmonella* ocorre, na maioria das vezes, através da casca.

O resultado da pesquisa de *Salmonella* no estudo encontra-se dentro dos padrões recomendados pelo Laboratório Nacional de Higiene de Água e Alimentos (1997) (*Salmonella* ausente). O que leva a considerar eficientes e essenciais as etapas de processamento para a eliminação desde microorganismo. É descrito na literatura que a redução significativa dos microorganismos ocorre após cinco minutos de sua exposição à uma solução de 10 mL de hipoclorito de sódio/1,0 L de água (Silva Junior 2005). Mas a técnica otimizada no presente estudo para eliminação da bactéria *Salmonella* compreendeu a imersão das cascas em solução clorada 30 e 15 minutos (Figura 1). A imersão das cascas de ovo em solução clorada, seguida de fervura, secagem e por fim a pasteurização constituem etapas críticas e essenciais no preparo do pó e, portanto, devem ser monitoradas.

Os possíveis perigos na produção do pó da casca de ovo podem ser a contaminação por microorganismos patogênicos (*Salmonella* sp.). Estudos realizados por Oliveira e Silva, (2000) encontraram níveis de contaminação considerados altos em amostras de casca e de gema. Assim, a adopção de medidas preventivas na elaboração do produto é essencial para garantir a qualidade higiênico-sanitária desse suplemento nutricional, que pode ser distribuído a comunidades carentes visando o combate à deficiência de cálcio.

No presente estudo foram desenvolvidas três (3) formulações por usar na dieta de modo a suprir as necessidades nutricionais do mineral cálcio no organismo (tabela 6), pois de acordo com Weinsier e Krumdieck (2000), as recomendações actuais de ingestão de cálcio para crianças e adolescentes são difíceis de serem alcançadas através da dieta, pois o consumo dos produtos lácteos não é, em geral, suficiente para atingir as recomendações.

Alguns estudos do National, (1994) e Institute Of Medicine, (2010) constataram que no caso de adolescentes, a situação é mais problemática pois necessita-se de uma ingestão mínima de 1200 a 1300mg por dia para se alcançar a retenção máxima de cálcio no osso, o que leva a considerar que o uso de suplementos de cálcio é essencial em crianças e adolesncentes, pois segundo Institute Of Medicine, (2010), recomenda-se, para esse grupo alvo, o uso de suplementos de cálcio em doses

de até 1300 mg para complementar o cálcio na alimentação e assegurar assim, uma melhor densidade óssea.

O baixo poder aquisitivo constitui um factor limitante para o consumo de leite e seus derivados. Assim, por ser a casca de ovo de fácil aquisição e o modo de preparo do pó ser bastante simples, o produto pode representar uma fonte acessível de cálcio para as populações de baixa renda e contribuir de forma significativa para o aporte adequado do mineral. Naves *et al.*, (2007), ao realizar o estudo com diferentes formulações de alimentos como biscoito salgado fazendo uso do pó de casca de ovos de galinha e avaliar o teor de cálcio presente, observaram que os alimentos fortificados apresentaram concentrações de cálcio significativamente maiores em relação as formulações originais sem fortificação. Os autores enfatizam que os alimentos fortificados podem contribuir de modo significativo para o aporte adequado de cálcio, sobretudo em situações fisiológicas de maior demanda do mineral.

A tabela 6, referente a quantidade tolerável de cálcio a ser ingerido pelas crianças e adolescentes, mostra que pequenas quantidades deste pó (4-7g equivalente a meia colherinha de chá) são suficientes para serem usadas como suplemento de cálcio em substituição de algumas fontes de cálcio como o leite.

9. CONCLUSÃO

O pó da casca de ovos de galinha apresenta alto teor de cálcio (16,8% em 100 g), podendo ser usado como uma fonte de suplemento de cálcio na alimentação humana.

O pó da casca de ovo apresentou uma humidade e actividade de água de 1,4% e 0,77, respectivamente.

As condições microbiológicas do pó da casca de ovo estiveram dentro do padrão estabelecido.

A adição de 4-7g do pó da casca de ovo na farinha de milho, constitui uma óptima alternativa de aporte de cálcio em substituição de outras fontes como o leite.

10. RECOMENDAÇÕES

- Realização da análise sensorial de alimentos enriquecidos com o pó da casca de ovo para verificar a aceitabilidade do pó;
- Realização de estudo nutricional ou clínico para certificar se o pó da casca de ovo pode suprir a carência de cálcio em crianças e adolescentes de 1-17 anos de idade;
- Realização de um estudo experimental para verificar a viabilidade da suplementação da farinha de milho com o pó da casca de ovo para suprir a carência de cálcio;
- Realização de um estudo de estabilidade do pó da casca de ovo para avaliar a capacidade do produto manter as propriedades físicas, químicas e microbiológicas desejadas;
- Estudar a vida de prateleira do pó, considerando o armazenamento do mesmo a temperatura ambiente e embalagens de vidro.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, S.; Alane, D.; Aiara, A.; Josely, B. (2021). Fatores intervenientes do desmame precoce durante o aleitamento materno exclusivo. Revista Eletrônica Acervo Saúde. v. 13, n. 4, p. 1-8. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saúde/article/view/6882/4394>. Acesso em: 08 de Maio 2023.

Alvares, V.; Sousa, J. M. L.; Negreiros, J. R.; Lessa, L. S.; Costa, D. A. (2009). Efeito da embalagem na qualidade de farinhas durante o armazenamento. Anais e proceedings. p. 3-5. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/download/1485/802/4607>. Acesso em: 10 de Abril de 2024.

AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15. ed., v. 1. 684 p.

Bar, A.; Vax, E.; Striem, S. (1998). Effects of age at onset of production, light regime and dietary calcium on performance, eggshell traits, duodenal calbindin and cholecalciferol metabolism. British poultry Science, v.39, p.282-290. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9649885/>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2024.

Barancelli, G. V.; Martin, J. G. P.; Porto, E. (2012). *Salmonella* em ovos: Relação entre produção e consumo seguro. Segurança Alimentar e Nutricional, 19(2), 73–82. <https://doi.org/10.20396/san.v19i2.8634612>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

Boen, T. R. *et al.* (2007). Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. Revista Brasileira, v. 43, n. 4, p. 589-596. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v43n4/11.pdf>. Acesso em: 04 de Abril de 2023.

Boot, A.; Ridder, M.; Krenning, E.; Muinck, K. (2010). Peak bone mineral density, lean body mass and fractures. Bone; 46: 336-341. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details>. Acesso em 07 de Abril de 2023.

Brasil, (2005). Instrução Normativa MAPA nº 8, de 3 de junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1. Disponível em: <https://siatemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMpa&chave=803790937>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024.

Brasil, (2004). RDC nº 216, de 15 de Setembro. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/.res0216_15_09_2004. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024.

Brun, L. R.; *et al.* (2013). Chicken eggshell as suitable calcium source at home. International Journal of Food Sciences and Nutrition, v. 64, n. 6, p. 740-743. Disponível em:

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/21873/.CONICET_Digital_Nro.44afcf9-b746-4ca7-b6ef-d58e3a936bf7_D.pdf?sequence=5. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024.

Calderon, C. (1994). Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. FACTA, Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. p.35-66. Disponível em: <https://www.polinutri.com.br/upload/artigo/190.pdf>. Acesso em: 01 de Novembro de 2023.

Cánovas G. V.; Molina J. J.; Alzamora S. M.; Tapia M. S. (2003). Manejo e Preservação de Frutas e Hortaliças por Métodos Combinados para Áreas Rurais. Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas. Roma. ISBN 92-5-104861-4. Fao Disponível em: <https://www.fao.org/3/y4490e/y4490e00.htm>. Acesso em: 05 de Março de 2024.

Cilla, A.; Garcia, G. L.; Barbera, A. (2016). In Vitro Bioavailability of Iron and Calcium in Cereals and Derivatives: a Review. Food Reviews International, v.34, n.1. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/87559129.2016.1210631>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024.

Dallacorte C.; Behling S. M.; Quadros, C. (2017). Implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo: um estudo da viabilidade econômica. Revista Tecnológica, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 83–103. Disponível em: <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/236>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2024.

Dunkley, K. D.; Callaway, T. R.; Chalova, V. I.; McReynolds, J. L.; Hume, M. E. (2009). Foodborne Salmonella ecology in the avian gastrointestinal tract. *Anaerobe*, p. 26–35. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1075996408000735>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2024.

Edelson, S. G.; Buchanan, R. L. (2004). Thermal inactivation of *Enterobacter sakazakii* in rehydrated infant formula. J Food Prot. p. 60-63. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.gov/14717352/>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2024.

FAO. Food and Agriculture Organization. (2013). Milk and dairy products in human nutrition. Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/fr?details=5067e4f2-53f8-/>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024.

Faustino, M. *et al.* (2019). Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. Molecules, CBQF—Centro de Biotecnologia e Química Fina, Laboratório Associado, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, Rua Arquitecto Lobão Vital 172, Porto, 4200-374, Portugal, v. 24, n. 6. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0>. Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2013). *Food wastage footprint: Impacts on natural resources*. Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2024.

Frots, T. J.; Roland, D. A. (1991). The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. *Poultry Science*, v.70. p.963-969. Disponível em: <https://www.polinutri.com.br/upload/artigo/190.pdf>. Acesso em: 01 de Novembro de 2023.

Galisa, M. S.; Esperança, L. B.; Sá, G. (2008). *Nutrição conceitos e aplicações*, São Paulo, 1º ed, p.65-66. Disponível em : <https://revistas.ufc.br/academica/article/viewFile/21357/140079>. Acesso em: 02 de Maio de 2022.

Gurr, M. (1999). *Calcium in nutrition*. Brussels. ILSI Europe, p. 40. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revstaufg/article/download/49247/24175>. Acesso em: 01 de Novembro de 2023.

Gutkoski, L. C.; Jacobsen, N. R. (2002). Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma. *Ciência Rural*, v. 32, p. 873-879. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v32n5/11880.pdf>. Acesso em: 02 de Agosto de 2023.

Heaney, R. P. (2009). *Calcium in systemic human health*. Totowa: Humana Press. Cap. 19, p. 313-325. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07315724.2000.10718088>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2024.

Heaney, R. P. *et al.* (2000). bone mass. *Osteoporosis International*, v. 11, n. 12, p. 985-1009. Disponível em: <https://link.springer.com/search?dc.creator=R.%20P.%20Heaney>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2024.

Institute of Medicine (2010). Report Release: Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. November 30. Disponível em: https://sban.cloudpainel.com.br/br/source/SBAN_importancia-do-consumo-de-leite.pdf. acesso: 01 de Agosto de 2023.

Instituto Adolfo Lutz (2008). *Metódos físico-químicos para análise de alimentos*. 4ª ed. São Paulo: Zenebon O. e Pascuet N. S., 2005. 1000p. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br>. Acesso: 08 de Maio 2023.

Jacob, J. P.; Miles, R. D.; Mather, F. B. (2011). *Egg Quality 1*. University of Florida – Florida. Disponível em: <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/ir/00/99/42/62/00001/ps02000.pdf>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2024.

Jay, J. (1995). Foodborne gastroenterites caused by Salmonella and Shigella. In: *Modern food microbiology* ed. 15, p. 507–523. Disponível em: https://linkspringer.com/chapter/10.1007/0-387-23413-6_26. Acesso em: 19 de Março de 2024.

Joint Health Claims Initiative to the Food Standards Agency. (2003). Final Technical Report; 2003; p 4-266. Disponível em: <https://www.reading.ac.uk/foodlaw/pdf/uk-06029-jhcj-review.pdf>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2024.

Kalkwarf H. J.; Khoury J. C.; Lanphear B. P. (2003). Intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in us women. *The América Journal of Clinical Nutrition*. p. 257–265. Disponível em: https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/.index.cfm/fuseaction/display.files/fileID13562. Acesso em: 08 de abril de 2024.

King'ori, A. M. (2011). A review of the uses of poultry eggshells and shell membranes. *International Journal of Poultry Science*, v.10, n.11, p.908-912. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_203.pdf. Acesso em: 06 de Maio de 2022.

Kirunda, D. F.; McKee, S. R. (2000). Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poultry Science*, 79(8), 1189–1193. <https://doi.org/10.1093/ps/79.8.1189>.

Ladu M.; Morone H. (2021). Holistic approach in the evaluation of the sustainability of biobased products: An Integrated Assessment Tool. *Sustainable Production and Consumption*, [s. l.], v. 28, p. 911–924. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352550921002050>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2024.

LNHAA. Laboratório Nacional de Higiene Água e Alimentos. (1997). Manual de microbiologia de alimentos. Maputo, Mianistério da Saúde. p.49-56.

Liziane L. (2020). Desenvolvimento de farinha da casca de ovo. Engenharia de alimentos. 7º Simpósio de Segurança alimentar .Brasil. 5p. Acesso em: 08 de Março de 2024. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/ssa7/.envio/files/trabalho3_203.pdf. Acesso em 05 de Março de 2024.

Luft, N. *et al.* (2005). Teor de cálcio e qualidade microbiológica da farinha da casca de ovo. In: Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, São Paulo: Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, p. 351. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250044462>. Acesso em: 26 de Abril de 2022.

Madusa, Y.; Hiramatsu, H. (2008). Bioavailability and physiological function of eggshells and eggshell membranes. cap. 3, p. 129-140. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/HajimeHatta/publication/229796154_Bioactive_components_in_Egg_Youlk/links/62a5a4814ec50bd1fd29e/Bioactive-components-in-Egg-Youlk.pdf#page=141. Acesso em: 23 de Fevereiro de 2024.

Mandarino, J. M. G. (1993). Aspectos importantes para a qualidade do trigo. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, p. 32. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112_5.htm. Acesso em: 04 de Agosto de 2023.

Martini, A. (2008). O papel do cálcio no crescimento e desenvolvimento infantil. In: Fisberg M. O papel dos nutrientes no crescimento e desenvolvimento infantil. São Paulo: p. 42-43. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001664074>. Acesso em 20 de Fevereiro de 2024.

Murakami, F. S. *et al.* (2007). Physicochemical study of CaCO_3 from egg shells. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, 27(3): p. 658-662. Disponível em : <https://revistas.ufc.br/academica/article/viewFile/21357/140079>. Acesso em: 02 de Maio de 2022.

National Institute of Health. (1994). Consensus Development Panel on Optimal Calcium Intake. Optimal Calcium Intake. *J.A.M.A.*, v.272, n. 24, p. 1942-1948. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revstaufg/article/download/49247/24175>. Acesso em: 01 de Novembro de 2023.

Naves, V.; Fernandes, D. C.; Prado, C. M.; Teixeira, M. (2007). Fortificação de alimentos com o pó da casca de ovo como fonte de cálcio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27(1): p. 99-103. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_203.pdf. Acesso em: 06 de Maio 5 de 2022.

Neves, M. A. (1998). "Alternativas para valorização da casca de ovo como complemento alimentar e em implantes ósseos". UFSC, Florianópolis. Disponível em: <https://revistas.ufc.br/academica/article/viewFile/21357/140079>. Acesso em: 02 de Maio de 2022.

Oliveira, B. L. (1999). Ovo: qualidade é importante. Lavras. Disponível em: <http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-ovos.htm>. Acesso em: 20 de Julho de 2023.

Oliveira, D. A., Benelli, P., Amante, E. R. (2009). Valorização de resíduos sólidos: Casca de Ovos como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos. Second International Workshop Advances in Cleaner Production, São Paulo. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_203.pdf. Acesso em: 06/5/2022.

Oliveira, D. D.; Silva E. N. (2000). Salmonella em ovos comerciais: ocorrência, condições de armazenamento e desinfecção da casca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 52: 655-661. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/MwpZmWQ8WDcMx9DnDRfPQ7s/abstract/?lang=pt>. Acesso em 10 de Março de 2024.

Oliveira, V. L.; Taham, T. (2012). Pesquisa de salmonella spp. em ovos comercializados na região do distrito federal. *Cadernos de Pós-Graduação da FAZU*, 2(0). Disponível em: <https://www.fazu.br/ojs/index.php/posfazu/article/view/416>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2024

Organização Mundial da Saúde. (2000). Manejo da desnutrição grave: Um manual para profissionais de saúde de nível superior (médicos, enfermeiros, nutricionistas e outros) e suas equipes de auxiliares. Genebra, OMS. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/bvsmis/resource/pt/mis-10133>. Acesso em: 10 de Março de 2024.

Ornellas, L. H. (2001). Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos. 7. ed. São Paulo: Editora Metha, 330 p. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/T%C3%A9cnica-Diet%C3%A9tica-Sele%C3%A3o-preparo-Alimentos/dp/8574540927>. Acesso em: 10 de Março de 2024.

Pascoal, L. A. F., Bento Junior, F. de A., dos Santos, W. S., Silva, R. S., Dourado, L. R. B., & Bezerra, A. P. A. (2008). Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz-MA. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Article 1. Disponível em: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/912>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

Pereira G. A.; Genaro O. S.; Pinheiro M. M.; Szejnfeld V. L; Martini L. A. (2009). Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo. Rev Bras Reumatol. p. 164-180.

Pinheiro, A. J. R.; Mosquim, M. C. A. V. (1991). Apostila: Processamento de leite de consumo. Departamento de Tecnologia de Alimentos. UFV: Viçosa. Disponível em: <https://www.google.com/url?q=https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/8930/material/TCC-Giuliana%2520>. Acesso em: 08 de Março de 2024.

Poletti, B. (2017). Vida de prateleira de ovos de poedeiras com diferentes idades de postura em sistema orgânico de produção. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/179116>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

Rêgo, I. O. P.; Cançado, S. V.; Figueiredo, T. C.; Menezes, L. D. M.; Oliveira, D. D.; Lima, A. L. (2012). Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735-742. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010209352012000300027&script=sci_arttext. Acesso em: 26 de Janeiro de 2024.

Rodrigue A. (2015). Estudos de utilização, tratamento e valorização de resíduos sólidos: casca de ovo. 136 f. [s. l.]. Disponível em: <https://ria.ua.pt/handle/10773/14886>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2024.

Roland, D. A.; Bryant, M. M.; Rabon, H. W. (1996). Influence of Ca and environmental temperature on performance of first-cycle (phase 1) commercial leghorne. Poultry Science, v.75, p.62-68. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8650114/>. Acesso em: 10 de Março de 2024.

Rovenský, J. *et al.* (2003). Eggshell calcium in the prevention and treatment of osteoporosis. International Journal of Clinical Pharmacology Research, v.23, n.2, p.83-92. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/yTR8KbsQWNpBSLQB3ZrwSSP/?format=pt>. Acesso em: 26 de Abril de 2022.

Silva Junior, E. A. (2005). Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação, 6. ed. São Paulo: Varela. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_203.pdf. Acesso em: 06 de Maio de 2022.

Silva, P. H. F.; Almeida, M. C. F. (2000). Estabilidade térmica do leite. In: Congresso Nacional de Laticínios. Anais do XV Congresso nacional de laticínios. Juiz de Fora: EPAMIG- Centro Tecnológico – ILTC. p. 157-163. Disponível em: <https://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/download/1485/802/4607>. Acesso em: 08 de Março de 2024

Sodagari, H. R.; Mohammed, A. B.; Wang, P.; O'Dea, M.; Abraham, S.; Robertson, I.; Habib, I. (2019). Non-typhoidal Salmonella contamination in egg shells and contents from retail in Western Australia: Serovar diversity, multilocus sequence types, and phenotypic and genomic characterizations of antimicrobial resistance. International Journal of Food Microbiology, 308, 108305. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108305>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

Varnam, A. H.; Sutherland, J. P. (1995). Leche e productos lácteos: tecnologia, química y microbiología. Zaragoza: Acribia, 476p. Disponível em: <https://www.booki.pt/loja/prod/leche-y-productos-lacteos-tecnologia-quimica-y-microbiologia/.9788420007946/>. Acesso em: 10 de Abril de 2024.

Vasconcelos, L. A. S. (2018). Avaliação da qualidade microbiológica e físicoquímica de ovos comercializados em Manaus, AM. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Brasil. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6533>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

Victor N.; Bekele M. S.; Ntseliseng M.; Makotoko M.; Peter C. (2013). Microbial and Physicochemical Characterization of Maize and Wheat Flour from a Milling Company, Lesotho. Department of Biology, National University of Lesotho, Roma 180, Lesotho. Internet Journal of Food Safety. 15:11-19. Disponível em: https://.researchgate.net/publication/277006463_Microbial-and-Physicochemical-Characterization-of-Maize-and-Wheat-Flour-from-aMillingCompanyLesotho.pdf. Acesso em: 05 de Março de 2024.

Vilar, J. S. *et al.* (2010). Composição química da casca de ovo de galinha em pó. Boletim de Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 28, n. 2, p. 247-254. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2index.php/alimentos/article/view/20439/13698>. Acesso em: 11 de Março de 2024.

Weaver, C. M.; Heaney, R. P. (2003). Cálcio: Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. 9. ed. Rio de Janeiro: Manole, cap.7, p.153-168. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250044462>. Acesso em: 26 de Abril de 2022.

Weinsier, R. L.; Krumdieck, C. L. (2000). Dairy foods and bony health examination of the evidence. v.72, n.3, p. 681-689. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revstaufg/article/download/49247/24175>. Acesso em: 01 de Novembro de 2023.

Wu, F. M.; Beuchat, L. R.; Doyle, M. P.; Mintz, E. D.; Wells, J. G.; Swaminathan, B. (2002). Survival and growth of *Shigella flexneri*, *Salmonella enterica* serovar Enteritidis, and *Vibrio cholerae* in reconstituted infant formula. p. 782-786. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12224592>. Acesso em: 10 de marco de 2024.

12. ANEXOS

ANEXO I

Cálculos de humidade e actividade de água no pó da casca de ovo

$$\text{Placa1: Humidade} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

$$\text{Humidade} = \frac{26,54 - 26,52}{26,54 - 21,54} \times 100\%$$

$$\text{Humidade} = 0,4\%$$

$$\text{Placa2: Humidade} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

$$\text{Humidade} = \frac{28,87 - 28,68}{28,87 - 22,87} \times 100\%$$

$$\text{Humidade} = 3,4\%$$

$$\text{Placa3: Humidade} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

$$\text{Humidade} = \frac{29,10 - 29,08}{29,10 - 24,10} \times 100\%$$

$$\text{Humidade} = 0,4\%$$

$$\text{Média} = \frac{H1 + H2 + H3}{3}$$

$$\text{Média} = \frac{0,4 + 3,4 + 0,4}{3}$$

$$\text{Média} = 1,4\%$$

Cálculos de Actividade de água

$$Aw1=0,752 \text{ e } Aw2= 0,788$$

$$\text{Média} = \frac{Aw1 + Aw2}{2}$$

$$\text{Média} = \frac{0,752 + 0,788}{2}$$

$$\text{Média} = 0,77$$

ANEXO II

Cálculos para obtenção das formulações

Idade	Ingestão Dietética Recomendada (IDR) mg/dia IOM(2010)
1-3	700
4-8	800
9-18	1300

Para 1-3 anos de idade:

100 g do pó de casca de ovo _____ 16800 mg de cálcio

X _____ 700 mg IDR de cálcio

X= 4,2 g do pó da casca de ovo

Para 4-8 anos de idade:

100 g do pó da casca de ovo _____ 16800 mg de cálcio

X _____ 800 mg IDR de cálcio

X= 4,8 g do pó da casca de ovo

Para 9-18 anos de idade:

100 g do pó da casca de ovo _____ 16800 mg de cálcio

X _____ 1300 mg IDR de cálcio

X= 7,7 g do pó da casca de ovo