



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

RAQUEL KELLY DE SOUSA FRANÇA

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS FARINHAS DE MILHO
(FLOCÃO)**

**CAMPINA GRANDE- PB
2017**

RAQUEL KELLY DE SOUSA FRANÇA

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS FARINHAS DE MILHO
(FLOCÃO)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Química Industrial.

Área de concentração: QUÍMICA DOS
ALIMENTOS.

Orientador: Prof. Dra. Ângela Maria
Santiago

**CAMPINA GRANDE- PB
2017**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F814a França, Raquel Kelly de Sousa.
Avaliação do estado de conservação das farinhas de milho (flocão) [manuscrito] : / Raquel Kelly de Sousa França. - 2017.
43 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação : Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química - CCT."

1. Farinha de milho. 2. Aspergillus. 3. Miho. 4. Grão de milho - armazenamento.

21. ed. CDD 664.028

RAQUEL KELLY DE SOUSA FRANÇA

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS FARINHAS DE MILHO
(FLOCÃO)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

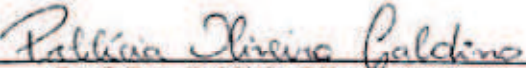
Área de concentração: QUÍMICA DOS ALIMENTOS.

Aprovada em: 07/12/2017

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dra. Angela Maria Santiago (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dra. Márcia Ramos Luiz
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dra. Pablicia Oliveira Galdino
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

*Dedico este trabalho a Deus por toda força durante
a caminhada acadêmica e a minha mãe,
por todo incentivo e amor.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar durante todo o caminho acadêmico, me dando forças nos momentos difíceis e me enviando anjos para não desistir de meu sonho.

Em especial a minha mãe Rosenilda, que está realizando comigo esse sonho, aquela que me deu forças, me incentivou durante toda minha vida e que é minha base e a razão de todas as escolhas que eu faço. Sem ela eu não seria a mulher que me tornei.

A minha irmã Rafaela, que abdicou de muitas coisas de sua vida para me ajudar, que sempre me incentivou e esteve ao meu lado sempre que precisei.

A meu noivo Gutemberg, que estuda comigo desde o 5º período do curso e presenciou, apoiou e me incentivou durante boa parte desse percurso.

A minha orientadora, Dra. Ângela Maria Santiago, pela oportunidade de aprender um pouco de seu conhecimento, que é minha inspiração profissional e despertou em mim um amor pela área de química dos alimentos desde sua primeira aula ministrada.

Aos docentes da UEPB, por todo conhecimento ensinado durante o curso, pelas palavras de incentivo e pelas críticas construtivas.

A todos os meus companheiros de turma, pela amizade e companheirismo dentro e fora da sala, a todos que passaram e deixaram em mim um pouco de si durante esses quase seis anos de curso, em especial a Felipe, Ewellyn, Renan e Édna Raquel, que vivenciaram grandes momentos comigo e me ajudaram na fase de conclusão do curso.

A todos os meus familiares que torceram e apoiaram na minha caminhada, em especial a minha tia M^a de Fátima (*in memoriam*).

As professoras Dra. Pablícia e Dra. Márcia pela participação na banca e pelas sugestões para melhoria deste trabalho.

RESUMO

O cultivo do milho (*Zea mays L.*) existe há milhões de anos e o seu uso como fonte de nutriente na forma in natura ou processada se tornou um importante ingrediente na dieta humana. A grande demanda e conseqüentemente o crescimento de plantações de milho em áreas antes não cultivadas, favorecem o desenvolvimento de fungos deterioradores dos grãos, produzidos por essas plantas. Após colheita, muitos fungos, em especial o *Aspergillus flavus*, resistem aos processos posteriores e sobrevivem ao processamento do grão que é transformado em subprodutos, dentre eles a farinha de milho (flocão). Este trabalho tem como objetivo avaliar o estado de conservação das farinhas de milho (flocão) comercializadas em um supermercado da cidade de Campina Grande – PB, por meio dos parâmetros: teor de água e acidez álcool-solúvel conforme metodologia descrita no Manual das Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008). Os resultados obtidos indicaram que as farinhas de milho encontram-se em estado adequado de conservação dentro dos parâmetros exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cujo teor de água está abaixo de 12% e a acidez menor que 2,0%.

Palavras-Chave: farinha, umidade, *Aspergillus*.

ABSTRACT

The cultivation of maize (*Zea mays* L.) has existed for millions of years and its use as a source of nutrient in natura or processed form has become an important ingredient in the human diet. The great demand and consequently growth of corn plantations in previously uncultivated areas favor the development of deteriorating fungi of the grains, produced by these plants. After harvest, many fungi, especially the *Aspergillus flavus*, resist the later processes and survive grain processing which is transformed into by-products, among them the corn flour. This work has as objective evaluate the state of conservation of the corn flour (flocão) commercialized in a supermarket in the city of Campina Grande – PB, through the parameters: water content and alcohol-soluble acidity according to methodology described by Manual of Analytical Standards of the Adolfo Lutz Institute – IAL (2008). The results indicated that commercially available corn flours are in an adequate state of preservation within the parameters required by the Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), whose water content is below 12% and the acidity is less than 2,0%.

Keywords: flour, moisture, *Aspergillus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Anatomia do grão de milho	15
Figura 2 - Proporções dos endospermas e gérmen no grão de milho	16
Figura 3 - Grão de milho duro	17
Figura 4 - Grão de milho dentado	18
Figura 5 - Grão de milho misturado	18
Figura 6 - Espiga de milho com grãos bons	19
Figura 7 - Grãos de milho carunchado	19
Figura 8 - Grão de milho ardido	20
Figura 9 - Grão de milho germinado	20
Figura 10 - Grão de milho gessado	20
Figura 11 - Grão de milho mofado	21
Figura 12 - Grãos de milho chochos e imaturos	21
Figura 13 - Grãos de milho fermentado	22
Figura 14 - Óleos vegetais e os ácidos graxos presentes	25
Figura 15 - Carboidratos na forma de poli-hidroxialdeídos e poli-hidroacetonas	26
Figura 16 - Carboidratos amilose e amilopectina	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Balanço de oferta e demanda de milho em toneladas por hectares	13
Tabela 2 - Composição química do milho	22
Tabela 3 - Limite máximo tolerado de micotoxinas pela ANVISA	30
Tabela 4 - Teor de água das farinhas de milho	35
Tabela 5 - Teor de acidez das farinhas de milho	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	11
1.1.1 Geral	11
1.1.2 Específicos.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 HISTÓRICO DO MILHO	12
2.2 FISIOLOGIA DO GRÃO DE MILHO	13
2.3 ESTRUTURA DO GRÃO DE MILHO	15
2.4 CLASSIFICAÇÃO DO GRÃO DE MILHO	17
2.4.1 Milho duro	17
2.4.2 Milho dentado.....	17
2.4.3 Milho semiduro	18
2.4.4 Milho misturado	18
2.4.5 Outros conceitos usados para grãos de milho.....	19
2.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO DE MILHO.....	22
2.5.1 Teor de água e atividade de água.....	23
2.5.2 Proteína.....	24
2.5.3 Lipídeos	24
2.5.4 Carboidratos	26
2.5.5 Fibras	27
2.5.6 Cinzas	28
2.6 MICROBIOTA DO GRÃO DE MILHO	28
2.6.1 Fungos	29
2.6.1.1 <i>Fusarium</i>	29
2.6.1.2 <i>Aspergillus</i>	29
2.6.2 Fatores que propiciam o desenvolvimento dos microrganismos.....	31
2.7 ARMAZENAMENTO DO GRÃO DE MILHO.....	31
2.8 FARINHA DE MILHO	32
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	33
3.2 FARINHA DE MILHO (FLOCÃO)	33
3.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA E ACIDEZ.....	33
3.3.1 Teor de água	33
3.3.2 Acidez Álcool-Solúvel	34

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 TEOR DE ÁGUA.....	35
4.2 ACIDEZ ÁLCOOL-SOLÚVEL.....	36
5 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do milho (*Zea mays L.*) e seu consumo são hábitos antigo de várias civilizações, sendo considerada fonte de alimentação básica e de grande importância durante séculos. No Brasil, antes mesmo das grandes navegações e seu descobrimento, os indígenas já cultivavam e consumiam o cereal como principal ingrediente em sua dieta (ABIMILHO, 2015).

O milho em grão, rico em nutrientes, constituído de proteínas, lipídeos, fibras, cinzas e uma grande quantidade de carboidratos, o qual lhe confere grande poder energético, seu consumo puro (assado ou cozido) ou combinado com outros ingredientes tem grande valor na dieta do povo brasileiro, em especial, dos nordestinos, podendo ser também usado na fabricação de diversos outros alimentos como: farinha de milho, biscoito, pães, cervejas, polenta, bolo, canjica, pamonha, sorvetes, entre outros.

O milho possui grande vulnerabilidade ao desenvolvimento de fungos que liberam toxinas, dentre as principais encontradas estão as micotoxinas produzidas pelas espécies do gênero *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. Logo, o milho processado que dá origem a novos produtos, quando apresentar micotoxinas, levará ao produto final uma concentração menor a contaminação inicial, porém não existe uma correlação exata entre a concentração de micotoxinas encontradas no grão de milho não processado e em seus derivados (KAWASHIMA e SOARES, 2006).

Portanto, a realização das análises físico-química, como exemplo, teor de água no grão de milho, antes do processamento é de extrema importância para que seus derivados não apresentem metabólitos tóxicos, tais como, as micotoxinas elaboradas por fungos durante o armazenamento as quais poderão acarretar danos a saúde do consumidor.

Segundo Kwiatkowski e Alves(2007), esses metabólitos são chamados de aflatoxinas, as quais são elaboradas pelo fungo *Aspergillus flavus* e são conhecidas por serem compostos carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos. A ingestão, por humanos, de alimentos contaminados por aflatoxinas pode levar ao desenvolvimento de condições clínicas, que vão depender de fatores como: dose, idade, estado nutricional e gênero.

Uma das principais questões a se considerar é o estado físico e químico que se encontram as farinhas de milho de diferentes fabricantes, caracterizando-as por meio de análises físico-química para compreender o grau de deterioração das mesmas. Portanto nessa

pesquisa faz-se necessário a realização de análises de teor de água e acidez álcool-solúvel de quatro farinhas comercializadas na cidade de Campina Grande-PB.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar o estado de conservação das farinhas de milho (Flocão) comercializada na cidade de Campina Grande – PB.

1.1.2 Específicos

- Fazer um levantamento bibliográfico sobre o milho, os fungos contaminantes do milho e condições de armazenamento;
- Determinar o teor de água e a acidez álcool-solúvel das farinhas de milho (Flocão).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DO MILHO

O milho (*Zea mays L.*) pertence à família *Poaceae*. É uma espécie anual, ereta, multicaule, com baixo perfilhamento (ramos laterais que se desenvolvem na planta) e estival (que brota no verão ou período de estiagem), classificado no grupo das plantas C4 e com ampla adaptação a diferentes condições ambientais (GALINDO, 2015).

O milho é uma planta bastante utilizada na alimentação humana, seja na forma de grãos secos ou verdes, *in natura*, cozida ou processada. O milho verde pode ser considerado uma hortaliça, devido ao fato de permanecer no campo até o tempo de sua colheita que varia de 90 (verão) há 100 dias (inverno) (PAES, 2006).

O milho é um cereal versátil, que apresenta uma vasta gama de utilizações, desde o consumo direto – na forma de milho verde, comercializado por pequenos produtores até a produção de subprodutos por grandes indústrias de áreas diversas, como: química, farmacêutica, de bebidas e de combustível. O milho é fonte de energia, proteína, gordura e fibras. (REGITANO-D'ARCE, SPOTO e CASTELLUCCI, 2015).

O milho é um dos alimentos básicos das civilizações por vários séculos, com as grandes navegações do século XVI, o cultivo do milho se expandiu para outras partes do mundo e hoje é cultivado e consumido em larga escala, perdendo apenas para o trigo e arroz. No Brasil, o cultivo de milho por indígenas vem desde o descobrimento do país, sendo o principal ingrediente de sua dieta. O milho é um dos alimentos mais nutritivos que existe, seja usado de forma pura ou combinado, é uma importante fonte de energia para o homem e traz em sua composição vitaminas A e as do complexo B, proteínas, gorduras, carboidratos, ferro, cálcio, fósforo e amido (ABIMILHO, 2015).

Dentre os maiores produtores de milho do mundo está o Brasil em 3º lugar, atrás dos Estados Unidos (primeiro) e da China (segundo). Sendo o Brasil o 2º maior exportador e o maior consumidor do mundo de grãos de milho (ABRAMILHO, 2016).

No ano de 2016, a perspectiva da Associação Brasileira de Milho (ABRAMILHO) era que houvesse um grande aumento na produção de grãos de milho no país para o ano de 2017, o qual foi confirmado por meio de dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2017) sendo que, a primeira safra foi com destaque para a região nordeste e a

segunda para a região centro-oeste. No final da segunda safra, observou-se que a produtividade média foi acima de 5,5 t/ha e que houve um grande aumento na exportação (CONAB, 2017).

A Tabela 1 exibe a quantidade em toneladas por safra durante o período de 2011 a 2017, além do balanço de oferta e demanda de milho.

Tabela 1- Balanço de oferta e demanda de milho em toneladas por hectares

SAFRA	ESTOQUE INICIAL	PRODUÇÃO	IMPORTAÇÃO	SUPRIMENTO	CONSUMO	EXPORTAÇÃO	ESTOQUE FINAL
2011/2012	4.459,6	72.979,5	774,0	78.213,1	51.894,0	22.313,7	4.005,3
2012/2013	4.005,3	81.505,7	911,4	86.422,4	53.263,8	26.174,1	6.984,6
2013/2014	6.984,6	80.051,7	790,7	87.826,9	54.503,1	20.924,8	12.399,0
2014/2015	12.399,0	84.672,4	316,1	97.387,5	56.611,1	30.172,3	10.604,1
2015/2016	10.604,1	66.530,6	3.338,1	80.472,8	54.639,8	18.883,2	6.949,9
2016/2017	6.949,9	97.712,0	700,0	105.361,9	56.165,3	29.000,0	20.196,5

Fonte: Adaptado CONAB, 2017

Na Tabela 1, estão expressos os valores em toneladas por hectares de milho produzidos no Brasil nas últimas seis safras, podendo-se observar que a safra de 2016/2017 foi a maior dos últimos seis anos, tendo um aumento de mais de 31.000 toneladas por hectares de milho produzidos a mais que a safra de 2015/2016. Da quantidade produzida no país, mais de 57% foram consumidos no país e 30% foram exportados.

Esse crescimento na produção exigiu maiores investimentos para melhorar a oferta de híbridos que se adaptassem mais facilmente as condições do campo a serem plantados e a incorporação de novas tecnologias (PEIXOTO, 2014). Os maiores produtores de milho encontram-se na região centro-oeste, sendo que, no estado do Mato Grosso a produção foi de 4.639 hectares, Mato Grosso do Sul foi de 1.787 hectares e Goiás de 1.520 hectares (CONAB, 2017).

2.2 FISILOGIA DO GRÃO DE MILHO

O crescimento e desenvolvimento do grão de milho são influenciados por fatores que devem ser analisados no plantio, dentre os aspectos a serem analisados estão às condições climáticas (como a temperatura), época de semeadura, condições do solo e profundidade de semeadura (CRUZ et al, 2010).

O cultivo do milho necessita que os parâmetros climáticos estejam em níveis considerados ótimos. A temperatura de cultivo deve ser próxima a temperatura ambiente em que ela está cultivada, quando a temperatura se apresenta mais elevada, o metabolismo da planta é acelerado e em temperaturas menores o metabolismo tende a diminuir. A faixa de temperatura considerada ideal para a planta está entre 24 e 30°C. Quando submetida a temperaturas inferiores a 10°C por longos períodos, o crescimento se torna quase nulo e com temperaturas acima de 30°C o rendimento de grãos decresce no turno da noite, devido o consumo de produtos metabólicos elaborados de dia (CRUZ et al, 2010).

A radiação solar é fundamental para o processo fotossintético, pois 90% da matéria seca do milho advém da fixação do CO₂ pela fotossíntese. A época de semeadura mais adequada é a que coincide o período de floração com os dias mais longos e o período de enchimento dos grãos com o período em que a temperatura é mais elevada e a radiação solar está mais disponível (CRUZ et al, 2010).

A umidade do solo deve atender a sua exigência, pois é de grande importância para o desenvolvimento, podendo ocasionar danos em todas as suas fases caso esteja em déficit. Nos estádios iniciais de crescimento, o consumo de água da planta não ultrapassa o valor de 2,5 mm/dia e no período entre o espigamento e a maturação o consumo varia de 5 a 7,5 mm/dia (CRUZ et al, 2010).

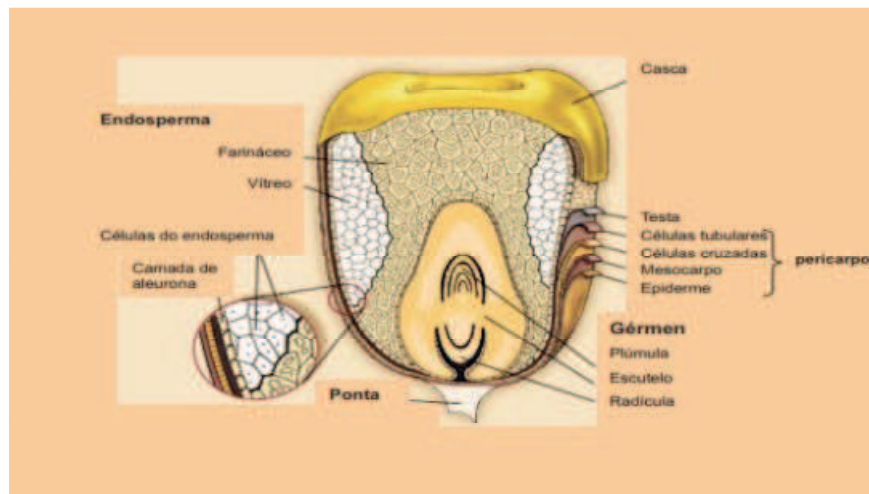
A profundidade de semeadura deve possibilitar um bom contato com a umidade do solo e varia de acordo com o tipo de solo. Em solos mais pesados e argilosos, as sementes são colocadas de 3 a 5 cm de profundidade e em solos mais arenosos ou leves, a profundidade varia de 5 a 7 cm para que exista maior beneficiamento do teor de umidade do solo (CRUZ et al, 2010).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2010), o rendimento é elevado se a densidade do plantio for aumentada até atingir a densidade ótima que não é um parâmetro e é determinada por condições externas, resultante das condições edafoclimáticas. O aumento dessa densidade também determina a quantidade e o tamanho das espigas e o espaçamento entrelinhas, que está associada à densidade, no Brasil, tem uma variação para o espaçamento de 70 a 100 cm.

2.3 ESTRUTURA DO GRÃO DE MILHO

Segundo Paes (2006), botanicamente o grão de milho é conhecido como “cariopse” e é dividido em quatro estruturas físicas principais, como mostra a Figura 1, são elas: endosperma, gérmen, pericarpo ou casca e ponta. O grão de milho normalmente é encontrado na coloração amarela e branca, podendo variar do vermelho até o preto e seu peso de 250 a 300 mg. Este mesmo autor afirma que a composição média em base seca do grão de milho é constituída de 72% de amido, 9,5% de proteína, 9% de fibra e 4% de óleo. Entretanto, Rostagno, Albino e Donzele (2011) referenciaram que o grão de milho possui 8,26% de proteína bruta, 3,66% de extrato etéreo, 1,52% de fibras e 1,27% de matéria mineral.

Figura 1 - Anatomia do grão de milho



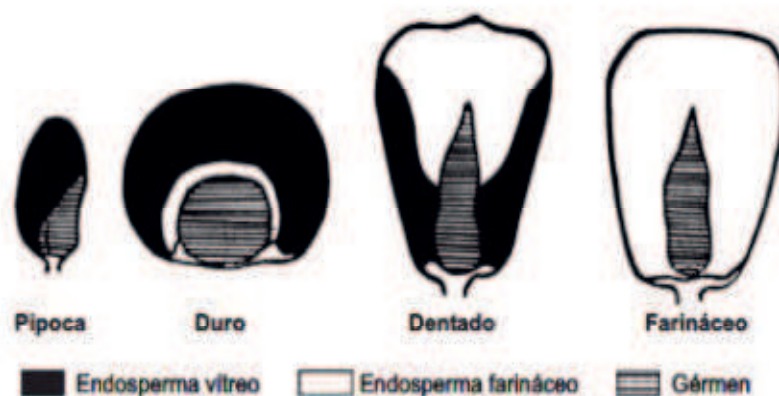
Fonte: PAES apud BRITANNICA, 2006

Segundo Paes (2006), o endosperma corresponde a 83% do peso seco do grão e é constituído principalmente por amido na forma de grânulos, também estão presentes as proteínas de reserva que é aproximadamente 8% do peso do grão, essas proteínas são do tipo prolaminas, chamadas de zeínas, que formam o envoltório (corpos proteicos) dos grânulos de amido dentro da célula do endosperma.

De acordo com o mesmo autor, a distribuição da matriz de proteína e distribuição dos grânulos de amido, o endosperma tem duas classificações: farinácea e vítrea, conforme ilustrado na Figura 2. No endosperma farinácea, os grânulos do amido são arredondados e estão dispersos, não existe matriz proteica envolvendo a estrutura, o que faz com que o grão possua espaços vazios na secagem, já que os espaços eram ocupados pela água no processo de

maturação e a mesma é eliminada. No endosperma vítreo, a matriz proteica é compactada, com corpos proteicos estruturados, que envolve os grânulos de amido e não permite espaços entre as estruturas. Essa classificação de endosperma farináceo e vítreo se dá aos aspectos dos grãos quando submetidos à luminosidade. Pois no farináceo, os espaços vazios permite a passagem de luz e torna o grão opaco, enquanto que o endosperma vítreo por não possuir espaços vazios não permite a passagem da luz e faz com que o mesmo sofra reflexão.

Figura 2 - Proporções dos endospermas e gérmen no grão de milho



Fonte: PAES, 2006

O gérmen corresponde a 11% do peso seco do grão, formado quase que totalmente de lipídeos, além de minerais, proteínas e açúcar. O gérmen é a única fração do grão que possui proteínas de tipo albumina, globulinas e glutelinas, que se difere das proteínas encontradas no endosperma em caráter nutricional e tecnológico. O óleo presente no gérmen possui na composição ácidos graxos polinsaturados, semelhantes aos encontrados no óleo de girassol e soja, sendo o principal componente o ácido graxo linolênico que é considerado essencial à alimentação humana. O pericarpo ou casca representa 5% e é constituído por polissacarídeos do tipo hemicelulose, celulose e lignina. O pericarpo protege as demais estruturas do grão de fatores como elevada umidade, microrganismos e insetos que venham a causar deterioração. A ponta do grão de milho é a menor estrutura e é responsável pela conexão entre o grão e o sabugo, sendo constituída essencialmente de material lignocelulósico e é a única fração do milho que não é coberta pelo pericarpo (PAES, 2006).

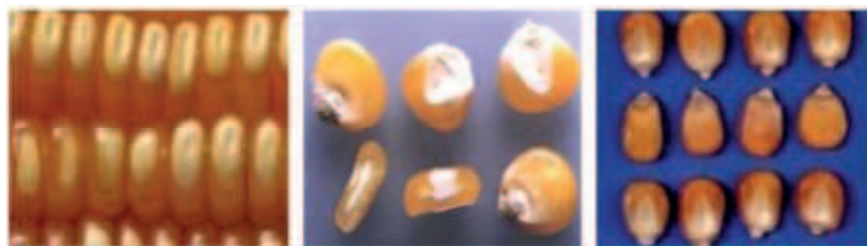
2.4 CLASSIFICAÇÃO DO GRÃO DE MILHO

O MAPA por meio da Instrução Normativa nº 60 de 22 de dezembro de 2011, determinou que a partir do 1º dia do mês de setembro de 2013, o milho fosse classificado como: duro, dentado, semiduro e misturado e também os definiu da seguinte forma:

2.4.1 Milho duro

É aquele que apresenta endosperma predominantemente córneo, apresentando aspecto vítreo. O formato do grão deve ser predominantemente ovalado e sua coroa deve ser lisa e convexa, conforme ilustra a Figura 3. A amostra de grãos deve apresentar o mínimo de 85,0% em peso de grãos com essas características para ser classificado como grão duro.

Figura 3 - Grão de milho duro



Fonte: SAMPAIO, 2015

Santos (2015) descreve que “os grãos do tipo duro apresentam reduzida proporção de endosperma farináceo em seu interior, notando-se que a parte dura ou cristalina é a predominante e envolve por completo o endosperma farináceo”

2.4.2 Milho dentado

É o grão de milho que deve apresentar consistência parcial ou totalmente farinácea, seu formato deve ser predominantemente dentado e sua coroa apresentar uma reentrância acentuada, conforme ilustra a Figura 4. A amostra deve apresentar no mínimo 85,0% dessas características para ser classificado como grão dentado.

Os grãos do tipo dentado, o qual predomina endosperma farináceo, são constituídos por grânulos de amido densamente arranjados nas laterais dos grãos, formando um cilindro aberto que envolve parcialmente o embrião; na parte central, os grânulos de amido são menos densamente dispostos (SANTOS, 2015).

Figura 4 - Grão de milho dentado



Fonte: SAMPAIO, 2015

2.4.3 Milho semiduro

É o grão que deve apresentar o mínimo de 85,0% em peso de grãos com consistência e formato intermediário entre dentado e duro.

2.4.4 Milho misturado

É o grão que não estiver compreendido dentro das especificações dos grupos de dentado, duro ou semiduro, se enquadra como grãos de milho misturados. Na Figura 5 estão representados alguns grãos de milho que se enquadra na classificação de grãos misturados.

Figura 5 - Grão de milho misturado



Fonte: SAMPAIO, 2015

2.4.5 Outros conceitos usados para grãos de milho

Segundo o MAPA (2011) há outros conceitos também usados para grãos de milho:

Grãos bons: pode ser definido como os grãos que possui sua estrutura íntegra, não apresentando variação de coloração e estrutura, com ausência de trincas e qualquer outro aspecto que o torne diferente de sua morfologia natural. A Figura 6, ilustra uma espiga de milho contendo grãos classificados como bons.

Figura 6 - Espiga de milho com grãos bons



Fonte: VIANA, 2014

Grãos carunchados: são todos os grãos de milho ou pedaços de grãos que se apresentem atacados por insetos, considerados pragas, em qualquer uma de suas fases evolutivas. Conforme Figura 7.

Figura 7 - Grãos de milho carunchado



Fonte: SAMPAIO, 2015

Grãos ardidos: são aqueles grãos ou pedaços de grãos que estão totalmente escurecidos, devido umidade, calor ou fermentação avançada e que atinja quase totalmente a massa do grão. Também sendo considerados ardidos aqueles grãos que possuem aspectos semelhantes aos grãos queimados, conforme Figura 8.

Figura 8 - Grão de milho ardido



Fonte: SAMPAIO, 2015

Grãos germinados: são aqueles que apresentam início visível de germinação, ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Grão de milho germinado



Fonte: SAMPAIO, 2015

Grãos gessados: são aqueles grãos de milho ou pedaço de grãos que tenham sofrido mudança na sua coloração original, com variação de esbranquiçado ao opaco, mostrando em seu interior todo o endosperma amiláceo com aspecto e cor de gesso (farináceo), ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Grão de milho gessado



Fonte: SAMPAIO, 2015

Grãos mofados: são definidos como grão mofado aqueles que apresentem contaminações por fungos, mofo ou bolor, que são visíveis a olho nu, independente da área atingida, bem como os grãos ou pedaços de grãos que apresentem coloração azulada ou esverdeada no germe devido ação fúngica, conforme figura 11.

Figura 11 - Grão de milho mofado



Fonte: SAMPAIO, 2015

Grãos quebrados: são “os pedaços de grãos que vazarem pela peneira de crivos circulares de 5,00 mm (Cinco milímetros) de diâmetro e ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 3,00 mm (Três milímetros) de diâmetro”.

Grãos chochos ou imaturos: são os grãos que são isentos de massa interna, enrijecidos e enrugados pelo incompleto desenvolvimento fisiológico, com exceção dos grãos de ponta de espiga e os grãos pequenos. Os grãos de milho chocho ou imaturos estão representados na Figura 12.

Figura 12 - Grãos de milho chochos e imaturos



Fonte: SAMPAIO, 2015

Grão fermentado: são aqueles que apresentem escurecimento parcial do endosperma ou gérmen provocado pelo calor ou processo fermentativo, também sendo classificados como fermentados aqueles grãos que devido a semelhança de aspecto se apresentem parcialmente

queimados, com exceção dos grãos que apresente plúmula roxa como característica varietal. Na Figura 13, estão representados os grãos fermentados.

Figura 13 - Grãos de milho fermentado



Fonte: SAMPAIO, 2015

Impurezas: são “pedaços de grãos que vazarem pelas peneiras de crivos circulares de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, bem como detritos do próprio produto que ficarem retidos nas peneiras de crivos circulares de 5,00 mm (cinco milímetros) e de 3,00 mm (três milímetros) de diâmetro, que não sejam grãos ou pedaços de grãos de milho”.

2.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO DE MILHO

A variação da composição e organização dentro do grão varia de acordo com o tipo de solo, condições climáticas, material genético e estágio de maturação da planta (SANTOS, 2015). Essa variação dos valores que compõe o grão do milho pode ser observada na Tabela 2, conforme a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2011).

Tabela 2 - Composição química do milho

Propriedades	TACO	IBGE
Teor de água	60,14	59,60
Proteína(g)	3,32	6,60
Lipídeo(g)	7,18	0,60
Carboidratos (g)	25,11	28,6
Fibra Alimentar(g)	4,25	3,90
Cinzas(g)	-	0,70
Energia (kcal)	160,14	138,0

Fonte: TACO, 2011. IBGE, 2011

2.5.1 Teor de água e atividade de água

A água pode estar presente em duas formas: como um composto químico necessário para o crescimento e como participante da estrutura física do alimento. O teor de água do alimento pode sofrer interferências de acordo com a umidade relativa do ar, pois há uma tendência de equilíbrio. Caso o teor de água do alimento se apresente menor que a umidade do ambiente, haverá uma absorção do alimento dessa água presente no ar. Caso, a quantidade de água do alimento seja maior que a do ambiente, ele perde água para o ambiente pela sua superfície. Assim, o teor de água de um alimento é caracterizado pela quantidade total presente nesse alimento (GAVA, 2007).

A normativa 60, de 23 de dezembro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determina que o valor recomendado para fins de comercialização dos grãos de milho deve ter percentual máximo de umidade de 14,0%.

Segundo Bolzan (2013) a água se encontra nos alimentos da seguinte forma:

- Água livre: que esta fracamente ligada aos demais componentes dos alimentos. Essa água serve como meio de cultivo para os microrganismos e causa alterações nos alimentos e serve de meio para que ocorram reações químicas e bioquímicas.
- Água ligada: essa esta fortemente ligada aos componentes do alimento, normalmente formando as primeiras camadas de hidratação do alimento.

A atividade de água (A_w) é definida como a intensidade da ligação da água com os componentes do alimento. Esse parâmetro indica a disposição que o alimento possui a sofrer alterações, principalmente as ocasionadas pelos microrganismos. Quanto maior a atividade de água do alimento, maior a perecibilidade do mesmo. Matematicamente, a atividade de água é definida pela relação da pressão de vapor da amostra com a pressão de vapor da água pura, ambas na mesma temperatura. Logo a A_w dos alimentos é sempre inferior a 1,0 por possuir solutos em sua composição, o valor de $A_w=1,0$ é valida apenas para a água pura (BOLZAN, 2013).

2.5.2 Proteína

As proteínas são macromoléculas biológicas constituídas por aminoácidos. Na natureza são encontrados 20 tipos de aminoácidos, nem todos estão presentes numa única proteína e alguns desses aminoácidos são repetidos dentro da cadeia protéica. Dentre esses 20 aminoácidos, 10 são classificados como aminoácidos essenciais, por não serem sintetizados pelo organismo humano e devem ser incluídos na dieta, são esses: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Os aminoácidos chamados não essenciais são: alanina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutâmico, glutamina, glicina, prolina, serina e tirosina (PINHEIRO, PORTO e MENEZES, 2005).

De acordo com os mesmos autores, as proteínas têm funções como: estrutural no corpo, músculo, tecido nervoso, tecidos conjuntivos e epiteliais, catalisadores biológicos (enzimas), hormônios, anticorpos e transporte de nutrientes e metabólitos. São classificadas em: proteínas simples ou homoproteínas que são formadas apenas de aminoácidos e proteínas complexas e conjugadas ou heteroproteínas que são formadas por cadeias de aminoácidos ligadas a grupos diferentes, chamados de grupos prostéticos.

Cerca de 80% das proteínas presentes no milho são as zeínas e são conhecidas como proteínas de reserva do milho. As zeínas estão na forma de corpos protéicos, estão localizadas no endosperma do grão de milho e são sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso. Sob aspectos nutricionais, tem sido demonstrado que o conteúdo da zeína está associado a diferenças na dureza dos grãos (SANTOS, 2015).

2.5.3 Lipídeos

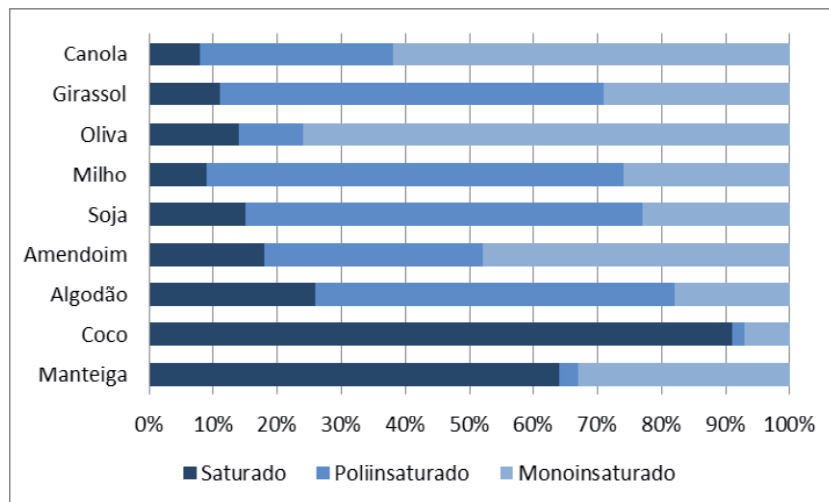
Os lipídeos são compostos orgânicos naturais, constituído por carbonos, esses em maior quantidade, hidrogênio e oxigênio. Conhecidos popularmente como gordura, funcionam como fornecedores de energia, sendo degradadas nas células no processo de respiração celular. Os lipídeos servem como transportadores de vitaminas lipossolúveis e nutrientes, como as vitaminas A, D e E. As principais funções dos lipídeos são fornecimento de energia, auxílio na absorção e transporte de vitaminas lipossolúveis, participão na reação

de produção de hormônios e melhora a textura e sabor dos alimentos (PINHEIRO, PORTO e MENEZES, 2005).

O óleo de milho possui na sua composição ácidos graxos de grande importância na dieta humana, para a prevenção de doenças cardiovasculares e colesterol elevado. “Os tocoferóis fazem parte da estrutura de hormônios e também atuam como oxidantes, enquanto os carotenóides, principalmente zeaxantina e luteína, possuem ação anticâncer, devido à sua propriedade antioxidante” (PAES, 2006).

Na Figura 14, está representada a composição de alguns óleos vegetais com relação ao tipo de ácido graxo presente.

Figura 14 - Óleos vegetais e os ácidos graxos presentes



Fonte: Adaptado PINHEIRO, 2005

Na Figura 14, estão representados os principais óleos vegetais e seus respectivos ácidos graxos presentes, sendo o óleo de milho constituído em sua maior parte de ácidos graxos poliinsaturados, prevalecendo o ácido linoleico o qual é considerado um ácido graxo essencial e são necessários para manter os níveis saudáveis de lipídeos no sangue e também encontrados em grande quantidade nos óleos de soja e girassol.

Conforme a Figura, o óleo de coco é rico em ácidos graxos saturados os quais causam efeitos maléficos á saúde do consumidor devido a elevação do LDL-c plasmático e aumento do risco de doenças cardíacas.

2.5.4 Carboidratos

Os carboidratos são biomoléculas que podem ser encontradas em grande quantidade na natureza e é a mais abundante fonte de energia. A denominação inicial de carboidratos deu-se por possuir hidratos de carbono na sua estrutura. Sendo, normalmente chamados de amido, açúcar ou glicídios. São classificados em poli-hidroxialdeídos ou poli-hidroxicetonas, representados na Figura 15, ou ainda recebe a classificação de monossacarídeos, polissacarídeos e oligossacarídeos. Possui funções importantes como: fontes de energia para realização de trabalho biológico nos humanos e são armazenados como forma de glicogênio e nos vegetais como amido; preservam as proteínas, que são responsáveis por manter, reparar e desenvolver os tecidos corporais, podendo ser também usado como fonte de energia quando a reserva de glicogênio estiver reduzida, então a produção de glicose começa a ser realizada a partir da proteína; proteção contra substâncias ácidas (corpos cetônicos), essa proteção ocorre quando o indivíduo possui uma dieta inadequada ou quando há um excesso de exercícios físicos, o que resulta num acúmulo de substâncias ácidas que são prejudiciais ao organismo; combustível para o sistema nervoso central, já que a única fonte energética essencial para o funcionamento do cérebro é a glicose (PINHEIRO, PORTO e MENEZES, 2005).

Figura 15 - Carboidratos na forma de poli-hidroxialdeídos e poli-hidroxicetonas

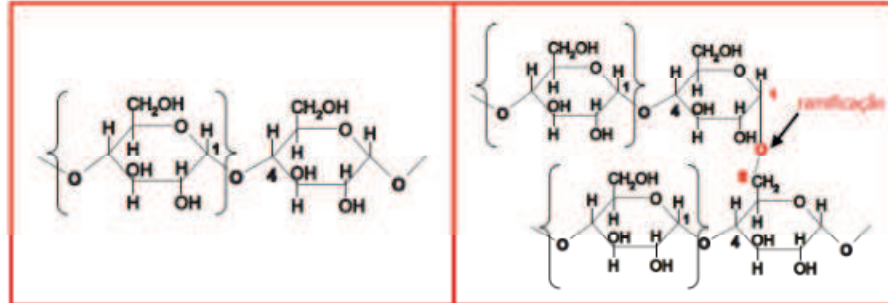


Fonte: PINHEIRO, 2005

O principal carboidrato presente no grão de milho é o amido, constituído de polímeros de glicose lineares e ramificados denominados amilose e amilopectina, ilustrados na Figura 16. Esses polímeros são diferenciados pela sua estrutura química, tamanho de moléculas e propriedades químicas, de forma geral a amilose e amilopectina forma de 98-99% dos grânulos de amido. Os grânulos de amido são formados a partir da deposição de anéis de crescimento, constituindo de camadas alternadas, semicristalinas e amorfas. Estes anéis se desenvolvem a partir do centro do grânulo em direção a superfície. As regiões amorfas nos

grânulos parecem ser o ponto de ramificação da amilopectina e as regiões cristalinas representa a estrutura em dupla hélice mais compacta da amilopectina (SANTOS, 2015).

Figura 16 - Carboidratos amilose e amilopectina



Fonte: PINHEIRO, 2005

2.5.5 Fibras

A fibra alimentar é definida como a parte comestível de uma planta ou ainda, carboidratos que no intestino humano são de difícil digestão e absorção. A fibra alimentar inclui polissacarídeos vegetais, como a hemicelulose, celulose e lignina que estão presentes no pericarpo do milho (CATALANI, 2003).

Nutricionalmente, a fibra é definida como o material filamentosos dos alimentos. Na antiguidade, o termo fibra crua era bastante utilizado e significava um resíduo heterogêneo de alimentos vegetais resultante de tratamentos sucessivos com ácidos e álcalis diluídos em condições especiais. Mas esse termo foi substituído por fibra dietética que designa a parte residual do vegetal resistente a hidrólise enzimática no intestino humano. As fibras dietéticas são constituídas por associação de polímeros que possuem alto peso molecular, macromoléculas que compreende dois grupos químicos: o grupo com estrutura de polissacarídeos vegetais e o grupo sem essa estrutura (FRANCO, 2007).

A American *National Academy of Sciences* definiu a fibra alimentar como todo o carboidrato não digerível. Nas plantas esses materiais apresentam-se intrínsecos e intactos. Incluem-se nesta definição muitas outras substâncias que normalmente não eram consideradas como fibras, tais como, o amido resistente e vários tipos de oligossacarídeos não digeríveis (SEZINI, 2007).

As fibras alimentares podem ser classificadas em solúveis e insolúveis relacionadas ao seu efeito fisiológico. As fibras solúveis em água retardam o esvaziamento gástrico e a velocidade do trânsito intestinal e são representadas pelas pectinas, gomas e algumas

hemiceluloses. As fibras insolúveis aceleram o trânsito intestinal e são constituídas pela celulose, hemicelulose e lignina (FRANCO, 2007).

2.5.6 Cinzas

Cinzas são os resíduos inorgânicos do alimento resultado de uma incineração de matéria orgânica. Não possui necessariamente a mesma composição da matéria mineral do alimento, pois existe, algumas vezes, perda por volatilização ou interação dos constituintes do alimento. Por vezes, a determinação das cinzas é difícil, quando se trata de matéria muito rica em fosfato, com teor elevado de metais alcalinos, produtos muito gordurosos e açucarados. O teor de cinzas dentro de um alimento pode variar entre 0,1 a 15% da constituição total do alimento, essa variação é influenciada pelas condições do alimento e tipo de alimento (HEIDEN et al, 2014).

No milho, a matéria inorgânica, contribui em maior concentração no gérmen do grão. O mineral em maior proporção presente é o fósforo (0,3 ppm) que estar presentes nos grãos na forma de fitatos de potássio e magnésio. Outro mineral que também possui significativa quantidade é o enxofre na forma de aminoácidos sulfurados. Em menores quantidades, mas também possuindo sua importância, estão minerais como o cloro, cálcio, sódio, iodo, ferro e zinco (PAES, 2006).

2.6 MICROBIOTA DO GRÃO DE MILHO

Os grãos de milho estão sujeitos principalmente a contaminação fúngica desde o campo até o armazenamento. Os principais aspectos dessa contaminação fúngica esta na diminuição do poder de germinação, descoloração, presença visível de bolor, odor desagradável e perdas nutricionais. Dentre os fungos micotoxigênicos mais comuns na cadeia alimentar estão os do gênero *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, que são os principais responsáveis pela maioria das micotoxinas encontradas e estudadas (HERMANNNS et al, 2006).

Ainda no campo, os fungos estão presentes nos grãos geralmente na forma de esporos, onde desenvolve estruturas onde lhe permite penetrar o interior do grão e deteriorá-lo quando

as condições estão favoráveis. Nos grãos armazenados, os fungos podem ter origem do campo e continuar seu desenvolvimento nos armazéns. Os microrganismos necessitam de um alto teor de água para que ocorra seu desenvolvimento e para que estes colonizem seus substratos (PAIM, 2016).

2.6.1 Fungos

Os fungos causam aproximadamente 85% das doenças em plantas e no milho diversos tipos de fungos podem ocasionar doenças (REID, 2017).

A presença de fungos e suas toxinas liberadas não são sinônimos, visto que nem todos os fungos produzem e liberam toxinas. Aspectos como teor de umidade, atividade de água, temperatura do ar e precipitação pluvial são fatores que influenciam diretamente o nível de contaminação do grão e o potencial dos fungos em produção de toxinas (REGES et al, 2016).

2.6.1.1 *Fusarium*

A infecção da planta de milho pelo *Fusarium* ocorre na raiz e tecido dos entrenós que vão adquirindo coloração vermelha em direção a parte superior da planta. Sendo um fungo típico de solo, podendo também ser encontrado associado a semente (FERNANDES e OLIVEIRA, 2000).

As fumonisinas são as micotoxinas produzidas pelos fungos da espécie *Fusarium*, ao grão de milho esta associado normalmente ao fungo *Fusarium moliniforme* (VALMORBIDA, 2016).

2.6.1.2 *Aspergillus*

As doenças na planta ocasionada pelo *Aspergillus* sp. são especialmente perigosa, isso se dá a capacidade do *Aspergillus flavus* de produzir um metabólito secundário conhecido como Aflatoxina. O *Aspergillus flavus* é um fungo patógeno que tem se tornado conhecido

por infectar várias culturas, sendo o milho a mais afetada por esse microrganismo (REID, 2017).

O desenvolvimento do *Aspergillus flavus*, pode produzir metabólitos secundários, como as micotoxinas, que são tóxicas para humanos e animais (PAIM, 2016).

Existem quatro principais aflatoxinas produzidas pelo *A. flavus*, são elas: B1, B2, G1 e G2. Segundo Reid (2017) a aflatoxina B2 produzida pelo *Aspergillus flavus* é a mais onipresente e cancerígena das aflatoxinas, entretanto, Kakde (2017, apud International Agency for Research on Cancer, 1993) afirmou que a aflatoxina B1 é classificada como classe 1 das micotoxinas cancerígenas para os humanos.

Regis et al (2016) afirma que as condições climáticas de um país determinam, em grande parte, as classes de fungos que irão crescer e os tipos de micotoxinas que podem produzir. No Brasil, existem condições propícias para o crescimento de todo tipo de fungos produtores de micotoxinas.

A Resolução da ANVISA RDC N°. 7 de 18 de fevereiro de 2011, impõe valores máximos permitidos de micotoxinas presentes nos grãos de milho para comercialização e consumo. Onde os níveis de micotoxinas deverão ser tão baixos quanto razoavelmente possível, devendo ser aplicadas as melhores práticas e tecnologias na produção, manipulação, armazenamento, processamento e embalagem, de forma a evitar que um alimento contaminado seja comercializado ou consumido.

Na Tabela 3, tem-se os limite máximos de micotoxinas que estão em vigor e são permitidos pela ANVISA (2011).

Tabela 3 - Limite máximo tolerado de micotoxinas pela ANVISA

Micotoxina	Alimento	Limite Máximo Tolerado (LMT) ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Aflatoxina B1, B2, G1 e G2	Milho, milho em grão (inteiro, partido, amassado, moído), farinhas ou sêmolos de milho.	20
Desoxivalenol (DON)	Milho em grão para posterior processamento	2000
Fumonisin (B1+B2)	Milho em grão para posterior processamento	5000
Zearalenona	Milho em grão para posterior processamento	400

Fonte: ANVISA, 2011

2.6.2 Fatores que propiciam o desenvolvimento dos microrganismos

Nos grãos de milho, os fatores que propiciam o crescimento dos fungos são diversos, entre estes estão: a temperatura, o tempo de armazenagem, o teor de água, as condições físicas, a quantidade de oxigênio e a forma de acondicionamento (REGIS et al, 2016).

Os métodos agrícolas, como irrigação, controle de insetos, controle biológico, armazenamento adequado e o plantio de linhas de milho resistente a aflatoxinas auxiliam no controle dos níveis de aflatoxinas (REID, 2017).

No plantio, a condição climática pode ser controlada com a escolha do período de semeadura e colheita dos grãos, que deve ser em épocas onde o favorecimento para o crescimento e desenvolvimento dos fungos toxigênicos sejam mínimos (RODRIGUES; BORGHI e SILVA, 2017).

No Brasil, devido ao clima tropical as condições são ideais para o desenvolvimento desses fungos. Pois ele se desenvolve em temperaturas que variam de 25-30°C e a umidade relativa entre 83-85%. Além disso, o país utiliza praticas agrícolas inadequadas de plantio, colheita e armazenagem, dando origem a grãos trincados e quebrados que favorecem a entrada e contaminação de fungos toxigênicos (KWIATKOWSKI e ALVES, 2007).

2.7 ARMAZENAMENTO DO GRÃO DE MILHO

O armazenamento dos grãos de milho é um dos principais fatores a ser controlado para evitar o desenvolvimento de fungos presentes nos grãos após a colheita. Segundo Dilkin et al (2000), as condições ótimas para o desenvolvimento dos fungos e a liberação de micotoxinas são onde a umidade relativa do ar estar entre 80 e 85%, a temperatura ambiente varia de 24 a 35°C e a umidade do grão é acima de 17%. Os grãos com umidade abaixo de 12% dificilmente apresentam desenvolvimento dos fungos.

O período de armazenamento dos grãos depende do teor de água, tendo em vista que as deteriorações dos grãos pelo ataque de fungos e insetos e a conservação das características estão relacionadas à quantidade de água presente na massa dos grãos e no local de armazenagem (RIBEIRO, 2017).

2.8 FARINHA DE MILHO

A farinha de milho, também conhecida como flocão, resulta do processo industrial de moagem dos grãos de milho. Durante sua fabricação, os grãos de milho passam pelo processo de pré-limpeza, secagem, armazenagem, limpeza, desgerminação, moagem e extrusão (GIACOMELLI et al, 2012).

O milho pode ser processado através de moagem seca e moagem úmida. A moagem seca é mais utilizada em empresas de pequeno porte por ser simples e não necessitar de grandes maquinários (EMBRAPA, 2017).

Para a fabricação da farinha de milho, os grãos de milho passam por uma pré-limpeza onde são retiradas sujidades, posteriormente é adicionada água aos grãos e os mesmos ficam em repouso para que a água penetre e amoleça o pericarpo dos grãos. Após o tempo de repouso, os grãos passam por moinhos giratórios onde ocorre a quebra e descascamento desses grãos, logo a massa de pericarpo é separada dos pedaços de grãos, estes por sua vez sofre uma classificação de acordo com sua granulometria e os pedaços de grãos de granulometria maior são enviados a maquinários que possuem rolos que por compressão transformam esses pedaços de grãos em farinha de milho (flocão).

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAL DA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório do Núcleo de Pesquisa em Alimentos – NUPEA do Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

3.2 FARINHA DE MILHO (FLOCÃO)

Foram coletadas quatro amostras A, B, C, D de farinha de milho (Flocão) de diferentes fabricantes comercializadas em um supermercado da cidade de Campina Grande – PB.

3.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA E ACIDEZ

As análises físico-químicas realizadas na farinha de milho (flocão) foram: teor de água e acidez álcool-solúvel. Todas as análises foram feitas em triplicata.

3.3.1 Teor de água

O teor de água foi determinado seguindo a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

Foram pesados 2g de cada amostra em cápsula de porcelana previamente taradas. Em seguida foram colocadas em estufas a 105°C até peso constante. Foram resfriadas em dessecador até atingir a temperatura ambiente e pesadas em balança analítica.

O teor de água, expressa em base úmida, foi calculada pela Equação 1.

$$U (\%) = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \times 100$$

Onde:

U – teor de água da amostra em base úmida (%)

m_i – massa inicial das amostras (g)

m_f – massa final das amostras (g)

3.3.2 Acidez Álcool-Solúvel

A acidez foi realizada seguindo o IAL (2008) por meio da técnica titulométrica, utilizando o álcool com a finalidade de evitar a formação de grumo.

Em balança analítica, pesou-se 2,5g da amostra em um béquer e posteriormente transferiu-se a amostra para um Erlenmeyer de 250mL, adicionou-se 50mL de Álcool Etílico P.A. e cobriu-se o mesmo. Foi feito uma agitação do Erlenmeyer por alguns minutos e após deixou-se a amostra em repouso por 24 horas. Transferiu-se com o auxílio de uma pipeta volumétrica, 20mL do sobrenadante para um frasco de Erlenmeyer de 125mL, adicionou-se algumas gotas da solução de Fenolftaleína 0,4% e titulou-se com solução de Hidróxido de Sódio 0,1N até coloração rósea persistente.

Os cálculos e correções usados para a determinação da acidez presente na amostra foi expressa conforme a equação (2), abaixo:

$$\frac{(V - V') \cdot f \cdot 100}{P \cdot c} = \text{Acidez em solução molar por cento } v/m \text{ (II)}$$

Onde:

V é a quantidade, em mL, gasto da solução de hidróxido de sódio na titulação da amostra;

V' é a quantidade, em mL, gasto da solução de hidróxido de sódio na titulação do branco;

F é o fator de correção da solução de Hidróxido de sódio;

P é a quantidade, em gramas, da amostra utilizada na titulação;

C é o fator de correção, onde para a solução de Hidróxido de Sódio 0,1N, utiliza-se o valor de 10.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TEOR DE ÁGUA

Os valores do teor de água das quatro farinhas de milho analisadas estão representados na Tabela 6.

Tabela 4 - Teor de água das farinhas de milho

Amostra	Validade	Teor de água (%)
MARCA A	22/04/2018	11,51±0,03
MARCA B	30/05/2018	11,19±0,07
MARCA C	24/05/2018	11,55±0,62
MARCA D	12/01/2018	10,69±0,12

Na Tabela 4 os valores do teor de água para todas as farinhas encontram-se abaixo da quantidade máxima de água permitida pela ANVISA (2011) que é de 12,0%. Podendo afirmar que estão inadequadas para o desenvolvimento de fungos do tipo *Aspergillus*, em especial o *Aspergillus flavus*, o qual é considerado o fungo dos grãos armazenados, conseqüentemente não havendo possibilidade da presença de micotoxinas.

Alessi, Raupp e Gardingo (2003) caracterizaram a farinha de milho biju para aproveitamento de subprodutos e encontrou o teor de água de 13,5%, enquanto Callegaro et al (2005) trabalharam com a farinha de milho pré-cozida e encontraram o teor de água de 10,71% ± 1,16 utilizando o método da estufa à 105°C, com esses valores pode-se observar que as farinhas de milho analisadas possuem teor de água dentro dos valores exigidos pela legislação em vigor para farinhas, assim com também, variando dentro da faixa encontrada na literatura.

4.2 ACIDEZ ÁLCOOL-SOLÚVEL

A acidez avalia o estado de conservação das farinhas, haja vista que, as alterações que estas poderão sofrer são: oxidações, fermentações ou hidrólises, alterando a concentração de íons hidrogênios presentes nas mesmas.

Os resultados da acidez das farinhas estão exibidos na Tabela 5. Todas estão dentro dos padrões exigidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (1978) a qual determina que o valor máximo de acidez álcool-solúvel para farinha de milho é de 2,0%.

Tabela 5 - Teor de acidez das farinhas de milho

Amostra	Validade	Acidez Álcool-solúvel (%)
MARCA A	22/04/2018	0,6696±0,0004
MARCA B	30/05/2018	0,2688±0,0002
MARCA C	24/05/2018	0,2689±0,0001
MARCA D	12/01/2018	0,6693±0,0005

Pinho et al (2008) ao trabalharem com milho verde cultivado em sistemas de produção orgânica encontraram a acidez álcool-titulável de 1,14% e no sistema de produção convencional encontraram o valor de 1,76%. Estes valores estão acima dos encontrados nas amostras analisadas nesta pesquisa, possivelmente, podendo atribuir este fato, a variedade do grão, estágio de maturação, condições ambientais durante o seu desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem e práticas de armazenagem.

5 CONCLUSÃO

O teor de água e acidez álcool-solúvel das amostras da farinha de milho (Flocão) encontra-se dentro dos padrões exigidos pela ANVISA, podendo ser armazenadas em temperatura ambiente e ser ingeridas sem risco à saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Processamento**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fdyq37cx02wx5a900e1ge5b1sjh62.html>> Acesso em: 08 dez. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/milho/cereal>>. Acesso em: 22 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE MILHO. **Colheita deve ter recorde de 238,7 milhões de toneladas**. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/colheita-deve-ter-recorde-de-2387-milhoes-de-toneladas/>> Acesso em: 22 de set. 2017.

ALESSI, M. I.; RAUPP, D. S.; GARDINGO, J.R. Caracterização do processamento da farinha de milho biju para o aproveitamento dos subprodutos. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, vol. 9, n. 2, p. 31-31, ago. 2003.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 60 de 22 de dezembro de 2011. Definir o padrão oficial de classificação do milho, considerando seus requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto. Brasília, DF, 23 dez. 2011, Seção 1, 3 p.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução nº 7 de 18 de fevereiro de 2011. Regulamento Técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 37, p. 72, 22 fev., 2011. Seção 1.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução – CNNPA nº 12 de 24 de julho de 1978. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, p. 23, 24 jul., 1978.

BOLZAN, R. C. **Bromatologia**. Frederico Westphalen : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2013. 81 p.

CALLEGARO, M.G.K.; DUTRA, C. B.; HUBER, L. S.; BECKER, L. V.; ROSA, C. S.; KUBOTA, E. H.; HECKTHEUR, L. H. Determinação da fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **SciELO**, Campinas, vol. 25, n. 2, p. 271-274, abr.-jun. 2005.

CATALANI, L.A. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v.18, n.4, p. 179, out./dez.,2003.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília: Conab, v.4, n.12, p.97-110, set., 2017.

CRUZ, J.C. et al. **Cultivo do milho**. Jornal eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo, ed. 06, set. 2010.

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO E METABOLOGIA DA SBD. **Manual de Nutrição**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes, 2009, 55 p.

DILKIN, P. et al. Classificação macroscópica, identificação da microbiota fúngica e produção de aflatoxinas em híbridos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 137-141, 2000. Disponível em: < <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/15349> > Acesso em: 16 out. 2017.

DUARTE, J. O.; MATOSO, M. J. ; GARCIA, J. C. **Milho: Importância socioeconômica**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html> Acesso em: 29 set. 2017.

FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. **Principais doenças na cultura do milho**. Sete lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2000. 80 p.

FILHO, I. A. P. et al. **Milho verde**. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3c1v9rbg.html>> Acesso em: 29 set. 2017.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2007. 307 p.

GALINDO, F. S. **Desempenho agrônômico do milho e do trigo em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e doses e fontes de nitrogênio**. 2015. 150f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.

GAVA, A. J. **Princípios da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 1 v. 284 p. Reimpresso 2007.

GIACOMELLI, D. et al. Composição nutricional das farinhas de milho pré-cozida, moída à pedra e da preparação culinária “polenta”. **Alimentos e nutrição Araraquara**, v. 2, n. 3, p. 415-420, jul.-set., 2012.

HEIDEN, T. et al. **Determinação de cinzas em diversos alimentos**. Instituto Federal Catarinense, Santa Catarina, p. 1-2, 2014.

HERMANN, G et al. Fungos e Fumonisinas no período pré-colheita do milho. **Redalyc**: Campinas, jan.-mar., 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3959/395940077002/>> Acesso em: 16 out. 2017.
INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares**: Tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil. IBGE: Rio de Janeiro, 2011, 351 p.

KAKDE, U. B. Mycotoxins and its Impact on Human Populations. **Research Gate**, Mumbai, set. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320001800_Mycotoxins_and_its_Impact_on_Human_Populations> Acesso em: 14 nov. 2017.

KAWASHIMA, L. M.; SOARES, L. M. V. Incidência de Fumonisina B₁, Aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂, Ocratoxina A e Zearalenona em produtos de milho. **Redalyc**, v. 26, n. 3, p. 516-521, jul.-set., 2006.

KWIATKOWSKI, A.; ALVES, A. P. F. Importância da detecção e do controle de aflatoxinas em alimentos. **SaBios**, v. 2, n. 2, p. 45-54, jul.-dez., 2007.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – MAPA. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>> Acesso em: 30 set. 2017.

PAIM, L. M. R. S. **A fitossanidade de cereais armazenados em Angola**. 2016. 77 p. Tese (Engenharia Agronômica) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

PEIXOTO, C. M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução.** *DuPont Pionner*, 05 fev. 2014.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. A.; MENEZES, M. E. S. **A química dos alimentos: Carboidratos, Lipídios, Proteínas e Minerais.** Maceió: EDUFAL, 2005, 52 p.

PINHO, L. et al. Qualidade de milho verde cultivado em sistemas de produção orgânico e convencional. **Revista brasileira de milho e sorgo**, Montes Claros, v. 7, n. 3, p. 279-290, 2008.

REGIS, J. T. A. et al. Ocorrência de fungos e micotoxinas em grãos de milho em Jantai – GO, Brasil. **Revista Colombiana de investigaciones agroindustriales**, v. 3, p. 34-39, out., 2016.

REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F.; CASTELLUCCI, A. C. L. **Processamento e industrialização do milho para alimentação humana.** Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacao-artigo2.pdf> Acesso em: 21 de dez. 2017.

REID, C. X. **Monitoring Aspergillus flavus progression and aflatoxin accumulation in inoculated maize (Zea mays L.) hybrids.** 2017. 240 p. Tese (Filosofia em Bioquímica) – Department of Biochemistry, Molecular Biology, Entomology and Plant Pathology, Universidade Estadual de Mississippi, Mississippi, 2017.

RIBEIRO, C. O. F. **Congelamento, resfriamento e conservação de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata* Dusch), feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) obtidas de manejo biodinâmico.** 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro. 2017.

RODRIGUES, R. A. L.; BORGHI, E.; SILVA, D. D. **Época de semeadura e sua influência nas características agronômicas e incidência de grãos ardidos e Fumonisinias em híbridos de milho.** Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1061069/1/Epocasemeadura.pdf>> Acesso em: 02 nov. 2017.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: UFV, DZO, p. 252, 2011.

SAMPAIO, V. A. (2015). **Classificação dos grãos passo-a-passo**. Soja - Milho - Feijão. Bahia: Biênio 2015/16.

SANTOS, S. C. **Características nutricionais e físicas do milho com diferentes texturas e tempos de armazenamento**. 2015. 91 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SEZINI, A. M. **Aspectos alimentares em crianças com constipação intestinal funcional que apresentam boa resposta ao tratamento com laxantes**. 2007. 81 f. Dissertação (Pós-graduação em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS/ NEPA – UNICAMP. 4 ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, p. 161, 2011.

VALMORBIDA, R. **Fungos e micotoxinas em grãos de milho (*Zea mays* L.) e seus derivados produzidos no estado de Rondônia, região norte do Brasil**. 2016. 151 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2016.

VIANA, G. F. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1232001/espiga-de-milho>> Acesso em: 14 out. 2017.