



**INSTITUTO FEDERAL**

Mato Grosso

Campus Cuiabá - Bela Vista

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM  
FUBÁS DE MILHO COMERCIALIZADOS NO MÉDIO  
NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO**

**MONIQUE RAFAELLA ALMEIDA**

**CUIABÁ-MT**

**JUNHO DE 2017**

**MONIQUE RAFAELLA ALMEIDA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gilma Silva Chitarra

Coorientador: Prof. Dr. João Vicente Neto

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM FUBÁS DE MILHO  
COMERCIALIZADOS NO MÉDIO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e linha de pesquisa em Qualidade de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

**CUIABÁ – MT**

**2017**

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT Campus  
Cuiabá Bela Vista

Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

A447a

Almeida, Monique Rafaella.

Avaliação físico-química e microbiológica em fubás de milho comercializados no médio norte do Estado de Mato Grosso/ Monique Rafaella Almeida.\_ Cuiabá, 2017.

85f.

Orientador(a): Dr<sup>a</sup>. Gilma Silva Chitarra

Co-Orientador(a): Dr. João Vicente Neto

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos)\_.  
Programa de pós-Graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. derivado de milho – Dissertação. 2. segurança alimentar – Dissertação. 3. controle de qualidade - Dissertação. I. Chitarra, Gilma Silva. II. Vicente Neto, João. III. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 633.15

CDD 633.15

**MONIQUE RAFAELLA ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM FUBÁS DE MILHO  
COMERCIALIZADOS NO MÉDIO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos e linha de pesquisa em Qualidade de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Data de Defesa: 31 de junho de 2017.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Profª Drª Gilma Silva Chitarra  
IFMT - *Campus* Sinop

Profª Drª Sandra Mariotto  
IFMT- *Campus* Cuiabá - Bela Vista

Profª Drª Márcia Helena Scabora  
FATEC – Faculdade de Tecnologia/SENAI MT

**ATESTADO**

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora

---

Profª Drª Gilma Silva Chitarra  
Presidente da comissão examinadora

**CUIABÁ-MT**

**2017**

Aos meus pais: Vamir dos Santos Almeida e Marinês Refati Almeida, eu dedico este trabalho, com todo meu amor.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por sempre ouvir minhas orações e por me conceder a bênção de concluir mais esta etapa da minha vida.

À CAPES/MEC pela bolsa de estudos e à PROPES/IFMT pelo recurso financeiro imprescindível à realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, *campus* Cuiabá/Bela Vista e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, *campus* Lucas do Rio Verde pelo apoio integral de ambos.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Gilma Silva Chitarra por ter sido uma orientadora prestativa, exemplar, atenciosa e por ter compartilhado valiosos conhecimentos para meu aprendizado.

Ao Prof. Dr. João Vicente Neto, meu coorientador, pelo incentivo, pelos ensinamentos, absolutamente, importantes para o meu crescimento acadêmico.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e toda a equipe da coordenação pelo apoio.

Aos meus pais, Vamir Almeida e Marinês Almeida, que estiveram ao meu lado em todos os momentos, dando-me confiança, amor e sendo os maiores e melhores exemplos da minha vida. São meu espelho e meu orgulho.

Ao Anderson Guollo, meu companheiro fiel dos bons e maus momentos, nesta empreita. É um incentivador. Admiro muito.

Ao Éder Hoffman e à Luana Moura, pelo exemplo de solidariedade, ao me receberem de braços abertos em sua casa, em Lucas do Rio Verde-MT. Ao Éder, em especial, pelo compartilhamento de seus conhecimentos sem medir esforços. São amigos especiais e maravilhosos.

À Cristiane Silva Chitarra, pela acolhida em Lucas do Rio Verde-MT e por compartilhar a sua amizade e o seu conhecimento de maneira incondicional.

À Geiziquele Lima, querida amiga e eficiente funcionária do IFMT *campus* de Lucas do Rio Verde, por ter me auxiliado especialmente na área de microbiologia.

À Pollyana Cristina Peron, um anjo que Deus enviou para caminhar comigo nesses dois anos de mestrado, uma ‘super’ amiga, de coração lindo e maravilhoso.

Às queridas amigas, Ednéia Arcanjo, Mirelly Amorim, Jéssika Alessandra e Ilza Conceição Tomazelli, pelo apoio e os auxílios em laboratório, pelas conversas sempre carinhosas e amáveis, fazendo com que essa caminhada se tornasse mais tranquila.

Aos amigos Alexandre Molina, Claudia Amaral, Ethiene Boa Sorte e Lizandra Carla Pereira, a turma da farra, das alegrias, das gentilezas, do carinho.

E, por último, porém não com menor apreço, agradeço a todos os professores do mestrado do campus IFMT - Bela Vista, cujas aulas e os ensinamentos, e bem como as prazerosas companhias foram de valor inestimáveis.

## RESUMO

Almeida, Monique Rafaella. Avaliação físico-química e microbiológica em fubás de milho comercializados no médio norte do estado de Mato Grosso. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* Cuiabá Bela Vista, 2017. 85 p.

O fubá de milho é um subproduto do milho. Muito comum na mesa da população brasileira, independentemente da classe social, é consumido em diversos pratos como: bolos, biscoitos, polentas e alimentos infantis. Objetiva-se com este trabalho determinar a qualidade dos fubás de milho comercializados na região do Médio Norte do Mato Grosso, por meio de análises físico-químicas, detecção de fungos e micotoxinas. As amostras foram coletadas de diferentes marcas de fubá de milho, no comércio varejista, nas cidades de Nova Mutum, Sorriso, Lucas do Rio Verde, Tapurah e Sinop, sendo quatro marcas industrializadas obtidas, identificadas por letras (B, C, D, E) e a quinta amostra proveniente do processo artesanal (A). Avaliou-se a composição centesimal, cor, pH, atividade de água ( $A_w$ ), detecção de fungos através do método de plaqueamento de profundidade, caracterização, identificação de fungos em microscópio óptico e também foram realizadas análises de micotoxinas pela empresa JLA/Brasil. Todas as amostras de fubá de milho avaliadas apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), sendo que houve na determinação de cor variação para  $L^*$  de 80,23 a 101,45;  $a^*$  variou entre 2,68 a 8,66;  $b^*$  variou de 29,50 a 48,20; o fator  $C^*$  variou entre 28,15 a 49,10 e o fator  $h^*$  entre 79,62 a 84,16; o pH variou entre 5,76 a 6,37. Para determinação de  $A_w$  houve variação entre 0,42 a 0,55; a umidade variou entre 9,80% a 13,26%; para cinzas a variação obtida foi de 0,45% a 0,82%; para proteínas, obteve-se resultados entre 5,95% a 7,62%; em relação a lipídeos variância entre 0,73% a 2,38%; para carboidratos houve variação entre 77,81% a 81,89%. Em relação aos resultados de detecção de fungos foram obtidos valores de  $2,77 \times 10^2$  UFC/g para a amostra A;  $1,22 \times 10^2$  UFC/g para amostra B;  $0,77 \times 10^3$  UFC/g para amostra C;  $4,3 \times 10^3$  UFC/g para amostra D e  $5,07 \times 10^3$  UFC/g para amostra E. Os fungos identificados nas amostras de fubá de milho foram os gêneros *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* e *Aureobadisium sp.*, sendo gêneros geralmente encontrados em grãos de milho e seus derivados. As amostras de fubá analisadas apresentaram-se de acordo com a legislação (CNNPA- nº12 de julho de 1978), que determina padrões de qualidade para vários tipos de farinhas, exceto nas análises de proteínas. Além disso, foi detectado a micotoxina  $B_1$  nas amostras (B, C, D, E), exceto na amostra (A), no entanto todos os valores encontram-se abaixo do Limite Máximo Tolerado (LMT) e determinado pela legislação vigente. Ainda que a maioria dos valores encontrados estejam dentro dos determinados pela legislação, é importante que haja um controle de qualidade efetivo do início ao fim da cadeia produtiva.

**Palavras-chave:** derivado de milho; segurança alimentar; controle de qualidade.



## ABSTRACT

Almeida, Monique Rafaella. Physico-chemical and microbiological evaluation of corn meal marketed in the northern part of the state of Mato Grosso. Dissertation (Master). Federal Institute of Education, Science and Technology of Mato Grosso - campus Cuiaba Bela Vista, 2017. 85 p.

Corn meal is a byproduct of maize. Very common in the Brazilian diet, population, independent of social class, is consumed in several dishes such as cakes, cookies, polenta and baby food. The objective of this work is to determine the quality of maize corn marketed in the northern region of Mato Grosso, through physicochemical analysis, fungal and mycotoxin detection. The samples were collected from different brands of corn meal, in the retail trade, in the cities of Nova Mutum, Sorriso, Lucas do Rio Verde, Tapurah and Sinop. Four industrialized brands were identified, by letters (B, C, D, E) and a fifth brand, from the artisanal process (A). It was evaluated the centesimal composition, color, pH, water activity ( $A_w$ ), fungal detection by depth plating method, characterization, identification of fungi under optical microscope, and mycotoxin analysis by JLA / Brazil. All samples of corn meal showed significant differences ( $P < 0.05$ ), and in the determination of color variation for  $L^*$  from 80.23 to 101.45;  $a^*$  ranged from 2.68 to 8.66;  $b^*$  ranged from 29.50 to 48.20; the  $C^*$  factor ranged from 28.15 to 49.10 and the  $h^*$  factor ranged from 79.62 to 84.16; The pH ranged from 5.76 to 6.37. For  $A_w$  determination there was variation between 0.42 and 0.55; the humidity varied from 9.80% to 13.26%, for ash the variation obtained was from 0.45% to 0.82%; For proteins, results were obtained from 5.95% to 7.62%. In relation to lipids variance between 0.73% and 2.38%; for carbohydrates there was variation between 77.81% and 81.89%. The fungal detection results were  $2.77 \times 10^2$  CFU/g for sample A;  $1.22 \times 10^2$  CFU/g for sample B;  $0.77 \times 10^3$  CFU/g for sample C;  $4.3 \times 10^3$  CFU/g for sample D and  $5.07 \times 10^3$  CFU/g for sample E. The fungi identified in the corn meal samples were the genera *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, and *Aureobadisiium sp.*, being genus generally found in corn grains and their derivatives. The analyzed corn meal samples were submitted according to the legislation (CNNPA- nº 12 of July 1978), which determines quality standards for several types of flours, except for protein analyzes. In addition, the micotoxin B1 was detected in samples (B, C, D, E), except in sample (A), however all values are below Tolerated Maximum Limit (LMT) and determined by current legislation. Although most values found are within those determined by legislation, it is important that there is an effective quality control from the beginning to the end of the production chain.

**Keywords:** maize derived; food safety; quality control.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Relação dos fungos xerofílicos e sua atividade de água mínima e temperatura.....           | 23 |
| Tabela 2. Fungos micotoxigênicos e suas respectivas micotoxinas encontradas em diferentes grãos..... | 25 |

### Capítulo 2

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Determinação de cor de 4 diferentes marcas (B, C, D, E) e uma amostra artesanal (A) de fubá de milho comercializados na região médio norte do estado de Mato Grosso.....                              | 75 |
| Tabela 2. Determinação de pH e atividade de água ( $A_w$ ) de 4 diferentes marcas (B, C, D, E) e uma amostra artesanal (A) de fubá de milho comercializados na região médio norte do estado de Mato Grosso..... | 75 |
| Tabela 3. Determinação da composição centesimal de 4 diferentes marcas (B, C, D, E) e uma amostra artesanal (A) de fubá de milho comercializados na região médio norte do estado de Mato Grosso.....            | 76 |
| Tabela 4. Quantificação dos fungos detectados através da análise de plaqueamento em profundidade (UFC/g).....   | 76 |
| Tabela 5. Quantificação dos fungos detectados por gênero detectados através da análise de plaqueamento em profundidade (UFC/g).....   | 77 |
| Tabela 6. Detecção e quantificação de micotoxinas (Fumonisinias B1+B2) e seu Limite Máximo Tolerado (LMT) em amostras de fubá de milho.....   | 78 |
| Tabela 7. Detecção e quantificação de micotoxinas (Aflatoxinas B1, B2, G1, G2) e seu Limite Máximo Tolerado(LMT) em amostras de fubá de milho.....  | 78 |

**LISTA DE FIGURAS****Capítulo 1**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Processo de obtenção de fubá de milho..... | 18 |
|--|----|

## LISTA DE ABREVIÇÕES E SIGLAS

|           |   |
|-----------|---|
| a*        | Índice de intensidade de vermelho   |
| ABIMILHO  | Associação Brasileira das indústrias do milho   |
| AFs       | Aflatoxinas   |
| AFB1      | Aflatoxina B1   |
| ANVISA    | Agência Nacional de Vigilância Sanitária  |
| AOAC      | <i>Association of Official Analytical Chemists</i>  |
| Aw        | Atividade de água   |
| b*        | Índice de intensidade de amarelo  |
| BDA       | Ágar batata dextrose  |
| C*        | Índice de saturação   |
| CNNPA     | Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos  |
| Conab     | Companhia Nacional de Abastecimento   |
| DIC       | Delineamento Inteiramente casualizado   |
| DRBC      | Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol  |
| EC        | Comissão Europeia ( <i>European Commission</i> )  |
| EFSA      | Autoridade Europeia de segurança Alimentar ( <i>European Food Safety Authority</i> )                      |
| EMBRAPA   | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária   |
| FAO       | Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura ( <i>Food and Agriculture Organization</i> ) |
| FDA       | <i>Food and Drug Administration</i>   |
| FIESP     | Federação das Indústrias de São Paulo   |
| FB1 e FB2 | Fumonisinias B1 e Fumonisinias B2   |
| H*        | Índice de tonalidade  |
| IARC      | Agência Internacional de Pesquisa em Câncer ( <i>International Agency for Research on Cancer</i> )        |
| IBGE      | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística   |
| IFMT      | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  |
| JECFA     | Comitê Conjunto de Peritos sobre aditivos alimentares ( <i>Expert Committee on Food Additives</i> )       |
| L*        | Índice de Luminosidade  |
| LMT       | Limite Máximo Tolerável   |
| NGFA      | Associação Nacional de Cereais e Alimentos ( <i>National Grain and Feed Association</i> )                 |
| OMS       | Organização Mundial da Saúde  |
| pH        | Potencial hidrogeniônico  |
| R         | R Core Team (Programa Estatístico)  |
| TCA       | ÁcidoTricarbalílico   |
| UFC       | Unidade Formadora de Colônias   |
| WHO       | Organização Mundial da Saúde ( <i>World Health Organization</i> )   |

## SUMÁRIO

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> |  |           |
| <b>1.</b>                                 | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>2.</b>                                 | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>16</b> |
| 2.1                                       | Milho.....   | 16        |
| 2.2                                       | Fubá de milho.....   | 18        |
| 2.2.1                                     | Qualidade do grão e do fubá de milho.....  | 19        |
| 2.3                                       | Importância da Avaliação Físico-Química e Composição Centesimal.....   | 20        |
| 2.3.1                                     | Determinação de Cor.....   | 22        |
| 2.3.2                                     | Ph, Atividade de água ( $A_w$ ) e Microrganismos.....  | 22        |
| 2.4                                       | Microrganismos Contaminantes em Grão de Milho e Derivados.....   | 24        |
| 2.4.1                                     | Fungos.....  | 24        |
| 2.5                                       | Micotoxinas.....   | 26        |
| 2.5.1                                     | Aflatoxinas.....   | 28        |
| 2.5.2                                     | Fumonisinias.....  | 30        |
|   | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>32</b> |
|   | <b>CAPÍTULO 2: ARTIGO.....</b>   | <b>46</b> |
|   | <b>AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA EM FUBÁS DE MILHO COMERCIALIZADOS NO MÉDIO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO</b> |           |
|   | <b>RESUMO.....</b>   | <b>47</b> |
|   | <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>48</b> |
| <b>1.</b>                                 | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>2.</b>                                 | <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>  | <b>52</b> |
| 2.1                                       | Material experimental.....   | 52        |
| 2.2                                       | Análises Físico-químicas.....  | 52        |
| 2.3                                       | Cor Objetiva (CIElab).....   | 53        |
| 2.4                                       | Determinação de pH.....  | 53        |
| 2.5                                       | Atividade de Água ( $A_w$ ).....   | 53        |
| 2.6                                       | Composição Centesimal.....   | 54        |
| 2.7                                       | Análises Microbiológicas.....  | 54        |
| 2.8                                       | Detecção e Identificação de Fungos.....  | 54        |
| 2.9                                       | Identificação de Fungos.....   | 55        |
| 2.10                                      | Delineamento Experimental e Análise Estatística.....   | 55        |
| <b>3.</b>                                 | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>  | <b>56</b> |
| 3.1                                       | Avaliação dos Parâmetros de Cor.....   | 56        |
| 3.2                                       | Avaliação dos Parâmetros de pH e Atividade de Água ( $A_w$ ).....  | 57        |
| 3.3                                       | Avaliação dos Parâmetros de Composição Centesimal.....   | 58        |
| 3.4                                       | Análise Microbiológica: Qualidade do Fubá de Milho.....  | 62        |
| <b>4.</b>                                 | <b>CONCLUSÃO.....</b>  | <b>66</b> |
|   | <b>AGRADECIMENTOS.....</b>   | <b>67</b> |
|   | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>68</b> |
|   | <b>TABELAS.....</b>  | <b>75</b> |
|   | <b>ANEXO: DIRETRIZES – REVISTA PAB.....</b>  | <b>79</b> |

## **CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido por ser um dos maiores produtores de milho (*Zea mays* L.), com uma produção na safra de 2015/2016 de 66.979,5 mil toneladas de grãos (CONAB, 2016). A estimativa para a produção em 2017, segundo o sexto levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, é de 88.969,4 mil toneladas, destacando-se como principais produtores os estados de Mato Grosso, Paraná e Mato Grosso do Sul.

A cultura do milho possui grande importância na agricultura por fornecer produto *in natura*, que é componente básico para a alimentação humana e animal, bem como seus derivados tais como: farinhas, fubá de milho, quirera, flocos de milho, canjiquinha, óleo de milho, amidos, além da utilização para ração animal. A produção de fubá de milho no Brasil, segundo a EMBRAPA (2001), foi cerca de 1 milhão de toneladas de fubá destinados ao consumo humano.

O estado de Mato Grosso destaca-se como um dos maiores produtores de milho do Brasil, sendo que na região Médio Norte localizam-se os maiores produtores do estado, com destaque para as cidades de Sinop, Sorriso e Lucas do Rio Verde, que somados atingem produções em grãos que totalizam quase 4 milhões de toneladas (IBGE, 2015).

Dentre os derivados do milho, o fubá, produto resultante da moagem de grãos de milho degerminados ou não, é o mais comum e apreciado na culinária brasileira, independentemente da condição financeira, sendo obtido facilmente no comércio varejista. Está presente em produtos alimentícios direcionados ao público infantil, como em “papinhas”, para idosos como suplementos e fortificantes e, em produtos em geral como: bolos, biscoitos, pratos típicos como “polenta”, entre outros.

A importância na qualidade do fubá está direcionada a alguns fatores, começando pela qualidade da matéria-prima, o modo durante o processamento, sendo via industrial ou artesanal para a produção da farinha, transporte desse produto ao comércio, supermercados, mercados e feiras, tendo de ser prezada a qualidade em todas essas fases.

A deterioração do fubá de milho pode ocorrer desde o início da cadeia produtiva, durante a pós-colheita, no processamento da matéria-prima e, assim, podendo atingir os consumidores após sua obtenção, trazendo sérios riscos para a saúde humana, e a economia.

A deterioração, que pode ser causada por fungos, resulta em mau odor, sabor alterado e textura modificada. Além disso, a presença de fungos associada à matéria-prima ou contaminação do produto, durante ou após o processamento, pode reduzir a qualidade, afetando a comercialização do produto. Os fungos podem também produzir toxinas que causam sérios problemas de saúde em humanos e animais.

Diante do exposto, objetiva-se com este estudo determinar a qualidade do fubás de milho comercializados na região do Médio Norte do Mato Grosso, por meio de análises físico-químicas, detecção de fungos e micotoxinas.

Este trabalho está dividido em 2 capítulos: Capítulo 1, em que foi abordada a revisão de literatura e o capítulo 2, o artigo, denominado: “**Avaliação físico-química e microbiológica em fubás de milho comercializados no médio norte do estado de Mato Grosso**”, que foi redigido segundo as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira -PAB.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Milho

O milho é a matéria-prima utilizada para a produção do fubá de milho, subproduto esse encontrado em uma série de pratos típicos brasileiros de fubá, tais como bolos, pães, broa, sequilhos, angu de fubá, sopas, biscoitos e aperitivos de fubá, além de alimentos infantis e para idosos como “papinhas” e no prato típico conhecido como “polenta”. Esse consumo generalizado torna necessária constante avaliação da qualidade deste produto, pois atinge várias classes da população.

Acredita-se que o milho seja um cereal de origem mexicana. Há vestígios antigos que demonstram que esse grão foi cultivado por volta de 5.000 a.C. (KOBLOITZ, 2011). No Brasil, a produção do milho teve início antes da descoberta do país, sendo o grão utilizado como alimento principal dos indígenas. Com a chegada dos portugueses houve o aumento do consumo e como resultado a implantação da matéria-prima em produtos alimentícios para os brasileiros (ABIMILHO, 2006).

O milho é uma planta da família das gramíneas, considerado o terceiro cereal mais produzido em âmbito mundial. É uma monocotiledônea pertencente à família Poaceae, que, o botânico Carl Nilsson Linnaeus, em sua classificação de gêneros e espécies, denominou *Zea mays*, gênero “*Zea*” (grãos e cereais) e espécie *mays*, em homenagem a um dos povos originários da América, os Maias. (FAO, 2009; OLIVEIRA, 2013). Sabe-se que o milho vem sendo considerado o terceiro cereal mais importante no mundo, mas não somente pelo teor nutricional considerável, mas também para economia (JORGE, 2011; VASCONCELOS; CARNEIRO, 2010).

A partir do grão de milho produz-se uma enorme variedade de subprodutos alimentares, rações e produtos industriais. O Brasil é um dos maiores produtores do grão e ele está disseminado em todo o território (CONAB, 2011). A produtividade da matéria prima no Brasil, na safra 2015/2016, segundo o levantamento de 2016, foi de 4,207 kg/ha do grão (CONAB, 2016).

A produção no mundo desse cereal, na safra de 2015/2016, foi de 961,1 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos o maior produtor com cerca de 345 milhões de toneladas (FIESP, 2016).

No Brasil a produção de milho, na safra 2015/2016, foi de 66.979,5 mil toneladas, com 15.922, 5 mil hectares plantados, havendo um decréscimo de 20,2% em relação a

produção anterior, no ano de 2014, determinada com valor de 84.672, 4 mil toneladas (CONAB, 2016).

O estado de Mato Grosso está localizado na Região Centro-Oeste do Brasil e é conhecido por possuir grandes áreas de ecossistemas, cerrados, chapadões, grande biodiversidade, com solos de bom potencial agrícola (MELO, 2009). A estimativa para o ano de 2017, segundo o 9º levantamento da safra 2016/17, registrou uma quantidade de 2.208,1 mil toneladas de grão de milho (CONAB, 2017). A região Médio Norte do estado de Mato Grosso é uma macrorregião que está sobre o Planalto dos Parecis, possui clima e solos apropriados para a produção de agricultura temporária, além de condições de relevo ideais (IMEA, 2010). As suas principais cidades consistem em Lucas do Rio Verde, Sorriso, Sinop, Nova Mutum e Tapurah, resultando uma produção em grãos de milho em torno de 5 milhões de toneladas, consideradas como as maiores produtoras de grãos de milho (IBGE, 2015).

O milho é um excelente componente alimentar, podendo ser consumido *in natura* ou na forma de seus derivados, como farinha, fubá, canjica, polenta, cuscuz, entre outros (COSTA; ZANELLA, 2012). Os produtos derivados do milho possuem diversas aplicações relevantes para as áreas de nutrição e saúde (alimentação de idosos e crianças, prevenção e/ou tratamento de doenças, etc.), como também, a obtenção de ingredientes ou agentes funcionais para alimentos e medicamentos (CAPOBIANGO, 2006).

O cereal ainda pode ser consumido “in natura” ou em forma de subprodutos, que são os industrializados, e assim esse grão contribui muito na alimentação, pois, há um teor energético superior devido aos nutrientes presentes como o amido, proteínas, lipídeos e vitaminas (PATERNIANI, 1978).

Segundo Kowaski (2010), cada 100 gramas do grão de milho contêm 360kcal, ou seja, 20% da quantidade de calorías que o ser humano necessita diariamente, sendo ainda rico em alguns nutrientes como sais minerais e vitaminas.

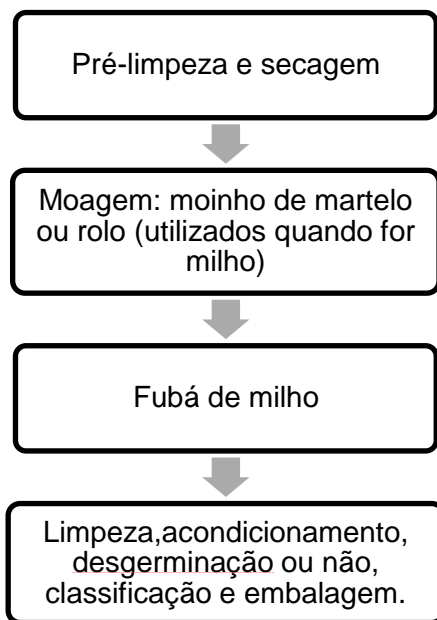
Devido ao grão de milho ser uma matéria-prima de composição nutricional variada, o milho tornou-se um importante produto para alimentação nos países subdesenvolvidos, onde seus subprodutos são de suma importância para a sociedade (GIACOMELLI et al., 2012; PINTO et al., 2009).

Giacomelli e colaboradores (2012) relatam em seu trabalho sobre a composição do grão de milho que o mesmo é composto por alguns nutrientes, tais como: amido (60%), proteína (8%), lipídeos (3,7%), água (15%), açúcares (2%), minerais (1,5%) e outros como fibras e vitaminas.

## 2.2 Fubá de Milho

A Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos- CNNPA nº12 de 24 de Agosto de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa, define como fubá o produto obtido pela moagem do grão de milho seco e inteiro, desgerminado ou não (ANDRADE et.al., 2012; BRASIL,1978). Além disso, a mesma resolução define a farinha de milho como produto obtido pela torração do grão de milho, desgerminado ou não, previamente macerado, socado e peneirado, o que difere do processo para obtenção do fubá de milho (BRASIL, 1978).

A produção de fubá de milho pode ser realizada de maneira industrial ou artesanal. O processo artesanal para a produção do farináceo é realizado pelo processo de moagem do grão de milho em moinho de pedra (GIACOMELLI et.al, 2012). A produção industrial de farinha a partir do grão de milho também se baseia no processo de moagem da matéria-prima, porém, em moinhos industriais apropriados. Seguem-se após a moagem os processos: limpeza, acondicionamento entre outros, como demonstra a seguir na figura 1.



**Figura 1.** Processo de obtenção de fubá de milho. Fonte: EMBRAPA, 2008; GUTKOSKI, et al. 1999.

O fubá de milho produzido no Brasil alcança cerca de 1 milhão de toneladas em comercialização (EMBRAPA, 2001). Além disso, é um alimento muito comum nas mesas dos brasileiros, em variados produtos à base de milho, porém, por ser um subproduto desse

grão, traz consigo a facilidade de contaminação por microrganismos já que é um alimento suscetível (SILVA et.al., 2009).

A contaminação por fungos pode ser um grave problema nos subprodutos do milho e pode representar um problema de saúde pública, quando esses fungos são contaminantes potenciais toxigênicos (ALHADAS et. al., 2004).

### **2.2.1 Qualidade do Grão e do Fubá de Milho**

A qualidade de um alimento e a segurança da utilização de determinados alimentos e ingredientes é estabelecida e de exigência legal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cujo o foco é estabelecer exigências em relação ao alimento versus a saúde pública, além de estabelecer os tipos de riscos associados ao consumo desses alimentos, devido a mudanças no setor tecnológico e a preocupação com o mercado internacional (BRASIL, 2013).

A questão da inocuidade dos alimentos preocupa grandemente a sociedade quando está relacionado à saúde da população, devido principalmente à questão da proliferação de microrganismos, por serem estes os responsáveis por grande ameaça à segurança e ao bem-estar da vida da população (CHAN, 2014).

Para a determinação da qualidade dos grãos de milho, matéria prima do fubá, é preciso se considerar uma série de fatores, tais como: cor, pureza do grão, quantidade de grãos danificados pelo tempo, insetos e doenças, material estranho, grãos rachados, teor de água, teor de proteínas, óleo, presença de fungos e presença de micotoxinas (GERMANI, 2004; SILVA, 2008).

Da mesma maneira, os produtos processados do milho, como os farináceos, podem apresentar problemas de qualidade, devido à deterioração dos grãos e ao manejo de produção desses produtos pelos fabricantes de uma mesma região. Segundo Cereda e Vilpoux (2003), Chisté et.al. (2006), existe uma variedade de farinhas e fubás de milho pelo Brasil, dificultando, assim, até mesmo a classificação de qualidade, que se torna particular de cada local de produção e de cada fabricante.

Em geral, a qualidade dos farináceos pode ser obtida por meio de alguns fatores, tais como: químicos, físicos, funcionais e enzimáticos (RASPER, 1991; SOEIRO et.al., 2010). Em relação à avaliação físico-química, a determinação da composição centesimal está diretamente ligada aos padrões de qualidade e identidade desses produtos (SOEIRO et.al 2010).

### 2.3 Importância da Avaliação Físico-Química e Composição Centesimal

A análise de alimentos é de suma importância para a avaliação da qualidade, do processamento e do armazenamento do produto final. Tem como objetivo a determinação de um certo componente ou, então, de vários componentes, como é o caso da determinação da composição centesimal. Em produtos como farináceos as avaliações físico-químicas mais frequentes realizadas são: Matéria seca (umidade), extrato etéreo, fibra bruta, proteína bruta, cinzas, fração glicídica, pH e rendimento (SILVA, 2010).

As proteínas desempenham um papel muito importante para o organismo humano, atuando como hormônios, neurotransmissores e transportadores através das membranas celulares e outros (DARNELL et al., 1990; GANONG, 1995; ZAIA et al. 1998). O termo proteína bruta se refere ao conjunto de substâncias com estruturas idênticas, mas com funções da fisiologia diferentes. O processo para a determinação da proteína bruta se dá pela definição de um elemento, o nitrogênio ( $N_2$ ), quando se faz a conversão desse elemento, pertencente à proteína, por um fator entre 5,5 a 6,25. Esses elementos das proteínas normalmente são determinados através do nitrogênio, sendo os grupos de aminoácidos e ligações peptídicas (SILVA, 2010). As características gerais, físico-químicas e microbiológicas de vários tipos de farináceos são descritas em conformidade com a resolução CNNPA nº12 de Julho de 1978, ANVISA, que determina que o fubá apresente 7,0% de proteína (BRASIL, 1978). Portanto, é imprescindível a realização da análise para determinar o percentual proteico das amostras.

A extração lipídica é um parâmetro básico para avaliar quantidade nutricional e de processamento. No caso, a quantificação de lipídeos presente no alimento é realizada por extração com solventes orgânicos (éter etílico, éter de petróleo, clorofórmio e metanol) e a habilidade de recuperar esses solventes, durante o processo, vai depender de qual solvente for utilizado e, após a remoção do mesmo, determina-se a quantidade de lipídeos compostos no alimento (KUS et al., 2009). Segundo a resolução CNNPA nº12 de Julho de 1978, para os valores de lipídeos não foram contabilizados uma determinada quantidade, mas, segundo um estudo realizado por Boen e colaboradores (2007), determinam uma quantidade de 1,15% a 1,49% de lipídeos em farinha de milho enriquecida. Ao analisar o parâmetro (extrato etéreo) pode se determinar a quantidade da fração lipídica existente nas amostras de fubá, conferindo com o que a legislação determina, além disso, é importante para uma rotulagem nutricional de forma adequada, para que o consumidor possa ter o conhecimento sobre a quantidade ingerida e sobretudo ser uma das fontes de calorias importantes.

Cinzas ou resíduo mineral é uma análise em que se utiliza a alta temperatura, entre 500°C a 600°C por um período de 4 horas ou até toda amostra ter realizado a combustão total. Faz-se análise de cinzas para se demonstrar a riqueza de minerais compostos pelo alimento (A.O.A.C, 2012).

Segundo a resolução CNNPA nº12 de Julho de 1978, o valor de resíduo mineral ou cinzas é de 2,0% para o fubá de milho. Sendo assim, com o resultado da análise de resíduo mineral se quantifica os minerais presentes no fubá de milho.

Carboidratos são conjunto de substâncias não nitrogenadas, como açúcares, amido, hemiceluloses, dextrinas, lignina e as pectinas, considerados fontes de energia e elemento com poder de ter alta digestibilidade. O método utilizado para a determinação de carboidratos normalmente são por diferença de todos os nutrientes, equação expressa em g.100g<sup>1</sup>, conforme método da AOAC (PEREIRA et.al., 2006). Existem outros métodos: o método químico clássico para açúcares redutores, fundamentados na redução de íons em soluções alcalina chamada de solução de Fehling e outro método que se fundamenta na desidratação de açúcares com uso através de ácidos concentrados (DUBOIS, et al., 1956; SILVA, et al., 2003). Os métodos podem ser utilizados na forma agrupada em titulometria, chamados de EDTA e Lane-Enyon, Luff Schoorl (MATISSEK et.al. 1998). Há também os espectrofométricos, que são chamados de ADNS, Antrona, Fenol-Sulfúrico e Somogyi-Nelson (MILLER, 1959), e há o método gravimétrico chamado de Musson-Walker (SILVA, et al. 2003; SPENCER; MEADE, 1945).

Segundo a resolução CNNPA nº12 de Julho de 1978, o valor de carboidratos é determinado por um valor de no mínimo 72,0%. O fubá apresenta alto índice de carboidrato, o que é relevante para o conhecimento da fração glicídica, além da qualidade do produto, evitando fraudes.

A determinação do conteúdo de água de um alimento é importante, pois afeta a comercialização e o armazenamento, por períodos prolongados, e favorece o risco de contaminações e deterioração do produto (PIMENTEL; FONSECA, 2011). A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar as características do produto (PARK; ANTONIO,2006). A diminuição da quantidade de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas com possíveis deteriorações que ocorrem durante o período de pós-colheita (GONELI et al., 2007).

Segundo a resolução CNNPA nº12 de Julho de 1978, o fator umidade é determinado por um valor de 15,0% para fubá de milho. Umidade é um parâmetro importante, quando

se trata de cereais e farináceos, pois por meio dessa análise é possível determinar a quantidade de matéria seca, ou seja, a quantidade real do produto. Outro ponto importante é que, com a alta umidade no produto, pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos.

### **2.3.1 Determinação de Cor**

A cor é um importante atributo de qualidade em razão de ser um dos aspectos que estão relacionados ao grau de frescor do alimento (ORDÓÑEZ et al., 2005). Segundo Giusti et.al. (2016), a determinação de cor consiste em avaliar três parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , onde  $L^*$  é uma estimativa da luminosidade relativa, que é quando qualquer cor dada a um membro vai de uma escala de cinza ( $L^*=0$ ) e branco ( $L^*=100$ ). O parâmetro  $a^*$  significa valores positivos para vermelho e negativos para o verde, e os valores para o parâmetro  $b^*$  são valores positivos para amarelo e negativo para azulado, esses dois parâmetros são utilizados como definição de parâmetros psicométricos Chroma ( $C^*$ ) e ângulo matiz ( $h^*$ ).

Essa análise contribuirá para a avaliação apurada do estado real do produto, utilizando a intensidade de cor que determina o frescor do alimento, em consequência, a qualidade do fubá.

### **2.3.2 pH, Atividade de Água ( $A_w$ ) e Microrganismos**

Segundo Cecchi (2003) a determinação do potencial hidrogeniônico é de suma importância para o conhecimento da atividade de enzimas, retenção de sabor e odor de alimentos, além de deterioração do produto com o desenvolvimento de microrganismos.

Pitt (1975); Troller; Christian, (1978) e Magan; Lacey, (1984) relatam em seus estudos sobre o crescimento de microrganismos, mais especificamente fungos, e observam que, além de atividade de água e temperatura causarem efeito sobre o desenvolvimento de fungos, pH também pode afetar tal proliferação desses microrganismos. Pitt (1975) ainda sugere que há crescimento de fungos adequadamente em uma faixa de pH de 4 até 6,5.

Segundo Ayala-Rodríguez et.al. (2009), em estudo de comparação de farinhas de milho nixtamalizada e nixtamalizada transgênica, com a análise de pH das farinhas obteve-se valor que variou entre 6,61 e 7,01.

Segundo Franco (2008), os microrganismos são seres que utilizam a água para realizar atividades de multiplicação e metabolismo, mais especificamente, a água na forma disponível ou água livre. A água ligada às moléculas não está disponível ou livre para a

participação em reações químicas ou para ter uma ação como solvente e, assim, os microrganismos não conseguem aproveitá-la. O critério a ser utilizado para a realização da medição da disponibilidade de água de um alimento é designado como atividade de água ( $A_w$ ).

Carvalho (1997) afirma que a atividade de água influencia na proliferação de agentes patogênicos. A atividade de água é o quociente da pressão de vapor do produto analisado sobre a pressão de vapor de água pura, em uma mesma temperatura.  $A_w$  é um índice utilizado para expressar a disponibilidade de água na camada delgada de ar junto à superfície de produtos de origem animal ou vegetal. Este índice ( $A_w$ ) varia de 0 a 1. Quanto maior o teor de umidade do produto maior é o índice de atividade de água. Os fungos necessitam de valores que variam de 0,65 a 0,90 (SILVA, 2005).

Taniwaki; Silva (2001) relataram que fungos se proliferam em temperaturas na faixa de 22°C a 40°C e, com baixa atividade de água, como os denominados fungos xerofílicos. Esse grupo de fungos são espécies que se desenvolvem em uma faixa de atividade de água abaixo de 0,85, conforme demonstrado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Relação de fungos xerofílicos e sua atividade de água mínima e temperatura.

| <b>Espécie fúngica</b>        | <b>Atividade de água mínima</b> | <b>Temperatura (°C)</b> |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Aspergillus candidus</i>   | 0,75                            | 25                      |
| <i>A. conicus</i>             | 0,70                            | 22                      |
| <i>A. flavus</i>              | 0,78                            | 33                      |
| <i>A. fumigatus</i>           | 0,82                            | 40                      |
| <i>A. níger</i>               | 0,77                            | 35                      |
| <i>A. ochraceus</i>           | 0,77                            | 25                      |
| <i>A. restrictus</i>          | 0,75                            | 25                      |
| <i>A. tamaritii</i>           | 0,78                            | 33                      |
| <i>A. terréus</i>             | 0,78                            | 37                      |
| <i>A. versicolor</i>          | 0,78                            | 25                      |
| <i>A. wentii</i>              | 0,84                            | 25                      |
| <i>Penicillium crysogenum</i> | 0,79                            | 25                      |
| <i>P. cyclopium</i>           | 0,81                            | 25                      |
| <i>P. expansum</i>            | 0,83                            | 23                      |
| <i>P. frequentans</i>         | 0,81                            | 23                      |
| <i>P. inslandincum</i>        | 0,83                            | 31                      |
| <i>P. viridicatum</i>         | 0,81                            | 23                      |

Fonte: Taniwaki e Silva, 2001.



De acordo com Pitt; Hocking (2009), os principais fatores que afetam o crescimento de fungos em alimentos são a disponibilidade de água livre ( $A_w$ ), a concentração de íons hidrogênio (pH), a temperatura do processo de estocagem, a atmosfera de armazenamento, a consistência do alimento e as características nutricionais.

Em relação a análises físico-química, Ayala-Rodríguez et.al. (2009), em seu estudo, determinaram o valor de atividade de água para farinha de milho cujos valores variaram de 0,40 a 0,50.

## **2.4 Microrganismos Contaminantes em Grãos de Milho e Derivados**

### **2.4.1 Fungos**

Os fungos estão presentes em grande quantidade por todo ambiente: no ar, solo, plantas, frutas, verduras, em alimentos em geral. Além disso, são conhecidos por degradarem uma variedade de substratos. O alimento quando deteriorado é percebido devido às alterações de aparência, cor, textura, aroma e odor (MUNDIM, 2014; VECCHIA; FORTES, 2007). Segundo Mundim (2014), a deterioração dos alimentos através dos fungos causa riscos econômicos, relacionados à alteração de alguns fatores, tais como: alteração do sabor e do aroma, alteração química e nutricional e também pode ocasionar malefícios para a saúde pública.

Fungos são contaminantes de grãos pelo fato de suas composições serem proteínas, lipídeos e carboidratos, uma vez que os mesmos retiram substrato para o seu desenvolvimento (GOURAMA; BULLERMAN,1995) e podem proliferar, quando em condições favoráveis de pH, umidade, temperatura do substrato (BELLI, 2004). Podem contaminar a matéria prima, como grãos e cereais ainda no campo e/ou também durante o armazenamento (PEZZINI, et al., 2005).

Os fungos que invadem grãos e derivados são dos gêneros *Cephalosporium* spp., *Fusarium* spp., *Giberella* spp., *Nigrospora* spp., *Alternaria* spp. e *Cladosporium* spp. Fungos de armazenamento são normalmente dos gêneros: *Aspergillus* spp., destacando-se as espécies de *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger* e para *Penicillium* spp., *Penicillium expansum*, *Penicillium ochraceus* e *Penicillium verrucosum* (CHRISTENSEN, 1974; LAZZARI, 1997; PINTO, 2005), além dos gêneros *Rhizopus* spp. e *Mucor* spp. (MARCIA & LAZZARI, 1998).

Os fungos relacionados ao armazenamento necessitam de umidade entre 13% e 18%, sendo que os mesmos dificilmente se desenvolvem no campo, durante o crescimento

da planta (BENTO et al., 2012; PEZZINI et al., 2005). Além disso, esses fungos são organismos que, na maioria das vezes, desenvolvem-se com a atividade de água ( $A_w$ ) baixa.

Os fatores principais que afetam o crescimento de fungos na matéria prima são: teor de umidade dos grãos, temperatura, tempo, condição física (grãos quebrados), nível de inóculo do fungo, conteúdo de oxigênio, insetos e ácaros (PEZZINI et al., 2005).

Fungos que produzem toxinas se desenvolvem, além de outros alimentos, em cereais, tais como: milho, cevada, sorgo, trigo, algodão e concentrados volumosos como as silagens (MOTTA et al., 2015), e podem desencadear sérias doenças e síndromes clínicas tanto nos seres humanos quanto em animais (MURRAY et al., 2006). Ou seja, além de riscos econômicos, traz consigo o risco para saúde pública.

**Tabela 2.** Fungos micotoxigênicos e suas respectivas micotoxinas encontradas em diferentes grãos.

| <b>Fungo micotoxigênico</b>  | <b>Alimentos(substrato)</b>                               | <b>Micotoxinas</b>  |
|--|---|---|
| <i>Aspergillus Flavus</i><br><i>Aspergillus parasiticus</i>  | Amendoim, nozes, cereais, amêndoas e castanhas.           | B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> |
| <i>Fusarium oxysporum</i> ,<br><i>Fusarium roseum</i> , <i>Fusarium lacteritium</i> ,<br><i>Fusarium moniliforme</i> | Milho e Trigo.  | Zearalenona   |
| <i>Aspergillus e</i><br><i>Penicillium expansum</i>  | Frutas, maçã, trigo, cevada germinada.                    | Patulina  |
| <i>Fusarium tricinctum</i> , <i>Fusarium roseum</i> , <i>Fusarium poae</i> ,<br><i>Stachybotrys</i>                  | Cereais, amendoim, feno, rações, corn flakes.             | Tricotecenos  |
| <i>Fusarium graminearum</i> ,<br><i>Trichotecium</i> , <i>Trichoderma</i>  | Cereais.  | Desoxynivalenol, Nivalenol, Zearalenona                           |
| <i>Myrothecium</i> , <i>Trichotecium</i>   | Cereais.  | Nivalenol   |
| <i>Cephastridium</i>   | Cereais.  | Toxina T <sub>2</sub>   |
| <i>Aspergillus Alutaceus e</i><br><i>Penicillium viridicatum</i>   | Cereais, café, milho, farinha de mandioca e ração animal. | Ocratoxina  |
| <i>Penicillium</i>   | Cereais   | Ácido penicílico  |
| <i>Aspergillus nidulans</i> ,<br><i>Aspergillus versicolor</i>   | Cereais, frutas, sucos e queijos.                         | Esterigmatocistina  |
| <i>Penicillium</i>   | Cereais e arroz.  | Rubratoxina A e B e Citoveridina                                  |

Fonte: CARRILLO, 2003; PITT et al., 2000.

Os grãos de milho e seus derivados podem vir a ser contaminados por fungos de alguns principais gêneros: *Fusarium*, *Aspergillus* e *Penicillium*, considerados potenciais toxigênicos, podendo produzir uma série de toxinas que podem causar intoxicações graves em seres humanos e também em animais. Essas micotoxinas se desenvolvem em uma faixa entre 68% a 90% de umidade relativa nos grãos e teor de água entre 12% a 18%, com temperaturas variáveis de 25°C a 27°C (ALMEIDA, 2005; SILVA, 2010), conforme demonstrado na Tabela 2.

De acordo com Márcia; Lázari (1998) os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são os mais frequentemente isolados em milho e derivados. Alhadas et al., (2004) analisaram cinco amostras de fubá em estabelecimentos em Curitiba, PR e demonstraram contaminação alarmante, com média de 10 vezes a mais do que a contaminação por leveduras, tendo valores entre:  $1,1 \times 10^1$  a  $3,8 \times 10^5$  nesse produto pelos gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. potencialmente micotoxigênicos.

## 2.5 Micotoxinas

Micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos que podem causar doenças conhecidas como micotoxicoses (MURRAY et al., 2006). De acordo com Souza; Novinski; Schimidt (2011), vários fatores podem contribuir para o desenvolvimento de fungos e ocorrência de micotoxinas, tais como: interferência na qualidade dos grãos, ataque de pragas, processo inadequado de ensilagem (compactação insuficiente, vedação deficiente) e manejo no armazenamento.

A história das micotoxinas iniciou no ano de 1960, no Reino Unido, com contaminação de aflatoxinas em animais, especificamente, em Perus, devido à ingestão da ração que estava contaminada pelo fungo *Aspergillus flavus*, responsável pela produção de aflatoxinas (BENNETT; KLICH, 2003; CALVO, 2005).

Segundo a FAO (2013), as micotoxinas podem estar presentes em alimentos, e com a ingestão dos mesmos, haverá alguns riscos, comprometendo a saúde pública e a qualidade dos alimentos. Ainda que haja o conhecimento da toxicidade de alguns fungos filamentosos, cresce a preocupação em evitar a proliferação dos mesmos, além da preocupação em casos de micotoxicoses em todo mundo.

A contaminação advinda por micotoxinas vai depender de uma série de fatores como, por exemplo: nutrientes, pH, oxigênio, ambiente, umidade, teor de água, luz, manejo

da cultura, armazenamento e processamento. Essa contaminação de alimentos é complexa e difícil em relação à estimativa (FAO-WHO, 2001).

Os órgãos mundiais responsáveis por avaliar os riscos relacionados às micotoxinas são: Comitê Conjunto de Peritos sobre Aditivos Alimentares (JECFA), o Conselho Consultivo Científico da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da FAO e, na Europa, a questão das micotoxinas é cientificamente auxiliada pela Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA), que aconselha a Comissão Europeia (JECFA,1997).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável por estabelecer limites máximos tolerados (LMT) em alimentos no Brasil, de acordo com a resolução nº 7, de 18 de Fevereiro de 2011 (BRASIL, 2011).

Molin; Valentini (1999), Mundim (2014) afirmam que grande parte das toxinas produzidas pelos fungos suportam altas temperaturas e resistem a vários tratamentos ou desidratações que poderiam aniquilar o micélio vegetativo, as estruturas produzidas pelos fungos.

Segundo Marroquín-Cardona et al. (2014) e Silva et al. (2017), os fungos são comumente encontrados em grãos e cereais, que são normalmente utilizados para fabricação de produtos. A intensificação fúngica e a possível formação de micotoxinas nesses produtos podem ocorrer devido à alteração provocada pela temperatura e umidade.

A ocorrência das micotoxinas em alimentos tem sido vista como um potencial perigo à saúde humana pela contaminação direta em grãos e seus subprodutos e ainda há o perigo pela transferência dessas toxinas e seus metabolitos em tecidos animais (KROGH, 1974, MORTENSEN, et al., 1983, ZOUGAGH et al., 2008).

Segundo Machinski et al. (2001) e Kawashima; Valente Soares (2006), os principais gêneros no milho são o *Fusarium* que produz as toxinas fumonisinas e zearalenona e o gênero *Aspergillus* que produz aflatoxinas e ocratoxina e o gênero *Penicillium* que produz ocratoxina.

Ainda que exista a possibilidade de um fungo ser inativado de um processo ou não estar presente em um produto alimentício, as toxinas podem mesmo assim estar presentes, devido ao fato delas não serem facilmente deterioradas (KIESSLING, 1986; NUNES et al., 2003; PITT e HOCKING, 1997).

De acordo com a FDA (2013), o tamanho da potencialidade de um alimento conter toxinas produzidas pelos fungos vai depender se o produto contém e suporta o

desenvolvimento das espécies que produzem micotoxinas e se a umidade e temperatura forem ideais para o crescimento e produção dessas toxinas.

Segundo Capriotti et al. (2010) e Sherif et al. (2009), Wang et.al. (2013), as micotoxinas podem ocorrer, principalmente, em grãos, como cereais e nozes. Além disso, foram classificadas como possivelmente mutagênico, teratogênico e carcinogênico.

No Equador, Mühlemann et al. (1997), em seu estudo sobre micotoxinas, afirmaram que houve a ingestão de aflatoxinas em alimentos contaminados, sendo um problema sério de saúde pública com ingestão de aflatoxinas equatoriana de 15 ng / kg / dia (Com base nas médias aritméticas) e uma incidência de câncer de fígado anual de 49 casos / 100.000 habitantes.

No Brasil, houve um relato sobre uma doença chamada Beribéri, em maio de 2006, no estado do Maranhão, onde aconteceu a ingestão de arroz contaminado por uma micotoxina chamada de citreoviridina, sendo encontrado em alguns fungos, dentre eles o fungo do gênero *Penicillium* (BRASIL, 2007).

### 2.5.1 Aflatoxinas

Aflatoxinas são substâncias toxigênicas produzidas pela espécie do fungo *Aspergillus flavus*. Essa toxina é conhecida por ser carcinogênica e mutagênica (ABBAS et al., 2004, SINGH et al., 2015). São toxinas que são produzidas pelo gênero *Aspergillus*, pertencentes à espécie *flavus*, mas também *Aspergillus parasiticus* e também outras espécies, tais como: *Aspergillus nomius*, *Aspergillus minisclerotigenes*, *Aspergillus pseudocaelatus*, entre outras (SINGH et al., 2015; VARGA et al., 2011).

A FDA (2015) relata que, sob condições favoráveis de temperatura e umidade, as principais aflatoxinas que podem ser produzidas em um alimento são B1, B2, G1, G2. Todas elas juntas podem estar presentes em vários alimentos como nozes, cereais e grãos, em várias proporções. Além disso, a Aflatoxina B1 é considerada a mais encontrada e a mais tóxica e perigosa. Com isso, quando se analisa em produtos alimentícios, por meio da análise por cromatografia, a toxina se separa nos componentes (B1, B2, G1 e G2), sendo que os dois primeiros (B1 e B2) fluorescem azul sob a luz ultravioleta e os outros dois (G1 e G2) fluorescem verde. Em relação à Aflatoxina M, é um metabólito originado a partir da aflatoxina B1 e, geralmente, está presente no leite e na urina excretada em animais que consumiram alimentos contaminados por essa toxina.

Com a produção de aflatoxinas podem ocorrer uma série de doenças que podem afetar a saúde, tais como: cirrose, necrose aguda e carcinoma do fígado em espécies animais, sendo que nenhum desses animais são resistentes ao efeito da toxina, podendo se comparar ao ser humano em relação ao efeito ocorrer da mesma maneira (FDA, 2015).

O efeito da toxina pode ser motivada por alguns fatores tais como: nível de exposição, tipo de ambiente, duração da exposição, saúde, idade e estado nutricional da dieta (FDA, 2015). Além disso, as aflatoxinas mantêm consigo o problema também da ação crônica no ser humano, devido à alteração do crescimento em jovens e crianças; ocasionam problemas imunológicos, neurológicos e câncer hepático (AMARAL et al., 2006; FURLONG et al., 1999 2006; HUSSEIN et al., 2001; SABINO et al., 1988).

As aflatoxinas podem contaminar principalmente milho, farinha, arroz, pistache, amendoim, sementes de algodão e especiarias, contudo o grão de milho e seus derivados são ingredientes comumente utilizados na alimentação animal e humano (JUNG et.al., 2016).

A ingestão dos alimentos contaminados por AFs, ainda que sejam em níveis baixos, pode ocasionar a aflatoxicose crônica, supressão da imunidade, câncer e a redução da expectativa de vida (SHEPHARD, 2008).

A contaminação de produtos da agricultura é considerada de grande problema e em alguns países associada à infestação fúngica, como por exemplo, na Turquia, sendo a avelã, entre as nozes, a mais importante para o mercado desse país (GOLGE, HEPSAG; KABAK, 2016).

Um estudo de micotoxinas em cervejas tradicionais, tendo como base de ingrediente o milho na África Oriental, confirmou a presença de aflatoxinas em nove amostras, sendo que em apenas uma não foi constatada com contaminação em níveis entre 90 e 95  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  (MATUMBA, 2014).

Segundo Jung et al. (2016), muitos países para a proteção à saúde do ser humano e animal efetuaram regulações específicas para micotoxinas em alimentos consumidos pelos dois grupos. Em 2013, a maioria desses países regulamentaram os níveis para aflatoxinas (B1, B2, G1 e G2) e/ou também somente para a aflatoxina B. A comissão Europeia determinou níveis máximos para AFB1, sendo 5,0 mg/kg; já para AFs totais é de 10 mg/kg para cereais e seus produtos, incluindo o milho (EC, 2006a).

No Brasil, na região de São José do Rio Preto, em São Paulo, em estudo de Santos et al. (2001) sobre aflatoxinas em amendoim, confirmou-se a presença dessa toxina. De

178 amostras analisadas, 70 amostras (39,3%) apresentaram contaminação acima do limite permitido segundo a legislação. Outro estudo realizado em Cuiabá, no estado de Mato Grosso, Bento et al. (2012) revelaram a presença por contaminação de aflatoxinas em grão de milho, nas safras de 2009 e 2010, em 84 amostras, que representam 21,4% do total analisado.

A legislação responsável por determinar os limites máximos tolerados (LMT) para aflatoxinas (B1 + B2 + G1 + G2), no Brasil, em grãos de milho e seus derivados é estabelecido pelo Ministério da Saúde (ANVISA), através da RDC nº 7 de 18 de Fevereiro de 2011, sendo o valor de 20 µg.kg<sup>-1</sup> para alimentos à base de milho, entre eles a farinha (BRASIL, 2011).

### 2.5.2 Fumonisinias

Fumonisinias são um grupo de micotoxinas conhecidas por serem produzidas pelos gêneros de *Fusarium* incluindo espécies *Fusarium verticilloides*, *Fusarium proliferatum* e *Fusarium nygamai* (BENNETT; KLICH, 2003; ESPOSITO et al., 2016; ZHANG et al., 2013). Essa toxina é um contaminante natural de grãos e cereais e normalmente são encontradas em milho e seus derivados (JACKSON; JABLONSKI, 2004).

As fumonisinias, produzidas pelo gênero *Fusarium*, são classificadas como as mais importantes, pois, é levado em consideração seus níveis de produção, tamanho da toxicidade e elevada incidência (VOLKEL et.al., 2011).

Em 1988, foi a primeira vez em que a fumonisina foi isolada em vinte e oito análogos que são conhecidas, mas são divididas em quatro séries: A, B, C e P, sendo a forma mais comum a B (GELDERBLOM et al., 1988, RHEEDER et al., 2002, SEWRAM et al., 2005). Segundo Esposito et al. (2016), a forma B é a mais frequente, e, a partir desse homólogo, as formas mais recorrentes a partir dele é B1, B2 e B3, Além disso, são conhecidas por sua toxicidade e ser possível carcinogênico com efeitos nefrotóxicos e hepatotóxicos em animais e seres humanos. A forma FB1 são substâncias possivelmente carcinogênicas, segundo a International Agency for Research on Cancer (IARC, 2002).

Segundo Wan et.al. (2013), há indícios na África do Sul, China e EUA de câncer de esôfago em seres humanos e que foi relacionada à ingestão de alimentos contaminados. Além disso, o nível de contaminação no norte da Itália, onde há o consumo do prato típico a “polenta”, é considerado mais alto do que em outras regiões.

O comitê FAO/WHO de peritos em aditivos alimentares determinou para fumonisinas (FB1, FB2 e FB3) dose diária tolerável máxima de 2mg/kg peso corporal/dia, podendo ser isolada ou em combinação (JECFA, 2011).

A Europa determinou limites máximo toleráveis também para fumonisinas FB totais (FB1 + FB2) em diferentes produtos para ingestão humana. Em relação ao milho o nível máximo é de 4.000 mg / kg. Para os alimentos à base de milho, o limite é de 1000 mg/kg (EC, 2006<sup>a</sup>, EC, 2007).

A Food Drugs Administration dos EUA (FDA) estabeleceu um regulamento chamado: FDA – Mycotoxin Regulatory Guidance para todos os níveis FBs em milho e seus derivados. No caso de alimentos para animais, eles consideram um limite de 2.000 mg/kg para produtos à base de milho (NGFA, 2011; CORONEL et.al. 2016).

Em relação à estrutura molecular das fumonisinas, ela se apresenta como vinte carbonos amino polihidroxi-alkilo esterificada com duas moléculas de ácido tricarbálico (TCA) (DALL'ASTA et al., 2008; RHEEDER et al., 2002).

Em levantamento em Continentes, Soriano e Dragacci et al. (2004) constataram que na África, mais precisamente, na África do Sul, os níveis de fumonisinas em grãos de milho e seus derivados, entre eles, o fubá de milho, de cinquenta e duas amostras de fubá coletadas, em quarenta e seis constataram-se as presenças de FB1 e FB2. Na América do Sul, mais precisamente no Brasil, de onze amostras coletadas de fubá de milho, em nove foram encontradas FB1 e FB2. Na Ásia, tendo como exemplo a China, houve a presença de FB1 e FB2 em todas as amostras estudadas, totalizando quatorze. E, por fim, no Continente Europeu, a Turquia, onde se coletaram vinte e três amostras dessa farinha, em quinze havia a presença da FB1, e em uma única amostra, a presença de FB2.

Um estudo realizado no Brasil, no estado do Paraná por Martins et al. (2012) determinou quantidade de fumonisinas em alguns produtos à base de milho. Neste, o fubá de milho apresentou a maior proporção por contaminação dessa toxina em relação aos demais produtos, cerca de 96,6%.

Os limites toleráveis estabelecidos no Brasil são determinados pela ANVISA – RDC nº 07 de 18 de Fevereiro de 2011 e o nível é de 5.000 µg.kg<sup>-1</sup>, para fumonisinas B1 + B2 em grãos de milho antes do processamento; Por meio de novo anexo emitido em Janeiro de 2016, os níveis para produtos processados a base de milho, entre eles o fubá de 2.500 µg.kg<sup>-1</sup>, foi alterado para o nível de 1.500 µg.kg<sup>-1</sup>, para fumonisinas (B1 + B2) (BRASIL, 2011).



## REFERÊNCIAS

ABBAS H.K.; et. al. Cultural methods for aflatoxin detection. **Journal Toxicology Toxin Reviews**, [S. l.], v. 23, p.295-315, 2004.

ALHADAS, R. V et.al. Contagem de bolores e leveduras em fubá e identificação de gêneros potencialmente toxigênicos. **Revista Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 79-82, 2004.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA - AGEITEC. **Árvore do conhecimento – Tecnologia de Alimentos** : Moagem. Brasília: Ageite; Embrapa, 2008. Disponível em: <  
[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473y1hai57.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473y1hai57.html)> Acesso em: 14 abr. 2017.

ALMEIDA, A. P et.al. Milho recém-colhido no Brasil: Interação da microbiota fúngica, fatores abióticos e ocorrência de fumonisinas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 64, n. 1, p.1-9, 2005.

AMARAL K. A. S. Aflatoxinas em produtos à base de milho comercializados no Brasil e riscos para a saúde humana. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, nº 2, 2006.

ANDRADE A.P. et.al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, 2012.

ANDRADE M. F. Daily intake estimates of fumonisins in corn-based food products in the population of Parana, Brazil. **Food Control**, [S. l.], v. 26, p. 614e618, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC . **AOAC official methods of analysis**. 19 ed. Maryland /USA: AOAC, 2012. AOAC Internacional

AYALA-RODRÍGUEZ, A E., et.al. Nixtamalised flour and tortillas from transgenic maize (*Zea mays* L.) expressing amarantin: Technological and nutritional properties. **Food Chemistry**, [S. l.], v.114, p. 50–56, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO - ABIMILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. [S. l.]: ABIMILHO, 2006. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/ocereal.htm>>. Acesso em: 02 set. 2016.

BELLI, N. Influence of water activity and temperature on growth isolates of *Aspergillus* section *Niger* obtained from grapes. **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 31, p. 19-27, 2004.

BENNETT, J.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Review**, Washington, v.16, n.3, p.497-516, 2003.

BENNETT, J.W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Revista Clinical Microbiology**, [S. l.], v. 16, p. 497e516, 2003.

BENTO LF, et.al. Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71,nº 1, p. 44-9, 2012.

BOEN T. R., et al. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. [S. l.], v. 43, n. 4, out./dez., 2007.

BRASIL. Agência de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Guia para Comprovação da Segurança de Alimentos e Ingredientes**. Brasília/DF: ANVISA, 2013. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395734/Guia+para+Comprova%C3%A7%C3%A3o+da+Seguran%C3%A7a+de+Alimentos+e+Ingredientes/f3429948-03db-4c02-ae9c-ee60a593ad9c>> Acesso em: 22 set. 2016

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RESOLUÇÃO - RDC Nº 7, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2011. Dispõe sobre os limites máximos toleráveis (LMT) para Micotoxinas em alimentos, através art. 11 do Regulamento aprovado pelo Decreto nº. 3.029, de 16 de abril de 1999, Diário Oficial da União, Brasília/DF: Sessão Plenária. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2968262/RDC\\_07\\_2011\\_COMP.pdf/afe3f054-bc99-4e27-85c4-780b92e2b966](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2968262/RDC_07_2011_COMP.pdf/afe3f054-bc99-4e27-85c4-780b92e2b966)> Acesso em: 21 set. 2016.

BRASIL. Agência de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução da CNNPA nº12 de 24 de Julho de 1978. A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, em conformidade com o artigo nº 64, do Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 e de acordo com o que foi estabelecido na 410ª. **Diário Oficial da União**, Brasília: 1978. Sessão Plenária. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12\\_78\\_farinhas.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_farinhas.htm)>. Acesso em: 21 set. 2016

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Milho total (1ª e 2ª safra) Brasil - Série histórica de área plantada**: safra 1976-77 a 2009-10. Brasília: Conab, 2001. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_06\\_10\\_09\\_54\\_24\\_milhototalseri ehist.\(1\).xls](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_06_10_09_54_24_milhototalseri ehist.(1).xls)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos – Estimativa safra 2016/17/ 9º Levantamento**. Brasília: Conab, 2016. Disponível em:  
<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_06\\_08\\_09\\_02\\_48\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf)> Acesso em: 15 Jun. 2017.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira grãos – Estimativa safra 2016/17**. Brasília: Conab [online], 2017. Disponível em:  
<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_03\\_14\\_15\\_28\\_33\\_boletim\\_graos\\_marco\\_2017bx.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_marco_2017bx.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2017.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Monitoramento Agrícola – Safra 2015/2016**. Brasília: Conab [on line], 2016. Disponível em:  
<[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_09\\_06\\_09\\_03\\_20\\_boletim\\_12\\_setembro.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_06_09_03_20_boletim_12_setembro.pdf)>. Acesso em: 21 maio, 2017.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. **Manual de fortificação de fubá e flocos de milho com ferro**. Brasília: Embrapa, 2001. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/415595/manual-de-fortificacao-de-fuba-e-flocos-de-milho-com-ferro>> Acesso em: 22 maio, 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção agrícola municipal de milho 2015**: quantidade produzida, comparação municípios de Mato Grosso. 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em:  
<<http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=51&idtema=158&codv=v121&search=mato-grosso|sorriso|sintese-das-informacoes-2015>>. Acesso em: 11 Mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde - ANVISA. **Relatório Final do Grupo Interministerial frente ao Surto de Beribéri na região Sudoeste do Estado do Maranhão**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 60p.

CALVO, A. M. Mycotoxins. In: DABROWSKI, W.A.; SIKORSKI, Z.E. **Toxins in Food**. London, Ed. CRC Press LLC, 2005. p.219-240.

CAPOBIANGO, M. **Extração das proteínas do fubá de milho e obtenção de hidrolisados protéicos com baixo teor de fenilalanina**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

CAPRIOTTI, A.L., et al. Development and validation of a liquid chromatography/atmospheric pressure photoionization-tandem mass spectrometric method for the analysis of mycotoxins subjected to commission regulation (EC) No. 1881/2006 In cereals **Journal of Chromatography A**. [S. l.], v.1217, Issue 39, p.6044–6051, 2010.

CARRILLO, L. Micotoxinas. **Revista Microbiologia Agrícola**. [S. l.], v. 1, n.1 Cap. 6, 2003.

CARVALHO, A.R. **Determinação da atividade de água (Aw) de produtos alimentícios no aparelho Novasina**. Campinas, CETEA/ITAL, 1997. p. 32.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. p. 208.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P; VILPOUX, O. F. **Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**, São Paulo: Fundação Cargill, 2003. v. 3, p. 577-620.

CHAN, M. A inocuidade dos alimentos deve estar aliada à segurança nutricional e alimentar. **World Health Organization (who)**, Switzerland Published Online, Geneva, 1211, 27, 19 nov. 2014 Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62037-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62037-7)>. Acesso em: 13 abr. 2017.

CHISTÉ R. C. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, nº 4, p. 861-864, 2006.

CHRISTENSEN, C. M. Microflora and seed deterioration. In: Roberts, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 59-93.

CORONEL M. B., et.al. Fumonisin in maize and gluten meal analysed in Argentinean wet milling industrial plants by ELISA compared with HPLC-FLD method. **Food Control**, [S. l.], v. 67.p. 285 e 291, 2016.

COSTA, J. A. A.; ZANELLA, G. N. Identificação de fungos filamentosos em derivados de milho comercializados em Primavera do Leste – MT. **Revista Brasileira de Farmácia**. [S. l.], nº 93, p.109-113, 2012.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY - CAST. **Mycotoxins: risk in plant, Animal, and Human Systems**. 2003. Disponível em: < [http://www.cast-science.org/publications/?mycotoxins\\_risks\\_in\\_plant\\_animal\\_and\\_human\\_systems&show=product&productID=2905](http://www.cast-science.org/publications/?mycotoxins_risks_in_plant_animal_and_human_systems&show=product&productID=2905)> Acesso em: 13 set. 2017.

DALL'ASTA, C., et.al. Free and bound fumonisins in gluten-free food products. **Molecular Nutrition & Food Research**, [S. l.], v. 53, p. 492 e 499, 2009.  
DARNELL, J.; LODISH, H.; BALTIMORE, D. **Molecular Cell Biology**. New York: Scientific American Books, 1990.

DUBOIS, M.; et al. Colorimetric Method form Determination of Sugars and Related Substances. **Nature**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 350 - 356, 1956.

ENTENDENDO o Mercado do Milho: Jornalismo Agropecuário: uma oportunidade para sua carreira. [S. l.]: imea, 2015. workshop. Disponível em: <[http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper\\_jornalistas\\_Milho\\_AO.pdf](http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Paper_jornalistas_Milho_AO.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2016.

ESPOSITO F., et.al. Exposure assessment to fumonisins B1, B2 and B3 through consumption of gluten-free foodstuffs intended for people affected by celiac disease. **Food and Chemical Toxicology**, [S. l.], n. 97, 2016, p.395 e 401

EUROPEAN COMMISSION - EC. Commission Regulation (EC) No 1126/2007 of 28 september 2007 amending regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards fusarium toxins in maize and maize products. **Official Journal of the European Union**, [S. l.], L, 255, 14e17, 2007.

EUROPEAN COMMISSION - EC. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 december 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. **Official Journal of the European Union**, [S. l.], L, 364, 5e24, 2006a.

EUROPEAN COMMISSION. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 december 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. **Official Journal European Union**, [S. l.], L364, 5–2, 2006b.

EUROPEAN COMMISSION. Commission regulation (EC) 401/2006 of 23 february 2006 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs. **Official Journal European Union**, [S. l.], L70, 12–34, 2006a.

FARIAS A. X. et.al. Contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. [S. l.], v.35, n.3, p.617-621, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Mycotoxins**: Food Safety and Quality, [S. l.]: FAO, 2013 . Disponível em: <<http://www.fao.org/food/food-safety-quality/a-zindex/mycotoxins/en/>> Acesso em: 14 mar. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. The state of food and agriculture. Rome: FOA, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. World Health Organization - WHO. Safety evaluation of certain mycotoxins in food. **FAO Food and Nutrition Paper**, [S. l.], nº 74, 2001.

FOOD AND DRUGS ADMINISTRATION – FDA. ORA Lab Manual,- **Mycotoxin Analysis**, v. 4, Secção 7, 2013. 23 p. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/FieldScience/LaboratoryManual/UCM092245.pdf>> Acesso em Março/2017> Acesso em: 23 mar. 2017.

FOOD AND DRUGS ADMINISTRATION FOODBORNE - FDA- Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook Aflatoxins. [S. l.]: FDA, 2015 Disponível em:<<https://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/causesofillnessbadbugbook/ucm071020.htm>> Acesso em: 15 abr. 2017.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FURLONG, E.B.; et.al. Aflatoxinas, ocratoxina A e zearalenona em alimentos da região sul do Rio Grande do Sul. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, [S.l.], v. 58, p. 105-111, 1999.

GANONG, W. F. **Protocolo de qualidade do milho**. 17. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, Review of Medical Physiology;, Prentice-Hall ; San Francis, 1995.

GELDERBLOM, W.C.; et.al. Fumonisinovel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. **Applied Environmental Microbiology**, [S. l.], v. 54, p. 1806; 1811; 1988.

GERMANI, R. **Protocolo de qualidade do milho**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 23p.

GIACOMELLI, D.; et al. Composição nutricional das farinhas de milho e da polenta. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 415-420, jul./set. 2012.

GIUSTI, F.; et al. Determination of fourteen polyphenols in pulses by high performance liquid chromatography-diode array detection (HPLC-DAD) and correlation study with antioxidant activity and colour. **Food Chemistry**. [S. l.], v. 221, p.689-697, 2016.

GOLGE, O.; HEPSAG, F.; KABAK, B. Determination of aflatoxins in walnut sujuk and Turkish delight by HPLC-FLD method. **Food Control**, [S. l.], v. 59, p. 731–736, 2016.

GONELI A. L. D.; et.al. Estudo da difusão de umidade em grãos de trigo durante a secagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(1): 135-140, jan.-mar. 2007.

GOURAMA, H.; BULLERMAN, L. B. Detection of molds in food and feeds: potential rapid and selective methods. **Journal of Food Protection**, [S. l.], v.58, n.12, p.1389-1394, 1995.

GUTKOSKI L. C.; ANTUNES E.; ROMAN I. T., Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. **Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 153-166, 1999.

HUSSEIN, H.S.; BRASEL, J.M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. **Toxicology Journal**, [S. l.], v. 167, p. 101-134, 2001.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC. In: **Some Naturally O Substances**: Food items and constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and mycotixins: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Lyon: IARC Press, 1993. vol. 56.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC. In: **Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphtalene and styrene**: IARC Monographs On The Evaluation Of Carcinogenic Risks To Humans. [S. l.: S, n.], 2002. v. 82, p. 301e 366.

JACKSON L.; JABLONSKI J.; Fumonisins. In: MAGAN N., OLSEN M. (eds). **Mycotoxins in food**. Cambridge: CRC Press, 2004. p. 384-422. Wood-head Publishing Ltd and LLC.

EVALUATION of certain food additives and contaminants: Seventy-fourth report of the Joint FAO/ WHO expert committee on food additives. Geneva: WHO Press, 2011.  
Disponível em: <  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44788/1/WHO\\_TRS\\_966\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44788/1/WHO_TRS_966_eng.pdf)> . Acesso em: 24 maio, 2017.

JORGE A. **Caso do milho geneticamente modificado: questões de produção, segurança e métodos de detecção**. 2011. 46f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em em Gestão Industrial: Conhecimento e Inovação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa – PR, 2011.

JUNG H., et.al. Three liquid chromatographic methods for the analysis of aflatoxins in for different corn (*Zea mays*) matrices. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S. l.], v. 54, p.20–26, 2016.

KAWASHIMA L. M.; VALENTE SOARES L. M. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 516-521, 2006.

KAWASHIMA L. M.; SOARES L. M. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 516-521, 2006.

KIESSLING, K.H. Biochemical mechanism of action of mycotoxins. **Pure e Applied Chemistry**, [S. l.], v.58, n.2, p.327-338, 1986.

KOBLITZ, M.G. B. **Matérias-Primas Alimentícias**: Composição e Controle de Qualidade. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, p. 288, 2011.

KOWASKI, N. **Horizontes para o milho**. [S. l.]: Associação Brasileira das Indústrias de Milho – ABIMilho, 2010. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/noticias/noticias06.htm>>. Acesso em: 02 sete. 2016.

KROGH P. **Mycotoxic porcine nephropathy-a possible model for Balkan (endemic) nephropathy**. 1974. In: PUCHLEV A., et al. (Eds.), **Endemic Nephropathy**, Bulgarian Academy of Sciences. [S. l: S. n], 1974. p. 266.

KUS M. M. M.; PIMENTEL S. A.; MANCINI-FILHO J. Comparação de métodos analíticos para determinação de lipídios e ácidos graxos polinsaturados por cromatografia gasosa em fórmula infantil. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 68, n.1, 2009.

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2. ed. Curitiba: ed. do autor, 1997. 140p.

MACHINSKI Jr. M. Aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in Brazilian corn cultivars. *Society of Chemical Industry. Journal Science and Food Agriculture*, [S. l.], v. 0022, p.5142. 2001.

MAGAN, N.; LACEY, J. Effect of temperature and pH on water relations of field and storage fungi. **Transactions of the British Mycological Society**, [S. l.], v. 8, n. 1 p.71-81, 1984.

MÁRCIA, B. A.; LAZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 363-367, 1998.



MARROQUÍN-CARDONA A. G.; et.al. Mycotoxins in a changing global environment e a review, **Food Chemical Toxicology**, [S. l.], v. 69, p. 220 e 230, 2014.

MARTINS, Fernanda A. et al. Daily intake estimates of fumonisins in corn-based food products in the population of Parana, Brazil. **Food control**, [S. l.], v. 26, p.614-618, 2012.

MATISSEK, R.; SCHENEPEL, F.M.; STEINER, G. **Analisis de los Alimentos: Fundamentos, metodos, aplicaciones.** España: Editorial Acribia, S.A, 1998.

MATO GROSSO. Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária - IMEA. **2ª Estimativa de Oferta e Demanda do milho em 2016 para Mato Grosso.** [S. l.]: IMEA, 2016 Disponível em:  
<[http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R403\\_\\_2\\_Estimativa\\_de\\_OeD\\_Milho\\_jul.16\\_AO.pdf](http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R403__2_Estimativa_de_OeD_Milho_jul.16_AO.pdf)> Acesso em: 15 Abr. 2017.

MATO GROSSO. Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária – IMEA. **Mapa de Macrorregiões do IMEA.** [S. l.]: IMEA, 2010. Disponível em:  
<<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/justificativamapa.pdf>> Acesso em: 15 Jun. 2017.

MATUMBA, L.; et.al. A limited survey of mycotoxins in traditional maize based opaque beers in Malawi. Malawi, **Food Control**, [S. l.], v. 36, p. 253-256p, 2014.

MELO, J. S. **Qual é o determinante da expansão da fronteira agrícola matogrossense no período 2001/2007: produção agrícola ou pecuária?**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios e Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, 2009.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 426 — 428, 1959.

MOLIN, R.; VALENTINI, M.L. **Simpósio sobre micotoxinas em grãos.** [S. l.]: São Paulo, Fundação Cargil. 1999. p. 208.

MORTENSEN H.P.; HALD B., MADSEN A.; Feeding experiments with ochratoxin A contaminated barley for bacon pigs. **Acta. Agriculturae Scandinavica**, [S. l.], v. 33, p. 235, 1983.

MOTTA T.P.; et.al. Estudo sobre a ocorrência de fungos e aflatoxina B1 na dieta de bovinos leiteiros em São Paulo. **Revista de Pesquisa Veterinária Brasileira**, [S. l.], v. 35, n.1, p.23-28, 2015.

MÜHLEMANN, M.; LÜTHY J.; HÜBNER P. Mycotoxin Contamination of Food in Ecuador. **Mitteilungen aus dem Gebiete Lebensmitteluntersuchung Hygiene**, [S. l.], v. 88, n. 4 p. 474-496, 1997.

MUNDIM, S. M. **Fungos toxigênicos e micotoxinas em farinha de mandioca da região amazônica**. 2014. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Federal da Amazônia, Manaus, 2014.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. **Microbiologia Médica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2006.

NATIONAL GRAIN AND FEED ASSOCIATION - NGFA. **FDA mycotoxin regulatory guidance. A Guide For Grain Elevators, Feed Manufacturers, Grain Processors And Exporters, 1e15**. [S. l.]: NGFA, 2011. Disponível em: < <https://www.ngfa.org/wp-content/uploads/NGFAComplianceGuide-FDARegulatoryGuidanceforMycotoxins8-2011.pdf>.> Acesso em: 14 maio 2017.

NUNES I. L.; et al. Arroz comercializado na região sul do Brasil: Aspectos micotoxicológicos e microscópicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n. 2, p.190-194, 2003.

ORDÓÑEZ, J. A. O. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2005. v. 2.

OLIVEIRA, A. S. **Variabilidade genética e potencial produtivo em três populações semiexóticas de milho (zea mays l.)**. 2013. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás. Jataí- GO, 2013.

PARK, K.J.; ANTONIO, G.C. **Análises de materiais biológicos**. 2006. 21f. Monografia (Faculdade de Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2006.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978.

PEREIRA, J.; REIS, K. C.; OLIVEIRA, D.M. Produção de farinha de batata utilizando secagem ao sol. *Revista brasileira de armazenamento*, [S. l.], v.31, n.2, p. 125, 2006.

PEZZINI V.; VALDUGA E.; CANSIAN R. L. Incidência de fungos e micotoxinas em grãos de milho armazenados sob diferentes condições. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], 64(1):91-6, 2005.

PIMENTEL, M. A. G.; FONSECA, M. J. O. **Sistemas de Produção Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas: Colheita e Pós colheita.** [S. l: S. n.], 2011. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/colsecagem.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colsecagem.htm)> Acesso em: 05/04/2015.

PINTO, A. T. B.; et al. Characterization of corn landraces planted grown in the Campos Gerais Region (Paraná, Brazil) for industrial utilization. **Brazilian Archives of Biology Technology**, [S. l.], v. 52, n. special, p.17-28, 2009.

PINTO, N. F. J. A. **Grãos ardidos em milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. p.6 (Circular técnica, 66).

PITT, J. I. (1975). Xerophilic fungi and the spoilage of foods of plant origin. In: R. B. Duckworth (ed.). **Water Relations of Food.** London, U.K.: Academic Press, [1975]. p. 273-307.

PITT, J. I.; BASILICO, J. C. Mycotoxins and toxigenic fungi. **Medical Mycology.** Austrália, v.38, n.1, p.17-22, 2000.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage.** 2.ed. London: Blackie Academic and Professional, 1997. p. 540.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and Food Spoilage.** 3. ed. New York: Springer, 2009.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage.** [S. l.]: Blackie Academic e Professional, 1997. p.529.

RASPER, V. F. Quality evaluation of cereal and cereal products. In: LORENZ, K. J.; KULP, K. (Ed.). **Handbook of cereal science and technology.** New York: Marcel Dekker, 1991 p. 595-638.

RHEEDER, J.P.; MARASAS, W.F.O.; VISMER, H.F., Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. **Applied Environmental Microbiology**, [S. l.], v. 68, p. 2101 e 2105, 2002.

SABINO, M. Micotoxinas em Alimentos. In: OGA, S. (ed.) **Fundamentos de Toxicologia.** São Paulo: Atheneu Editora, 1996. p. 461-472.

SABINO, M., et.al. Ocorrência de aflatoxina B1 em produtos alimentícios e rações animais, consumidos no Estado de São Paulo e várias regiões do Brasil, no período de 1980 a 1987. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 48, n. 1/2, p. 81-85, 1988.

SAFETY EVALUATION OF CERTAIN FOOD ADDITIVES – JECFA. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Joint FAO/WHO expert committee on food additives. Geneva: 53rd Report; Switzerland, 1997. Disponível em: <file:///C:/Users/Pichau/Downloads/WHO\_TRS\_868.pdf>. Acesso em: 23 Maio, 2017.

SAMSON, R. A.; et al. **Introduction to food and airborne fungi**. 6. ed. Netherlands: Central Bureau Voor Schimmelcultures, 2002.

SANTOS, C.C.M.; LOPES, M. R.V.; KOSSEKI, S.Y. Ocorrência de aflatoxinas em amendoim e produtos de amendoim comercializados na região de São José do Rio Preto/SP. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 60, n. 2, p.153-157, 2001.

SÃO PAULO. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP. Segundo a USDA/9º levantamento Safra Mundial de Milho 2015/2016. Informativo DEAGRO. São Paulo, Jan. 2017. Disponível em:<[http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2017/01/boletim\\_milho\\_janeiro2017.pdf](http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2017/01/boletim_milho_janeiro2017.pdf)> Acesso em: 14 maio, 2017.

SEWRAM, V., et al. Production of fumonisin B and C analogues by several fusarium species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 53, p. 4861 e 4866, 2005.

SHEPHARD, G. S. Impact of mycotoxins on human health in developing countries. **Food Additives and Contaminants**, [S. l.], v. 25, p. 146–151, 2008.

SHERIF, S.O.; SALAMA, E.E.; ABDEL-WAHHAB, M.A. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, [S. l.], v. 212, p. 347–368, 2009.

SILVA, A.S., et.al. Aflatoxins produced by *Aspergillus parasiticus* present in the diet of quails increase the activities of cholinesterase and adenosine deaminase. **Microbial Pathogenesis**, [S. l.], v.107,p. 309 e 312, 2017.

SILVA, L.C. Secagem de Grãos. **Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo**, [S. l.], Ano III, n. XIV, p.10-14. Maio, 2005.

SILVA, G. J.; et al. **Produção de Aplóides andronegéticos em milho**: Documentos n. 81, Sete Lagoas – MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa - MG: Editora Aprenda Fácil, 2008. p. 34-53.

SILVA, L. C. **Estruturas para Armazenagem a Granel**. Vitória: UFES – Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Rural, 2010. Boletim Técnico: AG.

SILVA, L. L.; et al. Fubá: utilização de bolores e leveduras como indicadores de sua qualidade. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 9, 2009. Recife. **Anais...** Recife: [S. n.], 2009.

SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. 71f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, BA, 2010.

SILVA, R. N., et al. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 23. n. 3. 2003.

SINGH, D., et al. Molecular characterisation of *Aspergillus flavus* isolates from peanut fields in India using AFLP. **Brazilian Journal of Microbiology**, [S. l.], v. 46, n. 3, p. 673-682, 2015.

SOEIRO B.T., et al. Investigação da qualidade de farinhas enriquecidas utilizando Análise por Componentes Principais (PCA). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 618-624, 2010.

SORIANO J.M., DRAGACCI S. Occurrence of fumonisins in foods. **Food Research International**, [S. l.], v. 37, p. 985–1000, 2004.

SOUZA C.M; NOVINSKI C.O.; SCHMIDT P. **Níveis de micotoxinas em cinco bacias leiteiras do Brasil**. Curitiba/PR: Centro de Pesquisas em Forragicultura (CPFOR/UFPR), 2011. Disponível em: <<http://www.ensilagem.com.br>>. Acesso em: 29 maio 2015.

SPENCER, G.L.; MEADE, G.P. **Special Reagentes**: Cane Sugar Handbook, New York: Wiley, 1945.

TANIWAKI, M. H; SILVA, N. **Fungos em Alimentos**: Ocorrência e Detecção. Campinas: Núcleo de Microbiologia/ITAL, 2001. p.82.

TIECKER JUNIOR A.; et al. Qualidade físico-química de grãos de milho armazenados com diferentes umidades em ambientes hermético e não hermético. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, [S. l.], v.13, n.2, p. 174-186, 2014.

TROLLER, J. A.; CHRISTIAN, J. H. B. Microbial Growth. In: WATER Activity and Food. ch. 5, London, U.K.: Academic Press, 1978. p. 87-105.

VARGA J; FRISVAD J.C.; SAMSON R.A. Two new aflatoxin producing species, and an overview of *Aspergillus* section *Flavi*. **Stud Mycol journal**, [S. l.], v.69, p.57-80, 2011.

VASCONCELOS, V. D. B.; CARNEIRO, N. P. **Transformação genética de milho com construções gênicas contendo o gene AtDREB2A visando tolerância à seca**. Brasília: Repositório alice, acesso livre à informação Científica da Embrapa, 2010. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/855255/1/Transformacaogenetica.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2016.

VECCHIA, A. D.; FORTES, R.C. Contaminação fúngica em granola comercial. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.2, 2007.

VICENZI, R. **Apostila tecnologia de alimentos**. UNIJUÍ: DCSA, 2008. 107p. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/7164422/Apostila-de-Analise-de-Alimentos>> Acesso em: 21 Abr. 2017.

VOLKEL, I.; SCHROER-MERKER, E.; CLAUS-PETER, C. The carry-over of mycotoxins in products of animal origin with special regard to its implications for the european food safety legislation. **Food and Nutrition Science**, [S. l.], v.2, nº 8, p. 852-867, 2011.

WAN, L.Y.M; TURNER, P.C.; EL-NEZAMI, H. Individual and combined cytotoxic effects of *Fusarium* toxins (deoxynivalenol, nivalenol, zearalenone and fumonisins B1) on swine jejunal epithelial cells. **Food Chemistry Toxicology**, [S. l.], v. 57, p. 276 e 283, 2013.

WANG Y.; et.al. Application of suspension array for simultaneous detection of four different mycotoxins in corn and peanut. **Biosensors and Bioelectronics**, Tianjin/China, v. 41, p. 391–396, 2013.

ZAIA A. M. D.; ZAIA C.T.B. V. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **química nova**, Departamento de Química - CCE - Universidade Estadual de Londrina - PR, v. 21, n. 6, 1998.

ZHANG, L.; et.al. Analysis of potential fumonisin producing *Fusarium* species in corn products from three main maize producing areas in eastern China. **Journal Science Food Agriculture**, [S. l.], v. 93, p. 693 e 701, 2013.

ZOUGAGH, M.; RÍOS A. Supercritical fluid extraction of macrocyclic lactone mycotoxins in maize flour samples for rapid amperometric screening and alternative liquid chromatographic method for confirmation. **Journal of Chromatography A**. [S. l.], v.1177, p.50–57, 2008.

## **CAPÍTULO 2: ARTIGO**





1 à 2,47%, Carboidratos: 77,81% à 81,89%,. A amostra (A) apresentou valor de  $2,77 \times 10^2$   
2 UFC/g, amostra (B):  $1,22 \times 10^2$  UFC/g, amostra (C):  $0,77 \times 10^3$  UFC/g, amostra (D):  $4,3 \times 10^3$   
3 UFC/g, e a amostra (E):  $5,07 \times 10^3$  UFC/g. Foram identificados fungos dos gêneros  
4 *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.*, e *Aureobadisiium sp.* As amostras estão de  
5 acordo com a legislação vigente CNNPA nº12 de 24 de Julho de 1978, para as características  
6 físico-químicas, exceto para proteínas. Os gêneros de fungos detectados são potencialmente  
7 toxigênicos, e produziram a micotoxina fumonisina B1 detectada nas amostras (B, C, D, E),  
8 no entanto, os resultados se encontram abaixo do Limite Máximo Tolerado (LMT) regido  
9 pela legislação RDC nº 7 de 18 de Fevereiro de 2011.

10 Termos para indexação: Derivado de milho, segurança alimentar, controle de qualidade.

11

12 **Physicochemical and microbiological evaluation of corn meal commercialized in**  
13 **the northern region of the state of Mato Grosso.**

14

15 **Abstract-** The objective of this study was to determine the physico-chemical and  
16 microbiological qualities of corn meal marketed in the northern region of the Mato Grosso  
17 state. Corn meal from 4 different brands (B, C, D, E) were purchased from supermarkets, and  
18 a sample from artisanal process (A) from Nova Mutum, Sorriso, Lucas do Rio Verde,  
19 Tapurah and Sinop. Centesimal composition, color, pH, water activity ( $A_w$ ) by AOAC  
20 methods (2012), was also performed fungal detection, quantification of fungi in (CFU/g),  
21 and quantification of mycotoxins carried out by the company JLA - Brazil/SP. All the corn  
22 meal brands evaluated presented statistically significant differences ( $P < 0.05$ ), with Color:  
23 for L \* ranging from 80.25 to 101.45, a \* between 2.68 to 8.66, b \* from 29.50 to 48.20, pH:

1 from 5.76 to 6.38 e Aw: 0.42 to 0.55, Humidity ranging from 9.80% to 13.26%, Ash: 0.44%  
2 to 0.82%, Proteins: 5, 98% to 7.69%, Lipids: 0.72% to 2.47%, Carbohydrates: 77.81% to  
3 81.89%,. The sample (A) presented a value of  $2.77 \times 10^2$  CFU/g, sample (B):  $1.22 \times 10^2$  CFU/g,  
4 sample (C):  $0.77 \times 10^3$  CFU/g, sample (D):  $4.3 \times 10^3$  CFU/g, Sample (E):  $5.07 \times 10^3$  CFU/g. The  
5 genera of fungi *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp., and *Aureobadisiium* sp.. were  
6 detected. The samples are in accordance with the current legislation CNNPA n° 12 of July  
7 24, 1978, for physico-chemical characteristics, except for protein. The genera of fungi are  
8 potentially toxigenic, ,and the mycotoxin fumonisin B1 was detected in some samples (B,  
9 C, D, E), however the results are below the Tolerated Maximum Limit (LMT) governed by  
10 legislation RDC n° 7 of February 18, 2011.

11 Index terms: Corn derivative, food safety, quality control.

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

## 1 **1. Introdução**

2 O Brasil é considerado um dos maiores produtores de milho com uma produção na  
3 safra 2015/2016 de 66.979,5 mil toneladas de grãos (CONAB, 2016).O milho na cultura  
4 brasileira tem grande importância devido a suas várias formas de utilização, tanto para cadeia  
5 produtiva de alimentação humana como animal, utilizando-o para produção de óleos, glicose,  
6 fubás, farinhas, dextrose, e na alimentação animal para produção de ração, silagens, grãos  
7 integrados ou desintegrados (Koblitz, 2011).

8 O estado de Mato Grosso é o maior produtor de milho, matéria prima, com cerca de  
9 3,2 milhões de hectares plantados (IMEA, 2017). A região Médio Norte, consiste as maiores  
10 regiões produtoras, tais como, Lucas do Rio Verde, Sorriso, Sinop, Nova Mutum e Tapurah,  
11 resultando em uma produção em grãos de milho em torno de 5 milhões de toneladas no ano  
12 de 2015 (IBGE, 2015).

13 A qualidade da matéria-prima, como em qualquer setor alimentício, é primordial para  
14 a obtenção de produtos seguros e de qualidade, seja para alimentação humana ou animal. O  
15 fubá, derivado do milho, é um produto resultante da moagem de grãos de milho e é o mais  
16 comum e apreciado na culinária brasileira (Alhadas, et al., 2004). Presente na forma de bolos,  
17 biscoitos, mingaus, polenta, e em alimentos com foco em públicos infantil como, por  
18 exemplo, em “papinhas”, e também para idosos. Esse produto é obtido da moagem do grão  
19 de milho, desgerminado ou não, diferentemente de outros produtos, como a produção da  
20 farinha de milho que passa pelo processo de torração do grão, onde é previamente macerado,  
21 socado e peneirado (Brasil, 1978).

22 Por ser um subproduto do grão de milho pode ser contaminado desde o campo no  
23 plantio, e assim o fubá apresenta-se vulnerável a contaminação por microrganismos (Silva  
24 et.al., 2009). Um dos principais patógenos de contaminação do grão de milho são os fungos,

1 agentes conhecidos por degradarem uma grande variedade de substratos, contaminantes de  
2 alimentos, e que dependendo da espécie fúngica, são potenciais produtores de micotoxinas,  
3 toxina que causa riscos aos seres humanos e animais (Vecchia & Fortes, 2007; Mundim,  
4 2014).

5 As micotoxinas produzidas por fungos filamentosos são metabólitos secundários,  
6 substâncias químicas tóxicas ao homem e aos animais, que podem ser resistentes às altas  
7 temperaturas utilizadas nos processos industriais aplicados nas matérias primas (Pitt, 2000).

8 Os fungos são conhecidos por serem os maiores contaminantes de alimentos, entre  
9 eles grãos e cereais, dando início a contaminação ainda no campo, ocorrendo perdas durante  
10 a colheita, e durante o armazenamento em armazéns (Pezzini et al., 2005; Njobeh et al., 2009;  
11 Schimidt et al., 2016). Além disso, há também a preocupação com a contaminação de fungos  
12 em derivados de milho, como por exemplo o fubá de milho, caracterizando um problema de  
13 saúde pública, devido a alguns fungos serem potenciais micotoxigênicos (Alhadas et al.,  
14 2004). Porém, há uma problemática em relação a escassez de informações, de dados  
15 científicos e de qualidade sobre esse derivado de milho comumente encontrado nas mesas da  
16 população.

17 Diante do exposto, objetivou-se conhecer as qualidades físico-químicas e  
18 microbiológicas de fubás de milho comercializados na região Médio Norte do estado de Mato  
19 Grosso.

20

21

22

23

24

## 1 **2. Material e Métodos**

2

### 3 **2.1 Material Experimental**

4           As amostras de fubá foram coletadas nas cidades do Médio Norte de Mato  
5 Grosso, por serem conhecidas como as maiores produtoras de milho sendo elas: Sorriso,  
6 Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Sinop, e Tapurah – MT, adquiridas em supermercados,  
7 feiras e em comércios artesanais, para se determinar a qualidade sanitária, nas duas formas  
8 de processamento do fubá. As amostras de fubá de 500 g empacotados (supermercados)  
9 foram coletadas em embalagens originais e invioladas e a amostra artesanal coletada em  
10 pacotes plásticos fornecidas pelos comerciantes, consistindo em 5 tratamentos: 4 marcas de  
11 fubá de milho denominadas com letras (B, C, D, E), e uma artesanal denominada pela letra  
12 (A).

13           Todas as amostras foram levadas para o Laboratório de Microbiologia do IFMT  
14 *Campus* Avançado Lucas do Rio Verde e armazenadas em temperatura de 4 °C ( $\pm$  2 °C) até  
15 o momento da realização das análises físico-químicas e microbiológicas.

16

### 17 **2.2 Análises Físico-Químicas**

18           As análises de composição centesimal (Teor de água (umidade), proteína, cinzas,  
19 lipídeos e carboidratos), pH, cor objetiva CIE L\*a\*b\* foram realizadas no laboratório de  
20 físico-química no IFMT – *Campus* Avançado Lucas do Rio Verde – MT, e análise de  
21 atividade de água ( $A_w$ ) foi realizada no IFMT - *Campus* Cuiabá – Bela Vista no laboratório  
22 de análises físico-química do programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de  
23 Alimentos.

1

### 2 **2.3 Cor Objetiva (CIELab)**

3 A determinação de cor objetiva foi realizada pelo sistema CIEL\*a\*b\*, utilizando o  
4 iluminante D65, o ângulo de 10° para o observador e componente especular excluído (SCE),  
5 usando o equipamento Hunter Lab (England – UK), calibrado em um padrão branco. Três  
6 leituras foram realizadas por tratamento e cada leitura e a média das três leituras usadas como  
7 valor final, de acordo com a metodologia proposta pela A.O.A.C (2012), e os valores  
8 expressos em L\*, a\* e b\*.

9

### 10 **2.4 Determinação de pH**

11 As leituras de pH foram realizadas por potenciometria utilizando um pHmetro digital  
12 de bancada (Hanna Instruments, modelo HI 2221), previamente calibrado com soluções  
13 tampão 4 e 7, a partir de três leituras na solução de água destilada com a amostra previamente  
14 homogeneizada, conforme método 981.12 da A.O.A.C (2012), e os valores expressos em  
15 unidades de pH.

16

### 17 **2.5 Atividade de água (Aw)**

18 A determinação da atividade de água foi realizada por ponto de orvalho em um  
19 analisador de atividade de água (AQUALAB 4TE Water Activity Meter), conforme método  
20 oficial 978.18 da A.O.A.C (2012). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os  
21 valores expressos em unidades de atividade de água (Aw).

## 1    **2.6 Composição Centesimal**

2           Para a determinação da composição centesimal foram realizadas: Análises para teor  
3 de água que foi determinado por meio da perda de água por desidratação até peso constante,  
4 a 105 °C (método 950.46), as cinzas foram determinadas por incineração completa dos  
5 compostos orgânicos em mufla a 550 °C (método 920.153), a proteína por determinação de  
6 nitrogênio total foi realizada pelo processo de digestão Kjeldahl (método 928.08), os lipídios  
7 determinados em aparelho de Soxhlet com solvente como extrator (método 991.36),  
8 conforme metodologia da A.O.A.C (2012) e os valores expressos em porcentagem (%).

9

## 10   **2.7 Análises Microbiológicas**

11           As análises microbiológicas foram realizadas no Instituto Federal de Educação,  
12 Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *Campus* Cuiabá/Bela Vista no laboratório de  
13 Microbiologia. Foram considerados 5 tratamentos (A,B,C,D,E) com 4 repetições para cada  
14 tratamento.

15

## 16   **2.8 Detecção de Fungos e Identificação**

17           A análise dos fungos do fubá foi realizada utilizando 25g de fubá de cada marca em  
18 225mL de água peptonada 0,1% (1:10), para cada repetição do tratamento. Após, foram  
19 realizadas diluições de 1:100 e 1:1000, com 4 repetições para cada tratamento, pelo método  
20 de plaqueamento em profundidade. De cada diluição foram retiradas e transferidas alíquotas  
21 de 1,0 mL para duas placas de Petri contendo meio de Ágar Dicloran Rosa de Bengala  
22 Cloranfenicol (DRBC) (KING *et al.*, 1979), em duplicata. Em seguida, as placas foram  
23 incubadas a temperatura de 28 °C ± 1 °C por 72 horas. Após esse período foi realizada a

1 contagem das colônias e os resultados foram expressos em Unidade Formadora de Colônias  
2 (UFC). Das placas com colônias de fungos presentes foram retirados fragmentos fúngicos e  
3 semeados, em placas de Petri contendo Ágar batata dextrose (BDA). Após confirmação da  
4 pureza, as colônias foram transferidas para tubos de ensaio e armazenados para identificação.

5

## 6 **2.9 Identificação de fungos**

7 A identificação dos fungos foi realizada com base na identificação primária através  
8 do aspecto macroscópico e microscópico das colônias, por repicagens sucessivas para a  
9 purificação dos isolados presentes nas amostras e preparo de lâminas para comparar com a  
10 literatura. A identificação foi realizada em microscópio óptico de campo claro da marca  
11 Olympus e modelo CX21-led.

12 Os fungos foram classificados ao nível de gênero segundo Samson et al. (2004) e  
13 Winn-Junior et.al. (2014).

14

## 15 **2.10 Delineamento Experimental e Análise Estatística**

16 O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com  
17 5 (cinco) tratamentos, onde foi realizado amostra composta entre o mesmo tratamento em  
18 todas as amostras, com 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela  
19 experimental foi composta de 2,5 kg de amostra composta de fubá de milho.

20 Os dados obtidos para as análises físico químicas de pH, cor objetiva CIELab,  
21 atividade de água ( $A_w$ ) e composição química (Teor de água (umidade), proteína, cinzas,  
22 lipídeos e carboidratos) foram submetidos a ANOVA com uso do pacote computacional  
23 estatístico R (R Core Team, 2016) e quando apresentadas diferenças estatisticamente



1 significativas as médias foram submetidas ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Além disso foi  
2 realizado o teste de normalidade de Shapiro -Wilk.

3 O método utilizado para obtenção dos dados microbiológicos foram realizados por  
4 meio da contagem das UFC/g. Dados obtidos de micotoxinas para fumonisinas e aflatoxinas  
5 foram realizadas pela empresa especializada: JLA/Brasil - São Paulo.

6

### 7 **3. Resultados e Discussão**

8

#### 9 **3.1 Avaliação dos Parâmetros de Cor**

10 Resultados obtidos para determinação de cor estão apresentados na tabela 1. Em  
11 relação ao parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) houve diferença estatisticamente significativa nos  
12 valores obtidos ( $P < 0,05$ ) para os tratamentos, e os resultados estão presentes na tabela 1, onde  
13 a variação foi de 80,25 à 101,45. Para o valor de  $a^*$ , houve diferença estatisticamente  
14 significativa entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ), variando de 2,68 à 8,66. Para o valor de  $b^*$ , houve  
15 diferença estatisticamente significativa apenas em um dos tratamentos ( $P < 0,05$ ), variando de  
16 29,50 à 48,20. Ayala-Rodriguez et.al. (2009) estudaram sobre farinha de milho e encontraram  
17 resultados para o fator  $L^*$  para determinação de cor entre 88,70 à 89,91, e a diferença das  
18 cores ( $\Delta E$ ) teve como resultado uma variação de 12,13 à 13,55. Cuevas-Rodriguez et.al.  
19 (2006) encontraram sobre farinha de milho (*Zea mays*) valores de  $L^*$  entre 82,3 à 91,9, e  
20 ( $\Delta E$ ) entre 9,2 e 21,7, sendo os valores de  $L^*$  bem próximos ao encontrado no presente  
21 estudo.

22 Os valores apresentados demonstram que o tratamento (A), tem o maior valor de  
23 amarelo ( $b^*$ ) que é de 48,20, amostra essa obtida através do processo artesanal, sugerindo

1 que o tipo de processo de produção do fubá afeta na coloração nesse caso conservando a  
2 coloração, com maior tonalidade de amarelo em relação às demais amostras de fubá.

3 Segundo Rodriguez-Miranda et.al. (2011) os resultados obtidos na determinação de  
4 cor para farinha de milho foram o valor de 84,70 para L\*, 16,80 para b\* e 0,86 para a\*, sendo  
5 o valor de L\* próximo deste presente estudo, sendo os valores de a\* e b\* mais baixos  
6 comparados a este trabalho. Fato que pode ser devido à farinha de milho passar por vários  
7 processos como torração, maceração, socagem e peneiramento, sequencia de processos que  
8 causam perda de coloração comparada com o fubá de milho que passa apenas pela moagem  
9 (Brasil, 1978).

10 Outro fato interessante é o valor de b\* encontrado nesse estudo, sendo o maior valor  
11 (48,20) obtido na amostra (A). Sugere-se que amostras obtidas pelo processo artesanal, ter  
12 sido apenas processada em moinho de pedra, favoreceu a conservação da cor (48,20).  
13 Giacomelli et al. (2012) relataram em seus estudo sobre farinha de milho artesanal quando  
14 são produzidas normalmente em moinhos de pedra, observaram que a coloração (amarelo)  
15 das amostras foram mantidas, enquanto as demais por terem passado por processo industrial,  
16 que passam normalmente por mais processos como sanitização e peneiramento, essa  
17 coloração é amenizada (Gutkoski et al., 1999; Giusti et al., 2016).

18 Para os valores de C\* e h\* houve diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ )  
19 entre os tratamentos A e D, sendo os valores 49,10 e 28,15 e 79,62 e 84,16 respectivamente.

20

### 21 **3.2 Avaliação dos parâmetros de pH e Atividade de água ( $A_w$ )**

22 Os valores médios dos parâmetros de pH e  $A_w$ , estão apresentados na tabela 2. Para  
23 os parâmetros de pH, houve diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ), variando de

1 5,76 à 6,37 entre os tratamentos, onde o tratamento A apresentou o maior valor de pH (6,38)  
2 enquanto que B e C, com valores de média estatisticamente iguais entre si, apresentaram os  
3 valores menores. Silva (2006) relata em seu estudo que o desenvolvimento de fungos ocorre  
4 em uma faixa de pH, entre 5.5 à 7.5, onde o crescimento microbiano não é afetado, no  
5 presente trabalho os valores obtidos estão dentro da faixa mencionada. Segundo Rodriguez-  
6 Miranda et al. (2011) em seu trabalho sobre farinha de milho e farinha de inhame, analisou  
7 o pH e encontrou valores parecidos com os do presente trabalho entre 5,27 e 6,78, a farinha  
8 de inhame por ter obtido um valor de 6,78, foi considerado neutro, devido ao menor teor de  
9 ácidos orgânicos de tubérculos de inhame comparado a farinha de milho (Aboubakar et al.,  
10 2008). Com isso, pode se sugerir que os ácidos orgânicos da farinha de fubá de milho em  
11 menor quantidade foram expressos nas amostras (A) e (E) com valores de 6,38 e 6,05.

12 Na determinação de atividade de água ( $A_w$ ) nota-se que houve diferença  
13 estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, variando entre 0,42 à 0,55. A  
14 amostra que obteve o maior valor (0,55) foi a amostra (C) e a que teve menor valor (0,42) foi  
15 a amostra (A). Os fungos se desenvolvem desde que os valores de ( $A_w$ ) estejam entre 0,65 à  
16 0,90 (Nascimento, 2012), no presente estudo foram obtidos resultados abaixo de 0,65 em  
17 todas as amostras de fubá de milho. Ayala-Rodríguez et.al. (2009) determinaram valores de  
18  $A_w$  inferiores para farinha de milho (0,40 à 0,50) e grãos de milho (0,43 à 0,53),  
19 respectivamente.

20

### 21 **3.3 Avaliação dos Parâmetros de Composição Centesimal**

22 Os parâmetros de composição centesimal podem ser observados na tabela 3. Em  
23 relação a umidade todos os tratamentos apresentaram diferença estatisticamente significativa

1 entre si ( $P < 0,05$ ), tendo uma variação de 9,80% à 13,26%. A amostra que obteve o maior  
2 valor (13,26%) foi a amostra (C) e a de menor valor (9,80%), foi a amostra (A). A amostra  
3 (C) de maior valor é a amostra que obteve maior valor para  $A_w$ . Os dados obtidos nesse  
4 estudo para umidade estão bem próximos aos dados determinados por Soeiro et al. (2010)  
5 para farinhas de milho na faixa de 9,7% à 12,2%. Giacomelli et.al (2012) apresentou valores  
6 para farinha de milho na faixa de 9,78% à 12,57%, semelhante aos resultados obtidos neste  
7 presente estudo. A legislação CNNPA nº 12 de 24 de Julho de 1978, que determina valores  
8 para características físico-químicas e microbiológicas para farinhas, dentre elas o fubá de  
9 milho, e determina valor de 15% para Umidade, porém todas as amostras estão abaixo da  
10 faixa determinada (Brasil, 1978). A redução do teor de água auxilia na redução do  
11 desenvolvimento microbiológico de fungos e em possíveis deteriorações no alimento (Goneli  
12 et al., 2007).

13 Em relação a Cinzas, houve diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre os  
14 valores médios, e os resultados obtidos variaram entre 0,44% à 0,82%, sendo que o  
15 tratamento que obteve o maior valor, com diferença estatisticamente significativa foi a  
16 amostra (E) com 0,82% e a de menor valor (0,45) foi a amostra (B). As variações encontradas  
17 nos resultados obtidos em cinzas, segundo Boen et al. (2007), sugerem que as variações  
18 encontradas por eles podem estar relacionadas a diferenças de solo da matéria-prima. Os  
19 valores de cinzas encontradas nesse estudo são semelhantes aos resultados obtidos por Soeiro  
20 et al. (2010) para farinha de milho em que apresentou valores para cinzas de 0,3% à 0,8%.  
21 A legislação para análise de cinzas determina valor de até 2% (Brasil, 1978), e no presente  
22 estudo todas as amostras estão dentro do valor máximo determinado pela legislação.

23 Em relação a proteínas, houve diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre  
24 os tratamentos. Os valores variaram de 5,98% à 7,69% entre as amostras de fubá de milho.

1 A amostra que obteve o maior valor (7,69%) foi a amostra (E) o menor valor (5,98%) foi a  
2 amostra (B). Segundo Boen et al. (2007) as variações que ocorreram na análise de  
3 composição centesimal em farinha de milho e trigo estão relacionadas com as diferenças  
4 entre as variedades do grão, tipo de solo, variação do clima, temperatura, dentre outros. Os  
5 dados de proteínas relatado por Soeiro et.al. (2010) com farinha de milho apresentaram  
6 valores na faixa entre 6,2 à 7,0; Giacomelli et.al (2012) determinou proteína em farinha de  
7 milho na faixa de 6,50% à 8,27% e Brito et al. (2017) determinou proteína em farinha de  
8 milho com valor de 7,2%, todos resultados semelhantes ao encontrado nesta pesquisa.  
9 Segundo a legislação, o valor de proteína deve ser de 7% de protídeos, e no presente estudo  
10 as amostras (E) e (A) apresentam valores de 7,69% e 7,09% respectivamente, estando de  
11 acordo com o que a legislação determina (Brasil, 1978).

12 No resultado para análise de lipídeos houve diferença estatisticamente significativa  
13 ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, e obteve-se uma variação de valores de 0,72% à 2,47%, sendo  
14 o tratamento (E) com o maior valor (2,47%) e amostra (B) com menor valor (0,72%). Os  
15 resultados de lipídeos desse estudo são semelhantes aos encontrados por Soeiro et al. (2010)  
16 e Giacomelli et al. (2012) com farinha de milho, uma faixa de 0,7% à 3,2% e 1,38% à 4,84%,  
17 respectivamente. Uarrota et.al (2013) encontrou em seu trabalho sobre farinha de milho  
18 obtido em diferentes locais do Brasil resultados sobre lipídeos entre 3,01% à 5,53%, valores  
19 mais elevados e outros semelhantes aos encontrados nesse presente estudo. Alexander (1978)  
20 e Giacomelli et al. (2012) sugerem em estudos com farinha de milho pré-cozida e farinha  
21 moída em moinho de pedra que a diferença estatisticamente significativa dos valores de  
22 lipídeos pode ser devido ao processo industrial que cada produto é submetido. Tem produto  
23 que é retirado o gérmen do milho, podendo ser desgerminado ou não (Brasil, 1978) e é no  
24 gérmen onde se localiza a maior quantidade de lipídeos. Por esse motivo sugere-se que a

1 amostra (B) provavelmente é proveniente de grão de milho desgerminado, por apresentar o  
2 menor valor (0,72%) de lipídeos.

3           Nos valores de carboidratos houve diferença estatisticamente significativa entre os  
4 tratamentos ( $P < 0,05$ ), variando de 77,81% à 81,89% de glicídeos contidos nas amostras de  
5 fubá de milho. A amostra (B) apresentou maior valor (81,89%) e a que apresentou menor  
6 valor (77,81%) foi a amostra (D). Na pesquisa de Soeiro et.al. (2010) relataram os resultados  
7 para carboidratos para farinha de milho em uma faixa de 77,5% à 82,7%, estando dentro da  
8 faixa encontrada do presente trabalho. No estudo de Giacomelli et.al.(2012) apresentaram  
9 resultados para carboidratos na faixa de 69% à 80,82%, valores próximos comparados com  
10 o estudo de fubá de milho dessa pesquisa. A legislação determina valor de no mínimo 72%  
11 para carboidratos, e no presente estudo houve valores acima do mínimo, 77,44% à 81,89%,  
12 estando de acordo com a legislação (Brasil, 1978). A diferença estatisticamente significativa  
13 mencionada em todos os dados de composição centesimal dos diferentes tratamentos, pode  
14 ser devido as variações de solo, do clima, da temperatura em que a matéria-prima foi  
15 cultivada. Além disso, provavelmente pelas condições e modo de processamento da farinha,  
16 tipos de locais de armazenamento, estocagem, e o tipo de processamento. Esse estudo faz as  
17 mesmas inferências, conforme Giacomelli et al. (2012); Soeiro et al. (2010) que relataram  
18 que as diferenças estatisticamente significativa entre as amostras de farinha de milho e de  
19 trigo podem ser devido aos parâmetros que envolvem o processo da moagem,  
20 armazenamento durante a comercialização e que é resultante da influencia da fase inicial da  
21 matéria-prima pelas condições de solo, variações do clima, entre outros parâmetros.

22

23

24

### 1 3.4 Análise Microbiológica: Qualidade do Fubá de Milho

2 Os resultados para a contagem de colônias em placa estão apresentados na tabela 4.  
3 Obteve-se os valores de  $1,22 \times 10^2$  à  $5,07 \times 10^3$  UFC/g, sendo a amostra (B) a que apresentou o  
4 menor valor e a amostra (E) a que obteve o maior valor entre os tratamentos. Ressalta-se que  
5 mesmo existindo parâmetros abaixo do ideal, como Aw e teor de água, ainda assim houve  
6 detecção de fungos, contudo, o pH encontrado nas amostras de fubá são favoráveis ao  
7 crescimento de fungos. Segundo Silva et al. (2006) em seu estudo os bolores desenvolveram-  
8 se em uma ampla faixa de pH que variou de 5.5 à 7.5.

9 Conforme a legislação que determina os parâmetros físicos-químicos e os parâmetros  
10 microbiológicos ideais nos farináceos para a detecção de bolores e leveduras o valor máximo  
11 é de  $10^3$  (Brasil, 1978). Nesse estudo, os fungos detectados nas amostras variaram entre  $10^2$   
12 à  $10^3$  UFC/g, estando de acordo com a legislação vigente (CNNPA - nº 12 de 24 de Julho de  
13 1978) (Brasil, 1978).

14 No presente estudo foram detectados fungos no nível de gênero, *Aspergillus sp.*,  
15 *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.* e nas amostras do tratamento A não foi detectado o *Fusarium*  
16 *sp.* e acrescido do gênero *Aureobasidium sp.* (tabela 5). Realizou-se a contagem das colônias  
17 do gênero *Aureobasidium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.*, e efetuado a  
18 média das 4 repetições por tratamento e assim determinado o total das colônias de cada fungo  
19 e expresso em UFC/g (tabela 5).

20 O gênero *Fusarium sp.* foi detectado em todas as amostras dos tratamentos (B,C,D,E)  
21 exceto nas amostras do tratamento (A) (Tabela 4). A contaminação por *Fusarium sp.* pode  
22 ter ocorrido na matéria-prima ainda na fase de campo. No presente estudo foi observado que  
23 o gênero *Fusarium sp.* teve maior expressão nos tratamentos E e D, com  $1,3 \times 10^3$  UFC/g e  
24  $1,87 \times 10^3$  UFC/g, respectivamente.

1           A ausência de *Fusarium* sp. na amostra (A) pode ter ocorrido devido a alguns fatores,  
2 provavelmente pela amostra ter obtido um valor de atividade de água baixo (0,42), pois  
3 segundo Gimeno & Martins (2011) relatam que o gênero *Fusarium* sp. necessita de um valor  
4 de atividade de água em torno de 0,88, e para desenvolver toxinas é necessário um valor de  
5 0,91. Além disso, segundo Silva, (2010) *Fusarium* sp. é conhecido por ser um fungo  
6 encontrado em grãos de milho ainda no campo necessitando de umidade relativa do ar de  
7 90% UR e teor de água para seu desenvolvimento ótimo entre 20% e 21%, o que  
8 provavelmente também explica não ter se desenvolvido na amostra (A) que obteve valor de  
9 9,80%. Há ainda a possibilidade de a matéria prima ter sido plantada em um local pequeno  
10 como ocorre geralmente em agricultura familiar e assim ter sido coletada pelo comerciante  
11 logo após a maturação fisiológica do grão de milho, pois segundo Egli & Tekrony, (1997);  
12 Saini & Westgate, (1999); Marques et al., (2009) relatam em seus estudo sobre o sistema de  
13 produção do milho e constataram que é pertinente que a colheita ocorra rapidamente após a  
14 maturidade fisiológica da matéria-prima, que é quando o cereal (milho) apresenta a máxima  
15 qualidade, extremo acúmulo de massa seca e baixa incidência de fungos toxigênicos.

16           Ainda que *Fusarium* sp. seja um fungo conhecido por se desenvolver com  
17 crescimento ótimo no campo e reduz durante o armazenamento, no entanto pode haver  
18 deterioração das sementes e grãos (Tanaka et.al., 2001). Além disso, segundo Marasas et.al  
19 (2004) e Lazzaro et.al. (2013) a presença de fungos em grãos e derivados, em condições  
20 favoráveis pode produzir micotoxinas conhecidas como fumonisinas, que causa risco para a  
21 saúde humana, além disso, a fumonisina B1 é conhecida por causar algumas doenças como  
22 o câncer de esôfago em humanos e lesão hepática em animais.

23           No estudo de Hermanns et.al. (2006) na região do Rio Grande do Sul identificaram  
24 os pontos críticos do desenvolvimento fúngico durante o período pré-colheita dos grãos de



1 milho e constataram o crescimento com a maior incidência durante a maturação fisiológica  
2 dos grãos. Isto porque a maturação é a fase no qual acumulam mais matéria seca nos grãos,  
3 e detectaram com isso a presença do gênero *Fusarium sp.*, uma associação dos fungos aos  
4 grãos.

5 Além disso, foram observados a presença de mais dois gêneros no presente estudo os  
6 gêneros: *Aspergillus sp e Penicillium sp.*, e que segundo Kawashima & Soares (2006) e  
7 Keller et.al (2013) esses 3 gêneros (*Fusarium sp, Aspergillus sp. e Penicillium sp.*) são os  
8 mais comumente encontrados em alimentos e produtos derivados do milho, conhecidos como  
9 potenciais micotoxigênicos.

10 Dados de estudo de Alborch et.al (2012) mostram valor alto para quantidade de  
11 fungos em UFC/g em farinha de milho sendo de  $8.4 \times 10^4$ , com predominância dos gêneros  
12 *Aspergillus sp. e Penicillium sp.*

13 Estudos de Di Domenico et.al. (2014) mencionam diferentes tipos de grãos de milho  
14 armazenados e identificaram 85% de *Fusarium sp. e Aspergillus sp.* nas amostras coletadas.  
15 Resultados semelhantes foram apresentados por Del Fiore et.al. (2010) em grãos de milho  
16 híbrido onde os gêneros e espécies mais encontrados foram *Aspergillus niger, Aspergillus*  
17 *Flavus e Fusarium sp.*

18 Neste estudo o gênero *Aspergillus sp.* foi identificado em todos os tratamentos,  
19 apresentando a maior quantidade nos tratamentos C e B, com valores de  $0,67 \times 10^2$  UFC/g e  
20  $0,42 \times 10^3$  UFC/g, respectivamente.

21 O gênero *Penicillium sp.* foi identificado em todas as amostras, com o maior valor em  
22 UFC/g no tratamento E, com  $3,57 \times 10^3$  UFC/g.

1 Os fungos de gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. são conhecidos por serem  
2 fungos de armazenamento, para desenvolver necessitam do teor de água que varia de 13 à  
3 18%, respectivamente e que apresenta menor proliferação no campo sendo pouca expressiva  
4 em grãos comparado com o gênero *Fusarium* sp. (Lázzari et.al. 1997 & Arenhardt, 2015).

5 Estudo de Bertuzzi et.al. (2015) na Itália realizado em derivados da castanha, a  
6 farinha, em castanhas frescas e castanhas secas demonstraram contaminação por *Aspergillus*  
7 sp. e *Penicillium* sp. Além disso, foram detectadas as toxinas: ácido micofenólico com  
8 incidência em 100% na farinha e Roquefortine C com 21,9% no mesmo produto sendo essas  
9 micotoxinas produzidas pelo gênero *Penicillium* sp., já as micotoxinas produzidas por  
10 *Aspergillus* sp. foram detectadas as Aflatoxinas e Ocratoxina A com valores de incidência de  
11 92% e 68% respectivamente.

12 Os resultados de micotoxinas desse trabalho para fumonisinas (B1 + B2) estão  
13 apresentados na tabela 6. Observa-se que em todas as amostras foram detectadas a  
14 micotoxina fumonisina B1, exceto na amostra (A). Esse fato pode estar relacionado pela  
15 ausência do fungo *Fusarium* sp. na amostra (A). Segundo Alborch et al. (2012), Cabañes et  
16 al., (2007) e Leslie & Summerell (2006) relatam que *Fusarium* sp. é o fungo responsável pela  
17 produção das fumonisinas. Na amostra (B) foi detectado o maior valor 257.43 µg/kg de  
18 fumonisina B1 porém segundo a legislação determina os limites máximos tolerados (LMT)  
19 para fumonisinas B1 e B2 é de 1.500 µg/kg de limite máximo tolerado (Brasil, 2011). Todos  
20 os tratamentos de fubá de milho estão dentro do permitido pela legislação. Além disso, os  
21 valores para fumonisinas B1 podem não ter sido tão expressivos talvez pelo fato dos valores  
22 de Aw, Teor de água das amostras de fubá terem apresentado valores (0,42 à 0,55) baixos,  
23 sendo o ideal para o desenvolvimento fúngico o teor de água acima de 13,5% e atividade de  
24 água entre 0,87 e 0,90 (Arora et al., 1991; Almeida et al. 2005). Para que o desenvolvimento

1 de fumonisinas ocorra, dependerá sobretudo da atividade de água e teor de água do produto  
2 (Marin, et al. 1995; Battilani et al. 2011). Além disso, a incidência de micotoxinas dependerá  
3 de alguns fatores tais como: temperatura, disponibilidade de água, composição química do  
4 alimento, entre outros (Marin et al. 2013; Chatterjee et al., 2016; Silva et al. 2017). Segundo  
5 Samapundo et al. (2005) relataram em seu estudo o efeito da Aw na produção de micotoxinas  
6 em grãos de milho e observaram que com um valor de Aw alta de 0,969 a produção de  
7 micotoxinas (fumonisinas) apresentaram valor em torno de 168 mg/g, porém quando se  
8 diminuía o valor de Aw para 0,949 esse valor caiu em 50 vezes, ou seja, com um ambiente  
9 com redução na Aw a produção de micotoxinas é baixa.

10 Os resultados obtidos para aflatoxinas estão presentes na tabela 7. Pode se observar  
11 que não houve presença de aflatoxinas (B1, B2, G1, G2) em nenhuma das amostras de fubá  
12 de milho. Esse fato provavelmente ocorreu devido ao fato do gênero *Aspergillus* sp.,  
13 responsáveis pela produção de aflatoxinas, não terem encontrado condições favoráveis de  
14 alguns parâmetros, como teor de água, Aw por estarem abaixo do ideal para a produção dessa  
15 toxina, sendo o ideal para a produção de aflatoxinas valores de Aw entre 0,82 à 0,99 (Pitt e  
16 Hocking, 2009; Peromingo et al., 2016). A FDA (2013) explica que para a produção das  
17 micotoxinas depende de fatores como teor de água, temperatura e o tipo de alimento.

18

#### 19 **4. Conclusão**

20 1. Os resultados das amostras de fubá de milho comercializado no Médio Norte  
21 de Mato Grosso neste estudo estão de acordo com a legislação Brasileira (CNNPA nº 12 de  
22 24 de Julho de 1978), para os padrões físico-químicos avaliados, exceto para algumas  
23 amostras (B, C, D) de análise de proteínas.

1           2.       Os resultados obtidos de todas as amostras de fubá de milho para análise de  
2       detecção de fungos estão de acordo com a legislação brasileira (CNNPA nº 12 de 24 de Julho  
3       de 1978), além disso, todos os resultados de micotoxinas para as amostras de fubá de milho  
4       estão também de acordo com a legislação brasileira vigente (RDC nº 7 de 18 de Fevereiro de  
5       2011).

6           3.       Através das análises físico-químicas e microbiológicas foi possível se  
7       aprofundar e obter maiores informações sobre a qualidade sanitária desse produto que ainda  
8       é tão pouco estudado e encontrado na literatura. E é de suma importância a realização da  
9       avaliação da qualidade de um produto, que no caso é um derivado do milho, um cereal que é  
10      tão importante para o país brasileiro.

11          4.       Em relação às amostras de fubá, pode-se observar que a amostra que obteve o  
12      melhor resultado tanto para análise físico-química, microbiológica e de micotoxinas foi a  
13      amostra (A).

14

### 15      **Agradecimentos**

16          Ao auxílio financeiro recebido pela PROPES/IFMT. Ao Instituto Federal de  
17      Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso IFMT - campus Cuiabá/ Bela Vista, e ao  
18      Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso IFMT - campus Lucas  
19      do Rio Verde por todo apoio.

20

21

## 1 Referências

- 2           ABOUBAKAR, Y. N., NJINTANG, J. S., MBOFUNG, M. F. Physicochemical,  
3 thermal properties and microstructure of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott)  
4 flour and starches. **Journal of Food Engineering**, v. 86, n°2, p. 294 e 305, 2008.
- 5           ALBORCH, L., BRAGULAT, M. R., CASTELLÁ, G., ABARCA, M. L.,  
6 CABAÑES F. J. Mycobiota and mycotoxin contamination of maize flours and popcorn  
7 kernels for human consumption commercialized in Spain. **Food Microbiology** 32 (2012)  
8 97e103.
- 9           ALEXANDER, R. J. Corn dry milling: processes, products and applications. In:  
10 WATSON, S.A.; RAMSTAD, E.P. (Ed.) *Corn chemistry and technology*. St. Paul: American  
11 Association of Cereal Chemists, 1987. cap. 11, p. 351-371.
- 12           ALHADAS, R. V.; STUART, R. M.; BEUX, M. R.; PIMENTEL, I. C. Contagem de  
13 bolores e leveduras em fubá e identificação de gêneros potencialmente toxigênicos. **Revista**  
14 **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 79-82, 2004.
- 15           ALMEIDA, A. P., SABINO, M., FONSECA, H., CORRÊA B. Milho recém-colhido  
16 no Brasil: interação da microbiota fúngica, fatores abióticos e ocorrência de fumonisinas.  
17 **Revista Instituto Adolfo Lutz**. V. 64, n° 1, 2005.
- 18           ARORA DK, MUKERJI KG, MARTH EH, editors. **Handbook of Applied**  
19 **Micology: foods and feed**. 1991.640 p. (CRC Press, New York: Marcel Dekker).
- 20           AOAC – Association of official Analytical Chemists. AOAC official methods of  
21 analysis. AOAC Internacional. 19th ed. Maryland, USA, 2012.
- 22           ARENHARDT, A. L. **Deteção e caracterização de fungos e micotoxinas**  
23 **associadas aos grãos de milho armazenados na região de Sorriso e Sinop - MT. 2015.**  
24 74p. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato  
25 Grosso - IFMT campus Cuiabá/Bela Vista. Cuiabá.
- 26           AYALA-RODRÍGUEZ A. E., DORADO R. G., CARRILLO J. M., ROCHÍN S. M.,  
27 VALENZUELA J. A. L., ORTIZ A. V., LÓPEZ O. P., MORENO C. R. Nixtamalised flour  
28 and tortillas from transgenic maize (*Zea mays* L.) expressing amarantin: Technological and  
29 nutritional properties. **Food Chemistry**, v. 114, p. 50–56, 2009.
- 30           BATTILANI, P., FORMENTI, S., RAMPONI, C., ROSSI, V. Dynamic of water  
31 activity in maize hybrids is crucial for fumonisin contamination in kernels. **Journal of**  
32 **Cereal Science** V.54. p. 467 e 472. 2011.
- 33           BERTUZZI T., RASTELLI S., PIETRI A. Aspergillus and Penicillium toxins in  
34 chestnuts and derived products produced in Italy. **Food Control**, v. 50, p. 876 e 880, 2015.

- 1 BOEN T. R., SOEIRO B. T., PEREIRA FILHO E. R., LIMA-PALLONE J. A.  
2 Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho  
3 enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. V. 43, n. 4, out./dez., 2007.
- 4 BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RESOLUÇÃO -**  
5 **RDC Nº 7, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2011**. Dispõe sobre os limites máximos toleráveis  
6 (LMT) para Micotoxinas em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília DF: Ministério da  
7 Saúde, 2011.
- 8 BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Comissão Nacional  
9 de Normas e Padrões para Alimentos – **CNNPA nº 12, de Julho de 1978**, fixa padrões de  
10 identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas). Brasília, 1978.
- 11 BRITO A. L. B., et.al. Determination of inorganic constituents and physicochemical  
12 characterization of functional flour samples. **Microchemical Journal**, v. 132, 112–118,  
13 2017.
- 14 CABAÑES, F.J., ABARCA, M.L., BRAGULAT, M.R., CASTELLÁ, G. **Especies**  
15 **productoras de micotoxinas**. In: SORIANO, J.M. (Ed.), *Micotoxinas en alimentos*. 2007.  
16 29 e 61 p. (Ediciones Díaz de Santos, Madrid).
- 17 CHATTERJEE, S., KUANG, Y., SPLIVALLO, R., CHATTERJEE, P.,  
18 KARLOVSKY, P. Interactions among filamentous fungi *Aspergillus niger*, *Fusarium*  
19 *verticillioides* and *Clonostachys rosea*: fungal biomass, diversity of secreted metabolites and  
20 fumonisin production. **BMC Microbiology**. V.16. p.1 e 13. 2016.
- 21 CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Monitoramento Agrícola – Safra  
22 2015/2016. Brasília: Conab [on line]. Disponível em:  
23 <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_09\\_06\\_09\\_03\\_20\\_boletim\\_12\\_](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_06_09_03_20_boletim_12_setembro.pdf)  
24 setembro.pdf>. Acesso em: Maio,2017.
- 25 CUEVAS-RODRÍGUEZ E. O., MONTOYA N. M. V., BEJARANO P. I A.,  
26 CARRILLO J. M., ESCOBEDO R. M., PÉREZ L. A. B., TIZNADO J. A. G., MORENO C.  
27 R. Nutritional properties of tempeh flour from quality protein maize (*Zea mays* L.). **Revista**  
28 **LWT**. V.39 p. 1072–1079. 2006.
- 29 DEL FIORE A., REVERBERI M., RICELLI A., PINZARI F., SERRANTI S.,  
30 FABBRI A. A., BONIFAZI G., FANELLI C. Early detection of toxigenic fungi on maize by  
31 hyperspectral imaging analysis. **International Journal of Food Microbiology**, v. 144, p.  
32 64–71, 2010.
- 33 DI DOMENICO A. S. Evaluation of quality attributes and the incidence of *Fusarium*  
34 sp. and *Aspergillus* sp. in different types of maize storage. **Journal of Stored Products**  
35 **Research**, p.1 e 6, 2014.
- 36 DUARTE J.O., CRUZ J. C., GARCIA J. C., MATTOSO M. J. Economia da  
37 produção. In: CRUZ J C (Ed.), *Cultivo do milho, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo*,  
38 2008.
- 39 EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Species differences in seed water status during seed  
40 maturation and germination. **Seed Science Research**, v. 7, n. 1, p. 3-11, 1997.

- 1 FDA - Food and Drug Administration. ORA Lab Manual. Volume IV, Section 7-  
2 **Mycotoxin Analysis**. 23 p. 2013. Disponível em:  
3 <[http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/FieldScience/LaboratoryManual/UCM0](http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/FieldScience/LaboratoryManual/UCM092245.pdf)  
4 [92245.pdf](http://www.fda.gov/downloads/ScienceResearch/FieldScience/LaboratoryManual/UCM092245.pdf) Acesso em Março/2017> Acesso em: Março 2017.
- 5 GIACOMELLI D., MONEGO B., DELAGUSTIN M. G., BORBA M. M.,  
6 RICALDE S. R. FACCO E. M. P., SIVIERO J. Composição nutricional das farinhas de milho  
7 pré-cozida, moída à pedra e da preparação culinária “polenta”. **Revista Alimentos e**  
8 **Nutrição**. v. 23, n. 3, p. 415-420, 2012.
- 9 GIMENO, A.; MARTINS, M.L. **Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y**  
10 **Humanos**. 2011. 127p. (3. ed. Mexico: Inc. USA).
- 11 GIUSTI, F., CAPRIOLI G., RICCIUTELLI M., VITTORI S., SAGRATINI G.  
12 Determination of fourteen polyphenols in pulses by high performance liquid  
13 chromatography-diode array detection (HPLC-DAD) and correlation study with antioxidant  
14 activity and colour. **Food Chemistry**. V. 221, p.689-697, 2016.
- 15 GONELI A. L. D., CORRÊA P. C., RESENDE O., REIS NETO S. A. Estudo da  
16 difusão de umidade em grãos de trigo durante a secagem. **Ciência e Tecnologia de**  
17 **Alimentos**, v. 27, nº1, p.135-140, 2007.
- 18 GUTKOSKI L. C., ANTUNES E., ROMAN I. T., Avaliação do grau de extração de  
19 farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial. **Boletim do centro de pesquisa de**  
20 **processamento de alimentos**. v. 17, n. 2, p. 153 -166,1999.
- 21 HERMANNNS G, PINTO F. T., KITAZAWA S. E., NOLLI I. B. Fungos e fumonisinas  
22 no período pré-colheita do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 7-10, 2006.
- 23 IMEA - Instituto Mato grossense de Economia Agropecuária. Produção Milho  
24 2016/17. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/imea-site/indicador-milho>> Acesso em:  
25 03/04/2017.
- 26 IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção  
27 agrícola municipal de milho 2015 – quantidade produzida, comparação municípios de Mato  
28 Grosso. 2015. Disponível em:  
29 <[http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=51&idtema=15](http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=51&idtema=158&codv=v121&search=mato-grosso|sorriso|sintese-das-informacoes-2015)  
30 [8&codv=v121&search=mato-grosso|sorriso|sintese-das-informacoes-2015](http://www.cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=51&idtema=158&codv=v121&search=mato-grosso|sorriso|sintese-das-informacoes-2015)> Acesso em:  
31 11/03/ 2017.
- 32 KAWASHIMA L.M., SOARES L.M.V. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas  
33 B1, B2, G1 e G2, ocratoxina A e zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia**  
34 **de Alimentos**, v. 26, nº3, p.516-21, 2006.
- 35 KELLER, L. A. M., et.al.Fungal and mycotoxins contamination in corn silage:  
36 Monitoring risk before and after fermentation. **Journal of Stored Products Research** v. 52,  
37 p. 42 e 47, 2013.

- 1 KING, A. D.; HOCKING, A. D.; PITT, J. I. Dichloran-rose bengal medium for  
2 enumeration and isolation of from foods. **Applied and Environmental Microbiology**  
3 37:959-964. 1979.
- 4 KOBLITZ, M.G. B. Matérias-Primas Alimentícias. Composição e Controle de  
5 Qualidade. 2011.,288 p. ( Editora: Guanabara-Koogan, 1).
- 6 KOWASKI, N. **Horizontes para o milho**. Associação Brasileira das Indústrias de  
7 Milho – ABIMILHO, 2010. Disponível  
8 em:<<http://www.abimilho.com.br/noticias/noticias06.htm>>. Acesso em: 27/01/2017.
- 9 LACAZ, C. S., PORTO, E.; MARTINS, J. E. C. **Micologia médica: fungos,**  
10 **actinomicetos e algas de interesse médico**. 1991. 695p. (8ª edição, Sarvier).
- 11 LAZZARI F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos**  
12 **e rações**. 1997. 134 p.(Editora do Autor).
- 13 LAZZARO I., FALAVIGNA C., GALAVERNA G., DALL'ASTA C., BATTILANI  
14 P. Cornmeal and starch influence the dynamic of fumonisin B, A and C production and  
15 masking in *Fusarium verticillioides* and *F. proliferatum*. **International Journal of Food**  
16 **Microbiology**, v.166, p. 21–27, 2013.
- 17 LESLIE, J.F., SUMMERELL, B.A. **The Fusarium Laboratory Manual**. 2006.  
18 400p. (Blackwell Publishing, Ames).
- 19 MARASAS, W.F., RILEY R. T., HENDRICKS K. A., STEVENS V. L., SADLER  
20 T. W., GELINEAU-VAN W. J., MISSMER S. A., CABRERA J., TORRES O.,  
21 GELDERBLOM W. C., ALLEGOOD J., MARTÍNEZ C., MADDOX J., MILLER J.D.,  
22 STARR L., SULLARDS M. C., ROMAN A. V., VOSS K. A., WANG E., MERRILL A. H.  
23 Jr. Fumonisin disrupt sphingolipid metabolism, folate transport, and neural tube  
24 development in embryo culture and in vivo: a potential risk factor for human neural tube  
25 defects among populations consuming fumonisin-contaminated maize. **Journal of Nutrition**  
26 v. 134, p. 711–716, 2004.
- 27 MARIN, S., SANCHIS, V., VINAS, I., CANELA, R., MAGAN, N. Effect of water  
28 activity and temperature on growth and fumonisin B1 and B2 production by *Fusarium*  
29 *proliferatum* and *F. moniliforme* on maize grain. **Letters in Applied Microbiology**. P.298-  
30 301. 1995.
- 31 MARIN, S., RAMOS, A.J., CANO-SANCHO, G., SANCHIS, V., Mycotoxins:  
32 occurrence, toxicology, and exposure assessment. **Food Chemical Toxicology**. V. 60,  
33 p.218e237, 2013.
- 34 MARQUES, O. J., FILHO-VIDIGAL, S. P., DALPASQUALE V. A., SCAPIM, C.  
35 A., PRICINOTTO, L. F., JÚNIOR-MACHINSKI, M. Incidência fúngica e contaminações  
36 por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita.  
37 **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 31, n. 4, p. 667-675, 2009.



- 1 MUNDIM, S. M. **Fungos toxigênicos e micotoxinas em farinha de mandioca da**  
2 **região amazônica**. 2014. 76p. Tese (mestrado). Universidade Federal de Manaus, Manaus.
- 3 NASCIMENTO, V. Desempenho de estratégias de aeração de milho armazenado:  
4 Fungos e condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**.  
5 V. 16, p. 113–121, 2012.
- 6 NJOBEH, P. B., DUTTON M. F., KOCH S. H., CHUTURGOON A., STOEV S.,  
7 SEIFERT K. Contamination with storage fungi of human food from Cameroon.  
8 **International Journal of Food Microbiology**. V. 135. p. 193–198, 2009.
- 9 PEROMINGO, B., RODRIGUEZ, A., BERNÁLDEZ, V., DELGADO, J.,  
10 RODRÍGUEZ M. Effect of temperature and water activity on growth and aflatoxin  
11 production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* on cured meat model systems.  
12 **Meat Science**. V. 122 . p.76–83. 2016.
- 13 PEZZINI V., VALDUGA E., CANSIAN R. L. Incidência de fungos e micotoxinas  
14 em grãos de milho armazenados sob diferentes condições. **Revista Instituto Adolfo Lutz**,  
15 vol.64. nº 1 p.91-6, 2005.
- 16 PIMENTEL, M. A. G.; FONSECA, M. J. O. **Sistemas de Produção Embrapa Milho**  
17 **e Sorgo. Sete Lagoas: Colheita e Pós colheita**, 2011. Disponível em:  
18 <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/colsecagem.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/colsecagem.html)> Acesso em:  
19 05/04/2015.
- 20 PITT J I. **Toxigenic fungi: which are important**. 2000. 17-22p. (Medical Micology.  
21 Oxford v. 38).
- 22 PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage**.1997. 540p. (2. ed. London:  
23 Blackie Academic and Professional).
- 24 PITT, J. I., HOCKING, A. D. **Aspergillus and related teleomorphs**. In Bustin S.A.  
25 (Ed.), A-Z of quantitative PCR. 2009. p. 87–120. (California: International University Line).
- 26 PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**.2000. Ed. Atualizada.  
27 Instituto Campineiro de Ensino Agrícola).
- 28 RAPER, K.B.; FENNEL,,D.I. **The Genus *Aspergillus***. Baltimore: Willians &  
29 Wilkins. 1965.686p.
- 30 RIDDELL, R.W. Permanent stained mycological preparation obtained by slide  
31 culture. **Revista de Mycologia**, v. 42, p. 265-270,1950.
- 32 RODRÍGUEZ-MIRANDA, J., LÓPEZ, I. I. R., LARA, E. H., SÁNCHEZ, C. E. M.,  
33 LICON, E. D., VERA, M. A. V. Development of extruded snacks using taro (*Colocasia*  
34 *esculenta*) and nixtamalized maize (*Zea mays*) flour blends.**LWT -Food Science and**  
35 **Technology**, v.44,p. 673e680, 2011.
- 36 SAINI, H. S.; WESTGATE, M. E. Reproductive development in grain crops during  
37 drought. **Advances in Agronomy**, v. 68, p. 59-96, 1999.

- 1 SAMAPUNDO, S., DEVLIEHGERE, F., MEULENAER, B., DEBEVERE, J. Effect  
2 of Water Activity and Temperature on Growth and the Relationship between Fumonisin  
3 Production and the Radial Growth of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum* on  
4 Corn. **Journal of Food Protection**, Vol. 68, No. 5, p. 1054–1059, 2005.
- 5 SAMSON, R. A., HOEKSTRA E. S., FRISVAD J. C., FILTENBORG O.  
6 **Introduction to food and airborne fungi**. 2002. 389p. (6. ed. Netherlands: Central Bureau  
7 Voor Schimmelcultures).
- 8 SAMSON, R.A., HOEKSTRA, E.S., FRISVAD, J. C. Introduction to food-and  
9 airborne fungi. Ed. 6. Centraalbureau voor Schimmel cultures (CBS), 2004.
- 10 SCHMIDT, M., HORSTMANN, S., DE COLLI L., DANAHER, M., SPEER, K.,  
11 ZANNINI E., ARENDT E. K. Impact of fungal contamination of wheat on grain quality  
12 criteria. **Journal of Cereal Science**. V. 69. p. 95 e 103. 2016.
- 13 SILVA, L. C. **Estruturas para Armazenagem a Granel**. UFES – Universidade  
14 Federal do Espírito Santos, Departamento de Engenharia Alimentos, 2010. Disponível em:  
15 <[http://www.agais.com/manuscript/ag0210\\_armazenagem\\_granel.pdf](http://www.agais.com/manuscript/ag0210_armazenagem_granel.pdf)> Acesso em:  
16 15/03/2017.
- 17 SILVA, L. L ; SANTOS, A. B. ; SILVA, L. H. ; LINS, L. F. ; ASSIS, E. S. ; BRITO,  
18 C. M. ; ANDRADE, K. F. G. ; SANTOS, J. M. ; PAIVA, J. E. . **Fubá: utilização de bolores  
19 e leveduras como indicadores de sua qualidade**. In: IX Jornada de Ensino, Pesquisa e  
20 Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.
- 21 SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para  
22 produtos de panificação**. 2010. 66p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do  
23 Sudoeste da Bahia. Itapetinga, Bahia.
- 24 SILVA, J. J., VIARO, H. P., FERRANTI L. S., OLIVEIRA, A. L. M., FERREIRA,  
25 J. M., RUAS, C. F., ONO, E. Y. S., FUNGARO, M. H. P. Genetic structure of *Fusarium*  
26 *verticillioides* populations and occurrence of fumonisins in maize grown in Southern  
27 Brazil. **Crop Protection**. V. 99, P.160e167, 2017.
- 28 SILVA, A. R. **Modelagem do crescimento de aspergillus niger em néctar de  
29 manga, frente a ph e temperatura**. (2006) Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual  
30 de Campinas, Campinas.
- 31 SOEIRO B.T., BOEN T. R., PEREIRA-FILHO E.R., LIMA-PALLONE J. A.  
32 Investigação da qualidade de farinhas enriquecidas utilizando Análise por Componentes  
33 Principais (PCA). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, nº3, p. 618-624,  
34 2010.
- 35 TANAKA, M. A. S., MAEDA, J. A., PLAZAS, I. H. A. Z. Microflora fúngica de  
36 sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agricola**, v. 58, nº3, p.501-  
37 508, 2001.

- 1           UARROTA, V. G. et.al. Physicochemical, thermal, and pasting properties of flours  
2 and starches of eight Brazilian maize landraces (*Zea mays* L.). **Food Hydrocolloids**, v. 30,  
3 p. 614e 624, 2013.
- 4           VECCHIA, A. D.; FORTES, R.C. Contaminação fúngica em granola comercial.  
5 **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.2, 2007.
- 6           WINN-JUNIOR, W., ALLEN, S., JANDA, W., KONEMAN, E., PROCOP, G.  
7 SCHRECKENBERGER P., WOODS G.**Diagnóstico Microbiológico, Texto e Atlas**  
8 **colorido**.2014. 1760p. (6ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan).

1 **Tabelas:**

2

3 **Tabela 1.** Determinação de cor de 4 diferentes marcas (B,C,D,E) e uma amostra artesanal  
4 (A) de fubá de milho comercializados na região médio norte do estado de Mato Grosso.

| <b>Variáveis</b>                          |                     |                    |                    |                    |                     |
|---|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Tratamen<br/>tos fubá<br/>de milho</b> | <b>Cor: L*</b>      | <b>a*</b>          | <b>b*</b>          | <b>C*</b>          | <b>h*</b>           |
| <b>A</b>                                  | 94,63 <sup>b</sup>  | 8,66 <sup>a</sup>  | 48,20 <sup>a</sup> | 49,10 <sup>a</sup> | 79,62 <sup>d</sup>  |
| <b>B</b>                                  | 101,45 <sup>a</sup> | 4,55 <sup>b</sup>  | 34,60 <sup>b</sup> | 34,23 <sup>b</sup> | 82,50 <sup>bc</sup> |
| <b>C</b>                                  | 84,93 <sup>c</sup>  | 2,68 <sup>c</sup>  | 29,50 <sup>b</sup> | 35,15 <sup>b</sup> | 81,77 <sup>c</sup>  |
| <b>D</b>                                  | 84,51 <sup>c</sup>  | 3,92 <sup>bc</sup> | 34,60 <sup>b</sup> | 28,15 <sup>c</sup> | 84,16 <sup>a</sup>  |
| <b>E</b>                                  | 80,25 <sup>c</sup>  | 5,02 <sup>b</sup>  | 34,79 <sup>b</sup> | 34,83 <sup>b</sup> | 83,53 <sup>ab</sup> |
| <b>P-valor</b>                            | >0.0000             | 0.00000002         | 0.00000002         | 0.0046             | 0.1142              |
| <b>EPM</b>                                | 2.7750              | 0.4196             | 1.5010             | 1,8573             | 0.5075              |

5 Médias seguidas de mesma letra entre as colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a  
6 5% de significância.

7

8 **Tabela 2.** Determinação de pH e atividade de água ( $A_w$ ) de 4 diferentes marcas (B,C,D,E) e  
9 uma amostra artesanal (A) de fubá de milho comercializados na região médio norte do estado  
10 de Mato Grosso.

| <b>Variáveis</b>                     |                   |   |
|--------------------------------------|-------------------|---|
| <b>Tratamentos fubá<br/>de milho</b> | <b>pH</b>         | <b>Atividade de Água<br/>(<math>A_w</math>)</b> |
| <b>A</b>                             | 6,38 <sup>a</sup> | 0,42 <sup>d</sup>                               |
| <b>B</b>                             | 5,76 <sup>c</sup> | 0,48 <sup>c</sup>                               |
| <b>C</b>                             | 5,78 <sup>c</sup> | 0,55 <sup>a</sup>                               |
| <b>D</b>                             | 5,99 <sup>b</sup> | 0,48 <sup>c</sup>                               |
| <b>E</b>                             | 6,05 <sup>b</sup> | 0,51 <sup>b</sup>                               |
| <b>P-valor</b>                       | >0.0000           | >0.0000   |
| <b>EPM</b>                           | 0.0054            | 0.0001  |

11 Médias seguidas de mesma letra entre as colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a  
12 5% de significância.

13

1 **Tabela 3.** Determinação da composição centesimal de 4 diferentes marcas (B,C,D,E) e uma  
 2 amostra artesanal (A) de fubá de milho comercializados na região médio norte do estado de  
 3 Mato Grosso.

| Tratamento<br>s fubá de<br>milho | Variáveis          |                    |                     |                    |                    |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                                  | Umidade/<br>%      | Cinzas/<br>%       | Proteínas/<br>%     | Lipídeos/<br>%     | Carboidratos/<br>% |
| A                                | 9,80 <sup>e</sup>  | 0,62 <sup>bc</sup> | 7,09 <sup>ab</sup>  | 1,98 <sup>b</sup>  | 80,49 <sup>b</sup> |
| B                                | 10,92 <sup>c</sup> | 0,44 <sup>c</sup>  | 5,98 <sup>c</sup>   | 0,72 <sup>d</sup>  | 81,89 <sup>a</sup> |
| C                                | 13,26 <sup>a</sup> | 0,56 <sup>c</sup>  | 6,24 <sup>bc</sup>  | 1,47 <sup>c</sup>  | 78,44 <sup>c</sup> |
| D                                | 12,30 <sup>b</sup> | 0,78 <sup>ab</sup> | 6,70 <sup>abc</sup> | 2,38 <sup>ab</sup> | 77,81 <sup>c</sup> |
| E                                | 10,50 <sup>d</sup> | 0,82 <sup>a</sup>  | 7,69 <sup>a</sup>   | 2,47 <sup>a</sup>  | 78,66 <sup>c</sup> |
| <b>P-valor</b>                   | >0.0000            | 0.000008           | 0.0010              | >0.0000            | 0.00000006         |
| <b>EPM</b>                       | 0.0274             | 0.0074             | 0.2294              | 0.0408             | 0.3908             |

4 Médias seguidas de mesma letra entre as colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a  
 5 5% de significância.

6

7 **Tabela 4.** Quantificação dos fungos detectados através da análise de plaqueamento em  
 8 profundidade (UFC/g).

| Amostra de Fubá | Média colônias fungos  |
|-----------------|------------------------|
|                 | UFC/g                  |
| A               | 2,77 x 10 <sup>2</sup> |
| B               | 1,22 x 10 <sup>2</sup> |
| C               | 0,77 x 10 <sup>3</sup> |
| D               | 4,3 x 10 <sup>3</sup>  |
| E               | 5,07 x 10 <sup>3</sup> |

9

10

11

12

13

1 **Tabela 5.** Quantificação dos fungos detectados por gênero detectados através da análise de  
 2 plaqueamento em profundidade (UFC/g)

| Amostras de Fubá | Gênero do fungo          | Média colônias fungos UFC/g |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| A                | <i>Fusarium sp.</i>      | Não foi detectado           |
| A                | <i>Penicillium sp.</i>   | 2,3x10 <sup>2</sup>         |
| A                | <i>Aspergillus sp.</i>   | 0,3x10 <sup>2</sup>         |
| A                | <i>Aureobasidium sp.</i> | 0,17x10 <sup>2</sup>        |
| B                | <i>Fusarium sp.</i>      | 0,5x10 <sup>2</sup>         |
| B                | <i>Penicillium sp.</i>   | 0,02x10 <sup>2</sup>        |
| B                | <i>Aspergillus sp.</i>   | 0,67x10 <sup>2</sup>        |
| C                | <i>Fusarium sp.</i>      | 0,3x10 <sup>3</sup>         |
| C                | <i>Penicillium sp.</i>   | 0,05x10 <sup>3</sup>        |
| C                | <i>Aspergillus sp.</i>   | 0,42x10 <sup>3</sup>        |
| D                | <i>Fusarium sp.</i>      | 1,87x10 <sup>3</sup>        |
| D                | <i>Penicillium sp.</i>   | 2,4x10 <sup>3</sup>         |
| D                | <i>Aspergillus sp.</i>   | 0,07x10 <sup>3</sup>        |
| E                | <i>Fusarium sp.</i>      | 1,3x10 <sup>3</sup>         |
| E                | <i>Penicillium sp.</i>   | 3,57x10 <sup>3</sup>        |
| E                | <i>Aspergillus sp.</i>   | 0,2x10 <sup>3</sup>         |

3

4

5

6

7

8

9

1 **Tabela 6.** Detecção e quantificação de micotoxinas (Fumonisinias B1+B2) e seu Limite  
 2 Máximo Tolerado(LMT) em amostras de fubá de milho.

| <b>Micotoxinas</b>                   |   |   |                               |
|--------------------------------------|---|---|-------------------------------|
| <b>Tratamentos<br/>fubá de milho</b> | Fumonisinias<br>B1/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ | Fumonisinias<br>B2/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ | (LMT) $\mu\text{g}/\text{kg}$ |
| <b>A</b>                             | Nd  | Nd  |                               |
| <b>B</b>                             | 257.43                                      | Nd  |                               |
| <b>C</b>                             | < 200                                       | Nd  | 1.500                         |
| <b>D</b>                             | < 200                                       | Nd  |                               |
| <b>E</b>                             | < 200                                       | Nd  |                               |

3 Nd- Não detectado/ $\mu\text{g}/\text{kg}$  - microgramas por kilograma.

4

5

6 **Tabela 7.** Detecção e quantificação de micotoxinas (Aflatoxinas B1, B2, G1, G2) e seu Limite  
 7 Máximo Tolerado(LMT) em amostras de fubá de milho.

| <b>Micotoxinas</b>                       |  |  |  |  |                                |
|--|--|--|--|--|--------------------------------|
| <b>Tratamentos<br/>fubá de<br/>milho</b> | Aflatoxinas<br>B1/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ | Aflatoxinas<br>B2/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ | Aflatoxinas<br>G1/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ | Aflatoxinas<br>G2/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ | (LMT)/ $\mu\text{g}/\text{kg}$ |
| <b>A</b>                                 | Nd   | Nd   | Nd   | Nd   |                                |
| <b>B</b>                                 | Nd   | Nd   | Nd   | Nd   |                                |
| <b>C</b>                                 | Nd   | Nd   | Nd   | Nd   | 20                             |
| <b>D</b>                                 | Nd   | Nd   | Nd   | Nd   |                                |
| <b>E</b>                                 | Nd   | Nd   | Nd   | Nd   |                                |

8 Nd- Não detectado/  $\mu\text{g}/\text{kg}$  - microgramas por kilograma.

9

10

11

12

13

## Anexo: Diretrizes - Revista PAB

### Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

### Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

### Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

### Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.



### **Resumo**

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

### **Termos para indexação**

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

### **Introdução**

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

### **Material e Métodos**

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

### **Resultados e Discussão**

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.

- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

- Dados não apresentados não podem ser discutidos.

- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

### **Conclusões**

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

- Não podem consistir no resumo dos resultados.

- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

### **Agradecimentos**

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).

- Devem conter o motivo do agradecimento.

### **Referências**

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

**Citações**

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

- Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

### **Fórmulas, expressões e equações matemáticas**

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

### **Tabelas**

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); \* e \*\* (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

### **Figuras**

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

- Não usar negrito nas figuras.

- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

### **Notas Científicas**

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

#### Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- Resumo com 100 palavras, no máximo.

- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

### **Outras informações**

- Não há cobrança de taxa de publicação.

- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231, via e-mail: [sct.pab@embrapa.br](mailto:sct.pab@embrapa.br) ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB.