



**Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em
Biotecnologia**



VANESSA COSTA ALVES GALÚCIO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE FRUTAS DA AMAZÔNIA NO PROCESSO
DE BIOCONVERSÃO POR FUNGOS BASIDIOMICETOS PARA A PRODUÇÃO DE
RAÇÃO ANIMAL**

MANAUS
2018



**Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em
Biotecnologia**



VANESSA COSTA ALVES GALÚCIO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE FRUTAS DA AMAZÔNIA NO PROCESSO
DE BIOCONVERSÃO POR FUNGOS BASIDIOMICETOS PARA A PRODUÇÃO DE
RAÇÃO ANIMAL**

Tese apresentada ao Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas para a obtenção de grau de doutor em Biotecnologia, área de concentração Agroflorestal.

Orientadora: Dra. Ceci Sales-Campos

MANAUS
2018

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G183a Galúcio, Vanessa Costa Alves
Aproveitamento de resíduos de frutas da Amazônia no processo de bioconversão por fungos basidiomicetos para a produção de ração animal / Vanessa Costa Alves Galúcio. 2018
169 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ceci Sales Campos
Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Frutas tropicais. 2. Ração animal. 3. Substrato fúngico. 4. Cogumelos comestíveis. I. Campos, Ceci Sales II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

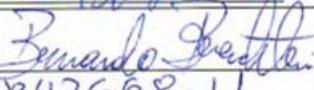
VANESSA COSTA ALVES GALÚCIO

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE POLPA DE FRUTAS DA AMAZÔNIA NO
PROCESSO DE BIOCONVERSÃO POR FUNGOS BASIDIOMICETOS PARA A
PRODUÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL**

Tese apresentada ao Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas para a obtenção de grau de doutor em Biotecnologia, área de concentração Agroflorestal.

Data da aprovação: Manaus, 17 de maio de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Membros	Parecer	Assinatura
Profa. Dra. Ceci Sales-Campos – (Presidente)	Aprovada (X) Reprovada ()	Assinatura:  CPF: <u>076956932-7</u>
Prof. Dr. Bernardo Berenchtein – UFAM/UFFS	Aprovada (X) Reprovada ()	Assinatura:  CPF: <u>314842668-1</u>
Profa. Dra. Helyde Albuquerque Marinho – INPA	Aprovada (X) Reprovada ()	Assinatura:  CPF: <u>061511402-49</u>
Prof. Dr. Luiz Antonio de Oliveira - INPA	Aprovada (X) Reprovada ()	Assinatura:  CPF: <u>862.606.938-34</u>
Prof. Dr. Gemilson Soares Pontes – INPA	Aprovada (X) Reprovada ()	Assinatura:  CPF: <u>67812813215</u>

*A Deus, minha força, meu socorro presente na hora da angústia,
meu porto seguro, autor e consumidor da minha fé.*

Agradeço

*Ao meu amor **Davi**, esposo companheiro e amigo, pai amoroso, compreensível e sempre pronto a ajudar em todos os momentos.*

*Aos meus filhos, **Jonathas**, meu grande amigo, e **Ana Júlia**, alegria da família, que motivam os meus sonhos.*

*À minha mãe **Magaly**, por me apoiar em todos os momentos e não medir esforços para que eu possa acreditar e realizar meus sonhos; a minha irmã **Alessandra** pelo amor e apoio incondicional.*

*Aos alunos que se tornaram filhos amados, **Nuriely**, **Armando** e **Alexandre**.*

Dedico & Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e restauração, misericórdia e amor, permitindo o início e conclusão deste trabalho.

À minha família, Davi, Jonathas, Ana Júlia, Marlessandra, Cristiney, Darley, Alessandra e Hadson, minha mãe e amigos por me apoiarem incondicionalmente.

À Professora Ceci Sales-Campos, minha orientadora presente em todos os momentos, indicando os caminhos a seguir e motivando a fazer sempre o melhor.

Ao Professor Bernardo Berenchtein, por todo apoio, incentivo e orientação, principalmente quanto aos assuntos referentes à Zootecnia.

À Professora Kely Brelaz, pela ajuda, força e orientação quanto ao manejo das aves, palavras de motivação, e por disponibilizar e intermediar o processo para a utilização do aviário.

Ao professor Mizael pela grande ajuda na realização do experimento de desempenho.

Aos Coordenadores dos laboratórios de Nutrição Animal, Microbiologia, Solos e Aquicultura da UFAM campus Parintins/AM, Professor Ícaro Cabral, Professor Pedro Amorim, Professor Paulo Henrique, Professor Tiago Viana e Tomaz Gualberto por permitirem que desenvolvesse a maior parte dos experimentos, sem essa parceria tudo seria mais difícil.

À técnica dos laboratórios de Aquicultura e Aves, Midian Salgado sempre à disposição para ajudar.

Aos professores Elton e Ângela, amigos e incentivadores, hoje em São Paulo para o doutorado.

Aos Professores da UEA Parintins, Adailton, Cynara Carmo, Fabiano e Nayme, por permitirem o desenvolvimento de projetos e contribuírem com as minhas pesquisas, em especial a Mônica técnica do Laboratório de Química.

À Francisca, hoje técnica do IFAM e mestranda, aluna querida sempre pronta a ajudar.

Aos alunos do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, hoje já formados, pelo auxílio e profissionalismo no processo de abate.

Aos alunos da UEA Witalo e Taiane, e alunos da UFAM, Armanda, Alef, Rosimery, France Ângelo, Diego, Daniellen, Gisele, Manoel, Danielle e em especial aos sempre presentes Rita, Luiz, Tiago e Thierry, todos vocês foram meus braços e

pernas, guerreiros, companheiros, sempre acreditando que daria certo.

À Ariane, companheira de todos os dias e de muitos projetos e à Pâmela por aceitar o desafio de ajudar.

Aos alunos, hoje filhos, Nuriely (Elias e Alice), Armando (Daiane) e Carlos Alexandre (Jéssica e Carlos Henrique), pela presença e apoio constante, principalmente na fase final, onde foram fundamentais para que eu pudesse concluir o trabalho.

Ao doutorando e hoje professor substituto da UFAM, Noédson Beltrão por extrema competência, orientações, ajuda com análises e estatística, palavras de motivação e por estar sempre disposto a contribuir.

À companheira de mestrado, doutorado e gravidez Adriana Nunes, por dividir despesas, tristezas, mas também as alegrias da pesquisa.

Ao Programa Multi-Institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia pela oportunidade de adquirir conhecimento e titulação.

Ao Laboratório de Cultivo de Fungos Comestíveis do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por possibilitar a realização desta pesquisa com fungos comestíveis.

Às instituições de ensino parceiras que cederam espaço físico e materiais, UFAM, UEA e IFAM, em especial a técnica Francisca.

À Fabrica Parintins Polpas, funcionários e seu proprietário Francinaldo Godinho por disponibilizar sua estrutura e boa parte dos resíduos.

À CAPES, pelo subsídio financeiro, através do projeto Pró-Amazônia.

Enfim, a todas as parcerias feitas ao longo deste tempo, só através delas este trabalho pode ser realizado, e a todos, e foram muitos, que de alguma forma contribuíram.

MUITO OBRIGADA!

Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe.

Clarice Lispector

“Mas os que esperam no Senhor renovarão as forças, subirão com asas como águias; correrão, e não se cansarão; caminharão, e não se fatigarão.

Isaías 40:31

RESUMO GERAL

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e líder na produção de frutas tropicais, chegando a aproximadamente 44 milhões de toneladas de frutos por ano, sendo grande parte processado industrialmente, gerando toneladas de resíduos que normalmente são descartados na natureza. Os fungos Basidiomicetos são lignocelulolíticos, ou seja, apresentam a capacidade de degradar compostos complexos como a celulose e lignina; estes fungos são cultivados em substratos a base de resíduos que, ao final de seu cultivo, apresentam alto valor nutricional semelhante ao corpo de frutificação. Estes substratos pós-cultivo, também chamados de exaurido são normalmente descartados ou usados como adubo orgânico. Este trabalho teve como objetivo produzir uma ração animal, a partir do substrato fúngico. A primeira etapa foi a coleta, análise nutricional e microbiológica de resíduos de polpas de frutas de acordo com a maior disponibilidade local e período de safra, sendo selecionado o resíduo de açaí que acrescido de carbonato de cálcio foi utilizado como substrato para cultivo de *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes*. A partir do cultivo, os substratos dos cogumelos, em duas fases, na colonização dos primórdios e pós-cultivo foram testados para serem usados como ração para frangos de corte, através da análise de digestibilidade pelo método de coleta total de excretas, com cálculo de energia bruta, energia metabolizável e corrigida para nitrogênio, além de análise hematológica e parasitológica das aves. A partir destes resultados foi selecionado o substrato de resíduo de açaí miceliado de *Pleurotus ostreatus* (SAMPO) para a realização de análise de desempenho, características de carcaças, pesos absolutos e relativos de órgãos, composição química dos cortes nobres e altura de vilosidades intestinais de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. Foram utilizados 360 pintos de corte da linhagem comercial Cobb, não sexados, em duas fases de desenvolvimento, fase de crescimento (21 a 33 dias) e fase final (33 a 42 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com tratamentos em arranjo fatorial 5 x 2 (5 dietas e 2 fases de desenvolvimento). As dietas foram formuladas com diferentes concentrações de SAMPO, 0%, 3%, 6%, 9% e 12%, sendo fornecidas a seis parcelas, com 12 aves por parcela. Os resultados demonstraram a viabilidade de utilização do substrato em um nível médio de 5% de inclusão, evidenciado na melhoria de características como menor peso de gordura abdominal na carcaça e na carne maior teor de proteína e menor teor de lipídeos, além de evidências de benefícios quanto à imunidade e saúde dos animais. A análise histológica das vilosidades intestinais demonstrou características compatíveis com o consumo de dietas ricas em fibras, com as alturas diminuindo com o aumento do nível de inclusão do substrato. Dessa forma, foi produzida uma ração suplementada com um aditivo de menor custo e elevado valor ambiental, sendo o baixo teor nutricional do resíduo, modificado pelo cultivo de fungos Basidiomicetos que realizaram a bioconversão de compostos complexos, tornando-os disponíveis para serem absorvidos pelo organismo animal e agregando características semelhantes ao micélio presente no substrato.

Palavras-Chave: Aproveitamento de resíduos; frutas tropicais; ração animal; substrato fúngico.

ABSTRACT

Brazil is the third largest producer of fruit in the world and the leader in the production of tropical fruits, reaching approximately 44 million tons of fruits per year, being much processed industrially, generating tons of waste that are normally discarded in nature. The Basidiomycete fungi are lignocellulosic, that is, they have the ability to degrade complex compounds such as cellulose and lignin; these fungi are grown on substrates based on residues that, at the end of their cultivation, present high nutritional value similar to the fruiting body. These post-culture substrates, also called spent substrates, are usually discarded or used as organic fertilizer. This work had as objective to produce an animal feed, from the fungal substrate. The first step was the collection, nutritional and microbiological analysis of fruit pulp residues according to the greater local availability and harvest period. After nutritional analysis, the açai residue was selected, which, together with calcium carbonate, was used as substrate for *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes*. From the cultivation, the two-stage mushroom substrates at the initiations colonization and post-cultivation were tested as feed for broiler chickens by digestibility analysis using the total excreta collection method, with crude energy, metabolizable and corrected nitrogen energy, as well as haematological and parasitological analysis of the birds. From these results, the substrate of açai colonized by *Pleurotus ostreatus* was selected to perform performance analysis, carcass characteristics, absolute and relative weights of organs, chemical composition of noble cuts and height of intestinal villi of broiler chickens in stages of development. A total of 360 non-sexed Cobb commercial broiler chicks were used in two stages of development, growth phase (21 to 33 days) and final phase (33 to 42 days). The experimental design will be completely randomized with treatments in 5 x 2 factorial arrangement (diets and 2 stages of development). The diets were formulated with different concentrations of the selected substrates after digestibility assay (0%, 3%, 6%, 9% and 12%), and were supplied to six plots with 12 birds per plot. The results demonstrated the feasibility of using the substrate at an average level of 5% of inclusion, evidenced in the improvement of characteristics such as lower abdominal fat weight, higher protein content in the meat and lower lipid content, as well as evidence of benefits regarding immunity and health of animals. The histological analysis of the intestinal villi showed characteristics compatible with the consumption of fiber-rich diets, with the heights decreasing with the increase of the inclusion level of the substrate. Thus, a feed supplemented with an additive of lower cost and high environmental value was produced, the low nutritional content of the residue being modified by the cultivation of basidiomycete fungi that performed the bioconversion of complex compounds, making them available to be absorbed by the organism animal and adding characteristics similar to the mycelium present in the substrate.

Keywords: Use of the waste; tropical fruits; animal feed; fungal substrate.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

- Tabela 1 – Resultado das análises físico-químicas de resíduos agroindustriais. 70
- Tabela 2 – Avaliação microbiológica com pesquisa de coliformes a 35°C (Totais e Termotolerantes) e *Salmonella sp.* em amostras de resíduos agroindustriais. 74

Capítulo II

- Tabela 1 – Perfil biológico de *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* em resíduo de açaí. 92
- Tabela 2 – Dados de produção de *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* em resíduo de Açaí. 93
- Tabela 3 – Composição nutricional do resíduo de açaí e substratos miceliados e pós cultivos de *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus*. 94
- Tabela 4 – Composição nutricional dos cogumelos *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* produzidos em resíduo de açaí. 96
- Tabela 5 – Análises de macro e microminerais. 99

Capítulo III

- Tabela 1 – Descrição dos tratamentos e controle utilizados na formulação da ração para frangos de corte. 112
- Tabela 2 – Composição percentual e calculada da ração referência. 113

Tabela 3 –	Perfil energético dos diferentes subprodutos utilizados.	119
Tabela 4 –	Resultado de análises hematológicas e bioquímicas realizados em amostras de frango de corte.	122

Capítulo IV

Tabela 1 –	Composição percentual e calculada da ração inicial.	139
Tabela 2 –	Composição percentual e calculada da ração fase de crescimento de acordo com os diferentes os níveis de inclusão.	139
Tabela 3 –	Composição percentual e calculada da ração fase final de acordo com os diferentes os níveis de inclusão.	140
Tabela 4 –	Parâmetros de desempenho avaliados.	147
Tabela 5 –	Pesos absolutos de cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte abatidos com 45 dias de idade, de acordo com os níveis avaliados.	151
Tabela 6 –	Rendimentos de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte abatidos com 45 dias de idade, de acordo com os níveis avaliados.	152
Tabela 7 –	Teores médios percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos cortes, peito, coxa e sobrecoxa, de acordo com os níveis avaliados.	155
Tabela 8 –	Comprimento dos Intestinos Delgado (ID) e Grosso (IG) e altura de vilosidades (μm) de acordo com os níveis 0%, 3%, 6%, 9% e 12%.	159
Tabela 9 –	Valor dos ingredientes para o preparo da ração.	161

LISTA DE FIGURAS

Referencial Teórico

- Figura 1 – Esquema de utilização da energia dos alimentos pelos animais monogástricos (Mc Leod, 2002). 41

Capítulo I

- Figura 1 – Resíduos de abacaxi, açaí, cupuaçu, maracujá e tucumã coletados e processados em triturador TR 200. 65

Capítulo II

- Figura 1 – Etapas de preparo do substrato a base de açaí para cultivo fúngico. 86

- Figura 2 – Sacos após inoculação acondicionados em prateleiras da câmara de cultivo para incubação. 87

- Figura 3 – Etapas de cultivo de *Lentinula. edodes* em resíduo de açaí. 93

- Figura 4 – Etapas do cultivo de *Pleurotus. ostreatus* em resíduo de açaí. 93

Capítulo III

- Figura 1 – Manejo das aves em círculo de proteção até 14 dias. 114

- Figura 2 – Aves distribuídas em gaiolas metabólicas durante o período de realização do experimento de digestibilidade. 114

- Figura 3 – Coleta periódica de excretas. 115

- Figura 4 – Análise hematológica das aves, identificação e contagem de leucócitos e hemácias. 115

- Figura 5 – Análises parasitológicas das fezes das aves ao final do experimento. 124

Capítulo IV

Figura 1 –	Avaliação de desempenho zootécnico – pintos de 1 a 14 dias mantidos em círculo de proteção e alimentados com ração inicial.	141
Figura 2 –	Avaliação de desempenho zootécnico – aves de 15 dias distribuídas em boxes de acordo com o tratamento.	141
Figura 3 –	Manejo de cortina com período de iluminação natural.	141
Figura 4 –	Manejo em período noturno com cortinas levantadas e luz artificial.	142
Figura 5 –	Preparo dos cortes para análises de acordo com a identificação referente aos tratamentos.	144
Figura 6 –	Intestinos sendo preparados para mensuração.	145
Figura 7 –	Conversão alimentar no período de 14 a 28 dias.	148
Figura 8 –	Ganho médio de peso no período de 28 a 45 dias.	149
Figura 9 –	Peso absoluto de gordura abdominal (GA) de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.	154
Figura 10 –	Regressão quadrática de proteína bruta do peito de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.	157
Figura 11 –	Regressão linear de EE do peito de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.	157
Figura 12 –	Regressão quadrática de EE de sobrecoxa de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.	158

- Figura 13 – Efeito linear da altura de vilosidades avaliadas nos diferentes níveis de inclusão de SAMPO nas dietas. 160
- Figura 14 – Mensuração de altura de vilosidade de intestino delgado de aves – porção duodenal – nos níveis de inclusão de SAMPO de 0% (A), 3% (B), 6% (C), 9% (D), e 12% (E). 160
- Figura 15 – Valores de rações controle e com inclusão de SAMPO nas fases crescimento e final. 162

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal
BDA – Batata dextrose ágar
BN – Balanço de nitrogênio
CA – Conversão alimentar
CDAMS – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca
CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais
CNF – Carboidratos não fibrosos
CR – Consumo de ração
CV – Coeficiente de variação
DIC – Delineamento inteiramente casualizado
DNAP – Departamento de Nutrição Animal e Pastagens
EB – Energia bruta
EB_{ING} – Energia bruta ingerida
EB_{EXC} – Energia bruta das excretas
ED – Energia digestível
EDTA – Etilenodiaminotetracético
EL – Energia líquida
EM – Energia metabolizável
EMA – Energia metabolizável aparente
EMA_{ALIM} – Energia metabolizável aparente do alimento
EMAn – Energia metabolizada aparente corrigida para o balanço de nitrogênio
EMAn_{ALIM} – Energia metabolizável aparente corrigida do alimento
EMAn_{RR} – Energia metabolizável aparente corrigida da ração-referência
EMAn_{RT} – Energia metabolizável aparente corrigida da ração-teste
EMA_{RR} – Energia metabolizável aparente da ração-teste
EMA_{RT} – Energia metabolizável aparente da ração-teste
EMV – Energia metabolizável verdadeira
HG – Hemoglobina
HT – Hematócrito
MS_{ING} – Matéria seca ingerida
N_{ING} – Nitrogênio ingerido
N_{EXC} – Nitrogênio excretado

N – Normalidade

NMP – Números Mais Prováveis

PAC – Peso da amostra + cadinho

PAS – Peso da amostra seca

PC – Peso do cadinho

PEAD – Polietileno de alta densidade

UFC – Unidade formadora de colônia

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
INTRODUÇÃO GERAL.....	23
1 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	26
1.1 Mercado de Polpa de Frutas.....	26
1.1.1 Resíduos Agroindustriais.....	27
1.1.1.1 Abacaxi (<i>Ananas</i> sp.).....	27
1.1.1.2 Açaí (<i>Euterpe</i> sp.).....	28
1.1.1.3 Cupuaçu (<i>Theobroma</i> sp.).....	29
1.1.1.4 Maracujá (<i>Passiflora</i> sp.).....	29
1.1.1.5 Tucumã (<i>Astrocaryum</i> sp.).....	30
1.1.2 Composição Nutricional de Alimentos.....	31
1.1.3 Análise Microbiológica.....	32
1.2 Cultivo de Cogumelos Comestíveis.....	34
1.3 Avicultura – Potencial do Agronegócio no Brasil.....	35
1.3.1 Ração Alternativa para frangos de corte.....	37
1.3.2 Análise de Digestibilidade.....	38
1.3.3 Energia dos Alimentos.....	40
1.3.4 Análise Sanguínea.....	42
1.3.5 Análise Parasitológica.....	43
1.3.6 Desempenho Zootécnico.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
CAPÍTULO I – ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS.....	61
RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	62
1 INTRODUÇÃO.....	63
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	65

2.1	Coleta, Secagem e Processamento dos Resíduos.....	65
2.2	Umidade (U) e Matéria Seca (MS).....	65
2.3	pH.....	66
2.4	Sólidos Solúveis Totais (SST).....	66
2.5	Matéria Mineral (MM) e Matéria Orgânica (MO).....	66
2.6	Nitrogênio Total (NT) e Proteína Bruta (PB).....	66
2.7	Carbono (C) e Relação Carbono/Nitrogênio (C/N).....	67
2.8	Extrato Etéreo (EE).....	67
2.9	Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)	67
2.10	Carboidratos Totais (CT).....	68
2.11	Carboidratos não Fibrosos (CNF).....	68
2.12	Análise Microbiológica.....	68
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DO RESÍDUO DE AÇAÍ, SUBSTRATO MICELIADO E PÓS-CULTIVO DE <i>Lentinula edodes</i> e <i>Pleurotus ostreatus</i> PARA A FORMULAÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL.....		81
	RESUMO.....	81
	ABSTRACT.....	82
1	INTRODUÇÃO.....	83
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
2.1	Material Biológico-Resíduo e Cogumelo.....	85
2.2	Cultivo dos Cogumelos.....	85
2.2.1	Preparo da Matriz Primária.....	85
2.2.2	Preparo da Matriz Secundária.....	85
2.2.3	Preparo da Matriz Terciária ou “ <i>Spawn</i> ”.....	86
2.2.4	Preparo do Substrato de cultivo e cultivo dos cogumelos.....	86
2.3	Análise de Rendimento, Eficiência Biológica (EB) e Perda de Matéria Orgânica (PMO).....	88
2.4	Análise Nutricional.....	88
2.4.1	Teor de Umidade e Matéria Seca (MS).....	88

2.4.2	Matéria Mineral (MM).....	89
2.4.3	Nitrogênio Total (NT) e Proteína Bruta (PB).....	89
2.4.4	Extrato Etéreo (EE).....	89
2.4.5	Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA).....	89
2.4.6	Hemicelulose e Carboidratos Totais.....	89
2.4.7	Carboidratos Não Fibrosos (CNF).....	90
2.4.8	Lignina e Celulose.....	90
2.4.9	Macrominerais e microminerais.....	91
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	92
4	CONCLUSÕES.....	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

	CAPÍTULO III – DIGESTIBILIDADE DO RESÍDUO DE AÇAÍ, SUBSTRATO MICELIADO E PÓS-CULTIVO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS PARA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE.....	106
	RESUMO.....	106
	ABSTRACT.....	107
1	INTRODUÇÃO.....	108
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	112
2.1	Análise de Digestibilidade.....	112
2.1	Análise e Hematológica e Bioquímica.....	116
2.3	Análise Parasitológica.....	117
2.3.1	Método Direto.....	118
2.3.2	Método de Sedimentação Simples.....	118
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	119
3.1	Análise de Digestibilidade.....	119
3.2	Análise Hematológica.....	122
3.3	Análise Parasitológica.....	124
4	CONCLUSÕES.....	126
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127

CAPÍTULO IV - UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATO DE RESÍDUO DE AÇAI MICELIADO COM <i>Pleurotus ostreatus</i> EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE.....		134
	RESUMO.....	134
	ABSTRACT.....	135
1	INTRODUÇÃO.....	136
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	138
2.1	Avaliação do Desempenho.....	140
2.2	Avaliação das Características de Carcaça.....	142
2.3	Composição Química dos Cortes Nobres.....	143
2.4	Comprimento de Intestinos e Morfometria duodenal.....	144
2.5	Custos das Rações.....	145
2.6	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	146
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	147
4	CONCLUSÕES.....	163
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de frutas tem apresentado crescimento contínuo nos últimos anos, sendo caracterizada por uma diversidade de espécies cultivadas, entre elas as frutas tropicais e subtropicais que se destacam por ter elevado potencial de consumo. O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e líder na produção de frutas tropicais (FAO, 2017), chegando a aproximadamente 40 milhões de toneladas de frutos por ano (IBGE, 2017).

A indústria de polpas de frutas tem acompanhado este crescimento, o que permite maior distribuição e armazenamento da produção, pois apesar de apresentarem boa qualidade, os frutos *in natura* são perecíveis e, portanto, sujeitos ao processo de deterioração pela ação de microrganismos (MORAIS, 2010). Esse processo industrial resulta em uma grande quantidade de resíduos, pois se calcula que na produção de sucos, polpas e néctares sejam descartados entre 30% a 60% de resíduos, gerando perdas financeiras e contribuindo para o agravamento de problemas ambientais pelo acúmulo de lixo orgânico (OLIVEIRA, 2012).

Os principais resíduos oriundos desse processamento são em geral, casca, caroço, sementes e bagaço que apresentam em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes importantes para as funções fisiológicas humanas e animais (KIM et al., 2007; PIENIZ et al., 2009; RIVAS et al., 2010).

Estes resíduos são classificados como pectocelulósicos, com a presença de componentes minerais, dissacarídeos, como frutose e maltose, além de hemicelulose, celulose, taninos e de lignina, o que tende a aumentar a fração indigerível, reduzindo, desta forma, a fração potencialmente digerível, contribuindo para a diminuição do seu valor nutricional, levando a uma subvalorização comercial (RAJARATHNAM et al., 2001; AZEVEDO et al., 2011).

Considerando que a quantidade de resíduos pode chegar a muitas toneladas, agregar valor a eles é de interesse econômico e ambiental, necessitando de investigação científica e tecnológica, que possibilite sua utilização eficiente, econômica e segura (SCHIEBER et al., 2001; FIGUEIRÓ, 2011).

Neste sentido, a região de Parintins, ilha situada a aproximadamente 400 km de Manaus-AM, destaca-se pela produção e processamento de frutos amazônicos como cupuaçu, açaí, maracujá e tucumã, consumidos em larga escala em feiras e mercados, mas principalmente sendo adquiridos e beneficiados por uma indústria de

polpas de frutas congeladas instalada na cidade, possibilitando o estudo e desenvolvimento de pesquisas, uma vez que esta agroindústria gera cerca de 20 toneladas de resíduos por ano (dados não publicados) comumente descartados no aterro sanitário do município.

Estes resíduos, fontes de materiais orgânicos renováveis podem ser usados como substratos, acrescidos ou não de uma mistura de farelos de cereais, na produção de cogumelos comestíveis, pois além de apresentarem características nutricionais importantes, proporcionam uma redução nos custos do cultivo do cogumelo e uma destinação ecologicamente correta do resíduo agroindustrial (SALES-CAMPOS, 2008; GONÇALVES et al., 2010).

Os cogumelos comestíveis são fungos basidiomicetos com alto valor nutricional, contendo teores elevados de minerais, como potássio, cálcio, carboidratos, aminoácidos, entre outros, e teores baixos de lipídios (EIRA, 2003; SALES-CAMPOS, 2010). Estes fungos secretam grandes quantidades de enzimas capazes de degradar resíduos lignocelulósicos que possuem como principais componentes a lignina, hemicelulose e celulose (MOTATO et al., 2006).

A bioconversão realizada pela ação dessas enzimas caracteriza-se por um processo biotecnológico que utiliza materiais residuais normalmente ricos em nutrientes e compostos lignocelulósicos, que após a ação das enzimas oxidativas tornam-se disponíveis (BONATTI et al., 2004).

Os resíduos agroindustriais comumente utilizados são à base de cana-de-açúcar, palha de trigo, palha de arroz, gramíneas, serragens, polpa e casca de frutas, folhas de bananeira, entre outros, sendo selecionados dependendo da espécie de cogumelo e da alta disponibilidade local, visando a diminuição dos impactos ambientais e a possibilidade de gerar produtos a partir de um subproduto de baixo ou nenhum custo (EICKER, 1995; EIRA, 2003; AGUIAR et al., 2011).

Após o ciclo produtivo do cogumelo, o substrato utilizado no cultivo normalmente é descartado ou usado como adubo orgânico. Porém, os compostos bioativos produzidos pelos cogumelos não estão presentes apenas no corpo de frutificação, mas por todo o micélio vegetativo que compõe a massa micelial e permeia o substrato de cultivo (ITO et al., 1997; KUMAR et al., 1999; RINKER, 2002; SALES-CAMPOS et al., 2010).

Os substratos, miceliados ou pós-cultivo, enriquecidos pela ação fúngica podem ser utilizados, entre outras aplicabilidades no preparo de ração animal, pois na

área da nutrição, muitas pesquisas têm sido realizadas na busca de alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas, visto que a alimentação constitui o item de maior custo na produção animal (STRADA et al., 2005).

O mercado agropecuário objetiva a elaboração de uma ração como um produto de valor agregado com elevado valor nutricional, boa palatabilidade, rica em compostos disponíveis de fácil assimilação e digestibilidade, contribuindo economicamente para um bom desempenho animal e ganho de peso de carne magra (VILLAS-BÔAS et al., 2002; MACHADO et al., 2007). Especialmente para as aves, que apresentam grande dificuldade em degradar a celulose e um crescimento acelerado em virtude da presença de aminoácidos disponíveis na alimentação (LEITE et al., 2011).

Na avicultura brasileira, o gasto com alimentação representa cerca de 70% dos custos médios de produção de frangos para abate, em que o sucesso financeiro de qualquer granja está, portanto, relacionado diretamente aos preços dos ingredientes das rações (SOARES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2016; ABPA, 2017).

Neste sentido, a riqueza da biodiversidade da Amazônica desperta interesse mundial acerca de seus recursos com acentuada atenção para os resíduos agroindustriais e os microrganismos com potencial lignocelulolíticos e de utilização comercial (ANDRADE, 2011; SALES-CAMPOS et al., 2008).

Diante do exposto, é importante aplicar o potencial biotecnológico dos fungos basidiomicetos ao aproveitamento de resíduos da cadeia produtiva de polpa de frutas da Amazônia para a produção de uma ração suplementada para frangos de corte, de baixo custo e com alto desempenho nutricional.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Mercado de Polpa de Frutas

Projeções da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2017) indicam que o consumo per capita de frutas mundial e brasileiro deve continuar crescendo a taxas superiores aos da economia mundial e doméstica. Os dados demonstram que a produção mundial de frutas tem acompanhado esse crescimento contínuo, onde no triênio 89/91 a produção foi de 420 milhões de toneladas, em 1996 ultrapassou 500 milhões de toneladas, já em 2014 colheu-se 830,4 milhões de toneladas, assim as perspectivas para o período de 2015 a 2024 são promissoras apesar dos riscos e desafios a serem enfrentados.

O Brasil tem investido no setor de produção de frutas, buscando novas tecnologias e expansão de cultivo, aproveitando condições adequadas de clima, do solo e a grande extensão territorial. Nesse cenário, ocupa o terceiro lugar no ranking mundial, produzindo no ano de 2017, aproximadamente, 40 milhões de toneladas de frutos (AGRIANUAL, 2017). No entanto, a fragilidade desses frutos leva a perdas expressivas, sendo uma das principais barreiras para sua comercialização, principalmente no que se refere à exportação (NEUTZLING et al., 2009). Dessa forma, tem-se estimulado o setor produtivo de frutas a desenvolver processos tecnológicos visando aumentar sua vida útil. Dentre os resultados destes esforços, a industrialização de polpas de frutas congeladas proporcionou uma maior durabilidade às frutas, facilitou o processamento de outros produtos (SEBASTIANY et al., 2010) e a industrialização de frutos pouco conhecidos, como os provenientes do Cerrado e das regiões Norte e Nordeste (MATTA et al., 2005).

As agroindústrias de frutas no Brasil são responsáveis pelo processamento de 47% das frutas produzidas no país (IBRAF, 2012) e atendem as necessidades de vários segmentos do setor alimentício como a produção de sorvetes, laticínios, balas, doces, geleias, assim como a polpa industrializada destina-se, principalmente, à produção de sucos concentrados para o abastecimento do mercado interno e de exportação (SILVA, 1995).

1.1.1 Resíduos Agroindustriais

As agroindústrias de polpas de frutas têm investido cada vez mais na capacidade de processamento, esse crescimento tem gerado um grande quantitativo de resíduos orgânicos, contribuindo para o aumento de custos operacionais para as empresas. O descarte além de ser um desperdício de uma fonte alimentar, devido a presença de minerais, fibras, compostos antioxidantes, entre outros, em quantidades semelhantes às da própria fruta, atua como fonte de proliferação de microrganismos patogênicos no meio ambiente (KIM et al., 2007; PIENIZ et al., 2009; NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

A região amazônica produz e processa diversas frutas tropicais com potencial de aproveitamento, algumas culturas comuns a outras regiões, porém outras nativas que começam a ganhar maior visibilidade no mercado nacional, como o açaí, cupuaçu e tucumã.

1.1.1.1 Abacaxi (*Ananas sp.*)

O Brasil é dos principais centros produtores dessa espécie considerada popular no mundo todo. A composição química do abacaxi varia muito de acordo com o local e a época em que é produzido, porém possui elevado valor energético, devido à sua alta composição de açúcares, além de ser rico em sais minerais e vitaminas A, B1, B2 e C (BOTELHO; CONCEIÇÃO; CARVALHO, 2002; AGRIANUAL, 2017).

Do abacaxizeiro apenas o fruto, que compreende 38% da planta, é comercializável, o restante é considerado resíduo agrícola ou agroindustrial, sendo utilizado tanto para o consumo *in natura* quanto na industrialização, em diferentes formas: pedaços em calda, suco, pedaços cristalizados, geleias, licor, vinho, vinagre e aguardente. Como subproduto desse processo industrial pode-se obter ainda: álcool, ácidos cítrico, málico e ascórbico; rações para animais e a enzima bromelaína, muito utilizada como digestivo e anti-inflamatório (SOARES et al., 2004; NASCENTE et al., 2005).

O resultado do processamento do fruto do abacaxi constituído na maioria por casca e coroa, são considerados resíduos, porém estudos têm descrito que a casca do abacaxi apresenta mais proteínas, lipídeos, fibras, vitamina C, cálcio, potássio e fósforo do que a própria polpa, podendo assim ser amplamente reutilizada

em outros segmentos da indústria como de cosméticos, farmacêutica, para o enriquecimento de formulações alimentícias humanas e animais, ou processos biotecnológicos como o cultivo de cogumelos (NASCENTE et al., 2005; ZANELLA, 2006; SALES-CAMPOS et al., 2010).

1.1.1.2 *Açaí (Euterpe sp.)*

O açaizeiro é uma palmeira natural da região amazônica, podendo ser encontrado principalmente nos estados do Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá e estendendo-se para as Guianas e Venezuela, sendo um dos frutos mais atrativos da região pelas excelentes características nutricionais e sabor de sua polpa (SOUZA, 2009).

Esta palmeira é utilizada de inúmeras formas pela população da região amazônica, como planta ornamental, na construção de casas, como remédio, na produção de celulose, alimentação, confecção de biojóias, ração animal e até como adubo. Contudo, apesar desses diversos fins, a mesma se destaca no fornecimento de dois produtos alimentares que são os frutos e o palmito (OLIVEIRA et al., 2007).

Do fruto do açaí, apenas 17% é comestível, composto pela polpa e casca, sendo necessário aproximadamente 2 kg do fruto para produzir um litro de suco de açaí, o restante representa o resíduo, que após o despulpamento do fruto, é um subproduto de baixo valor econômico (SIQUEIRA et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2000).

A semente é a maior parte do resíduo e representa cerca de 83% do fruto, porém estudos realizados demonstraram que é rica em celulose, hemicelulose, material graxo e nitrogenado, antocianina, minerais, vitamina C e Complexo B (PEREIRA; JUNIOR, 2013). Na composição nutricional com base na matéria seca apresenta 4,23% de proteína bruta, 3,18% de lipídeos, 6,76% de cinzas, 28,3% de fibra bruta e 88,97% de fibra em detergente neutro (FELSSNER et al., 2015).

Segundo Townsend et al. (2001), a utilização da semente de açaí na alimentação animal tem despertado o interesse de vários produtores. Em certos casos, o mesmo vem sendo utilizado de forma empírica, como alternativa alimentar em substituição a alimentos nobres como milho e soja, constituintes base das rações destinadas à produção de animais.

Dessa forma o aproveitamento do resíduo de açaí representa benefícios de aspecto econômico pela redução na concentração de fontes proteicas e energéticas

tradicionais na alimentação animal, e ambiental pela grande quantidade de resíduos que deixarão de ser descartados no meio ambiente (MOTA et al., 2014).

1.1.1.3 Cupuaçu (*Theobroma* sp.)

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) é uma planta frutífera encontrada em estado silvestre na parte sul e sudeste da Amazônia Oriental, sendo o estado do Pará o maior produtor nacional deste fruto, seguido por Amazonas, Rondônia e Acre (CARVALHO, 2004).

O fruto mede de 15 a 35 cm de comprimento por 10 a 15 cm de diâmetro e apresenta peso médio de 1 kg, embora haja registro de frutos de até 4 kg. A casca corresponde a 40 – 50% do peso do fruto e a polpa a 35 – 45%. As sementes possuem tamanhos e quantidade bastante variável, com 48% de gordura branca, semelhante à manteiga do cacau (DIAS, 2002; CARVALHO et al., 2014).

A produção brasileira de polpa de cupuaçu se situa entre 12.000 e 15.000 t/ano, sendo que mais de 80% é oriunda de pomares comerciais. No ano de 2012 essa produção cresceu para 74.524 toneladas em uma área colhida de 12.996 hectares, superando 100.000 toneladas em 2014 (CARVALHO et al., 2004; ALMUDI; PINHEIRO, 2015).

A polpa, principal subproduto comercial da espécie, possui excelente aceitação no mercado da indústria alimentícia, com ramificações no mercado nacional e internacional. De acordo com Gondim et al., (2001), no estado do Amazonas são produzidas cerca de 300 toneladas/ano de polpa de cupuaçu gerando, no final do processamento do fruto cerca de 70% de casca e sementes.

A casca pode vir a ser utilizada como adubo orgânico e na formulação de ração para animais, a semente empregada na área alimentícia e cosmética (NOGUEIRA; SANTANA, 2009)

1.1.1.4 Maracujá (*Passiflora* sp.)

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial do fruto do maracujá, apresentando uma produção de mais de 664 mil toneladas, entre as mais de 150 espécies da família Passifloraceae utilizadas para o consumo humano, o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) corresponde acerca de 95% desses plantios (IBGE, 2012).

De acordo com Oliveira et al. (2002), os subprodutos (cascas e sementes) produzidos no processamento do suco do maracujá correspondem a cerca de 65 a 70% do peso do fruto. A utilização destes subprodutos na alimentação humana ou animal como fonte alimentar de bom valor nutricional mostra-se viável, reduzindo custos e ao mesmo tempo diminuindo os problemas ambientais.

A casca de maracujá é rica em fibras solúveis, principalmente pectina que é benéfica ao ser humano, niacina, vitamina B3, ferro, cálcio e fósforo (GONDIM et al., 2005; YAPO; KOFFI, 2006). Ao contrário da fibra insolúvel contida no farelo dos cereais, que pode interferir na absorção do ferro, a fibra solúvel pode trazer benefícios para a alimentação humana e animal podendo ser utilizadas também na indústria de cosméticos (TURANO et al., 2002; MARTIN et al., 2006; TOGASHI et al., 2007).

1.1.1.5 Tucumã (*Astrocaryum* sp.)

A região Amazônica é rica em espécies nativas consideradas exóticas, entre elas está o tucumã (*Astrocaryum* sp.), fruto que vem despertando interesse de estudos científicos por seu potencial econômico e suas características nutricionais e cosméticas, além da diversidade de utilizações como o consumo *in natura*, fabricação de sorvetes, picolés, sabão, medicamentos e alimentação de animais domésticos e de criação (SHANLEY, 2005).

A exploração da polpa de tucumã representa uma atividade econômica significativa e crescente no âmbito regional, sendo muito apreciada pela população do Estado do Amazonas, é considerada uma fonte alimentícia altamente calórica devido ao elevado conteúdo de lipídios, apresenta ainda quantidade expressiva do precursor da vitamina A, com ação antioxidante, teores satisfatórios de fibras e vitamina E (BROCHIER, 2000; MORAIS; DIAS, 2001; LORENZI et al., 2004; GUEDES et al., 2005; YUYAMA et al., 2008).

Pesquisas científicas demonstram que na composição química do fruto do tucumã encontra-se, em média, 46% de umidade, 5% de proteínas, 30% de lipídios, 9% de fibras e 3% em minerais (MORAIS; DIAS, 2001).

O aproveitamento de resíduos do despulpamento do tucumã tem sido empregado, entre outros, na elaboração de ração para aves, uma atividade bastante rentável que vem investindo no uso de alimentos alternativos para melhorar a qualidade da carne, assim como reduzir o custo da produção. Estudos demonstram

que a casca de tucumã pode gerar um produto rico em carboidrato, utilizado como fonte energética em substituição ao milho que é o cereal mais caro na alimentação das aves e outros animais (COSTA, 2017).

1.1.2 Composição Nutricional de Alimentos

A análise nutricional é a área da ciência que estuda os alimentos, fornecendo ferramentas e subsídios para vários segmentos do controle de qualidade do processamento e do armazenamento dos alimentos processados, além disso, permite conhecer a composição química, a ação no organismo, valor calórico, propriedades físicas, toxicológicas e também adulterantes, contaminantes, fraudes entre outros (SOUZA et al.,2012).

A composição química dos alimentos fornece dados sobre a relação entre alimentos e saúde. Fontes de calorias e nutrientes são de vital importância, podendo ser utilizados para avaliar as recomendações nutricionais (SCAGLIUSI; LANCHA JUNIOR, 2003).Contudo, para determinação da análise de alimentos, os métodos mais utilizados são os propostos por Weende e Van Soest, onde fornecem informações suficientes sobre a composição química dos alimentos (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Os objetivos da análise quantitativa são estimar a concentração de um componente específico ou de vários componentes, utilizando métodos adequados para conhecer os percentuais de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibras, carboidratos e outros componentes do alimento (VAN SOEST, 1967; HALWARD; SANCHEZ, 1975; SILVA; QUEIROZ, 2002; DETMANN et al.,2012), além de análises para determinar a digestibilidade dos nutrientes, assim como os valores de energia metabolizável dos ingredientes (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

A avaliação do valor nutricional de resíduos agroindustriais para o aproveitamento no cultivo de cogumelos comestíveis e ração animal, indicam ainda a necessidade de outras análises como celulose, hemicelulose e lignina, assim como a relação carbono/nitrogênio, sendo fundamentais para indicar a qualidade do substrato e cogumelos produzidos (SALES-CAMPOS, 2008).

1.1.3 Análise Microbiológica

A qualidade dos produtos destinados a alimentação animal alcançou níveis comparáveis aos padrões da alimentação humana, pois precisam ser equilibrados nutricionalmente e com garantias sanitárias satisfatórias (GABBI et al., 2011).

O perfil microbiológico das matérias-primas e rações depende de fatores como temperatura, umidade, atividade de água, níveis de oxigênio e de nutrientes disponíveis e a presença de contaminação provocam perdas econômicas e nutricionais, reduzindo a eficiência e qualidade do alimento (HAYMAN et al., 2015; SILVA et al., 2017).

A análise microbiológica é uma prática eficiente e empregada para avaliar a qualidade e condição sanitária do alimento, pois tem como objetivo a detecção ou a enumeração de microrganismos vivos presentes em amostras coletadas de forma asséptica, assim como a identificação e classificação quanto a sua característica patogênica, saprófita ou oportunista, sendo o principal alvo as bactérias do grupo coliformes (SILVA et al., 2017).

O número de microrganismos de coliformes totais e fecais encontrados em alimentos tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos mais comumente utilizados, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante o processo de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. Esta determinação permite também obter informação referente à alteração incipiente dos alimentos, sua provável vida útil, à falta de controle no descongelamento dos alimentos ou a desvios na temperatura de refrigeração estabelecida (CUNHA, 2006).

Alterações alimentares normalmente envolvem a presença de bactérias, principalmente as vulgarmente conhecidas como enterobactérias, classificadas como Gram negativas na forma de bastonetes retos, não esporogênicas, anaeróbias facultativas e oxidase negativas, a maioria produz ácidos e gás na fermentação da glicose e de outros carboidratos (SILVA et al., 2010)

Dentre essas bactérias, o gênero predominante é *Escherichia*, que juntamente com outros como *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* são classificadas como coliformes termotolerantes que habitam o trato intestinal de homens e animais, sendo capazes de se manter ativas e fermentando lactose em temperaturas de 44°C – 45°C (SILVA et al., 2017).

A *Escherichia coli* raramente é encontrada na ausência de poluição fecal, enquanto que as outras espécies de coliformes termotolerantes podem ter origem ambiental, por isso é considerada o indicador ideal de contaminação fecal, sendo avaliada nos testes confirmatórios de condições de sanidade (LECLERC et al., 2000; WHO, 2004; SILVA et al., 2010).

Outra bactéria desse grupo importante é pertencente ao gênero *Salmonella* por ser o principal agente de doenças de origem alimentar em várias partes do mundo, infectando mamíferos, aves e répteis. Todas as salmonelas são consideradas potencialmente patogênicas, sendo a ingestão a principal rota de infecção, embora também possa ocorrer por meio das mucosas, do trato respiratório, superior e da conjuntiva, estando presentes também em água, solo, alimentação dos animais, carne e vísceras cruas, e vegetais (CARTER et al., 1979; SILVA et al., 2010).

Na metodologia para análise microbiológica, além da pesquisa de coliformes termotolerantes é realizada a pesquisa qualitativa de coliformes totais, constituídos por bactérias bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes), com propriedades similares de inibição de crescimento, e que possuem a enzima β -galactosidase. Fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C em 24 – 48 horas. Seu habitat restringe-se ao intestinal e ao meio ambiente (SILVA et al., 2010).

As bactérias do grupo coliformes de uma forma geral podem ser analisadas quantitativamente pela técnica de tubos múltiplos com os resultados expressos em Números Mais Prováveis (NMP), cuja versatilidade em geral é conferida de acordo com o meio de cultura utilizado, pois favorece o crescimento microbiano possibilitando a identificação qualitativa, presença e ausência, e quantitativa, número de colônias, dependendo do tipo (sólido, semissólido ou líquido), característica (enriquecimento, seletivo ou seletivo-diferencial) e condições de incubação, como temperatura e atmosfera (SILVA et al., 2017).

Para a realização da técnica de tubos múltiplos, utilizando-se água peptonada 0,1% para diluição, o caldo lauryl triptose na etapa presuntiva (incubação a 35°C durante 24 a 48 horas) e o meio EC (*Escherichia coli*) como etapa de diferenciação para coliformes termotolerantes (incubação a 44,5°C durante 24 horas)

sendo necessárias, portanto, até 72 horas para a obtenção dos resultados (WHO, 2004).

Assim, a análise microbiológica possibilita avaliar as condições higiênico-sanitárias de um alimento e se está livre de contaminação, ou seja, próprio para o consumo sem apresentar risco de infecções ou prejuízos à saúde.

1.2 Cultivo de Cogumelos Comestíveis

Os cogumelos são macrofungos com corpos de frutificação característicos, visíveis a olho nu, com alto teor nutricional, sendo apreciados por seu valor gastronômico e medicinal, seu consumo e produção tem crescido no mercado mundial, o que pode ser atestado pelos seguintes números: em 1993, a produção anual mundial foi de 1,95 milhões de toneladas e em 2003 saltou para 3,19 milhões de toneladas, ou seja, mais de 60% em 10 anos (FAOSTAT, 2014) e as perspectivas atuais indicam um aumento progressivo que devem chegar a 9% até 2021 (ANPC, 2014).

Dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA, 2016) indicam que, no estado de São Paulo, são produzidas cerca de seis mil toneladas de cogumelos, sendo as espécies mais cultivadas e vendidas no país *Agaricus blazei*, *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes*. Essas espécies correspondem a fungos aeróbios lignolíticos, responsáveis pelo que se denomina podridão branca e apresentam alto valor nutritivo, contendo minerais essenciais como zinco, cálcio, fósforo, ferro, sódio, cobre, magnésio e potássio. Suas características de cultivos se diferenciam quando as exigências, principalmente, de temperatura, umidade e substrato utilizado (FURLANI, 2007; SALES-CAMPOS et al., 2013; FONSECA et al., 2014).

O cultivo de cogumelo está diretamente ligado à reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais, devido à capacidade dos fungos em hidrolisar os componentes da parede celular como a lignina, por possuir enzimas lignocelulolíticas, conferindo a ele uma versatilidade metabólica, além disso, são fontes alternativas de proteínas não convencionais, ricos em fibras, minerais, vitaminas, baixo teor de gordura total e alta proporção de ácidos graxos poli-insaturados (SALES-CAMPOS et al., 2013; AGUIAR, 2016).

As condições de cultivo podem ser naturais não assépticas ou submetidas à esterilização, com ambiente e técnicas assépticas até a colonização total do

substrato (EIRA, 2000). Após a colonização, o substrato está permeado por micélio fúngico que permanece até a colheita do cogumelo, sendo assim, os substratos miceliados e pós-cultivo apresentam características nutricionais e medicinais semelhantes ao corpo de frutificação, conferindo a eles o potencial de aproveitamento, variando com a matéria-prima utilizada (URBEN, 2004).

Estudos realizados por Fonseca et al., 2014 demonstraram o aumento do teor de matéria mineral e proteína bruta em substrato com torta de algodão, após miceliação e cultivo de *Pleurotus ostreatus*, assim como a diminuição de substâncias antinutricionais.

Para Eira (2000), a escolha da tecnologia de cultivo e o preparo do substrato dependem da espécie de cogumelo que se pretende cultivar, da disponibilidade e custo de resíduos agroindustriais e outros insumos e matérias primas e, de forma ainda mais óbvia, do custo de produção e mercado.

Dessa forma, os cogumelos, considerados como alimentos funcionais ou nutracêuticos, têm sido mais consumidos pelos brasileiros, estimulando os atuais produtores na busca de técnicas que resultem em maior eficiência e produtividade, além da possibilidade da introdução de outras espécies (GOMES et al., 2016).

1.3 Avicultura – Potencial do Agronegócio no Brasil

A avicultura brasileira teve início no período colonial, quando determinadas linhagens orientais e portuguesas foram introduzidas no país, entretanto, a avicultura nacional não passava de uma criação tradicional de frango caipira, tendo como foco de produção a subsistência das famílias rurais (OLIVEIRA; GAI, 2016).

A partir da década de 60 a avicultura brasileira passou por uma grande transformação no seu processo de produção, com novas tecnologias, utilização de aves geneticamente melhoradas, alimentação balanceada, instalações mais apropriadas e sistemas de integração (CARMO, 1999). Nesse momento, houve um aumento na produtividade avícola e a mesma se expandiu por todo o território nacional, principalmente nos estados do sul e sudeste (OLIVEIRA; GAI, 2016).

Segundo Oliveira; Gai (2016) na década de 70 a avicultura já se destacava como um seguimento moderno, com alto investimento em tecnologia e parcerias com geneticistas estrangeiros favorecendo a evolução na conversão alimentar dos frangos de corte.

Em 1930 o frango de corte era comercializado aos 105 dias de idade e com peso vivo em média de 1,5 kg, obtendo uma taxa conversão de 3,5 kg de ração por quilograma de carne de frango (PATRICIO et al., 2012). No entanto, em 2009 pode-se notar uma evolução na conversão alimentar, onde o frango vivo passou a ser comercializado com aproximadamente 45 dias, com peso de abate 2,6 kg e taxa de conversão alimentar de 1,839 kg de ração por quilograma de carne de frango (OLIVEIRA; NÄÄS, 2012).

Em 2017, o Brasil superou significativamente as expectativas traçadas pelo mercado avícola, tornando-se o segundo maior produtor mundial de frangos de corte e o maior exportador do produto (ABPA, 2017). Segundo dados da EMBRAPA, em 2017 o Brasil produziu 13,056 milhões de toneladas e exportou 4,319 milhões de toneladas de carne de frango e de acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o Brasil tende a ter um crescimento em 2018 de 3%, na produção e 5% nas exportações (ABPA, 2017; RODRIGUES et al., 2017).

O mercado interno é responsável pelo consumo de 67,3 % da produção de frango de corte, com média de 43,25 Kg/ano por brasileiro em 2017. Os dados de mercado apontam uma liderança de consumo da carne de frango no Brasil, isso se deve, simultaneamente, à melhoria da renda da população, ao baixo preço, à agregação de valor ao produto e, ainda, à diversificação das linhas de produção para atender de forma adequada às necessidades dos consumidores. Dentre estes itens, a queda no preço, decorrente da melhoria tecnológica e organizacional do setor foi, até os dias atuais, o fator determinante no aumento do consumo de carne de frango (KRABBE et al, 2013; UBABEF, 2017). No entanto, uma das maiores dificuldades na avicultura é o gasto com alimentação, chegando a representar 75% dos custos médios na produção de frangos de corte, onde o sucesso financeiro de qualquer granja está, portanto, diretamente relacionado com os preços dos ingredientes das rações (SOARES *et al.*, 2007).

Segundo Krabbe et al. (2013), a produção de carne de frango estimada para 2020 é de 109 milhões de toneladas, isso implicará em cerca de 174 milhões de toneladas de ração, considerando-se que as rações são constituídas com grande quantidade de milho e farelo de soja, na proporção de 60% para 55%, respectivamente, serão utilizados 105 e 61 milhões de toneladas de milho e soja. Contudo, com a constante instabilidade de preços desses ingredientes é eminente a

necessidade da procura de novas alternativas que possam substituir parcialmente e economicamente esses ingredientes.

1.3.1 Ração Alternativa para Frangos de Corte

Na avicultura a busca por alimentos alternativos que possam atender as exigências nutricionais dos animais e reduzir o custo de produção é um fator necessário para o desenvolvimento econômico e industrial. Atualmente, uma das alternativas é a utilização dos resíduos agroindustriais na alimentação animal, devido serem fontes valiosas de proteína, energia e fibra, sendo tradicionalmente utilizados para substituição de concentrados proteicos ou energéticos (NRC, 1989; COSTA, 2017). No entanto, o custo de formulações de dietas para aves deve considerar o valor de cada ingrediente em contraste ao seu teor nutritivo, portanto, a avaliação nutricional aliada à análise econômica torna-se determinante na decisão pela utilização ou não de um ingrediente alternativo na alimentação das aves, bem como, a resposta produtiva mediante interpretação da conversão alimentar em ganho de peso vivo e rendimento de carcaça dos frangos, ou taxa de postura e conversão alimentar, permitindo a abordagem de parâmetros zootécnicos e econômicos simultaneamente (LEESON; SUMMERS, 2005).

Vieira et al. (2008), ao avaliarem diferentes níveis de inclusão do farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte, constatou que níveis de até 5% não afetam o ganho de peso e a conversão alimentar (CA) das aves em nenhuma das fases de desenvolvimento.

Heuzé et al. (2011), afirmam que resíduos de casca de laranjas secas ao sol podem ser utilizadas em substituição ao milho em níveis de 15 a 20%, respondendo por cerca de 7 a 9% da dieta total, sem qualquer efeito adverso sobre o desempenho das aves.

Para Ferreira (2010), a raspa integral da raiz de mandioca pode ser incluída na ração de frangos de corte no período de 1 a 21 dia em até 4,90% da formulação influenciando positivamente no índice de eficiência produtiva. Já as variáveis de metabolização da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e o balanço de nitrogênio das rações não são influenciadas pelos níveis de inclusão da raspa integral de mandioca até 20% nessa mesma fase.

De acordo com Togashi et al. (2007), a utilização de resíduos derivados do processamento do maracujá (casca e semente) na alimentação de frangos de corte, aumentou significativamente os níveis de ácido graxos insaturados, sobretudo os da família ômega 3 e 6 nos músculos da perna.

Segundo Freitas et al. (2006), o farelo de castanha de caju não compromete o desempenho de frangos de corte em todas as fases de criação e recomenda a inclusão de 10% na ração com garantia de melhora no ganho de peso e conversão alimentar.

Neta Santos et al. (2011) concluíram que a inclusão da torta de babaçu não afetou nenhuma das variáveis de desempenho, da mesma forma, não foi observado efeito dos níveis de inclusão sobre a energia metabolizável corrigida e sobre o coeficiente de retenção de energia bruta, demonstrando que pode ser utilizada como ingrediente em rações de frangos de corte de 1 a 21 dias até o nível de 12%.

A busca por alimentos alternativos na alimentação de frangos de corte tem possibilitado um grande avanço no conhecimento da composição nutricional dos mesmos e suas restrições impostas pela qualidade e quantidade de fibras, bem como a presença de fatores antinutricionais que afetem a metabolização de nutrientes (FERNANDES et al., 2013).

1.3.2 Análise de Digestibilidade

O conhecimento do valor energético dos alimentos é de fundamental importância nutricional e econômica para a formulação de rações, assim como a composição química, a disponibilidade dos nutrientes, a concentração e a disponibilidade de energia e proteína dos alimentos (STRADA et al., 2005).

Essas análises dos alimentos utilizados nas rações fornecem tabelas com valores que podem ser adotados para as formulações acompanhando cada fase produtiva como, por exemplo, dados de tabelas como as do National Research Council-NRC (1994) e em função de condições adversas esses dados têm sido diferentes tanto na composição química quanto nos valores energéticos citados por autores brasileiros em tabela desenvolvida no Centro Nacional de Pesquisas de Suínos e Aves (EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO et al.; 2011).

Em estudos de Brum et al. (2000), os autores enfatizam em seus trabalhos a importância da contínua avaliação dos ingredientes independente das condições,

visando manter atualizado um banco de dados, possibilitando melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável, proteína digestível bem como dos diferentes nutrientes que são utilizados nas dietas de aves.

Os constituintes dos alimentos, como os carboidratos, os lipídeos, as proteínas e parte da fibra, são fornecedores de energia para o organismo animal, através de reação de oxidação que produz calor para ser usado no processo de metabolismo. No entanto, nem toda energia produzida pode ser aproveitada pelas aves, ocasionando perdas que precisam ser também avaliadas, assim nem toda energia bruta ingerida na dieta é de fato metabolizada (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Desta forma, são realizados testes para avaliar o metabolismo dos nutrientes da dieta, sendo que uma das metodologias mais utilizadas para cálculos de metabolizabilidade de nutrientes e energia para frangos de corte é a coleta total de excretas. Esse método possibilita contabilizar todo alimento ingerido e toda excreta produzida pelas aves, durante um determinado período de tempo (TEIXEIRA et al., 2014).

Para uma produção avícola otimizada é importante que as dietas visem atender as exigências nutricionais das aves, minimizando a excreção do excesso de nutrientes no ambiente. Para alcançar esse objetivo, com relação à proteína e aminoácidos, informações quanto à digestibilidade de ingredientes proteicos são cada vez mais necessárias na tentativa de definição da fração realmente disponível para os animais (FREITAS, 2003).

A digestibilidade é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos consumidos e a excretado nas fezes, por meio de ensaio de digestibilidade, que é a técnica mais adequada para estimar a digestibilidade dos aminoácidos (SAKOMURA; ROSTANGNO, 2016).

A digestibilidade dos ingredientes tipicamente utilizados na alimentação de aves possui uma grande variabilidade em termos de origem e composição, o caso mais marcante é a farinha de penas que pode apresentar digestibilidade entre 36% e 77% (LEESON; SUMMERS, 2001). Ingredientes como este, quando submetidos a tratamentos térmicos, apresentam variações bastante expressivas em suas respectivas digestibilidades, como o caso das farinhas de carne e ossos e farelo de soja (PARSONS et al., 1997; GOLDFLUS et al., 2006; COCA-SINOVA et al., 2008).

A variação de digestibilidade encontrada entre um mesmo ingrediente e

entre outros demonstram a possibilidade de melhoria na digestibilidade proteica e, neste contexto o uso de aditivos alternativos torna-se uma ferramenta de importância na nutrição de frangos de corte (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

1.3.3 Energia dos Alimentos

A energia não é considerada um nutriente, mas um produto resultante da oxidação dos nutrientes pelo metabolismo, sendo produzida na forma de calor e usada nos processos metabólicos dos animais que abrangem desde a manutenção até o máximo potencial produtivo das aves estando diretamente relacionada com o consumo de alimento (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Segundo Andrade (2014) a energia é biologicamente dividida em energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia líquida (EL) (Figura 1). Dessa forma, o conteúdo energético dos alimentos é expresso em termos de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) que é uma forma de padronizar a energia metabolizável aparente (EMA) dos alimentos (FICHER et al., 1998; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

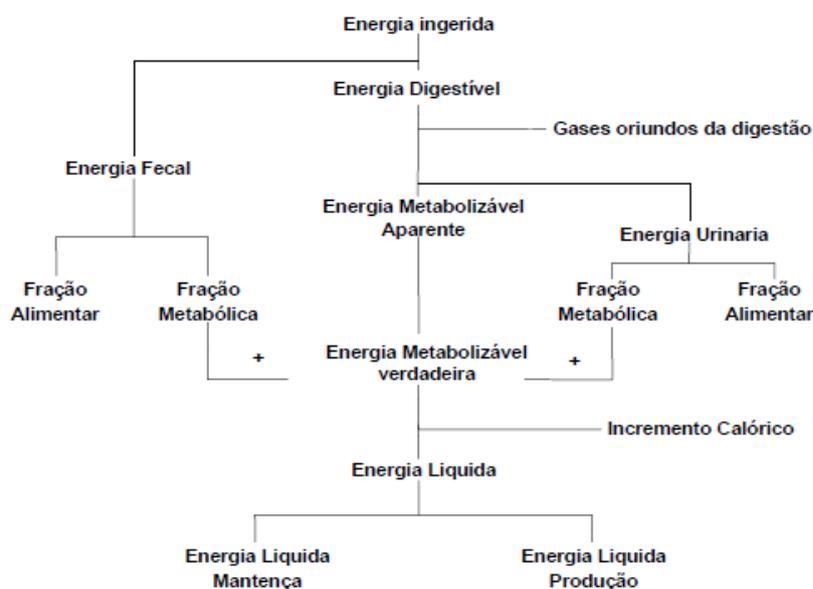


Figura 1: Esquema de utilização da energia dos alimentos pelos animais monogástricos.
Fonte: McLeod, 2002.

A energia bruta é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos ingredientes e medida em bomba calorimétrica, os carboidratos fornecem 3,7 kcal/g

(glicose) e 4,2 kcal/g (amido); as proteínas 5,6 kcal/g e as gorduras 9,4 kcal/g de EB (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

A Energia digestível é a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão nos animais, dada pela diferença entre a EB do alimento consumido e EB das excretas, não sendo comumente utilizada com aves devido à dificuldade de separar as fezes da urina (CORTÉS, 2008; ANDRADE, 2014)

A energia metabolizável representa o diferencial entre a energia bruta ingerida por meio dos alimentos e a energia bruta excretada nas fezes e urina, e os gases oriundos do processo de digestão, normalmente desprezados nos cálculos para aves. A EM para aves pode ser determinada e expressa em EMA, EMAn e EMV (NRC, 1994; FREITAS, 2003; ANDRADE, 2014).

Os valores finais de energia metabolizável de rações de aves dependem da acurácia na determinação dos conteúdos energéticos dos ingredientes utilizados. O teor de energia das rações influi diretamente no desempenho zootécnico das aves e quanto a isso, a definição do nível energético da dieta é fator primário para acertar todos os nutrientes que a compõem, já que a relação nutriente/caloria deve ser observada durante as formulações (BERTECHINI, 2006).

Assim, o conhecimento, principalmente do valor energético dos ingredientes de rações para frangos de corte, nas suas diversas fases de desenvolvimento, pode garantir melhores equilíbrios nutricionais voltados para o máximo desempenho de produção dessas aves (RODRIGUES et al., 2017).

Vários fatores podem influenciar a composição dos ingredientes utilizados nas rações para aves como, clima, genética, manejo, época, dentre outros, da mesma forma, a metodologia para determinação do conteúdo energético desses ingredientes pode resultar em diferentes valores de energia metabolizável (EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO, 2005).

O processamento de determinados ingredientes ou subprodutos pode influenciar os valores de digestibilidade e metabolização dos nutrientes, assim como a superfície de exposição dos ingredientes à ação enzimática, associada à alteração do tempo de passagem desse ingrediente pelo trato digestório da ave, pode alterar a digestibilidade e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes (BERTECHINI et al., 2006).

Dessa forma para a obtenção de melhor desempenho zootécnico na produção de aves, não é suficiente saber o conteúdo energético dos ingredientes,

mas também definir níveis energéticos das dietas, adequados a cada fase de vida do animal, aliado a outros fatores nutricionais (ANDRADE, 2014).

1.3.4 Análise sanguínea

O diagnóstico laboratorial de doenças em aves é uma especialidade veterinária com demanda crescente, sendo bastante empregado na avicultura comercial, pois os exames do sangue podem servir como ferramentas importantes para auxiliar no monitoramento da saúde das aves quanto às condições de saúde do organismo (CAMPBELL, 2004; SCHMIDT et al., 2007b). Os exames realizados objetivam avaliar parâmetros básicos de saúde, principalmente diante do consumo de ração contendo alimentos alternativos, pois os valores sanguíneos podem ser influenciados, entre outros, pelo estado nutricional, criação e estresse ambiental (THRALL, 2012).

Diversos exames laboratoriais podem ser realizados, de acordo com a necessidade, quadro clínico das aves e interesse a ser avaliado, porém os mais básicos são hemograma e provas bioquímicas, que aos poucos tem se tornado rotina, devido à sua importância quando à avaliação das condições de saúde do plantel, pois os sinais clínicos em aves são bastante inespecíficos e o exame físico fornece informação limitada (MINAFRA et al., 2010).

Além disso, ao determinarmos a concentração dos constituintes do plasma ou soro sanguíneo, também temos acesso a informações sobre a situação metabólica, permitindo avaliar a participação de fontes alimentares nas alterações aos valores de referência (GONZÁLES; SCHEFFER, 2003). Assim, quando introduzimos fontes alimentares como subprodutos na alimentação animal, os valores encontrados no perfil sanguíneo, podem indicar a interferência dessa variabilidade nutricional nas condições normais de saúde do animal (BELLAVAR et al., 2005; SCHMIDT et al., 2007).

Dentre as provas laboratoriais do sangue, as principais que compõe o hemograma são a contagem total de eritrócitos e de leucócitos, a determinação do hematócrito e dosagem da concentração de hemoglobina, permitindo a avaliação do estado imunológico e presença de anemia, a partir destes podem ser solicitados exames mais específicos (THRALL, 2012).

A confecção de esfregaços sanguíneos em lâminas deve complementar o estudo hematológico. A coloração permite a visualização de hemácias e leucócitos que podem ser também diferenciados e contados auxiliando no diagnóstico. As amostras destinadas a realização das provas bioquímicas não devem conter anticoagulante e devem ser processadas imediatamente através de centrifugação para realizar a separação de plasma e soro (CAMPBELL, 2004).

O perfil bioquímico também auxilia no monitoramento da saúde e identificação de doenças subclínicas, apesar das limitações, principalmente quanto a quantidade e processamento das amostras, técnicas específicas e valores de referência, permitem quantificar proteínas, lipídios, glicose, eletrólitos, avaliar o metabolismo celular e o funcionamento de órgãos que compõe os sistemas renal, endócrino, muscular e hepático (REECE, 2008; THRALL, 2012).

Em relação à avaliação de possível alteração ou toxicidade no fígado causada por um alimento inserido na dieta de aves, uma das principais variáveis sanguíneas a serem pesquisadas com representatividade para a produção avícola são as enzimas aspartato aminotransferase (AST) ou transaminase glutâmico-oxalacética (TGO) e alanina aminotransferase (ALT) ou transaminase glutâmico-pirúvica (TGP). A detecção de aumento da produção em relação aos valores de referência de AST pode caracterizar lesão hepática, sendo as alterações de ALT de menor representatividade diagnóstica (KANEKO et al., 1997; CAMPBELL, 2004; SCHMIDT et al., 2007).

1.3.5 Análise Parasitológica

Com o desenvolvimento da avicultura, vários aspectos precisam ser avaliados para se evitar perdas e melhorar a qualidade da carcaça, sendo o diagnóstico tardio de parasitoses um dos fatores limitantes na produção de frangos (BATISTA, 2010; LIMA et al., 2011).

As parasitoses intestinais diminuem a produtividade dos animais afetados podendo levar a morte e, estão ligadas à problemas no manejo, nas instalações, linhagens, fatores genéticos, grau de infecção e estado imunológico das aves (CARNEIRO, 2001). É uma patologia causada por uma grande variedade de endoparasitas intestinais, protozoários e helmintos de aves e mesmo de vida livre que podem se tornar oportunistas (BACK, 2012). O diagnóstico é realizado a partir de

técnicas comumente utilizadas para exames parasitológicos de fezes (EPF), sendo as mais comuns o exame direto e de sedimentação (HOFFMANN, 1934; MONTEIRO, 2010).

Atualmente, a importância do diagnóstico de endoparasitas na avicultura nacional está relacionada às manifestações intestinais graves como hemorragias decorrentes da congestão e lesão de mucosa intestinal (VASCONCELOS, 2000).

Além da presença de endoparasitas, a análise parasitológica permite avaliar, de forma geral, um aspecto importante das excretas, que é a flora bacteriana presente, principalmente quanto à intensidade de bactérias. Estudos vêm demonstrando que a microbiota intestinal dos frangos de corte, assim como em outros animais, influencia na digestão e absorção dos alimentos ingeridos pelo hospedeiro, influenciando a sua saúde e produção (CANALLI et al., 1996; BOLELI et al., 2008; JAMROZ et al., 2009; WILLING; VAN KESSEL, 2010).

A avaliação de uma lâmina de EPF permite avaliar a atividade microbiana, sendo um indicativo da condição de saúde intestinal, mesmo não sendo possível a identificação dos microrganismos (MONTEIRO, 2010). A saúde gastrointestinal dos frangos de corte pode ser entendida como um equilíbrio dinâmico no sistema digestório e está intimamente ligado ao desempenho do animal durante todas as fases de criação, tornando-o potencialmente mais produtivo (ITO et al, 1997).

Esta funcionalidade representa um alto custo energético para a ave, pois se estima que 20% da energia metabolizável ingerida seja para a manutenção do equilíbrio da flora intestinal, devido à intensa renovação celular, produção de enzimas digestivas e de mucina (muco). A composição da dieta influencia grandemente a secreção de mucina, a alta concentração de proteína ou fibra aumenta excessivamente a secreção de muco. Esse desequilíbrio aumenta os gastos energéticos e piora a absorção de nutrientes, diminuindo as condições de saúde do trato gastrointestinal, pois favorecem o crescimento de bactérias patogênicas (BOLELI et al., 2008; LUNEDO, 2012).

Uma das dificuldades enfrentadas atualmente é a forte campanha para a não utilização de antibióticos como promotores do crescimento na produção animal, uma vez que as moléculas de alguns desses aditivos apresentam semelhanças com as utilizadas na terapêutica humana, o que poderia, por meio do uso indiscriminado e contínuo, induzir a emergência de bactérias patogênicas multirresistentes, o que ainda

tem sido alvo de extensivos estudos para sua comprovação (EDQVIST; PEDERSEN, 2002; MACHADO et al., 2007).

Alguns países já estão adotando essa prática, forçando o mercado a buscarem alternativas que possam se adequar as exigências internacionais da produção avícola. Estudos têm sido realizados indicando a utilização de substâncias bioativas de fungos basidiomicetos, contidos no corpo de frutificação, micélio e substrato exaurido, na alimentação de frangos buscando estimular e fortalecer a atividade imunológica do plantel, sendo os resultados cada vez mais promissores (FUINI, 2001; DIAS et al., 2002; MACHADO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2009; GONÇALVES et al, 2010).

1.3.6 Desempenho Zootécnico

A produção de frango de corte é umas das atividades econômicas que mais se desenvolve no setor agropecuário brasileiro no decorrer dos anos. No que diz respeito ao melhoramento genético das aves, com a intensa seleção, as raças de frango de corte foram descaracterizadas e originaram-se linhagens específicas, com características próprias, onde as aves destinadas à produção de carne foram selecionadas, principalmente, a partir de características de desempenho e carcaça, como o peso vivo, a conversão alimentar e o peso de peito, o que proporcionou avanços na taxa de crescimento dos animais (GAYA et al, 2006).

Com relação à nutrição, priorizou-se a busca do melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas levando em consideração o conhecimento do valor nutricional dos ingredientes bem como as exigências nutricionais dos animais em suas diferentes etapas produtivas (ROSTANGNO et al., 2007).

Além da genética e nutrição outras mudanças foram vistas no setor como a implantação de novas tecnologias, aperfeiçoamento do manejo, implantação de normas de biossegurança e modernização das instalações e equipamentos (ZUANON et al., 1998). Contudo, todas essas mudanças no setor avícola permitiram grandes avanços no desempenho zootécnicos dos frangos de corte, apresentando rápido crescimento, ganho de peso e eficiência em sistemas complexos (BRUM, 2005).

O avanço nas técnicas de desempenho zootécnico dos frangos de corte fez com que as aves adquirissem um ganho de peso de forma muito rápida para atingindo o valor ideal para abate em um curto intervalo de tempo (KAWAUCHI et al., 2008).

Segundo Oliveira; Nääs (2012), os frangos de corte passaram a ser comercializados aos 42 dias de idade, com peso médio de abate 2,6 kg e taxa de conversão alimentar de 1,8.

A conversão alimentar é uma das formas mais eficazes de medir a eficiência de produção de uma granja. Esse índice é obtido a partir da divisão da média de ração consumida pelos lotes de aves, pela média de ganho de peso das mesmas (GIROTTI, 2012). Dessa forma, quanto menor o índice de conversão alimentar, mais eficiente está sendo a ave em transformar ração em carne e menor será o custo de produção (LUPATINI, 2015).

O índice de desempenho reflete diretamente na rentabilidade, já que 70% dos custos totais da criação de frangos de corte são em função da alimentação e, dentre esses indicadores, o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, rendimento, qualidade de carcaça, índice de mortalidade e o tempo médio de abate são cuidadosamente observados pelos avicultores (GODOY, 2009).

Dessa forma, conhecer o desempenho zootécnico das aves é importante para o planejamento dos aspectos diretos ou indiretamente relacionados à lucratividade das granjas (DOURADO et al, 2009).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL -**Anuário** da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2013. 463p., 2017.
- AGUIAR, L.V.B.; SALES-CAMPOS, C.; CARVALHO, C.S.M.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Desenvolvimento micelial de *Lentinula edodes* em meios de cultivo à base de diferentes substratos orgânicos. **Interciência**. v. 36, n.3, p. 205-209, 2011.
- AGUIAR, L.V.B. Cultivo e avaliação nutricional de *Pleurotus ostreatus* de ocorrência na Amazônia, em condições ambientais não controladas. **Dissertação**. Programa de Pós-graduação em Agricultura no Trópico Úmido. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus – AM. 2016.
- ALMUDI, T.; PINHEIRO, J.O.C. Dados estatísticos da produção agropecuária e florestal do Estado do Amazonas. EMBRAPA, Brasília – DF, 105p. 2015.
- ANDRADE, M.C.N.; MINHONI, M.T.A.; SANSÍGOLO, C.A.; ZIED, D.C.; SALES-CAMPOS, C. Estudo comparativo da constituição nutricional da madeira e casca de espécies e clones de eucalipto visando o cultivo de Shitake em toras. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.183-192, 2011.
- ANDRADE, R. C. de. Avaliação da correção da energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte. 2014. 75p. **Dissertação** Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- ANPC - Associação Nacional de Produtores de Cogumelos, 2014. Disponível em <<http://www.anpc.org.br/>>. Acesso em: 18 out. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL [ABPA] (Brazilian Association of Animal Protein. Annual Report 2017. 1-132. Disponível em: < http://www.com.br/storage/files/abpa_relatorio_anual_2016_ingles_web_versao_para_site_abpa_bloqueado > Acesso em: 10 fevereiro de 2018.
- AZEVEDO, R.S.; ÁVILA, C.L.S.; DIAS, E.S.; BERTECHINI, A.G.; CHWAN, R.F. Utilização do composto exaurido de *Pleurotus sajor caju* em rações de frangos de corte e seus efeitos no desempenho dessas aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.2, p.139-144. Maringá, 2009.
- AZEVEDO, J. A. G., VALADARES FILHO, S. C., PINA, D. S., et al. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com resíduos de frutas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1052-1060, 2011.
- BACK, M.A., HAYDOCK, P.P.J., JENKINSON, P. Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. **Plant Pathology** 51, 683–697, 2012. doi:10.1046/j.1365- 3059.2002.00785.x

BAPTISTA, A. F. Perfil parasitológico em frangos do campo. 113f. **Tese**. Medicina Veterinária) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

BELLAVER, C. LUDKE, J. E LIMA, G.J.M.M. Qualidade de ingredientes para rações. **In:** Global Feed and Food Forum. FAO.IFIF. Sindirações. 11-13 de Julho de 2005. São Paulo SP, 2005.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA, 301p., 2006.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do trato digestório. **In:** **MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E.** (ed.) Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. p.75-95. 2008.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H.M.; FURLAN, S.A. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chemistry**, v. 88, p.425-428, 2004.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, C.V. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi 'smoothcayenne'. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.2, p.362-367, 2002.

BROCHIER, J. **Hulie naturellement riche em caroténoides (*Astrocaryum vulgare* Mart)**. París:JBA, 132p. 2000.

BRUM, P. A. R.; MAZZUCO, H.; FIALHO, F. B.; GUARIENTI, E. M.; VIOLA, E. S. efeitos do nível de trigo na dieta, do percentual de grãos germinados e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 168 – 176, 2000.

BRUM, O. B. Efeito do cruzamento entre diferentes genótipos para uso em sistemas alternativos de frangos de corte. 2005. 54 f. **Dissertação** (Produção Animal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005.

CAMPBELL, T.W. Clinical chemistry of birds. **In:** THRALL, M.A. **Veterinary hematology and clinical Chemistry**. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins, p.479-492, 2004.

CANALLI, L. S.; FLEMMING, J. S.; MIRA, R. T.; BASILE, L. F. Alteração da microbiota intestinal de frangos de corte pela utilização de probiótico na alimentação. **Rev. Set. Cien. Agr. Curitiba**,v. 15, n.1, p. 125-132, 1996.

CARTER, M.E.; DEWES, H.G.; GRIFFITHS, O.V. Salmonellosis in foals. **Journal of Equine Medicine and Surgery**. 3, 78–83. 1979.

CARMO, R. B. A. Perspectivas para a avicultura de corte na Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, [S.l.], v. 3, n. 3, set. 1999.

CARNEIRO, V.S. Composição e estrutura da comunidade de helmintos parasitos de galinhas, *Gallus domesticus* (L.) no município de Seropédica, Estado do Rio de

Janeiro. **Dissertação**. Programa de Pós-graduação em Parasitologia Veterinária. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – RJ. 69 f. 2001.

CARVALHO, H. H.; JOMG, E. V.; BELLO, R. M. Alimentos: **Métodos físicos e químicos de análises**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, p. 180, 2002.

CARVALHO, A.V. Extração, concentração e caracterização físico-químicas e funcionais das proteínas da semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Shum.). Campinas. SP. 2004. 151p. **Tese**. Tecnologia dos Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. 2004.

CARVALHO, J.E.U. de; MULLER, C.H.; ALVES, R.M.; NAZARÉ, R. F. de. **Cupuaçuzeiro**. Belém: Embrapa, (Comunicado Técnico, 115). 2014.

COCA-SINOVA. A.; VALÊNCIA. D.G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Digestibilidade ileal aparente de energia, nitrogênio e aminoácidos de farelo de soja de diferentes origens em frangos de corte. **Poult. Sci.**8: 2613 – 2623, 2008.

CORTÉS, M.E.M. Estudo de variações metodológicas na determinação do metabolismo aparente de nutrientes em frango de corte. Porto Alegre. **Dissertação**. Zootecnia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 6-8-9-10-11-13; 2008.

COSTA, A. P. G. C.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; FREIJÓ, J. C.; MELO, R. D. Viabilidade econômica da farinha do resíduo de tucumã na alimentação de frangos de corte. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 38, n. 4, p. 225-233, 2017.

CUNHA, M. A. **Métodos de detecção de microrganismos indicadores**. **Saúde e ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p. 09-13, jan./jun. 2006.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A. de; VALADARES FILHO, S. de C.; QUEIROZ, A.C. de; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E. de O.S.; CABRAL, L. da S.; PINA, D. dos S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema. 214p.2012.

DIAS, P.L. Risco de savanização da Amazônia é grande e os impactos seriam globais, 2002. **In: Amazônia.org**. Acesso em: 16 ago. 2017.

DOURADO, L. R. B.; SAKOMURA, N. K.; NASCIMENTO, D. C. N.; DORIGAM, J. C.; MARCATO, S. M.; FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço pelado criadas em sistema semiconfinado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 33, n. 3, p. 875-881, 2009.

EDQVIST, L.R.; PEDERSEN, K.B. Antimicrobials as growth promoters: resistance to common sense. In: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY: Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000. Copenhagen, **OPOCE**, 2002.

EICKER, A. The South African experience in growing *Pleurotus* spp. In: T.J. ELLIOTT (Ed.). **Science and Cultivation of Edible Fungi**.v.2, p. 869-875,1995.

EIRA, A.F. Cultivo de cogumelos (compostagem, condução e ambiente). **In:** Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico. Mogi das Cruzes, SP, Brazil. Resumos. pp.71-81. 2000.

EIRA, A.F. **Cultivo do “cogumelo-do-sol” (*Agaricus blazei* (Murrill) ss. Heinemann.** Viçosa: Ed. Aprenda Fácil. 203p.2003.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves.** 3.ed. (Embrapa – CNPSA. Documentos,19). Concórdia:1991.

EMBRAPA. Aves e Suínos. **A avicultura no Brasil,** 2016. Disponível em: Acesso em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas> > 26 de janeiro de 2018.

FAO, 2017. Catálogo de Publicações da FAO. 2017.

FAOSTAT. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>.

FELSSNER, K.S; TODESCO, H.; NETO, B.P.; SATO, J, PUTAROV, T.C.; VASCONCELLOS, R.S.; CARCIOFI, A.C. **Caracterização da semente do açaí (*euterpe oleraceae* mart.) como ingrediente em alimentos extrusados para cães.** XIV CONGRESSO CBNA PET. Ribeirão Preto, SP. 25 e 26 de março de 2015.

FERNANDES, R. T. V., VASCONCELOS, N. V. B., FRANÇA LOPES, F., ARRUDA, A. M. V. & PINTO, A. R. M. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, p. 67-72. 2013.

FERREIRA, A. H. C. Raspa integral da raiz de mandioca para frangos de corte. **Dissertação** - Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2010.

FISCHER JR., A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.2, p.314 - 318, 1998.

FIGUEIRÓ, G.G., GRACIOLLI, L.A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.5, p.924-930, set./out., 2011.

FONSECA, T. R B; BARRONCAS, J.F.; TEIXEIRA, M.F.S. Produção em matriz sólida e caracterização parcial das proteases de cogumelo comestível da Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 8, n. 01, p. 1227-1236, 2014,

FREITAS, E. R. Avaliação nutricional de alguns alimentos processados para aves por diferentes metodologias e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. São Paulo. **Tese.** Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. p. 129. 2003.

FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; SANTOS JÚNIOR, A.; et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.6, p.1001-1006, jun. 2006.

FUINI, M.G. Utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como alternativa ao uso de antibióticos em rações para frangos de corte. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. 64p. **Dissertação**. Zootecnia - Universidade Federal de Lavras, 2001.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 154 –157, 2007.

GABBI, A.M.; CYPRIANO, L.; PICCINI, I. Aspectos microbiológicos e físico-químicos de três rações comerciais sob diferentes condições de armazenamento. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v.12, n.3, p. 784-793, Jul./Set., 2011.

GAYA, L. G.; MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, p. 709-716, 2006.

GIROTTI, V.D.; SANTOS, G.B. Desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de Neem (*azadirachta indica*). **RETEC**, v. 5, n. 2, p. 67-84, jul./dez. Ourinhos, 2012.

GODOY, H. B. R. Granulometria de grãos em rações para frangos Label Rouge. 2009. 83 f. **Tese**. Ciência Animal– Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2009.

GOLDFLUS F, CECCANTINI M, SANTOS W. Conteúdo de aminoácidos de amostras de soja colhidas em diferentes estados brasileiros: colheita 2003/2004. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 8 (2): 105-111.2006.

GOMES, D.; AKAMATSU, I.; SOUZA, E. de; FIGUEIREDO, G.J.B. de. Censo paulista de produção de cogumelos comestíveis e medicinais. **Pesquisa & Tecnologia**, v.13, n.1, p. 1-16, 2016.

GONDIM, T.M.S.; AMARAL, E.F.; ARAÚJO, E.D. Aptidão para o cultivo do cupuaçuzeiro no estado do Acre. **Comunicado técnico**, v.127, p.1-4, 2001.

GONDIM, J.A.M.; MOURA M.F.V.; DANTAS A.S.; MEDEIROS R.L.S.; SANTOS K.M. Composição centesimal e de minerais em casca de frutas. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, out/dez. vol. 25, n.4, p. 825-827. 2005.

GONÇALVES, C.C.M.; PAIVA, P.C.A.; DIAS, E.S.; SIQUEIRA, F.G.; HENRIQUE, F. Avaliação do cultivo de *Pleurotus sajor-caju* (Fries) Sing. sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para a produção de cogumelos e para a alimentação animal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.1, p. 220-225, jan/fev., 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA

VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.73-87. 2003.

GUEDES, A. M. M.; FRANÇA, L. F.; CORRÊA, N. C. F. Caracterização física e físico-química da polpa de Tucumã (*Astrocaryum vulgare*, Mart.). In.: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS, 5., 2005, Campinas, **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência dos Alimentos, 2005.

HALWARD, A.; SANCHEZ, C. **Métodos de ensaios nas indústrias de celulose e papel**. São Paulo/SP: Editora Brusco. 458p. 1975.

HAYMAN, M.M.; PINKAS, J.M.; GRAY, R.J.H. In: SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M.L. (eds), **Compedium of Methods for the microbiological Examination of Foods**, 5th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. Chapter 52, pp.719-729. 2015.

HEUZÉ, V.; TRAN, G.; HASSOUN, P. 2011. **Polpa cítrica seca: Um projeto pelo INRA, o CIRAD e AFZ com apoio da FAO**. Disponível em: <<http://www.trc.zootechnie.fr/node/680>> Acesso em: 16 de setembro de 2016.

HOFFMANN, W.A.; PONS, J.A.; JANER, J.L. Sedimentation concentration method in schistosomiasis, Puerto Rico. **J. Public Health**, 9. p. 283-298. 1934.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Panorama da cadeia produtiva de frutas em 2012 e projeções para 2013**. São Paulo. 127 p., 2012

IEA, 2016. Instituto de Economia Agrícola - Banco de dados. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_>. Acesso em: 28 de fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de nov. de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2018.

ITO, H.; SHIMURA, K.; ITOH, H. Antitumor effects of a new polysaccharide-protein complex (ATOM) prepared from *Agaricus blazei* (Iwade strain 101) “Himematsutake” and its mechanisms in tumor-bearing mice. **Anticancer Research**. v.17, n.1 (A), p.277-284, 1997.

JAMROZ, D., WILICZKIEWICZ, A.; SKORUPIŃSKA, J.; ORDA, J.; KURYSZKO, J.; TSCHIRCH, H. Effect of sweet chestnut tannin (SCT) on the performance, microbial status of intestine and histological characteristics of intestine wall in chickens. **Brit. Poult. Sci.**, v.50, p. 687-699, 2009.

KANEKO, J.J. Serum proteins and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds). **Clinica biochemistry of domestic animals**. 5.ed. San Diego: Academic, p.117-138.1997.

KAWAUCHI, I. M.; SAKOMURA, N. K.; BARBOSA, N. A. A.; AGUILAR, C. A. L.; MARCATO, S. M.; BONATO, M. A.; FERNANDES, J. B. K. Efeito de programas de luz sobre o desempenho e rendimento de carcaça, cortes comerciais e vísceras comestíveis de frangos de corte. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP, v. 24, n.1, p. 59-65, 2008.

KIM, Y.; GIRAUD, D.W.; DRISKELL, J.A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Netherlands, v.20, n.6, p.458-465, 2007.

KRABBE, E.; SANTOS FILHO, J.I.; MIELE, M. et al. Cadeias produtivas de suínos e aves. In: Tópicos atuais na produção de suínos e aves (recurso eletrônico). Org. GENTILINI, F.P.; ANCIUTI, M.A. Pelotas: **Instituto Federal Sul-Rio-Grandense**, 271 p. 2013.

KUMAR, M.T.; HIROOMI, I.; RIKA, N. Immunological effects of extracts of *Agaricus blazei* grown in submerged culture. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF MUSHROOM BIOLOGY AND MUSHROOM PRODUCTS, 3. 1999. Sydney. **Medicinal and value-added mushrooms**. Sydney: WSMBMP, 1999.

LECLERC, H., MOSSEL, D.A.A., EDBERG, S.C. AND STRUIJK, C.B. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. *Annu. Rev. Microbiol.* 55: 201–234, 2000.

LEENSON, S.; SUMMERS, J.D.; CASTON, L.J. Diet dilution and compensatory growth in broilers. **Poultry Science**, 70: 867-873, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Comercial Poultry Nutrition**. 3 ed., Guelph: University Books. P. 398, 2005.

LEITE, P.R.S.C.; LEANDRO, N.S.M.; TRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; GOMES, N.A.; JARDIM FILHO, R.M. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária**. Brasília, v.46, n.3, p. 280-286, 2011.

LIMA, E. M.; SANTOS, M. S. V.; TAVARES, F. B.; ANDRADE, P. A.; COSTA H. S. Perfil parasitológico intestinal de frangos caipiras criados em diferentes sistemas de criação. In: SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9. Parauapebas. **Anais...** Parauapebas: Universidade Federal Rural da Amazônia. R072. 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; COSTA, J. T. de M.; CERQUEIRA, L. S. C. de; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 432p. 2004.

LUNEDO, R. Avaliação da microbiota presente na mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com ração à base de milho ou sorgo através de PCR em tempo real. 2012. x, 64 f. **Dissertação** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012.

LUPATINI, F. Avaliação do efeito de variáveis produtivas na conversão alimentar de frangos de corte. **Dissertação**. Produção Animal- Universidade Federal de Goiás Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiás, 2015.

MACHADO, A.M.B.; DIAS, E.S.; SANTOS, E.C.; FREITAS, R.T.F. Composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.4, p.1113-1118, 2007.

MARTIN CA, ALMEIDA VV, RUIZI MR, VISENTAINER JEL, MATSHUSHITA M, SOUZA NE, VISENTAINER JV. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev Nutr** 19: 761-770. 2006.

MATTA, V. M., JUNIOR, M. F., CABRAL, L. M.C., FURTADO, A. L. **Polpa de Fruta Congelada**. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 2005.

McLEOD, M. G. Energy utilization: measurement and prediction. In: Mc NAB, **Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value**. Neu York. CAB Publishing International, p. 191, 2002.

MINAFRA; C.S.; MARQUES; S.F.F.; STRINGHINI, J.H.; ULHOA, C.J.; REZENDE, C.S.M.; SANTOS, J.S.; MORAES, G.H.K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 39, n. 12, p. 2991-2996, 2010.

MONTEIRO, S.V. Técnicas laboratoriais. In: MONTEIRO, S.V. **Parasitologia na Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca. Cap.29, p.301-312. 2010.

MORAIS, J. D.; DIAS, M. R. P. Elaboração do doce em massa e néctar de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). 2001. 96f. **Monografia**. Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Pará. Belém, 2001.

MORAIS, F.A.; ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A.V. Influência da atmosfera modificada sob a vida útil pós colheita do mamão formosa. **Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró - RN, v.5, n.4, p.01-09, 2010.

MOTA D. A.; FRAGATA N. P.; BRITO E. P.; CASAGRANDE R. D.; ROSA L. B.; BORGES C. R. A. Torta de cupuaçu na alimentação de tourinhos nelore confinados. **B. Industr. Anim.**, Nova Odessa, v.71, n.4, p.309-316, 2014.

MOTATO, K.E., MEJÍA, A.I., LEÓN, A. Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisíaca*) y asserín de Abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo Del hongo *Pelurotus djamor*. **Vitae**, v.13, p.24-29, 2006.

NASCENTE, A.S.; DA COSTA, R.S.C.; COSTA, J.N.M. Embrapa Rondônia. Cultivo do abacaxi em Rondônia. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/autores.htm>>. Acesso em: 24 de abril de 2017.

NASCIMENTO FILHO, W.B.; FRANCO, C.R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Rev. Virtual Quim.**v.7, n.6, p. 1968-1987, 2015.

NETA SANTOS, E. R., VAZ, R. G. V., RODRIGUES, K. F., SOUSA, J. P. L., PARENTE, I. P., ALBINO, L. F. T., SIQUEIRA, J. C. & ROSA, F. C. Níveis de inclusão da torta de babaçu em rações de frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 12, 234-243. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**, 6 ed. Washington, National Academy of Science, p.157, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirement of Poultry**.9 ed. Washington, D.C., 1994.

NEUTZLING, M.B.; ROMBALDI, A. J.; AZEVEDO, M.R.; HALLAL, P.C. Fatores associados ao consumo de frutas, legumes e verduras em adultos de uma cidade no Sul do Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 25, p.2365-2374, 2009.

NOGUEIRA, A. K. M; SANTANA, A. C. Análise de sazonalidade de preços de varejo de açaí, cupuaçu e bacaba no estado do Pará. **Revista de Estudos Sociais**, v. 11, n. 21, 21, P. 7-22, 2009.

OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. **Açaí (*Euterpe oleraceae* (Mart.))**. Jaboticabal: FUNEP. p. 52, 2000.

OLIVEIRA L. F., NASCIMENTO MRF, BORGES SV, RIBEIRO PCN, RUBACK VR. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Cien Tecnol Aliment**, 22: 259-262. 2002.

OLIVEIRA, M.S.P.; NETO, F.T.F.; PENA, R.S. **Açaí**: técnicas de cultivo e processamento. Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria / VII Flor Pará. p. 9. Belém: 20 a 23 de junho de 2007.

OLIVEIRA, C.R.C. Avaliação nutricional de farinhas de silagem de peixe em dietas para frangos de corte. **Dissertação** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 82 f. 2012.

OLIVEIRA, D.R.M.S.; NÄÄS, I.A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS, 2012, Rhodes. **Anais...Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services: proceedings**, Greece: Internacional Federation for Information Processing, 2012.

OLIVEIRA, L.P., GAI, V.F. Desempenho de frango de corte em aviários convencional e aviários dark house. **Revista Cultivando o Saber**. vol. 9, p. 93 – 101, 2016.

PARSONS, C.M., CASTANON, F., HAN, Y. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. **Poultry Science** 76: 361-368, 1997.

PATRICIO, I.S.; MENDES, A.A.; RAMOS, A.A.; PEREIRA, D.F. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 4, n. 4, p. 233-238, 2012.

PEREIRA, E.N.; JÚNIOR, V.C.R. Carvão do caroço de açaí (*Euterpe oleracea*) ativado quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) e sua eficiência no tratamento de água para o consumo. **Relatório** do Projeto de Pesquisa do Prêmio Jovem Cientista. p. 7, 2013.

PIENIZ, S.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V.R.de; ESTEFANEL, V.; ANDREAZA, R. Avaliação *in vitro* do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.552-559, mar./abr., 2009.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKHA, M.N.; BANO, Z. Biodegradation of gossypol by the White oyster mushroom, *Pleurotus florida*, during the culturing on rice straw growth substrate, supplemented with cottonseed powder. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**.v.12, p. 221-227, 2001.

REECE, William O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**.3. ed. Sao Paulo, SP: Roca, 468 p.2008.

RINKER, D.L. Handling and using “spent” mushroom substrate around the world. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF MUSHROOM BIOLOGY AND MUSHROOM PRODUCTS, 4., 2002. Cuernavaca. World wide production of mushrooms. Cuernavaca: WSMBMP, 2002.

RIVAS, P.M.S.; PEREIRA FILHO, A.A.; SANTOS, F.A.S.; ROSA, I.G. Avaliação de substratos pectocelulósicos para o cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* sp. (agaricales). **Cad. Pesq. São Luís**, v.17, n.3, set./dez, p. 78-83, 2010.

RODRIGUES, A.S.P.; BORGES, E.N.; BARWALDT, R. Um estudo sobre o comportamento alimentar de frangos de corte utilizando a mineração de dados. **Scientia Plena**. Rio Grande do Sul – RS, v.13, n.04, p. 1-7, 2017.

ROSTAGNO, H.S; SILVA, D.S; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 141p.2005.

ROSTAGNO, H. S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N. K.; et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**- 3. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 252 p.2011.

SCAGLIUSI, F.B.; LANCHÁ JUNIOR, A.H. Subnotificação da ingestão energética na avaliação do consumo alimentar. **Rev. Nutr.** [online], vol.16, n.4, pp.471-481. 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732003000400010>>.

SAKOMURA, N.K; ROSTAGNO, H.S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos. In: **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283 p. 2016.

SHANLEY, P. Andiroba (*Carapa guianensis*, Aublet.). In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: Cifor. p. 41-50. 2005.

SEBASTIANY, E.; REGO, E.R, VITAL, M.J.S. Avaliação do processo produtivo de polpas de frutas congeladas. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 69, n.3, p. 318-26. 2010.

SALES-CAMPOS, C. Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região Amazônica. 197p. **Tese**. Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus- AM, 2008.

SALES-CAMPOS C.; EIRA, A.F.; JESUS, M.A.; CAMPAGNOLLI, F., ANDRADE, M.C.N. Crescimento micelial de *Pleurotus ostreatus* em resíduo de *Simarouba amara*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1633-1635, 2008.

SALES-CAMPOS, C.; CUNHA, A.L.B.; VAREJÃO, M. DE J.C.; ANDRADE, M.C.N. DE; ARAÚJO, L.M. Estudo físico-químico e nutricional de resíduo agroindustrial como base para a formulação de substratos para cultivo de cogumelos. In: **Anais**. V Simpósio internacional sobre cogumelos no Brasil e IV Simpósio nacional sobre cogumelos comestíveis. UNISO. Sorocaba, São Paulo, 2010.

SALES-CAMPOS, C.; ARAUJO, L.M.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Centesimal composition and physical-chemistry analysis of the edible mushroom *Lentinus estrigosus* occurring in the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.4, n.85, p. 1537-1544, 2013.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. **Trends Food Science Technology**, Cambridge, v.12, n.11, p.401-413, 2001.

SCHIMIDT, E.M.S.; PAULILLO, A.C.; SANTIN, E.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; OLIVEIRA, E.G. Hematological and sérum chemistry values for the ring-necked pheasant (*Phasianus colchicus*): variation with sex and age. **International Journal Poultry Science**, v.6, n.2, p.137-139, 2007.

SCHIMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A.C. Patologia clínica em aves de produção: uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.9-20, 2007b.

SILVA, C.A.B. **Produção de polpa de fruta- tratada termicamente e congelada**. Brasília: Ministério da Agricultura, do abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural, 1995.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. 4ª reimpressão. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 15-124 p., 2009.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica e de alimentos e água**. Livraria Varela, São Paulo, 4. Ed., p. 625. 2010.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A., TANIWAKI, M.H., GOMES, R.A.R., OKAZAKI, M.M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5ª ed. São Paulo: Blucher, p. 560, 2017.

SIQUEIRA, G.C.L.; MENEZES, M.; SIQUEIRA, S.L.; SILVA, G.S. da; ALVAREZ RIVERA, C.R.; VICENTE, C.A.R.; NIETO, M.D. **Açaí**: Produtos potenciais da Amazônia. Brasília: MMA/SCA/GTA/SUFRAMA/SEBRAE, p. 50, 1998.

SOARES, L. M. V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A. M. M. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, abr/jun., vol. 24, n. 2, p. 202-206, 2004.

SOARES, M.B., FUENTES, M.F.F., FREITAS, E.R. et al. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1076-1082, 2007.

SOUZA, M.O. Suplementação da dieta com polpa do fruto do açaí (*Euterpe oleraceae* Martius) melhora o perfil lipídico e a capacidade antioxidante – uma avaliação in vivo. **Dissertação**. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, p. 2, 2009.

SOUZA, M.A.; SAMPAIO, C.B.; VALENTE, T.N.P. Processamento de amostras. In: DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Eds.) **Métodos para análise de alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema. cap.1, p.13-28. 2012.

STRADA, E.S.O., ABREU, R.D., OLIVEIRA, G.J.C., COSTA, M.C.M.M., CARVALHO, G.J.L., FRANCA, A.S., CLARTON, L. & AZEVEDO, J.L.M. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, p. 2369-2375, 2005.

TEIXEIRA NETTO, M. V.; MASSUQUETO, A.; DURAU, J. F.; LIMA NETTO, E. S.; KRABBE, E. L.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, S. G. Efeito da temperatura de condicionamento sobre a digestibilidade da proteína bruta e metabolizabilidade de dietas para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA FACTA, 2014, Atibaia. [Anais...] Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2014.

THRALL, M.A. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2012.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. N.; et al. Composição em ácidos graxos dos tecidos de frangos de corte alimentados com subprodutos de maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2063-2068, 2007.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; PEREIRO, R.G.A.; SENGER, C.C.D. **Característica químico-bromatológica do caroço de açaí**. CT n°193, EMBRAPA Rondônia, agosto, p. 2-5, 2001.

TURANO W, LOUZADA SRN, DEREVI SCN, MENDEZ MHM. Estimativa de consumo diário de fibra alimentar na população adulta, em regiões metropolitanas do Brasil. **Nutr Bras** 3: 130-135. 2002.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBABEF. **Relatório** anual 2017. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. 2018.

URBEN, A. F. e de OLIVEIRA, H. C. B. Formulações e preparo de meios para “sementes”. In: **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**, Cap. 3, 2ed. Org. Arailde Fontes Urben. Brasília: Embrapa, 2004.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

VASCONCELOS, O.I. Parasitose em aves de produção industrial. In: JUNIOR, A.B., MACARI, M. **Doença das aves**. 1 ed. Campinas. FACTA, cap. 74, p. 423-428, 2000.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. H.; ALBINO, L. F. T.; et al. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2173-2178, 2008.

VILLA-BÔAS, S.L.; ESPOSITO, E.; MITCHELLI, D.A. Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.98, n.1, p.1-12, 2002.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Laboratory biosafety manual**. Geneva, 2004. 178p. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/Biosafety7.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2017.

WILLING, B.P.; VAN KESSEL, A.G. Host pathways for recognition: Establishing gastrointestinal microbiota as relevant in animal health and nutrition. **Livestock Sci.**, V. 133, P. 82–91, 2010.

YAPO, B.M.; KOFFI, K.L. O maracujá amarelo é uma fonte potencial de pectina de baixa metoxila. **J Agric Food Chem** 54: 2738-2744, 2006.

YUYAMA, L. K. O.; MAEDA R.N.; PANTOJA, L. et al. Processamento e avaliação da vida de prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 408-412, 2008. Doi:10.1590/ S0101-20612008000200021.

ZANELLA, J. **O valor do alimento que é jogado fora**. Jornal Unesp, nº213, 2006.

ZUANON, J. A. S.; FONSECA, J. B.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Efeito de promotores de crescimento sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 999-1005,1998.

CAPÍTULO I

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

RESUMO

A indústria de polpa de frutas no Brasil tem se destacado no cenário comercial alcançando o mercado mundial. Apesar dos benefícios financeiros este desenvolvimento torna o País um dos grandes produtores de resíduos agroindustriais o que representa um grande problema ambiental em função do acúmulo de lixo orgânico. O município de Parintins/AM é uma área produtora de frutos amazônicos consumidos em larga escala pela população em geral e pela agroindústria instalada no local. Os frutos *in natura* são processados e congelados gerando grande quantidade de resíduos. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição físico-química e microbiológica de resíduos agroindustriais processados na Amazônia visando o seu aproveitamento no cultivo de cogumelos comestíveis e formulação de ração para animais de interesse zootécnico. Para as análises físico-químicas foram avaliados pH, sólidos solúveis totais, umidade, matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, nitrogênio total, proteína bruta, carbono, relação C/N, lipídeos, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais e carboidrato não fibroso. As análises microbiológicas foram realizadas pelo método de tubos múltiplos com os resultados dados em números mais prováveis e unidade formadora de colônia. As análises físico-químicas confirmaram que muitas características dos frutos *in natura* são semelhantes em partes residuais após processamento e as análises microbiológicas evidenciaram a necessidade de se empregar técnicas de desinfecção antes do processo de aproveitamento. Os resultados demonstraram o potencial de aproveitamento destes resíduos para a geração de produtos de valor agregado.

Palavras-Chave: Aproveitamento de resíduos, composição nutricional, frutos amazônicos, produtos de valor agregado.

ABSTRACT

The fruit pulp industry in Brazil has stood out in the commercial scenario reached the world market, in spite of the financial benefits this development makes it one of the countries that produce agroindustrial waste more that represents a great environmental problem due to the accumulation of organic waste. The municipality of Parintins/AM is an area producing Amazonian fruits consumed in large scale by the population in general and by the agribusiness installed in the place. *In natura* fruits are processed and frozen, generating large amounts of waste. The present study had as objective to evaluate the physicochemical and microbiological composition of agroindustrial residues processed in the Amazon region, aiming at the use in the cultivation of edible mushrooms and formulation of ration for animals of zootechnical interest. The pH, total soluble solids, moisture, dry matter, mineral matter, organic matter, total nitrogen, crude protein, carbon, C/N ratio, ethereal extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, total carbohydrates and non-fibrous carbohydrate. Microbiological analyzes were performed using the multiple tube method with the results given in the most probable numbers and colony forming unit. The physicochemical analysis confirmed that many characteristics of the fruits *in natura* are similar in residual parts after processing and the microbiological analyzes evidenced the need to use disinfection techniques before the recovery process. The results showed the potential of using these residues for the generation of value added products.

Keywords: Waste utilization, nutritional composition, amazon fruits, value added products.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de polpa de frutas no Brasil tem se destacado no cenário comercial, alcançando o mercado mundial, principalmente pela disponibilidade e diversidade de frutos tropicais (FAO, 2017). Este processamento permite maior distribuição e armazenamento da produção e o abastecimento do mercado com uma variedade de sabores, em todos os períodos do ano, independente da safra ou condições climáticas, além disso, o congelamento dispensa o uso de aditivos químicos e mantém as propriedades originais da fruta (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

Apesar dos benefícios comerciais, este desenvolvimento torna o Brasil um grande produtor de resíduos agroindustriais, fato que para a indústria e órgãos competentes se tornou uma problemática em função dos danos ambientais e sanitários, já que estes resíduos, pela legislação vigente, não podem permanecer na indústria, além de não ter destinação pré-determinada e nem mercado definido para sua comercialização (ROSA et al., 2011).

Estudos realizados demonstraram que as frutas são ricas em muitos nutrientes e compostos antioxidantes e que parte desses constituintes se concentram nas cascas e sementes (COSTA et al., 2000; MELO et al., 2008; ABRAHÃO et al., 2010; SOUZA et al., 2011), conferindo aos resíduos valor nutricional semelhante ao das próprias frutas (KIM et al., 2007; PIENIZ et al., 2009).

No município de Parintins, região do Baixo Amazonas, há uma grande quantidade de resíduos agroindustriais disponíveis como coroa e casca de abacaxi (*Ananas sp.*), semente de açaí (*Euterpe sp.*), casca de cupuaçu (*Theobroma sp.*), casca e semente de maracujá (*Passiflora sp.*) e casca de tucumã (*Astrocaryum sp.*), devido ao processamento industrial de uma fábrica de polpas de frutas instalada na cidade e ao grande consumo em feiras e mercados locais. Tais resíduos vêm sendo estudados pelo grupo de pesquisa do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, “Produção de Fungos Comestíveis a partir de Resíduos Madeireiros e Agroindustriais na Amazônia”.

O aproveitamento é uma das aplicabilidades da tecnologia verde que busca reduzir impactos ambientais, um exemplo é a utilização de resíduos lignocelulósicos como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (SALES-CAMPOS et al., 2010), macrofungos decompositores de madeira e de resíduos vegetais (BONATTI et al., 2004) que apresentam alto índice proteico, vitamínico e carboidratos, e um baixo

teor de lipídeos, sendo ideal para a incorporação na dieta, além de apresentarem propriedades medicinais ou nutracêuticas, características que evidenciam o potencial de gerar produtos de valor agregado, além da diminuição do impacto ambiental e sanitário (FURLANI; GODOY, 2005; SALES-CAMPOS et al., 2010; SOUSA et al., 2011).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição físico-química e microbiológica de resíduos agroindustriais processados no município de Parintins/AM, visando o aproveitamento no cultivo de cogumelos comestíveis.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta, Secagem e Processamento dos resíduos

Os resíduos de abacaxi, cupuaçu e maracujá foram cedidos por uma fábrica de polpa de frutas e os resíduos de açaí e tucumã foram recolhidos nas feiras e mercados, todos na cidade de Parintins/Amazonas/Brasil, e transportados para o laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Os resíduos analisados, conforme a sequência demonstrada na Figura 1, da esquerda para a direita foram: abacaxi (casca e coroa), semente de açaí e de cupuaçu, maracujá (casca e semente) e tucumã (casca), previamente secos ao ar e processados em triturador TR 200, e posteriormente moídos em moinhos de faca tipo Willey.



Figura 1: resíduos de abacaxi, açaí, cupuaçu, maracujá e tucumã coletados processados em triturador TR 200.

2.2 Umidade (U) e Matéria Seca (MS)

A determinação da umidade e matéria seca foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Silva; Queiroz (2002), com resultados expressos em porcentagem. Para tal procedimento fez-se o uso do método de desidratação até massa constante, onde 2,0 gramas de cada amostra foram mantidos por 16 horas em estufa de circulação forçada de ar a 105 °C. A umidade foi calculada por diferença, sendo $MS\% = 100 - \text{Umidade}$.

$$U\% = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

Onde:

U: Percentual de umidade; M₁: Massa inicial da amostra; M₂: Massa final da amostra.

2.3 pH

Alíquotas de 10 g de amostra foram adicionadas a 90 mL de água destilada (SKRBIC e FILIPCEV, 2008). As suspensões foram submetidas à agitação por cinco minutos e, após sedimentação, foi realizada a leitura em potenciômetro digital portátil (KASVI – K390014P).

2.4 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Com o uso de refratômetro portátil (Instrutherm RTB-300) foram mensurados os índices de refração da solução de açúcar, utilizando 10 g de cada amostra homogeneizadas em 100 mL de água destilada, os resultados foram expressos em grau BRIX como sólidos solúveis totais (CARVALHO et al., 2002).

2.5 Matéria Mineral (MM) e Matéria Orgânica (MO)

A matéria mineral foi determinada pelo método de incineração em mufla (Fornitec-F3-T) a 550°C, com valores expressos em porcentagem. Utilizaram-se alíquotas de 2,0 gramas de amostra pré-secas a 105°C. As amostras colocadas em cadinhos permaneceram em forno mufla por 4 horas. Após esse período as amostras foram colocadas no dessecador por 30 minutos e pesadas (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A Matéria Orgânica foi calculada sendo, $MO\% = 100 - \text{Matéria Mineral}$.

2.6 Nitrogênio Total (NT) e Proteína Bruta (PB)

Para análise do nitrogênio total foi aplicado o método de Kjeldhal descrito por Silva; Queiroz (2002) envolvendo três etapas: digestão, destilação e titulação.

As amostras foram digeridas por via úmida com ácido sulfúrico, destiladas em destilador de nitrogênio MARCONE – MA036 e tituladas com ácido clorídrico a 0,05N. Os resultados foram expressos em percentual de nitrogênio e, conseqüentemente, a quantidade de proteína que a mesma contém, utilizando-se as fórmulas:

$$\text{Nitrogênio \%} = (V \times N \times 0,014 / M) \times 100$$

Onde:

V: Volume em mL de HCl gasto na titulação

N: Normalidade do HCl

M: Massa da amostra (g)

Para a conversão do nitrogênio em proteína bruta foi utilizado o fator 6,25, considerando-se que 100g de proteína contêm, em média, 16% de nitrogênio.

$$\text{Proteína \%} = \text{N\%} \times 6,25$$

2.7 Carbono (C) e Relação Carbono/Nitrogênio (C/N)

Para a determinação dos teores de carbono total (C) foi utilizado o método de combustão a seco (NELSON; SOMMERS, 1986) em aparelho Elementar (Vario MAX CN), em parceria com o Laboratório Temático de Solos e Plantas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

A partir da quantificação do teor de carbono determinou-se a relação Carbono/Nitrogênio.

2.8 Extrato Etéreo (EE)

A análise de extrato etéreo foi realizada com alíquotas de 2g de amostra pesadas e adicionadas em cartuchos de papel filtro qualitativo (80g/m²), que posteriormente foram colocados em copos próprios para extração de lipídeos e acoplados no extrator. Utilizaram-se 100 mL de éter de petróleo.

A extração de lipídeos foi realizada durante 4 horas com velocidade de condensação de 5 a 6 gotas por segundo. Após este período os copos foram desacoplados do aparelho, depositados em estufa a 105°C por 30 minutos e, em seguida, acondicionados em dessecador por 30 minutos e então pesados (SILVA; QUEIROZ, 2002).

2.9 Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)

As análises sequenciais de FDN e FDA foram realizadas em aparelho analisador de fibras (Ankom²⁰⁰⁰).

Na análise de FDN, utilizaram-se sacos de Tecido Não Tecido (TNT), gramatura 100g/m², com 25cm² (5 x 5 cm), numerados com marcador permanente, pré-tratados com solução de DN e pesados, para então ser adicionado 1g de cada amostra aos sacos de TNT, permanecendo por 1 hora a 105°C no aparelho analisador de fibras, com a adição de 100 mL de solução de FDN.

Após serem lavados com água quente e acetona para a retirada do detergente, os sacos foram colocados em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C por 24 horas e em estufa a 105°C por 2 horas, em seguida colocados no dessecador por 30 minutos, pesados e registrados os pesos (DETMANN et al., 2012).

Os mesmos procedimentos foram realizados para a avaliação de FDA, substituindo pela solução de FDA.

2.10 Carboidratos Totais (CT)

Os valores de carboidratos totais (CT) foram determinados de acordo com as equações propostas por Sniffen et al., (1992), Van Soest (1994) e Detmann et al., 2012, com todos os termos expressos como percentual de matéria seca (MS).

$$\% \text{ CT} = 100 - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Extrato Etéreo} + \% \text{ Matéria Mineral})$$

2.11 Carboidratos não Fibrosos (CNF)

Os valores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com a equação proposta por Mertens (1997).

$$\% \text{ CNF} = 100 - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Extrato Etéreo} + \% \text{ Matéria Mineral} + \text{FDN})$$

2.12 Análise Microbiológica

A análise microbiológica caracterizada pela detecção ou a enumeração de microrganismos vivos, sendo a pesquisa padrão de coliformes totais e termotolerantes através da Técnica de Tubos Múltiplos com os resultados expressos em Número Mais Prováveis (NMP) e pesquisa de *Salmonella* sp., realizada pela detecção de presença ou ausência, segundo o Método da *American Public Health Association* (APHA) descrito em AOAC (2012) e SILVA et al., 2017. Os resultados obtidos foram avaliados de acordo com a legislação determinada pela ANVISA sobre padrões microbiológicos – RDC nº12 (BRASIL, 2001).

Inicialmente, como padrão para amostras sólidas, foram realizadas duas diluições, sendo a primeira 1:50 (m/v) em água destilada autoclavada e a segunda

1:10 (m/v) em água peptonada a 0,1%. A partir desta segunda diluição, considerada 10^{-1} , foram preparadas diluições seriadas até a concentração 10^{-3} , em triplicata. Essas diluições foram utilizadas para a determinação dos microrganismos em meios de cultura vertidos em tubos de ensaio com tubos de Durham invertidos em seu interior. Os meios de cultura utilizados foram o Caldo Lauryl e Caldo EC para o crescimento de coliformes totais e *Escherichia coli* e Caldo SC (Selenito de Cistina) para *Salmonella* sp. Após a inoculação, os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 3 dias, avaliando a cada 24 horas, o crescimento microbiano através de alterações como turvação do meio e produção de gás.

Após este período, alíquotas de 100 µL retiradas dos tubos contendo Caldo SC foram adicionadas em placas de Petri, em triplicata, contendo os meios TSI (*Triple Sugar Iron Agar*) e BVB (Agar Verde Brilhante modificado), incubadas a 35°C por 3 dias para a confirmação da presença de *Salmonella* sp. A identificação das colônias foi feita de acordo com as características morfológicas descritas pelo fabricante de cada meio específico, baseando-se na cor, aspecto e alteração do meio pelo crescimento de colônias características.

Os resultados das análises foram avaliados segundo a Instrução Normativa nº 7, de 5 de abril de 1999, da Secretaria de Desenvolvimento Rural do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises nutricionais estão descritos na Tabela 1, sendo relevantes para avaliar características fundamentais para o aproveitamento dos resíduos agroindustriais analisados.

Tabela 1 -Resultado das análises físico-químicas de resíduos agroindustriais.

(%)	Resíduos							CV (%)
	Abacaxi (Coroa)	Abacaxi (Casca)	Açaí	Cupuaçu	Maracujá (Casca)	Maracujá (Semente)	Tucumã	
U	83,42 ^a	89,62 ^b	12,72 ^c	67,23 ^d	87,64 ^e	49,61 ^f	40,55 ^g	0,25
MS	16,57 ^a	10,38 ^b	87,28 ^c	32,77 ^d	12,35 ^e	50,39 ^f	59,45 ^g	0,40
pH*	5,66 ^a	4,08 ^b	5,27 ^c	5,13 ^d	3,87 ^e	4,43 ^f	5,36 ^g	0,01
SST*	1,30 ^a	2,90 ^b	0,10 ^c	0,10 ^c	1,90 ^d	0,10 ^c	0,90 ^e	0,01
MM	4,98 ^a	3,47 ^b	3,25 ^b	1,77 ^c	5,61 ^d	2,18 ^e	4,23 ^f	3,98
MO	95,02 ^a	96,53 ^b	96,75 ^b	98,23 ^c	94,39 ^d	97,82 ^e	95,77 ^f	0,15
NT	1,78 ^a	1,13 ^b	0,99 ^c	0,75 ^d	1,16 ^e	2,46 ^f	1,91 ^g	0,50
PB	11,12 ^a	7,06 ^b	6,20 ^c	4,68 ^d	7,25 ^e	15,37 ^f	11,93 ^g	0,50
C	40,88 ^a	39,44 ^b	42,65 ^c	45,76 ^d	40,01 ^e	56,36 ^f	52,22 ^g	0,01
C/N*	22,96 ^a	34,90 ^b	43,08 ^c	61,01 ^d	34,49 ^b	22,91 ^a	27,34 ^e	1,00
EE	1,68 ^a	1,56 ^b	2,66 ^c	0,68 ^d	2,73 ^e	16,11 ^f	25,42 ^g	0,34
FDN	58,49 ^a	51,41 ^b	87,02 ^c	76,82 ^d	54,62 ^e	54,45 ^e	22,95 ^f	0,11
FDA	30,50 ^a	21,71 ^b	75,43 ^c	45,99 ^d	32,93 ^e	49,68 ^f	8,56 ^g	0,06
CT	82,22 ^a	87,91 ^b	87,89 ^b	92,87 ^c	84,41 ^d	66,34 ^e	58,42 ^f	0,16
CNF	23,73 ^a	36,50 ^b	0,87 ^c	17,42 ^d	29,79 ^e	11,89 ^f	35,47 ^g	0,68

* Sem unidade; CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Após o processo de secagem os resíduos de abacaxi, cupuaçu, maracujá e tucumã expressaram um teor de umidade bastante elevado, sendo maior na casca de abacaxi (89,62%) e menor na semente de açaí (12,72%). A umidade é uma característica importante demonstrada na coloração e sabor das frutas (SOUZA et al., 2008). Estes resultados indicam a influência do clima da região Amazônica na umidade das frutas, fator este destacado por ABUD e NARAIM (2009). A umidade obtida nos resíduos, aproximam-se do valor de teor de água da polpa *in natura*, que é em média de 86,46% para abacaxi (COSTA et al, 2007), 88% para maracujá (BRASIL, 2000), 84,47% para cupuaçu (CANUTO et al., 2010) e 48,46% para tucumã (YUYAMA, 2008).

O teor de água é de grande valor na produção de alimentos, pois exerce influência direta no controle da taxa de deterioração por microrganismos e reações enzimáticas e químicas que ocorrem durante o processamento e a armazenagem,

sendo assim, um indicador importante diante de resíduos que serão armazenados e reutilizados (FELLOWS, 2006).

Com relação à matéria seca, a semente de açaí indicou o maior valor, 87,28%. Os resíduos de coroa e casca de abacaxi e casca de maracujá apresentaram valores de MS aproximados, sendo 16,57, 10,38 e 12,35%, respectivamente. Para Rodrigues (2010), o conhecimento do percentual da matéria seca contido nos alimentos é de fundamental importância, pois é com base nela que se estabelece o cálculo da dieta, já que o consumo do alimento pelos animais é expresso em kg de matéria seca/animal/dia.

O valor de pH demonstrou acidez em todas as amostras, sendo maior na casca do maracujá (3,87) e menor na coroa do abacaxi (5,66). Estudos realizados avaliando as diversas partes dos frutos demonstraram valores de pH semelhantes entre elas (ALVES, 2000; CANUTO et al., 2010). A acidez do abacaxi se deve, principalmente, aos ácidos cítrico e málico, que contribuem, respectivamente, com 80% e 20% da acidez total (DULL, 1971). A acidez é um parâmetro importante na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício, sendo este um fator de limitação dos diferentes microrganismos capazes de se desenvolver no alimento (HOFFMANN, 2001). Além disso, esses valores indicam a necessidade de correção quando empregados na formulação de substratos para cultivo de cogumelos comestíveis (SALES-CAMPOS, 2008).

O teor de açúcar, expresso pela porcentagem de sólidos solúveis totais (SST) ou °BRIX é variável entre os frutos. O alto suprimento de água diminui a porcentagem de açúcares, encontrado em baixa concentração nos resíduos de semente de açaí, casca de cupuaçu e semente de maracujá com °BRIX 0,1. Os resíduos de abacaxi (coroa e casca), casca de maracujá e casca de tucumã apresentaram índice de solução de açúcar em °BRIX de 1,3; 2,9; 1,9 e 0,9 respectivamente. Estes resultados estão de acordo com Sales-Campos (2008) que evidenciam pouca ou ausência desses compostos, indicando baixo conteúdo de açúcares.

Os valores de matéria mineral variaram de 1,77% a 5,61%, sendo os maiores teores para casca de maracujá (5,61%) e coroa de abacaxi (4,98%), o que, conseqüentemente, corresponde a um maior conteúdo de minerais. As variações nos valores de composição nutricional dos alimentos, em relação à literatura, podem ser decorrentes de vários fatores, como as diferenças nas condições de cultivo e de solo,

de clima e de cultivares, além das possíveis diferenças nos processamentos a que são submetidos (BORTOLATTO; LORA, 2008; CALDERANO et al., 2010).

A matéria mineral ou cinzas em alimentos referem-se ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica. É importante observar que, a composição das cinzas corresponde à quantidade de substâncias minerais presentes nos alimentos, sendo, portanto, consideradas como medida geral de qualidade e frequentemente sendo utilizada como critério na identificação dos alimentos (CHAVES et al., 2004). Assim, esse é um parâmetro importante a ser avaliado quanto ao crescimento do cogumelo, pois valores altos indicam menor energia para o desenvolvimento fúngico (EIRA et al., 2013).

Em relação ao conteúdo de nitrogênio (N%), observaram-se valores baixos em todos os resíduos avaliados, sendo a semente de maracujá o resíduo com valor mais elevado (2,46%), e o menor valor encontrado foi para casca do cupuaçu (0,75%).

Os substratos para cultivo de cogumelos comestíveis, normalmente, são compostos à base de resíduos celulósicos, lignocelulósicos e pectocelulósicos (BERNARDI et al., 2008; RIVAS et al., 2010). Devido ao seu complexo enzimático, os fungos decompositores de madeira conseguem se nutrir e produzir cogumelos a partir de resíduos nutricionalmente pobres em condições naturais (DONINI et al., 2005; SALES-CAMPOS et al., 2010). No entanto, há a necessidade de suplementação para a produção, em escala industrial (SALES-CAMPOS, 2008).

Quanto aos teores de proteína bruta, a semente de maracujá apresentou o maior teor (15,37%) e a casca de cupuaçu o menor teor (4,68%). Segundo Van Soest (1994), em relação a digestão de ruminantes, as condições mínimas para satisfazer o bom funcionamento do rúmen varia de 6% a 8% de proteína bruta. Com relação aos alimentos convencionais, os valores de proteína bruta da coroa de abacaxi, casca de maracujá e semente de açaí foram próximos ao encontrado para o milho (7,88%) indicando que esses resíduos, quando devidamente balanceados podem ser uma alternativa prática e econômica para épocas de escassez de alimento (ROSTAGNO et al., 2011).

No cultivo de cogumelo, o excesso de nitrogênio reprime a degradação da lignina e, conseqüentemente, retarda ou até mesmo cessa o crescimento do micélio, o adequado conteúdo de nitrogênio promove uma rápida utilização das fontes energéticas aumentando a formação da biomassa que em contrapartida, aumenta a taxa de respiração. Com isso, o nível de O₂ é muito reduzido, influenciando

diretamente na degradação da lignina, que é um processo oxidativo aeróbico (MAZIERO, 1990; BONATTI et al., 2004; SALES-CAMPOS, 2008).

A relação C/N encontrada nas amostras analisadas variou entre os valores de 22,91 a 61,01, sendo o valor da semente de açaí (43,08) um dos mais próximos do indicado para cultivo axênico de cogumelos comestíveis (EIRA, 2004; SALES-CAMPOS, 2008).

O extrato etéreo encontrado nos diferentes resíduos indicou valores baixos, exceto para semente de maracujá que apresentou 16,11% e casca de tucumã com 25,42%. Os valores de EE da casca do maracujá (2,73%) e semente de açaí (2,66) foram próximos dos valores encontrados para o milho (3,65%) e polpa cítrica (2,2%), estabelecidos nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Esses valores indicam a baixa quantidade de gorduras, fator este que segundo Silva e Queiroz (2002), ajuda na formulação de dietas para animais de interesse zootécnico, já que a alta quantidade de gordura limita o consumo e favorece a rancificação, fazendo com que o alimento perca grande quantidade de nutrientes essenciais como provitaminas A e D, caroteno, complexo B e alguns ácidos graxos que podem sofrer destruição oxidativa.

Os valores de FDN foram maiores para a semente de açaí (87,02%) e casca de cupuaçu (76,82%). A casca de tucumã apresentou o menor valor, 22,95%. Em relação ao FDA a semente do açaí também indicou o maior valor, 75,43% e a casca do tucumã o menor valor, 8,56%.

Segundo Figueiredo (1996) os alimentos com percentuais de FDN acima de 35% garantem teor normal de gordura do leite e, segundo as recomendações do NRC (1989) para alimentação de vacas em lactação, o valor exigido é no mínimo de 21% de FDA. Segundo Van Soest (1994), elevados níveis de FDA das forragens estão associados à menor digestibilidade do alimento. Alimentos fibrosos são importantes na manutenção da taxa de passagem no trato gastrointestinal, mas que em maiores concentrações podem limitar o consumo e comprometer o desempenho dos animais, podendo ser necessário algum tipo de tratamento químico ou biológico dependendo do processo de aproveitamento empregado (ALENCAR, 2005).

Os carboidratos não fibrosos como açúcares e amido prontamente disponíveis aumentam a velocidade de colonização e a consequente degradação do substrato, reduzindo o tempo de produção do basidiomas, visto que o micélio converte facilmente esses carboidratos em reserva para a formação do cogumelo, aumentando

sua produtividade (PRZYBYLOWICZ; DONOGUE, 1990). Entre os resíduos avaliados, a coroa de abacaxi apresentou maior valor de carboidratos não fibrosos (36,50%), sendo o menor valor observado no resíduo de açaí (0,89).

As variações nos valores de composição nutricional dos alimentos, em relação à literatura, podem ser decorrentes de vários fatores, como as diferenças nas condições de cultivo e de solo, de clima e de cultivares, além das possíveis diferenças nos processamentos a que são submetidos (CALDERANO et al., 2010).

As análises microbiológicas foram realizadas com intuito de verificar as condições higiênico-sanitárias dos resíduos após seco e triturado, avaliando-se assim a necessidade de se aplicar técnicas mais eficientes de desinfecção antes de seu aproveitamento, pois alterações microbiológicas são indesejáveis em qualquer tipo de alimento. Os testes presuntivos demonstraram crescimento microbiano indicando a presença de coliformes totais pela turvação do meio e produção de gás nos tubos contendo Caldo Lauryl sendo a leitura feita de acordo com a tabela de Números Mais Prováveis (NMP) e presença de coliformes fecais, indicativo de *Salmonella* sp. em meio caldo SC, tabela 2.

Tabela 2 - Avaliação microbiológica com pesquisa de Coliformes a 35°C (Totais e Termotolerantes) e *Salmonella* sp. em amostras de resíduos agroindustriais.

Amostras	Coliformes (NMP/g)	<i>Salmonella</i> sp. em 25g
Abacaxi (coroa)	>1.1000	+
Abacaxi (casca)	3,0	+
Açaí (semente)	>1.1000	+
Cupuaçu (casca)	3,0	+
Maracujá (casca)	<3,0	+
Maracujá (semente)	<3,0	-
Tucumã (casca)	>1.1000	+

De acordo com a Tabela 2, os resultados qualitativos demonstraram maior indicativo de contaminação por bactérias do grupo coliforme nos resíduos de coroa de abacaxi, semente de açaí e casca de tucumã, os quais ficam mais expostos no meio ambiente com maior suscetibilidade a contaminação. Enquanto que os testes quantitativos em placa de Petri contendo os meios TSI e BVB seletivo para detecção de *Salmonella* sp. demonstram crescimento de colônias em todas as amostras analisadas, com exceção da semente de maracujá

Esses resultados podem evidenciar que a permanência dos resíduos no meio ambiente, bem como o contato com vetores mecânicos favorecem a

contaminação e proliferação de microrganismos patogênicos, principalmente do grupo de coliformes fecais. Assim, a procedência e tempo de coleta podem influenciar diretamente na possibilidade de contaminações mais severas, sendo um indicativo da condição sanitária.

Os resultados foram avaliados a partir do critério de presença e ausência de crescimento microbiano, de acordo com a legislação vigente para a qualidade microbiológica de polpa de frutas, tendo em vista que não existe uma legislação específica para a análise de resíduos. A presença de *Salmonella* sp., indica a necessidade de um processo de esterilização devido a característica patogênica deste microrganismo, dessa forma o aproveitamento de resíduo torna-se viável e seguro para a produção de cogumelos comestíveis e para a nutrição animal.

4 CONCLUSÕES

As análises realizadas demonstram o potencial de aproveitamento destes resíduos para gerar produtos que possam ser incorporados no cultivo de cogumelos comestíveis e na formulação de ração para animais de interesse zootécnico, substituindo ingredientes de custo mais elevado, além de promover redução nos impactos ambientais.

As análises físico-químicas confirmaram que muitas características dos frutos *in natura* são semelhantes nos resíduos após processamento.

Os valores elevados quanto às frações fibrosas indicam a importância da utilização de tratamento para romper esta fração melhorando o valor nutricional, possibilitando maiores opções de aproveitamento.

As análises microbiológicas evidenciaram a importância de retirar esses resíduos da natureza, pois são suscetíveis ao crescimento de microrganismos patogênicos do grupo coliformes, representando um risco sanitário, além disso, demonstraram a necessidade de se empregar técnicas de esterilização antes do processo de aproveitamento, como por exemplo, a autoclavagem a 121°C, capaz de eliminar microrganismos mais resistentes, tendo em vista que são resíduos do processamento industrial que seriam descartados, porém com grande potencial nutricional.

Dentre os resíduos avaliados, o de açaí foi selecionado como o mais apto para as realizações das etapas posteriores, devido ao período de safra com quantidade disponível, elevado teor de fibras, relação carbono/nitrogênio e proteína bruta favoráveis ao cultivo de cogumelos comestíveis, além da ausência de registros de utilização na alimentação de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; DUARTE, S.M. da S; LIMA, A.R.; ALVARENGA, D.J.; FERREIRA, E.B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffe arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.414-420, mar./abr., 2010.
- ABUD, A.K.S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Braz. J. Food Technol.**, v.12, n.4, p.257-265, out. /dez., 2009.
- ALENCAR, A. C. T. **Açaí**: novas perspectivas de negócios. Coordenadoria Editorial Vanusa das Chagas. Manaus: SEBRAE/AM. p. 1-99, 2005.
- ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MOURA, C.F.H. Caracterização de frutas nativas da América Latina. **Série Frutas Nativas** 9, Jaboticabal: Funep, p.66, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**.19. ed. Maryland: AOAC, 2012.
- BERNARDI, E.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J. S. Aproveitamento de resíduo de curtume como suplemento no cultivo de *Pleurotus ostreatus*. **Arq. Inst.**, São Paulo, v.75, p.243-246, abr./jun, 2008.
- BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H.M., FURLAN, S.A. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sojor-caju* nutritional characteristics when cultivated in diferente lignocellulic wastes. **Food Chemistry**, v.88, p.425-428, 2004.
- BORTOLATTO, J.; LORA, J. Avaliação da composição centesimal do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) liofilizado e *in natura*, **Revista de Extensão e Pesquisa em Saúde**, v. 4, n.1, 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em:<www.anvisa.gov.br/e-legis>,2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 12/99, de 13/09/99. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção I, 13 set. 72p, 1999.
- BRASIL. Instrução normativa nº1, de 7 de janeiro de 2000. Estabelece o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. Diário oficial da República Federativa do Brasil, 2000.
- CALDERANO, A. A.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.320, 2010.

CANUTO, G.A.B.; XAVIER, A.A.O.; NEVES, L.C.; BENASSI, M.T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.

CARVALHO, H. H.; JOMG, E. V.; BELLO, R. M. Alimentos: **Métodos físicos e químicos de análises**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, p. 180, 2002.

CHAVES, M.C.V; GOUVEIA, J.P.G; ALMEIDA, F.A.C.; LEITE, J.C.A.; SILVA, F.L.H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, PB, v.4, n. 2, 2004.

COSTA, R.P.; MENENDEZ, G.; BRICARELLO, L.P.; ELIAS, M.C.; ITO, M. Óleo de peixe, fitosteróis, soja e antioxidantes: impactos nos lipídios e aterosclerose. **Revista da Sociedade de Cardiologia**, São Paulo, v.10, n.1, p.819-832, 2000.

COSTA, J.M.C.; FELIPE, E.M.F.; MAIA, G.A.; BRASIL, I.M.; HERNANDEZ, F.F.H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agrônômica**. v.38, n.2, p.228-232, 2007.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; FILHO, S.C.V. Avaliação da gordura ou extrato etéreo. In: **Métodos para Análises de Alimentos**. 1. ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema. p. 77, 2012.

DONINI, L.P.; BERNARDI, E.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Desenvolvimento *in vitro* de *Pleurotus* sp. sob a influência de diferentes substratos e dextrose. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.3, p.331-338, 2005.

DULL, G.G. The pineapple: general. In: HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. **Academic Press**. London, v.2, cap. 9, p.303-324, 1971.

EIRA, A. F; BUENO, F. S; FERREIRA, D. G. S. **Cultivo de cogumelo shiitake em substratos – Cultivo Axênico e Pasteurização Severa**. Viçosa, MG, CPT, 254p. 2013.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAO. FAOSTAT. Divisão de estatística. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

FELLOWS P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**: Princípios e prática. Tradução: Florencia Cladera Oliveira et al. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FIGUEREDO, M. P. Nutrição de bovinos leiteiros e doenças metabólicas. **Bahia Agrícola**, v.1, p.51-61, 1996.

FURLANI, R. P. Z; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis: Uma revisão. **Ver. Inst.** Adolfo Lutz, v. 64, n. 2, p. 149 – 154, 2005.

HOFFMANN, F.L. Fatores limitantes à proliferação de microrganismos em alimentos. **Brasil Alimentos**, n. 9, p. 23-30, jul./ago, 2001.

KIM, Y.; GIRAUD, D.W.; DRISKELL, J.A. Tocopherol and carotenoid contents of selected Korean fruits and vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Netherlands, v.20, n.6, 458-465p, 2007.

MAZIERO, R. Substratos alternativos para o cultivo de *Pleurotus* spp. 1990. 136 f. **Dissertação**. Ciências Biológicas/Botânica. Instituto de Biociências. USP. São Paulo, 1990.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.A.G.L.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.44, n.2, p.193-201, 2008.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.80, p.1463, 1997.

NASCIMENTO FILHO, W.B.; FRANCO, C.R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Rev. Virtual Quim.**v.7, n.6, p. 1968-1987, 2015.

NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon e organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H. & Keeney, D.R., eds. **Methods of soil analysis** – Chemical and Microbiological Properties. Part 2. Madison, American Society of America. p. 539-579, 1986.

PIENIZ, S.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V. R. DE; ESTEFANEL, V.; ANDREAZA, R. Avaliação in vitro do potencial antioxidante de frutas e hortaliças. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, mar. /abril, 552-559p, 2009.

PRZYBYLOWICZ, P.; DONOGHUE, J. Shiitake growers handbook. The art and science of mushroom cultivation. Dubuque: Kendall. 217p, 1990.

RIVAS, P.M.; PEREIRA FILHO, A.A.; SANTOS, F.A.S. DOS; ROSA, I.G. Avaliação de substratos pectocelulósicos para cultivo de cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* sp. (Agaricales). **Cad. Pesq.**, São Luís, v.17, n.3, set/dez, 2010.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos**: métodos físico-químicos e bromatológicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p. 21-23, 2010.

ROSA, M.F.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, M.C.B.; MORAIS, J.P.S.; SANTAELLA, S.T.; LEITÃO, R.C. **Valorização de resíduos da agroindústria**. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. v.1. Foz do Iguaçu, 2011.

ROSTANGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, p. 252, 2011.

SALES-CAMPOS, C. Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região Amazônica. 197p. **Tese**. Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus- AM, 2008.

SALES-CAMPOS, C.; CUNHA, A.L.B.; VAREJÃO, M. DE J.C.; ANDRADE, M.C.N. DE; ARAÚJO, L.M. Estudo físico-químico e nutricional de resíduo agroindustrial como base para a formulação de substratos para cultivo de cogumelos. In: **Anais**. V Simpósio internacional sobre cogumelos no Brasil e IV Simpósio nacional sobre cogumelos comestíveis. UNISO. Sorocaba, São Paulo, 2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 17-23-24-59-77, 2002.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A., TANIWAKI, M.H., GOMES, R.A.R., OKAZAKI, M.M. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5ª ed. São Paulo: Blucher, p. 560, 2017.

SKRBIC, B.; FILIPCEV, B. Nutricional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleic-rich sunflower seed. **Food Chemistry**, v. 108, n.1, p.119-129, 2008.

SNIFENN, C.J.; O'CONNOR J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate nad proteyn system for evaluating cattle diets: II. CARBOHYDRATE AND PROTEIN AVAILABILITY. **Journal of Animal Science**, v. 70, p.3562-3577,1992.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alim.Nutr**.Araraquara, v. 19, n. 1, p. 33-36, jan./mar, 2008.

SOUSA, M.S.B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, maio/jun, 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University press, 476p, 1994.

YUYAMA, L. K. O.; MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J.P.L.; MARINHO, H.A. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã *Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 28 n. 2, p.408-412, 2008.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DO RESÍDUO DE AÇAÍ, SUBSTRATO MICELIADO E PÓS-CULTIVO DE *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* PARA A FORMULAÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL

RESUMO

Nos últimos anos os processos biotecnológicos têm aumentado sua importância, principalmente no setor alimentício. Uma das aplicações de interesse atual é o cultivo de cogumelos comestíveis, pois além de seu valor nutricional e funcional, possibilita reciclar economicamente, entre outros, resíduos agroindustriais. A região amazônica é rica em frutas nativas, consideradas exóticas, entre elas está o açaí (*Euterpe oleraceae*) que reúne boas condições de aproveitamento industrial. Estudos evidenciaram que a semente do açaí possui propriedades funcionais e nutricionais que podem transformá-la em um produto de valor agregado, sendo empregado em processos biotecnológicos tal como no cultivo de cogumelos comestíveis. O processo de cultivo também gera subprodutos quanto aos substratos pós-cultivo que em geral são descartados ou empregados como adubo orgânico. Diante do exposto e da grande disponibilidade e valor nutricional do resíduo de açaí e do potencial biotecnológico dos cogumelos comestíveis e substratos miceliado e pós-cultivo, este trabalho teve como objetivo avaliar o aproveitamento do resíduo de açaí oriundo do processo de cultivo fúngico para a composição de ração animal. As sementes de açaí foram cedidas pela fábrica de polpa de frutas do município de Parintins/AM, os substratos de cultivo foram preparados utilizando 98% do resíduo e 2% de CaCO₃ para a correção do pH para 6,5 e umidade de 75%. Utilizou-se a linhagem de *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* procedente da micoteca do Laboratório de Cultivo de Fungos Comestíveis – INPA. As etapas de cultivo foram o preparo da matriz primária, secundária e terciária, respectivamente. Desta última retirou-se o inóculo que foi adicionado em sacos de polietileno de alta densidade contendo 500 gramas de substrato. Os sacos, depois de inoculados, foram incubados em condições axênicas, à temperatura adequada para cada linhagem fúngica. Os resíduos apresentaram características nutricionais favoráveis ao cultivo de cogumelos comestíveis, bem como após as etapas de miceliação e produção, sendo necessária a análise de digestibilidade e desempenho para avaliar sua eficácia na alimentação de animais de produção.

Palavras-Chave: Análise nutricional, bioconversão, cogumelos comestíveis, substrato pós-cultivo.

ABSTRACT

In recent years biotechnological processes have increased in importance, especially in the food sector. One of the applications of current interest is the cultivation of edible mushrooms, besides its nutritional and functional value, it makes it possible to economically recycle, among others, agroindustrial residues. The Amazon region is rich in native fruits, considered exotic, among them is the açai (*Euterpe oleraceae*) that gathers good conditions of industrial use. Studies have shown that the açai seed has functional and nutritional properties that can transform it into a value-added product, being used in biotechnological processes such as in the cultivation of edible mushrooms. The cultivation process also generates by-products on the post-cultivation substrates which are usually discarded or used as an organic fertilizer. Considering the above and the great availability and nutritional value of açai residue and the biotechnological potential of edible mushrooms and mycelia and post-cultivation substrates, this study aimed to evaluate the use of the açai residue after the fungal cultivation process for the composition of animal feed. The açai seeds were yielded by the fruit pulp factory of the municipality of Parintins / AM. The cultivation substrates were prepared using 98% of the residue and 2% of CaCO₃ for the correction of pH to 6.5 and humidity of 75%. The lineages in of *Lentinula edodes* and *Pleurotus ostreatus* was used from the laboratory of the Edible Mushroom Cultivation Laboratory from the National Institute for Amazonian Research (INPA). The culture stages were the preparation of the primary, secondary and tertiary matrix, respectively. The last one was used us a inoculum, that was added in high density polyethylene bags containing 500 grams of substrate. After inoculation, the sacks were incubated under axenic conditions at the appropriate temperature for each fungal strain. The residues presented favorable nutritional characteristics for the cultivation of edible mushrooms, as well as after the micelliation and production stages, and the analysis of digestibility and performance to evaluate their efficacy in the feeding of production animals.

Keywords: Nutritional analysis, bioconversion, edible mushrooms, post-culture substrate.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os processos biotecnológicos vêm crescendo em importância e em área de aplicação, principalmente no setor alimentício. No Brasil, a indústria da biotecnologia é expressiva, desenvolvendo produtos economicamente e ambientalmente viáveis a partir de resíduos agrícolas e agroindustriais. Uma das aplicações de interesse é o cultivo de cogumelos comestíveis, pois além de seu valor nutricional e funcional, possibilita reciclar economicamente resíduos agregando valor e diminuindo o custo da produção (EIRA, 2003; SALES-CAMPOS et al., 2011).

Anualmente são produzidos milhões de toneladas de resíduos agroindustriais que, embora seja um tipo de poluente biodegradável na natureza é necessário um tempo mínimo para que seja mineralizado, além de favorecer a proliferação de microrganismos patogênicos (FIGUEIRÓ; GRACIOLLI, 2011).

A região amazônica é rica em frutas nativas, consideradas exóticas, sendo bastante apreciadas por seu sabor e alto valor nutritivo. Entre elas está o açaí (*Euterpe oleraceae*) que reúne boas condições de aproveitamento industrial. Esse fruto se apresenta como uma das mais significativas atividades agrícolas da região, justificada pela larga comercialização da polpa processada. Contudo, esse segmento industrial geralmente utiliza apenas a polpa, descartando o restante, composto principalmente pela semente, que representa aproximadamente de 60% a até 90% do fruto (YUYAMA et al., 2011).

Estudos recentes no Brasil evidenciaram que a semente do açaí possui propriedades funcionais e nutricionais que podem transformá-la em um produto de valor agregado, sendo empregado em processos biotecnológicos (ODENDAAL; SCHAUSS, 2014). Assim, o uso de resíduos de açaí, como substrato em bioprocessos, além de se tornar economicamente viável, por suas características nutricionais e disponibilidade regional, ajuda a resolver os problemas ambientais decorrentes de seu acúmulo na natureza (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

Além disso, a aplicação desses resíduos na alimentação animal tem despertado interesse dos produtores que, em certos casos, vem utilizando de forma empírica. Porém, estudos têm demonstrado que como se trata de material lignocelulósico, a aplicação de tratamento que quebre a fração fibrosa melhora o seu valor nutritivo, permitindo melhor aproveitamento na alimentação de animais de

interesse zootécnico, como frangos de corte (GONÇALVES, 2007; NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

A bioconversão dos resíduos a partir do cultivo de cogumelos comestíveis é uma alternativa, pois são fungos Basidiomicetos com alto valor nutricional, contendo teores elevados de proteínas, minerais (como potássio e cálcio), carboidratos, aminoácidos e baixos teores de calorias, sódio e lipídios, podendo também ser uma boa fonte de vitamina B1, B2 niacina, biotina e vitamina C (EIRA, 2003; FURLANI; GODOY, 2005; ANDRADE et al., 2008; CHORAI, 2009; SALES-CAMPOS et al., 2013).

Durante o seu crescimento e/ou desenvolvimento, os cogumelos sintetizam um arsenal de enzimas capazes de degradar celulose, hemicelulose, lignina, fenóis, proteínas e carboidratos que são importantes fontes de energia para a atividade metabólica dos cogumelos, possibilitando seu crescimento e facilitando a viabilidade de seu cultivo (RAJARATHNAM et al., 1998; EIRA, 2003; RIBEIRO, 2009).

Entre os cogumelos mais cultivados e estudados destacam-se *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* que apresentam alto valor gastronômico, nutricional, nutracêutico e habilidade em colonizar e degradar uma grande variedade de resíduos lignocelulósicos (EIRA, 2004; TISDALE et al., 2006; SIMIONI et al., 2008; SALES-CAMPOS et al., 2013).

A partir do cultivo de cogumelos, também é possível gerar subprodutos dos substratos pós-cultivo e, mesmo o miceliado que, em geral, são descartados ou empregados como adubo orgânico, visto que ambos sofrem ação fúngica e adquirem características semelhantes as encontradas nos corpos de frutificação, o que favorece, o uso isolado ou combinado desses substratos como produtos de valor agregado, sendo uma alternativa de rentabilidade ao produtor (URBEN, 2004; SIMIONI et al., 2008).

Diante da grande disponibilidade e valor nutricional do resíduo de açaí e do potencial biotecnológico dos cogumelos comestíveis e substratos miceliado e pós-cultivo, este trabalho teve como objetivo avaliar o aproveitamento do resíduo de açaí oriundo do processo de cultivo fúngico visando a formulação de uma ração animal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Biológico – Resíduo e Cogumelo

As sementes de açaí foram cedidas de fábrica de polpa de frutas instalada no município de Parintins/Amazonas/Brasil. Após a coleta, o resíduo foi transportado para o laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM *campus* Parintins - AM), onde foi triturado (triturador de galhos TRAPP 200), seco ao sol e processado em triturador de forrageira.

Os cogumelos *Lentinula edodes* (LED 96/13) e o nativo da Amazônia *Pleurotus ostreatus* (NAT B) foram acessados da coleção do Laboratório de Cultivo de Fungos Comestíveis do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA.

2.2 Cultivo dos Cogumelos

2.2.1 Preparo da Matriz Primária

Inicialmente, os fungos foram repicados para placas de Petri, contendo meio BDA (Batata dextrose ágar) e incubados a 25 °C (*L. edodes*) e 27 °C (*P. ostreatus*) até o preenchimento total da placa, servindo como fonte de inóculo para a matriz secundária.

2.2.2 Preparo da Matriz Secundária

Os meios de cultura foram elaborados a partir da infusão do resíduo de açaí, conforme Sales-Campos (2008), utilizando 85% de resíduo desidratado + 12% de mistura de farelos (60% de farelo de trigo, 20% de farelo de milho e 20% de farelo de arroz) + 3% de Carbonato de Cálcio (CaCO₃) para 1,5 L de água fervente durante 30 minutos, sendo filtrado em algodão e completado o volume para 1 L. Após a filtração foi adicionado a cada meio 12 g de dextrose e 15 g de ágar/L. Em seguida, foram autoclavados a 121°C por 15 minutos, vertidos em placas de Petri e, posteriormente, inoculadas com discos de 9 mm de diâmetro da colônia da matriz primária e incubadas a 25°C (*L. edodes*) e 27°C (*P. ostreatus*) até preenchimento total da placa.

2.2.3 Preparo da Matriz Terciária ou “Spawn”

Para a produção do *Spawn* foram utilizados 98% do resíduo e 2% de CaCO_3 para a correção do pH para 6,5, com umidade de 75%. Desta mistura, foram transferidos 500g para frascos de vidro de 1800 mL, ocupando aproximadamente 70% do volume, os quais foram fechados e autoclavados a 121°C durante 45 minutos. Após resfriamento à temperatura ambiente e em condições axênicas, cada frasco foi inoculado com disco (09 mm) da matriz secundária e incubado em BOD a 25 °C até a completa colonização do substrato pelo fungo. Essa matriz serviu como fonte de inoculação para o substrato de cultivo e sua formulação seguiu a metodologia de Sales-Campos (2008).

2.2.4 Preparo do Substrato de Cultivo e Cultivo dos Cogumelos

O substrato de cultivo foi composto por 98% de resíduo + 2% de CaCO_3 . Essa mistura foi homogeneizada e umidificada a 75%, acondicionada em sacos de polietileno de alta densidade – PEAD (embalagem para 2 kg), sendo adicionados apenas 500 g (base úmida) por embalagem, conforme demonstrados na Figura 1. Os substratos foram autoclavados a 121 °C durante uma hora, após resfriados a temperatura ambiente, foram inoculados com a matriz terciária em condições axênicas. Cada unidade experimental recebeu 15% do inóculo em relação ao peso fresco do substrato. Esponjas foram colocadas na extremidade de cada saco para permitir trocas gasosas, os quais foram fechados com auxílio de um arame flexível nº 20.

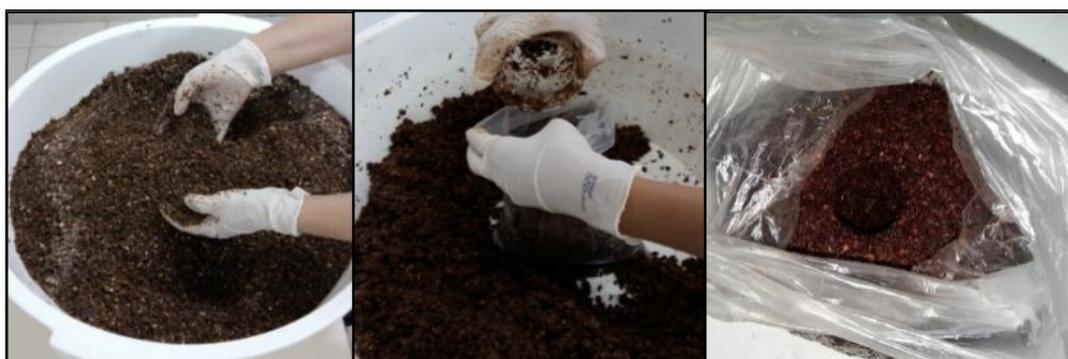


Figura 1: Etapas de preparo do substrato a base de semente de açaí para cultivo fúngico.

Os sacos foram levados para a câmara de incubação até a colonização do substrato (Figura 2).



Figura 2: Sacos após inoculação acondicionados em prateleiras da câmara de cultivo para incubação.

Os substratos foram incubados em câmara climatizada, com temperatura e umidade adequada para cada linhagem fúngica, na ausência de luz e umidade relativa em torno de 80% – 85%, com o objetivo de permitir a colonização do substrato até emissão dos primórdios, quando então foram transferidos para a câmara de produção.

Na produção dos cogumelos a temperatura foi reduzida para $22 \pm 2^\circ\text{C}$ visando induzir a frutificação e permitir a produção dos basidiomas de maneira mais uniforme possível. A luminosidade foi mantida em 2000Lux, com fotoperíodo de 12horas e umidade relativa de 90% durante a frutificação.

Após a frutificação (produção dos basidiomas) os cogumelos foram colhidos e pesados, sendo em seguida secos em estufa de circulação de ar a 55°C até massa constante e armazenados para posteriores análises, assim como o substrato residual e substrato miceliado.

Os controles desses experimentos foram igualmente constituídos, porém com a ausência da inoculação fúngica. Os sacos controles foram levados à estufa de circulação de ar a 55°C para secagem até massa constante, com a finalidade de obtenção da massa seca do substrato, para a realização do cálculo de produtividade, baseada no índice de eficiência biológica do substrato e de perda da matéria orgânica (SALES-CAMPOS, 2008).

2.3 Análise de Rendimento, Eficiência Biológica (EB) e Perda de Matéria Orgânica (PMO)

Para análise do cultivo, utilizou-se o cálculo de rendimento, em base úmida, a eficiência biológica para expressar a produtividade da biomassa fúngica, caracterizada pela conversão dos resíduos lignocelulósicos em basidiomas e a perda da matéria orgânica decomposta pelo fungo.

A eficiência biológica é o índice mais utilizado pelos pesquisadores, o que facilita a comparação dos resultados com a literatura (SALES-CAMPOS, 2008). Os cálculos foram feitos de acordo com Sales-Campos e Andrade (2011) conforme as fórmulas:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Massa fresca do cogumelo (g)}}{\text{Massa fresca do substrato inicial (kg)}}$$

$$\text{EB} = \frac{\text{Massa fresca do cogumelo (g)}}{\text{Massa seca do substrato (g)}} \times 100$$

$$\text{PMO} = \frac{\text{Peso seco do substrato inicial (g)} - \text{Peso seco do substrato pós-cultivo (g)}}{\text{Peso seco do substrato inicial (g)}} \times 100$$

2.4 Análise Nutricional

As análises nutricionais descritas a seguir foram realizadas a partir de amostras do resíduo de açaí, dos substratos miceliado e pós-cultivo e dos cogumelos produzidos. Essas amostras foram secas e moídas de acordo com a metodologia descrita por Silva; Queiroz (2002). A maioria das metodologias a seguir foram descritas de forma detalhada no capítulo anterior.

2.4.1 Teor de Umidade (U) e Matéria Seca (MS)

O teor de umidade e matéria seca foi determinado pelo método de dessecação até massa constante seguindo a metodologia descrita por Silva; Queiroz (2002).

2.4.2 *Matéria Mineral (MM)*

A matéria mineral foi determinada pelo método de incineração em mufla segundo Silva; Queiroz (2002), com resultados expressos em %.

2.4.3 *Nitrogênio Total (NT) e Proteína Bruta (PB)*

A análise do nitrogênio total foi realizada pelo método de Kjeldahl descrito por Silva; Queiroz (2002). Os resultados foram expressos em % de nitrogênio. O teor de proteína bruta foi calculado através da multiplicação do teor de nitrogênio total pelo fator de correção de 6,25 para o substrato de cultivo. Para os cogumelos o fator utilizado foi de 4,38 (SILVA et al., 2002; SALES-CAMPOS, 2008).

2.4.4 *Extrato Etéreo (EE)*

Foi realizado por extração contínua, tendo o éter de petróleo como solvente extrator, a gordura extraída foi calculada pela diferença de peso (DETMANN et al., 2012).

2.4.5 *Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)*

As análises sequenciais de FDN e FDA foram realizadas de acordo com Detmann et al (2012).

2.4.6 *Hemicelulose e Carboidratos Totais (CT)*

O teor de hemicelulose foi obtido por cálculo matemático, proposto por Van Soest (1967), através da diferença entre o percentual de fibras obtido pela digestão neutra (FDN) da amostra e o percentual de fibras obtido a partir da digestão ácida da amostra (FDA).

Os valores de carboidratos totais (CT) foram determinados de acordo com as equações propostas por Van Soest (1994) e Detmann et al., 2012, com todos os termos expressos como percentual de matéria seca (MS).

$$\% \text{ CT} = 100 - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Extrato Etéreo} + \% \text{ Matéria Mineral})$$

2.4.7 Carboidratos Não Fibrosos (CNF)

Os valores de carboidratos não fibrosos foram determinados de acordo com a equação proposta por Mertens (1997).

2.4.8 Lignina e Celulose

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Química da Madeira do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, em triplicada.

A análise de lignina foi realizada de acordo com ASTM D1107-56 (2007), foram pesados 1g de amostra livre de extrativos e transferidos para um Becker, onde foram adicionados 15 mL H₂SO₄ a 72%, a solução foi homogeneizada e mantida por 1 hora em banho frio. Em seguida, foi adicionado 560 mL de água destilada e levado ao banho-maria à 100 °C por 4 horas. Após resfriamento as amostras foram filtradas em cadinhos previamente pesados e lavadas com 500 mL de água destilada aquecida para retirada do ácido. Os cadinhos foram secos em estufa a 105 °C durante 2 horas. O percentual de lignina das amostras foi calculado pela diferença de peso do cadinho antes e após filtragem, de acordo com a equação:

$$\% \text{ de Lignina} = \frac{P_{ac} - P_c}{P_{as}}$$

Onde:

P_{ac}: peso da amostra + cadinho

P_c: peso do cadinho

P_{as}: Peso da amostra seca

A análise de celulose foi realizada de acordo com metodologia proposta por Halward; Sanches (1975), utilizando 2 g da amostra livre de extrativos, tratada pela adição de 50 mL de solução nitro-alcoólica 2:8 (m/v). O material foi incubado em banho-maria por 1 hora, repetindo-se esse procedimento até a obtenção de uma solução incolor. As amostras foram filtradas em cadinhos previamente pesados, lavadas com 50 ml de etanol, em seguida com 100 ml de solução álcool-água 1:1 (v/v), e com água destilada até que não apresentasse mais traços de acidez ao papel tornassol. Os cadinhos foram secos em estufa 105 °C, pesados e o teor de celulose calculado de acordo com a equação:

$$\% \text{ de Celulose} = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

Onde:

P₁: peso seco inicial da amostra (base seca)

P₂: peso seco de celulose obtida

2.4.9 Macrominerais e Microminerais

As análises foram realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

Após o preparo das vidrarias e soluções, foram pesados 0,5 g das amostras de RA, SAMLE, SAPCLE, SAMPO, SAPCPO, cogumelo *Lentinula edodes* e cogumelo *Pleurotus ostreatus*, em triplicata. As amostras passaram por processo de digestão em micro-ondas de alta pressão modelo UltraWAVE e determinação simultânea de cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), níquel (Ni), ferro(Fe), cobalto (Co), sódio(Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg) em equipamento ICP OES, modelo Icap 6300 Duo. O gás utilizado para purgar a óptica e formar o plasma foi argônio 99,998%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 800 kg de caroço de açaí para a realização dos experimentos. Após o preparo dos sacos foi realizada a avaliação do rendimento do resíduo em número de sacos a partir da quantidade de resíduo utilizado em base seca.

Observando-se a influência do valor de matéria seca no rendimento do resíduo, utilizando uma porcentagem de 75% de umidade, onde um 1 kg seco, após a umidificação possibilitou a confecção de 4,195 sacos de 500g em base úmida, com 238,37 g de resíduo seco por saco.

Os dados descritos a seguir são referentes à produção de *L. edodes* e *P. ostreatus* em resíduo de açaí, com a descrição do perfil biológico do cultivo.

Tabela 1 - Perfil biológico de *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* em resíduo de açaí.

		<i>Lentinula edodes</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
<i>Duração do Cultivo (dias)</i>		110	60
<i>Incubação até colonização (dias)</i>	Parcial	18 a 22	9 a 17
	Total	35 a 45	14 a 20
<i>Início de Primórdio (dias)</i>		50 a 62	19 a 23
<i>Frutificação (dias)</i>		81 a 95	22 a 48
<i>Fluxo (nº)</i>		2	2
<i>Dimensão do Píleo (cm)</i>		3,0 a 7,2	3,5 a 15,5
<i>Altura do Estipe (cm)</i>		1,5 a 5,4	0,5 a 2,5

O tempo de cultivo de *L. edodes*, de 110 dias com 2 fluxos, foi mais longo quando comparado com os resultados obtidos por outros autores em diferentes tipos de resíduos e utilização de suplementação, com média de 100 dias com 5 a 7 fluxos, com variações de tempo nas diferentes etapas da produção, porém apresentaram semelhanças quanto a dimensão do píleo e altura do estipe (CARVALHO et al., 2011; SALES-CAMPOS; EIRA, 2011).

No cultivo de *P. ostreatus*, todas as etapas foram semelhantes aos resultados obtidos por outros autores em diferentes substratos e formulações, mesmo sem a adição de fonte proteica, farelos ou misturas de farelos, que comprovadamente aceleram a colonização do substrato, assim como melhoram o rendimento dos

cogumelos (SALES-CAMPOS, 2008; CARVALHO et. al., 2011; SALES-CAMPOS; EIRA, 2011).

Comparando os resultados obtidos no cultivo das duas linhagens fúngicas, *P. ostreatus* demonstrou maior habilidade para colonizar o substrato e capacidade de adaptação, fato bastante citado pela literatura (SALES-CAMPOS et al., 2009; SALES-CAMPOS et al., 2010). Durante o cultivo, foram avaliadas as fases de inoculação (A), formação de primórdios (B), frutificação (C) e colheita dos cogumelos (D e E) *L. edodes* (Figura 3) e *P. ostreatus* (Figura 4).

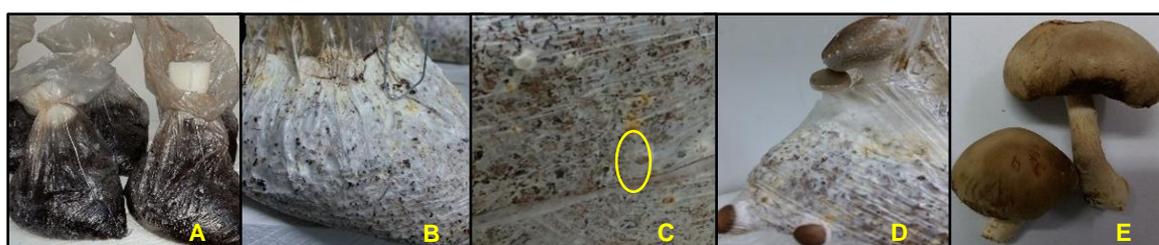


Figura 3: Etapas de cultivo de *L. edodes* em resíduo de açai.

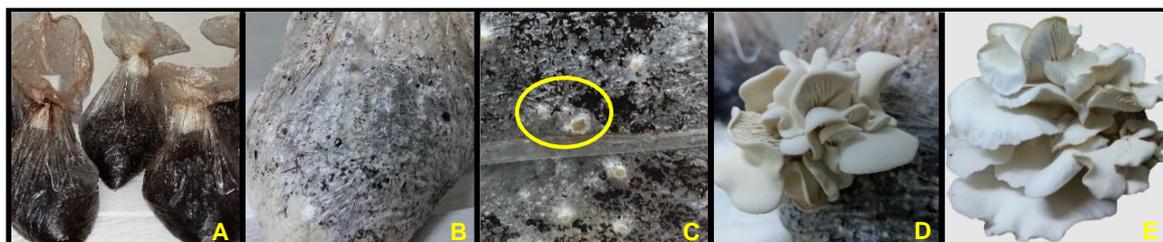


Figura 4: Etapas de cultivo de *P. ostreatus* em resíduo de açai.

Na Tabela 2 estão relacionados os dados de produção quanto ao rendimento, a eficiência biológica e a perda de matéria orgânica do substrato durante os cultivos realizados.

Tabela 2 - Dados de produção de *L. edodes* e *P. ostreatus* em resíduo de açai.

Cultivo	Rendimento (%)	Eficiência Biológica (%)	Perda de Matéria Orgânica (%)
<i>L. edodes</i>	22,59 ^A	44,69 ^A	26,92 ^A
<i>P. ostreatus</i>	68,74 ^B	135,96 ^B	11,58 ^B

Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados de rendimento e eficiência biológica foram significativos quando comparados com dados de outros estudos, onde os valores variam de acordo com o substrato utilizado, tipo de linhagem, competição com outros fungos e ambiente

de cultivo (SALES-CAMPOS, 2008; EIRA,2004). Além disso, deve-se ressaltar que não houve a suplementação com fonte proteica e mesmo assim o teor de nitrogênio do resíduo foi suficiente para o desenvolvimento de todas as etapas de cultivo.

A perda de matéria orgânica também apresentou valores baixos, porém nem sempre está relacionada com a EB, pois ocorre devido à perda de CO₂ e H₂O durante o metabolismo dos microrganismos e não somente em função da remoção de materiais para a construção dos basidiomas (EIRA, 2003; SALES-CAMPOS, 2008).

Os resultados da composição nutricional do resíduo de açaí (RA), substrato de açaí miceliado de *L. edodes* (SAMLE), substrato de açaí miceliado de *P. ostreatus* (SAMPO), substrato de açaí pós-cultivo de *L. edodes* (SAPCLE), substrato de açaí pós-cultivo de *P. ostreatus* (SAPCPO) estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 -Composição nutricional do resíduo de açaí e substratos miceliados e pós-cultivo de *L. edodes* e *P. ostreatus*.

(%)	RA	SAMLE	SAPCLE	SAMPO	SAPCPO	CV
U	12,72 ^a	49,57 ^b	49,73 ^b	32,08 ^c	32,02 ^c	1,04
MS	87,28 ^a	50,43 ^b	50,27 ^b	67,92 ^c	67,98 ^c	0,57
MM	3,25 ^b	2,12 ^a	3,29 ^{a,b}	3,26 ^{a,b}	3,99 ^{a,b}	2,65
NT	0,99 ^a	1,01 ^b	1,03 ^b	1,17 ^c	1,18 ^c	0,76
PB	6,20 ^a	6,25 ^b	6,44 ^b	7,31 ^c	7,42 ^c	0,76
EE	2,66 ^a	1,25 ^b	1,03 ^c	2,44 ^d	1,57 ^e	1,57
FDN	87,02 ^a	83,8 ^b	81,78 ^c	82,13 ^d	81,58 ^c	0,08
FDA	75,43 ^a	64,43 ^b	62,03 ^c	68,23 ^d	67,02 ^e	0,06
CT	87,89 ^a	90,38 ^b	89,24 ^b	86,99 ^a	87,02 ^a	0,49
CNF	0,87 ^a	6,57 ^c	7,46 ^d	4,86 ^b	5,44 ^c	9,62
Hemicelulose	11,59 ^a	19,38 ^b	19,75 ^b	13,90 ^c	14,56 ^d	0,63
Celulose	56,04 ^a	48,30 ^b	45,71 ^c	51,39 ^d	46,98 ^e	0,09
Lignina	25,43 ^a	24,02 ^b	22,99 ^c	22,59 ^d	21,88 ^e	0,20

CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Um dos fatores determinantes no cultivo de cogumelos é a seleção de substratos para produção, onde materiais adequados, tanto biologicamente como economicamente, são essenciais para o sucesso do cultivo (TISDALE et al, 2006). As análises nutricionais realizadas evidenciaram as modificações causadas pela bioconversão dos fungos a partir dos substratos.

No preparo do substrato eleva-se a umidade do resíduo de açaí (12,72 %) para 75%. No entanto, durante o processo de degradação e utilização de nutrientes essa umidade diminui e se mantém ao longo do cultivo nos substratos miceliado SAMLE (49,57 %), SAMPO (32,08 %) e pós-cultivo SAPCLE (49,73), SAPCPO (32,02 %). Autores indicam que a umidade do substrato influencia nos valores nutricionais dos cogumelos produzidos (DUPRAT, 2012). Para os valores de MS os substratos miceliado e pós-cultivo de *L. edodes* resultaram nos menores valores, 50,43% e 50,27, respectivamente, em comparação com os substratos miceliado e pós-cultivo de *P. ostreatus* 67,92% e 67,98%.

O substrato utilizado no cultivo de cogumelos possui em sua composição elementos minerais que são de suma importância para o desenvolvimento fúngico, dentre eles o nitrogênio desempenha importante papel no seu metabolismo, pois se converte em aminoácidos, proteínas, purinas e pirimidinas (ZANETTI; RANAL, 1997). Contudo, o nitrogênio quando em excesso tende a reprimir a degradação da lignina, retardando ou até inibindo completamente o aparecimento do micélio (OLIVEIRA; URBEN, 2001).

No cultivo de *Lentinula* e *Pleurotus* teores de nitrogênio entre 1 a 1,5% têm sido os melhores para seu crescimento, esses teores corroboram com os valores encontrados para o resíduo de açaí neste trabalho que foi 0,99%, permanecendo estável nos substratos analisados (DANAI; LEVANON; SILANIKOVE, 1989).

Quanto ao teor de extrato etéreo o resíduo de açaí apresentou o maior valor (2,66%) comparado aos substratos analisados (1,25% SAMLE, 1,03% SAPCLE, 2,44% SAMPO e 1,57% SAPCPO) indicando baixa perda de gordura.

Com relação a FDN e FDA, os substratos miceliado e pós-cultivo de *L. edodes* e *P. ostreatus* foram menores em relação ao resíduo de açaí. Segundo Carvalho et al. (2011) isso pode ser explicado devido os fungos serem degradadores de materiais lignocelulósicos através das altas quantidades de enzimas lignocelulolíticas como a lacase e manganês peroxidase, convertendo os polissacarídeos em moléculas menores, que são assimiladas e utilizadas como nutrientes possibilitando o aumento dos carboidratos não fibrosos através da diluição da fibra pela ação fúngica.

Um dos fatores que determina o rendimento de cogumelos é a proporção dos componentes fibrosos presentes no substrato, como lignina, celulose e hemicelulose. Tais componentes são intermediários para que ocorram trocas

covalentes na formação de novas estruturas fúngicas (SHARMA, 1995). A degradação e/ou biotransformação da lignina permite que as enzimas hidrolíticas como a celulase e a xilanase atuem sobre as fontes de carbono, possibilitando a absorção de polissacarídeos pelo micélio, os quais constituem fonte de carbono, principalmente, para a formação das frutificações (KAMIDA et al., 2005), isso é evidenciado nos resultados encontrados (Tabela 3, descrita anteriormente) para lignina (25,43% RA; 24,02% SAMLE; 22,99% SAPCLE; 22,59% SAMPO e 21,88% SAPCPO), celulose (56,04% RA, 48,30% SAMLE, 45,71% SAPCLE, 51,39% SAMPO e 46,98% APCPO) e hemicelulose (11,59 % RA, 19,38% SAMLE, 19,75% SAPCLE, 13,90% SAMPO e 14,56% SAPCPO).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais no cultivo de cogumelos torna-se importante pela agregação de valores e ao mesmo tempo é uma alternativa viável para processamento desses resíduos. Os substratos oriundos do cultivo avaliados apresentam bom valor nutricional demonstrando o potencial de aproveitamento, tendo em vista que normalmente são descartados após o cultivo (EIRA, 2003; MINHONI et al., 2007).

Os cogumelos colhidos foram secos, triturados e avaliados quanto a sua composição nutricional.

Tabela 4 -Composição nutricional dos cogumelos *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* produzidos em resíduo de açaí.

(%)	<i>Lentinula edodes</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	CV
Umidade	82,73 ^a	76,65 ^b	0,01
Matéria Seca	17,27 ^a	23,35 ^b	0,05
Matéria Mineral	5,67 ^a	5,87 ^a	1,72
Nitrogênio Total	5,12 ^a	7,44 ^b	1,81
Proteína Bruta	22,45 ^a	32,61 ^b	1,79
Extrato Etéreo	1,74 ^a	1,66 ^a	18,17
Fibra em Detergente Neutro	35,26 ^a	35,43 ^a	3,43
Fibra em Detergente Ácido	15,59 ^a	16,30 ^a	3,61
Carboidratos Totais	70,14 ^a	59,86 ^b	0,66
Carboidrato Não Fibroso	34,88 ^a	24,43 ^b	3,39

CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesmas letras na linha não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estudos realizados quanto à composição nutricional dos cogumelos comestíveis, indicam o seu alto valor nutricional (MINHONI et al., 2007; SALES-CAMPOS, 2008).

A umidade elevada dos cogumelos foi evidenciada nos resultados, fato relatado por outros estudos e que tem influenciado na durabilidade, pois limita o tempo de prateleira para 7 a 10 dias dependendo das condições de armazenamento (CARVALHO et al., 2011; SALES-CAMPOS; EIRA, 2011).

A determinação da matéria mineral fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais e, de acordo com Bano e Rajarathnam (1988) representam cerca de 10% da matéria seca em cogumelos comestíveis. Os valores encontrados de matéria mineral foram de 5,67% para *L. edodes* e 5,87% para *P. ostreatus*. Esses valores estão de acordo com Holtz (2008), Bonatti et. al. (2004) e Duprat (2012) que observaram valores similares de matéria mineral nos corpos frutíferos de *P. ostreatus* 6,44; 5,58; 5,35 %, respectivamente, outros estudos indicaram valores diferentes de matéria mineral como 2,95 a 4,39 % (Queiroz et al., 2004) e de 5,48 a 6,64% (Gonçalves, 2007).

Com relação à proteína bruta, os valores de *P. ostreatus* (32,61%) foram superiores aos valores de *L. edodes* (22,45%). Os resultados obtidos para *P. Ostreatus* estão de acordo com Chang e Miles (1989) que encontraram variação de 10,5 a 30,4% de PB superando os valores encontrados por Bano e Rajarathnam (1988) que apresentaram 18,7% de PB, assim como Sturion e Oetterer (1995) que obtiveram 17,38 a 25% de proteína bruta. Os resultados obtidos para *L. edodes* estão de acordo com Andrade et. al. (2008) que apresentaram 20 a 24,33% de PB superando os valores encontrados por Chang e Miles (1989) que apresentaram 13,4 a 17,5% de PB.

Segundo Manzi et. al. (1999) a variabilidade de proteína pode ser explicada pelo substrato utilizado na produção e, principalmente pela concentração de quitina presente em cada espécie de cogumelos comestíveis (FURLANI; GODOY, 2005).

Os cogumelos possuem uma significativa quantidade de compostos nitrogenados não proteicos na forma de quitina em suas paredes celulares e tais compostos não são digeríveis. Para não superestimar o conteúdo proteico de cogumelos o fator 4,38 é adotado, pois esse valor assume que apenas 70% dos compostos nitrogenados existentes no cogumelo sejam digeríveis pelo organismo humano (FURLANI; GODOY, 2005).

Os valores de extrato etéreo encontrados nesse estudo foram de 1,74% e 1,66% para *L. edodes* e *P. ostreatus*, respectivamente. Os cogumelos apresentam uma baixa quantidade de lipídeos, variando entre 1,1 a 8,3 % da matéria seca do corpo de frutificação, de acordo com a espécie e com o substrato utilizado. Outros autores encontraram valores aproximados como 2,1% (LONGVAH; DEOSTHALE, 1998) e 2,14% (GONÇALVES, 2007), para *L. edodes* e 1,04% (STURION; OETTERER, 1995; SILVEIRA, 2003) e 0,88% (BERNARDI et al., 2009) para *P. ostreatus*. Estes autores concluíram que a variação dos valores de lipídeos pode ser devido às diferenças na composição e disponibilidade do substrato, além da linhagem de cogumelo utilizada.

Com relação às fibras, os cogumelos analisados apresentaram valores similares, sendo 35,26% de FDN e 15,59% de FDA para *L. edodes* e 35,43% de FDN e 16,30 de FDA para *P. ostreatus*. As fibras em geral representam nos cogumelos de 3 a 32% em base seca. Holtz (2008) encontrou o valor de 15,52% (massa seca) para fibra bruta em *P. ostreatus* cultivado em resíduo de algodão. Já Duprat (2012) observou teor de fibras em *P. ostreatus* cultivado em bainha de pupunheira inferior (1,8%) ao sugerido por Breene (1990) e Bano e Rajarathnam (1988). A autora sugere que as fibras da bainha da pupunheira não estão facilmente disponíveis para o fungo, apesar de se apresentarem em grande quantidade no substrato inicial (50,4%). Cheung (1996) encontrou valores de fibra alimentar para *P. ostreatus* de 42,6% e para *L. edodes* de 44,9%.

As porcentagens de carboidratos totais encontrados foram de 70,14% para *L. edodes* e 59,86% para *P. ostreatus*. Com relação aos carboidratos não fibrosos, o cogumelo *L. edodes* apresentou 34,88% e para o *P. ostreatus* foi de 24,43%. Os carboidratos são os constituintes principais dos cogumelos, com exceção da água, são calculados por diferença e variam conforme o fungo estudado (MANZI et al., 2001; MARTÍN-BELLOSO e LLANOS-BARRIOBERO, 2001; YANG et al., 2001).

Foram avaliados os valores de macro e micronutrientes em resíduo de açaí (RA), substrato de açaí miceliado de *L. edodes* (SAMLE), substrato de açaí miceliado de *P. ostreatus* (SAMPO), substrato de açaí pós-cultivo de *L. edodes* (SAPCLE), substrato de açaí pós-cultivo de *P. ostreatus* (SAPCPO), cogumelo *Lentinula edodes* (CLE) e cogumelo *Pleurotus ostreatus* (CPO), os resultados estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5 -Análise de macrominerais e microminerais.

	Macro minerais (g/Kg)		Micro minerais (mg/Kg)				
	Ca	Na	Fe	Zn	Mn	Ni	Cu
RA	10,18 ^b	0,79 ^a	71,94 ^a	84,68 ^d	52,66 ^d	0,01 ^a	0,71 ^a
SAMLE	46,62 ^c	1,02 ^c	118,96 ^{cd}	48,62 ^c	57,27 ^d	0,01 ^a	0,97 ^b
SAPCLE	42,85 ^c	0,89 ^{ab}	73,27 ^{ab}	10,95 ^a	42,49 ^c	0,07 ^b	0,69 ^a
SAMPO	52,21 ^d	0,97 ^{bc}	106,03 ^{bc}	24,14 ^b	55,15 ^d	0,01 ^a	0,88 ^{ab}
SAPCPO	44,67 ^c	0,89 ^{ab}	69,54 ^a	9,84 ^a	43,75 ^c	0,07 ^b	0,70 ^a
CLE	0,77 ^a	1,76 ^d	86,80 ^{abc}	84,68 ^d	10,06 ^a	0,02 ^a	1,87 ^c
CPO	0,67 ^a	0,92 ^{bc}	148,75 ^d	138,26 ^e	15,83 ^b	0,01 ^a	1,74 ^c
CV	4,11	2,74	8,89	4,80	3,01	17,01	5,01

CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estudos comprovam que os fungos basidiomicetos absorvem compostos do substrato de crescimento, o que pode permitir o seu enriquecimento, variando com a formulação utilizada (QUEIROZ et. al., 2004; FIGUEIRÓ; GRACIOLLI, 2011; SALES-CAMPOS et. al., 2011; CONDÉ et. al., 2017). Dentre os nutrientes que podem ser influenciados estão, além das proteínas, os minerais, elementos fundamentais para a manutenção do organismo (ANDRADE, 2007; SALES-CAMPOS et. al., 2009).

Dentre os substratos avaliados o SAMPO, apresentou maior teor de cálcio e manganês quando comparado com os outros substratos, além de alto teor de ferro, indicando a riqueza mineral nas fases de cultivo, miceliada e pós-cultivo.

Os cogumelos também apresentaram alto valor mineral (Tabela 4), sendo que o *Pleurotus ostreatus* demonstrou maior valor de ferro, zinco e manganês, semelhantes a inúmeros estudos que comprovam a riqueza nutricional e mineral dos cogumelos comestíveis (EIRA, 2003; SALES-CAMPOS et. al., 2011)

Os resultados de produção e valores nutricionais encontrados para resíduo de açaí, substratos miceliado e pós-cultivo e cogumelos colhidos, são importantes parâmetros de avaliação e indicam a viabilidade e potencial de aproveitamento.

4 CONCLUSÕES

O resíduo de açaí apresentou características nutricionais favoráveis ao cultivo das linhagens de cogumelos comestíveis utilizadas, mesmo sem a adição de suplementos, sendo o *Pleurotus ostreatus* o fungo mais eficiente quanto aos parâmetros de tempo de cultivo, eficiência biológica, rendimento e matéria orgânica.

As análises nutricionais dos cogumelos colhidos demonstraram características semelhantes para a maioria dos critérios, porém *Pleurotus ostreatus* obteve maior teor de proteína.

Os substratos, após as etapas de miceliação e produção, demonstraram características similares aos dos corpos de frutificação analisados, favorecendo o aproveitamento desses substratos, na alimentação de frangos de corte, sendo necessária a análise de digestibilidade e desempenho para avaliar a eficácia de sua utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. C. N. Crescimento micelial, produção e características bromatológicas do shiitake em função de linhagens e de propriedades físicas e químicas de espécies e clones de eucalipto. Botucatu. 195 p. **Tese**. Agronomia– Universidade Estadual Paulista – UNESP.2007.
- ANDRADE, M.C.N., SILVA, J.H., MINHONI, M.T.A., ZIED, D.C. Mycelial growth of two *Lentinula edodes* strains in culture media prepared with sawdust extracts from seven eucalyptus species and three eucalyptus clones. **Acta Sci Agron.**, v.30, n. 3, p. 333–7, 2008.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS -ASTM D1107-56, **Norma ASTM**. Standard Test Method for Ethanol-Toluene Solubility of Wood. American Section of the International Association for Testing Materials, ASTM, EUA. 2pp. 2007
- BANO, Z.; RAJARATHNAM, S. Pleurotus mushrooms. Part II. Chemical composition, preservation, and role and human food. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, Boca Raton, v.27, n.2, p.87-158, 1988.
- BERNARDI, E.; DONINI, L.P.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Cultivo e características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado. **Bragantia**, v. 68 n. 4, p. 901-907, 2009.
- BONATTI, M. et al. Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chemistry**, v. 88, p.425-428, 2004.
- BREENE, W. M. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. **J Food Prot**, v. 53, n.10, p. 883-94, 1990.
- CARVALHO, C. S. M.; ANDRADE, M. C. N.; SALES-CAMPOS, C. Avaliação da produção e das características bromatológicas de *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos de bananeira. In: SALES-CAMPOS, C.; VAREJÃO, M. J. C. (Ed.). **Bioconversão de resíduos lignocelulolíticos da Amazônia para cultivo de cogumelos comestíveis**. Manaus: INPA. p. 39-46.2011.
- CHANG, S. T.; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Florida: CRC Press, 1989.
- CHEUNG, P. C. K. Dietary fiber content and composition of some edible mushroom fruiting bodies and mycelia. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 44, n. 2, p. 468-471, 1996.
- CHORAI, S.F. Fungal biotechnology in food and feed processing. **Food Research International**, v.42, p.577-587, 2009.

CONDÉ, V.F.; OLIVEIRA, J.E.Z.; OLIVEIRA, D.M.F. Farinha de *Pleurotus ostreatus* (cogumelo Hiratake) enriquecido em ferro. *Ciência e Natureza*, v.39, n.1, jan./abr., p. 01-06, 2017.

DANAI, O.; LEVANON, D.; SILANIKOVE, N. Cotton straw silage as a substrate for *Pleurotus* sp. Cultivation. **Mushroom Science**, Eugene, v.12, n.2, p.81-89, 1989.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; FILHO, S.C.V. Avaliação da gordura ou extrato etéreo. In: **Métodos para Análises de Alimentos**. 1ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema. p. 77, 2012.

DUPRAT, M.F.L.B. Estudo da produção de *Pleurotus ostreatus* em resíduos de *Bactris gasipaes* (pupunheira). **Dissertação**. Engenharia de Processos - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), Joinville. p. 96. 2012.

EIRA, A. F. Fungos comestíveis. In: ESPÓSITO, E.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). **Fungos uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: EducS, cap.12, 510p. 2004.

EIRA, A. F. **Cultivo do “cogumelo-do-sol” (*Agaricus blazei* (Murrill)) ss. Heinemann**. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil. 203p. 2003

FIGUEIRÓ, G.G.; GRACIOLLI, L.A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v.35, n.5, p.924-930, set./out., 2011.

FURLANI, R. P. Z.; GODOY, H. T. Valor nutricional de cogumelos comestíveis: uma revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 64 (2), p. 149-154, 2005.

GONÇALVES, C. C. de M. Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo. 2007. 165 p. **Tese**. Zootecnia -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

HALWARD, A.; SANCHEZ, C. **Métodos de ensaios nas indústrias de celulose e papel**. São Paulo/SP: Editora Brusco. 458p. 1975.

HOLTZ, M. Utilização de resíduos de algodão da indústria têxtil para a produção de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833. **Dissertação**. Engenharia de Processos – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 88p. 2008.

KAMIDA, H. M.; DURRANT, L. R.; MONTEIRO, R. T. R.; ARMAS, E. D. Biodegradação de efluentes têxteis por *Pleurotus sajor-caju*. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.4, p. 629- 632, 2005.

LONGVAH, T.; DEOSTHALE, Y.G. Compositional and nutritional studies on edible wild mushroom from northeast India. **Food Chemistry**, v. 63, p. 331–334,1998.

MANZI, P.; GAMBELLI, L.; MARCONI, S.; VIVANTI, V.; PIZZOFERRATO, L. Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. **Food Chemistry**, London, v. 65, p.477-482, 1999.

MANZI, P.; AGUZZI, A.; PIZZOFERRATO, L. Nutritional value of mushroom widely consumed in Italy. **Food Chemistry**, London, v.73, p.321-325, 2001.

MARTÍN-BELLOSO, O.; LLANOS-BARRIOBERO, E. Proximate composition, minerals and vitamins in selected canned vegetable. **European Food Research Technology**, v. 212, n. 2, p. 182-187, 2001.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 1463 – 1481, 1997.

MINHONI, M. T. A.; ANDRADE, M. C. N.; ZIED, D. C.; KOPYTOWSKI FILHO, J. **Cultivo de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler - (Shiitake)**. 3.ed. FEPAF, Botucatu, SP.p 91. 2007.

NASCIMENTO FILHO, W. B; FRANCO, C. R. **Rev. Virtual Quim.**, 2015, 7 (6), 1968-1987. Data de publicação na Web: 3 de julho de 2015.

ODENDAAL, A.Y.; SCHAUSS, A.G. Capítulo 18 - Potentes flavonóides antioxidantes e anti-inflamatórios no Fruto de palmeira amazônico rico em nutrientes, Açai (*Euterpe spp.*). In: **Polifenóis em Saúde Humana e Doença**. Watson RR, Preedy VR, Zibadi S [eds.] San Diego: Academic Press. p. 219-239. 2014.

OLIVEIRA, H.C.B.; URBEN, A.F. Cultivo de *Pleurotus* sp. utilizando a técnica "Jun-Cao". In: URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p.151. 2001.

QUEIROZ, E.C.; MARINO, R.H.; EIRA, A.F. Mineral supplementation and productivity of the Shiitake mushroom on eucalyptus logs. **Scientia Agricola**, v.61, n.3, p.243-351, 2004.

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M.N.U.; BANO, Z. Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v.18, p. 233-361, 1998.

RIBEIRO, J. J. O. **Caracterização de cogumelos de *Pleurotus ostreatus* e *Lentinula edodes* produzidos em resíduos agroindustriais**. Tese. Microbiologia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2009.

SALES-CAMPOS, C. **Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região amazônica**. 197 p. Tese. Biotecnologia – Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. 2008.

SALES-CAMPOS, C.; EIRA, A.F.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Mineral composition of raw material, substrate and fruiting bodies of *Pleurotus ostreatus* in culture. **Interciência**, Caracas, v.34, n.6, p.432-436, 2009.

SALES-CAMPOS, C., MINHONI, M.T.A., ANDRADE, M.C.N. Produtividade de *Pleurotus ostreatus* em resíduos da Amazônia. **Interciência**, v.35, p.198-201, 2010.

SALES-CAMPOS, C.; ANDRADE, M.C.N. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* de ocorrência na Amazônia. **Acta Amazonica**, 41(1): 1-8. 2011.

SALES-CAMPOS, C.; ARAÚJO, L.M.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Physiochemical analysis and centesimal composition of *Pleurotus ostreatus* mushroom grown in residues from the Amazon. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 31(2): 456-461, 2011.

SALES-CAMPOS, C., EIRA, A. F. **Bioconversão de resíduos madeireiros em produtos de valor agregado: cogumelos comestíveis**. 1 ed. – Manaus-AM, p. 13-21, 2011.

SALES-CAMPOS, C.; ARAUJO, L.M.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Centesimal composition and physical-chemistry analysis of the edible mushroom *Lentinus strigosus* occurring in the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.4, n.85, p. 1537-1544, 2013.

SHARMA, H. S. S. Thermo gravimetric analysis of mushroom (*Agaricus bisporus*) compost for fiber components. **In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE SCIENCE AND CULTIVATION OF EDIBLE FUNGI**, 14, 1995, Balkema. Proceedings. Balkema. p. 267-273. 1995.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. – Viçosa: UFV. 235p. 2002.

SILVEIRA, M.L.L. Comparação entre o desempenho do inoculo sólido e inoculo líquido para o cultivo de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833. **Dissertação**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SILVA, S. O.; COSTA, S. M. G.; CLEMENTE, E. Chemical composition of *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quél., substrates and residue after cultivation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 531-535, out./dez. 2002.

SIMIONI, D.; OLIVEIRA M. DE; PAGNUSSATT F.A.; DEUNER C.C.; GUTKOSKI L.C.; ELIAS M.C. Parâmetros operacionais na secagem intermitente de grãos de aveia branca cultivar UPFA 20 Teixeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 497-502, mar./abr. 2008.

STURION, G. L.; OETTERER, M. Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.) originados de cultivos de diferentes substratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.2, p.189-193,1995.

TISDALE, T.E.; MIYASAKA, S.C.; HEMMES, D.E. Cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on wood substrates in Havai. **Word Journal of Microbiology & Biotechnology**, 22: 201-206. 2006.

URBEN, A.F. **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada**. 2 ed. Brasília. EMBRAPA, 2004.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed., **Cornell University Press**, Ithaca, New York, p.476, 1994.

YANG, J. H.; LIN, H. C.; MAU, J. L. Non-volatile taste components of several commercial mushrooms. **Food Chemistry**, v. 72, n. 4, p. 465-471, 2001.

YUYAMA, L.K.O; PANTOJA, L.; MAEDA, R.N; AGUIAR, J.P.L.; SILVA, S.B. Caracterização físico-química do suco de açaí de Euterpe precatória Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28: 929-934. 2011.

ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação de cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp. 'Florida'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.959-964, 1997.

CAPÍTULO III

DIGESTIBILIDADE DO RESÍDUO DE AÇAÍ, SUBSTRATO MICELIADO E PÓS-CULTIVO DE COGUMELOS COMESTÍVEIS PARA FORMULAÇÃO DE RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO

A avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento nas últimas três décadas, buscando a modernização através do emprego de instrumentos como o manejo adequado do aviário, sanidade do plantel, alimentação balanceada, melhoramento genético e produção integrada. Contudo um dos maiores impasses está associado ao gasto com a alimentação, que chega a representar cerca de 70% dos custos médios de produção de frangos para abate, ficando evidente a necessidade de novas alternativas que possam substituir economicamente esses ingredientes. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o uso do resíduo de açaí e substratos miceliado e pós-cultivo de cogumelos comestíveis por meio da digestibilidade e valor energético para a formulação de ração para frangos de corte da linhagem Cobb® 500 com 21 a 31 dias de idade. Para determinação dos valores energéticos e dos coeficientes de metabolizabilidade foi utilizado o método de coleta total de excretas. O ensaio de digestibilidade foi realizado utilizando como controle uma ração referência e 5 tratamentos com substituição de 10% da ração referência pelos alimentos testados, sendo resíduo de açaí (T1), substrato pós-cultivo de *Pleurotus ostreatus* (T2), substrato pós-cultivo de *Lentinula edodes* (T3), substrato miceliado de *Pleurotus ostreatus* (T4) e substrato miceliado de *Lentinula edodes* (T5), consistindo dezesseis repetições com 7 aves cada, totalizando 42 aves por tratamento, arranjado em um delineamento inteiramente casualizado com fornecimento de água e ração a vontade no período de 10 dias, sendo 5 dias de adaptação e 5 dias de coleta. A determinação de energia das excretas e das rações teste foi feita na bomba calorimétrica Parr, modelo 1341, adiabático, com precisão de 0,01°C. Os resultados demonstraram energia bruta dos tratamentos semelhante ao relatado para o milho, porém baixa digestibilidade a partir dos coeficientes calculados, sendo o de maior valor encontrado para o substrato miceliado de *Pleurotus ostreatus* o qual foi selecionado para a análise de desempenho.

Palavras-chave: Avicultura brasileira, alimentação balanceada, resíduo de açaí, cogumelos comestíveis, ração animal.

ABSTRACT

Brazilian poultry farming has shown high growth rates in the last three decades, seeking modernization through the use of instruments such as adequate management of the aviary, plant health, balanced feeding, genetic improvement and integrated production. One of the greatest difficulties is the expenditure on food which accounts for about 70% of the average costs of production of chickens for slaughter, and it is clear that there is a need for new alternatives that can economically substitute these ingredients. In this sense, the objective of this work was to evaluate the use of açai residue and mycelia and post-cultivated edible mushroom substrates by means of the digestibility and energetic value for ration formulation for broilers from the Cobb 500 line with 21 to 31 days of age. For the determination of energy values and metabolizable coefficients, the total excreta collection method was used. The digestibility assay was performed using a reference diet and 5 treatments with a 10% substitution of the reference feed for the tested foods, being açai (T1), post harvest substrate of *Pleurotus ostreatus* (T2), post harvest of *Lentinula edodes* (T3), colonized *Pleurotus ostreatus* substrate (T4) and colonized substrate of *Lentinula edodes* (T5), consisting of six replicates, with 7 birds each, totaling 42 birds per treatment, in a completely randomized design with water and feed supply the will in the period of 10 days, being 5 days of adaptation and 5 days of collection. The energy determination of the excreta and of the test rations was done in the Parr calorimeter pump, model 1341, adiabatic, with an accuracy of 0,01°C. The results showed the gross energy of the treatments similar to maize, but low digestibility from the calculated coefficients, being the one of highest value, *Pleurotus ostreatus* colonized substrate selected for performance analysis.

Keywords: Brazilian poultry industry, balanced power, residue of açai, edible mushrooms, animal food.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento nas últimas três décadas, sendo, atualmente, o segundo maior produtor mundial e maior exportador, com 13,5 milhões de toneladas de carne produzidas e 4,32 milhões de toneladas exportadas (ABPA, 2017, ARANDA et. al., 2017). Registros do Ministério da Agricultura demonstram ainda que o país tem conquistado os mais exigentes mercados totalizando 142 países (BRASIL, 2017). Estes fatores exigem um alto padrão de qualidade e constantes adequações do sistema de produção.

O Brasil tem buscado alavancar fatores como qualidade, precisão, sanidade e preço, através de tecnologias, modernização com o emprego de instrumentos como o manejo adequado do aviário, sanidade do plantel, alimentação balanceada e melhoramento genético (DIAZ, 2007; ALVES; PEDRO, 2013; EMBRAPA, 2016).

Diante de todo o investimento no setor, uma das maiores dificuldades na avicultura ainda é o gasto com alimentação, que chega a representar cerca de 70% dos custos médios de produção de frangos de corte, o que faz com que o sucesso financeiro de qualquer granja esteja diretamente relacionado aos preços dos ingredientes das rações (SOARES et. al., 2007; RIZZO et. al., 2010). Considerando-se que as rações são constituídas, principalmente, por milho e farelo de soja, e esses ingredientes que apresentam constante quadro de instabilidade de preços, é clara a necessidade da procura de novas opções de substituição parcial desses ingredientes (RABELO et al., 2012; GIROTTI; SANTOS, 2012).

Sendo assim, pesquisas envolvendo a utilização de alimentos alternativos vêm ganhando atenção, especialmente a utilização de resíduos agroindustriais que seriam descartados na natureza e que apresentam valor nutricional e propriedades semelhantes à outras partes da fruta (OLIVEIRA et al., 2012), como é o caso do açaí, bastante consumido na região amazônica, sendo suas sementes encontradas em grande quantidade, com potencial para serem aproveitados na constituição de ração para animais.

A semente de açaí, após o despulpamento do fruto, representa baixo ou nenhum valor econômico, sendo um subproduto de pouca aplicação, utilizado na confecção de peças de artesanato ou como adubo orgânico. Porém, a maior parte é

descartada, servindo de fonte de contaminação para o meio ambiente (SIQUEIRA et al., 1998; MARTINS et al., 2009).

Devido à preocupação com o descarte e as características nutricionais desses resíduos, busca-se realizar o seu aproveitamento, com o intuito de reduzir impactos ambientais, além de agregar valor (PINTO et al., 2005), sendo uma das alternativas a utilização na alimentação de frango de corte, podendo assim reduzir o custo da ração sem comprometer o desempenho dos animais (SOARES et al., 2007).

O resíduo de açaí é rico em fibras que possui uma grande importância na manutenção da taxa de passagem no trato gastrointestinal, mas em elevadas concentrações pode limitar o consumo e comprometer o desempenho animal podendo ser necessário algum tipo de tratamento químico ou biológico dependendo do processo de aproveitamento empregado. Assim uma opção de tratamento biológico pode ser a utilização de fungos basidiomicetos que são capazes de degradar a fibra, o que melhoraria a qualidade, principalmente, quanto às características antinutricionais do alimento (ALENCAR, 2005; SALES-CAMPOS, 2008).

O tratamento biológico consiste na inoculação de fungos basidiomicetos em resíduos agroindustriais, ou utilizá-los como substrato de cultivo, onde o fungo tem o potencial para degradar os principais constituintes da fibra como celulose, hemicelulose e lignina (SOUZA, 1998; ANDRADE, 2007; SALES-CAMPOS, 2008; SALES-CAMPOS et al., 2013). Dessa forma os substratos que sofrem a ação fúngica, tornam-se alimentos alternativos ricos em proteínas e outros constituintes semelhantes ao próprio milho e soja podendo ser utilizado em substituição parcial na composição de rações para frangos de corte, melhorando, desta maneira, a qualidade da carne e diminuindo o custo da produção (FREITAS, 2003; GONÇALVES, 2007; BRUNO et al., 2012; SALES-CAMPOS et al., 2013).

Dentre os fungos basidiomicetos as espécies *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus* são descritos por secretarem grandes quantidades de enzimas lignocelulolíticas como a lacase e manganês peroxidase, capazes de degradar resíduos com alta quantidade de fibra (CARVALHO et al., 2011; SALES-CAMPOS; EIRA, 2010). Assim, devido a essas características, são capazes de se adaptar aos substratos preparados à base de vários resíduos agroindustriais (ABREU et al., 2007).

Para a formulação de rações, torna-se de fundamental importância conhecer o valor nutritivo dos alimentos utilizados (STRADA et al., 2005). Estudos realizados por Brum et al. (2000) enfatizam a importância da contínua avaliação dos

ingredientes, independente das condições, visando manter atualizado um banco de dados, possibilitando melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável, proteína digestível, bem como dos diferentes nutrientes que são utilizados nas dietas de aves.

Uma das metodologias mais utilizadas para avaliação de digestibilidade de nutrientes e energia digestível e metabolizável de rações ou alimentos para frangos é a coleta total de excretas. Esse método possibilita contabilizar todo alimento ingerido e toda excreta produzida pelas aves, durante um determinado período de tempo (TEIXEIRA et al., 2014; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Além do valor nutritivo dos alimentos, é relevante conhecer os problemas sanitários que afetam as aves, dentre eles as enfermidades parasitárias importam não só pela frequência com que ocorrem, mas também pela potencialidade de estarem relacionadas às graves infecções ou até mesmo à morte das aves (MARIETTO-GONÇALVES et al., 2009).

A prevalência de infecções parasitárias propicia o aparecimento de infecções secundárias, como o surgimento de enterite hemorrágica, abscesso no tecido subcutâneo, hepático, pulmonar, infecções causadas por organismos que atinjam a corrente sanguínea, acometendo outros tecidos, incluindo pulmões, fígado, baço, rins, intestinos, musculatura esquelética e até mesmo cérebro, resultando em graves perdas para a produção (FREITAS et al., 2002; MARIETTO-GONÇALVES et al., 2009).

A projeção do mercado nacional e mundial da avicultura tem levado à preocupação com o monitoramento da saúde animal, principalmente, quanto aos aspectos parasitológicos, hematológicos e até toxicológicos, tornando-se uma ferramenta fundamental para a prevenção e detecção precoce de enfermidades (GONZÁLEZ et al, 2001; FREITAS, 2003). Estudos demonstram que o uso de pequenas concentrações de cogumelos comestíveis adicionados a rações tem conferido aumento da resistência imunológica e parasitária a frangos de cortes em diferentes idades (FUINI, 2001; MACHADO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2009; LEITE et al., 2011).

A busca por alimentos alternativos que possam compor rações e/ou aditivos que promovam o crescimento tem acompanhado o crescimento da avicultura. A necessidade de manutenção dos resultados alcançados nas últimas décadas com possibilidades de superação evidencia o avanço no setor, incentivando a procura por

alternativas que otimizem os índices zootécnicos, com sustentabilidade ambiental e redução de custos (CARVALHO et al., 2012).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo determinar a digestibilidade através do valor de energia metabolizável aparente e corrigida para balanço de nitrogênio do resíduo de açaí (semente) e substratos miceliado e pós-cultivo de cogumelos comestíveis para formulação de ração para frangos de corte, avaliando as condições de saúde e sanitárias, por meio de exames laboratoriais hematológicos e parasitológicos, respectivamente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de digestibilidade foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFAM com protocolo nº 47/2017, sendo conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal do Amazonas no Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (UFAM - ICZES) Campus Parintins-AM. Os exames hematológicos e parasitológicos foram realizados no Laboratório Municipal “*Matheus Penna Ribeiro*” e a análise de energia no Laboratório de Metabolismo do Departamento de Nutrição Animal e Pastagens (DNAP) do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica/RJ.

2.1 Análise de Digestibilidade

O ensaio de metabolismo foi conduzido utilizando a metodologia da coleta total das excretas em frangos de corte segundo descrito por Sakomura; Rostagno (2016).

Foram utilizadas 252 aves de corte mistos, da linhagem Cobb® 500, com 21 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, compostas por 7 aves cada. Os tratamentos consistiram em cinco dietas teste, além disso, foi formulada dieta referência, considerada como controle, que não compreende um efeito a ser testado, porém é necessária em um número igual de repetições das parcelas experimentais, pois os resultados são necessários para os cálculos de digestibilidade. Os demais tratamentos utilizando resíduo de açaí com e sem ação fúngica de *L. edodes* e *P. ostreatus* estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos e controle utilizados na formulação da ração para frangos de corte.

	Matéria Prima
Controle	Ração Referência
T1	Resíduo de Açaí (RA)
T2	Substrato Pós-cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> (SAPCPO)
T3	Substrato Pós-cultivo de <i>Lentinula edodes</i> (SAPCLE)
T4	Substrato Miceliado de <i>Pleurotus ostreatus</i> (SAMPO)
T5	Substrato Miceliado de <i>Lentinula edodes</i> (SAMLE)

A ração referência foi formulada à base de milho e soja de acordo com os níveis nutricionais recomendados por Rostagno et al. (2011) para frangos de corte misto na fase de crescimento (Tabela 2). As dietas testes foram constituídas de 90% da ração referência e 10% do ingrediente tratamento a ser avaliado, em conformidade com Sakomura; Rostagno (2016), que indicam a substituição de 7% a 10% quando se utiliza alimento fibroso.

Tabela 2 - Composição percentual e calculada da ração referência.

Ingredientes	Valores (%)
Milho em Grão	26,78
Farelo de soja	69,85
Óleo de soja	1,35
Fosfato de Bicálcico	0,36
Sal comum	0,57
Premix¹	0,26
DL – Metionina	0,83
Total	100
Composição Calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3180
Proteína bruta (%)	18,24
Cálcio (%)	0,24
Fósforo disponível (%)	0,19
Sódio	0,24
Lisina Disponível (%)	0,82
Metionina + Cistina Disponível (%)	1,33

¹Premix vitamínico, mineral e aminoácido. Composição por Kg do produto: Vitamina A (mín) 2.000,00 UI, Vitamina D3 (mín) 400.000,00 UI, Vitamina E (mín) 3.000,00 UI, Vitamina K3 (mín) 500,00 mg, Vitamina B1 (mín) 200,00 mg, Vitamina B2 (mín) 900,00 mg, Vitamina B6 (mín) 200,00 mg, Vitamina B12 (mín) 3.000,00 mg, Ácido nicotínico (mín) 7.600,00 mg, Pantotenato de cálcio (mín) 3.000,00 mg, Ácido fólico (mín) 100,00 mg, Colina (mín) 51,70 g, Cobre (mín) 1.200,00 mg, Ferro (mín) 6.000,00 mg, Manganês (mín) 14,00 g, Zinco (mín) 10,00 g, Iodo (mín) 100 mg, Selênio (mín) 40,00 mg, Metionina (mín) 360,00 g, Bacitracina de zinco 5.000,00 mg, Maduramicina amônio 1.000,00 mg.

As aves foram criadas em sala experimental com círculo de proteção, arraçoamento com ração comercial compatível com a fase e fornecimento de água *ad libitum* até os 21 dias de idade (Figura 1) de acordo com o manual da linhagem Cobb® 500. As aves, inicialmente, foram vacinadas contra a doença de Marek, Bouda aviária e Gumboro no incubatório, aos 14 dias de idade contra a doença de Newcastle via água de bebida.

Aos 16 dias, as aves foram pesadas, agrupadas por peso médio (350g ± 30), colocadas em gaiolas metabólicas (75x50x50cm), devidamente identificadas e forradas com bandejas revestidas com plástico para coleta das excretas (Figura 2) equipadas com bebedouros tipo calha e comedouros tipo cocho. O período

experimental teve duração de dez dias, sendo cinco dias para a adaptação às dietas experimentais e às instalações e cinco dias para a coleta das excretas, iniciando quando as aves completaram 21 dias.



Figura 1: Manejo das aves em círculo de proteção até 14 dias.



Figura 2: Aves distribuídas em gaiolas metabólicas durante o período de realização do experimento de digestibilidade.

O programa de luz adotado durante o experimento foi de 24 horas/dia (luz natural + luz artificial). Após o período de adaptação, as rações foram pesadas no início e no final do período total da coleta das excretas com a finalidade de se obter o consumo médio de ração. Durante todo o período experimental, o intervalo entre as coletas de excretas foi de 6 horas para evitar fermentações fecais, retirando-se resíduos de penas, ração e descamação cutâneas (Figura 3), sendo coletadas, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 3: Coleta periódica de excretas.

Ao final do ensaio, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 horas.

Após a secagem as amostras das excretas e as rações foram moídas e acondicionadas em recipientes de plástico, para posterior análise de matéria seca, nitrogênio total e proteína bruta de acordo com Silva; Queiroz (2002) e energia bruta seguindo os procedimentos descritos pela AOAC (1997).

Os resultados obtidos das análises de EB dos alimentos e das fezes, juntamente com a produção total de excretas e consumo de rações, foram utilizados no cálculo da energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável corrigida para nitrogênio (EMAn) com auxílio do software ENERGCALC[®] desenvolvido pela EMBRAPA, sendo o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) obtido por cálculo a partir desses resultados de acordo com Sakomura; Rostagno (2016).

Para o cálculo de EMA e EMAn dos alimentos foram utilizadas as equações proposta por Matterson et al. (1965):

Energia Metabolizável Aparente (EMA):

$$EMA_{RR} = \frac{EB_{ING} - EB_{EXC}}{MS_{ING}}$$

$$EMA_{RT} = \frac{EB_{ING} - EB_{EXC}}{MS_{ING}}$$

$$EMA_{ALIM} = \frac{EMA_{RR} + EMA_{RT} - EMA_{RR}}{\% \text{ substituição}}$$

Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Nitrogênio (EMAn):

$$BN = N_{ING} - N_{EXC}$$

$$EMAn_{RR} = \frac{EB_{ING} - EB_{EXC} \pm 8,22 \times BN}{MS_{ING}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{EB_{ING} - EB_{EXC} \pm 8,22 \times BN}{MS_{ING}}$$

$$EMAn_{ALIM} = \frac{EMAn_{RR} + EMAn_{RT} - EMAn_{RR}}{\% \text{ substituição}}$$

Onde:

EMAn_{RR}= energia metabolizável aparente da ração-referência

EMAn_{RT}= energia metabolizável aparente da ração-teste

EMAn_{ALIM}= energia metabolizável aparente do alimento

EMAn_{RT}= energia metabolizável aparente corrigida da ração-teste

EMAn_{RR}= energia metabolizável aparente corrigida da ração-referência

EMAn_{ALIM}= energia metabolizável aparente corrigida do alimento

EB_{ING}= energia bruta ingerida

EB_{EXC}= energia bruta das excretas

MS_{ING} = matéria seca ingerida

BN = balanço de nitrogênio

N_{ING} = nitrogênio ingerido

N_{EXC} = nitrogênio excretado

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca foram calculados conforme Sakomura; Rostagno (2016), sendo:

$$CDAMS (\%) = \frac{MS_{ING} - MS_{EXC} \times 100}{MS_{ING}}$$

Onde:

CDAMS: coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

MS_{EXC}: Matéria seca excretada

2.2 Análise e Hematológica e Bioquímica

Para o acompanhamento dos parâmetros de saúde das aves diante do consumo dos alimentos utilizados, realizaram-se análises laboratoriais hematológicas como pesquisa de leucócitos, hemoglobina e hematócrito, e bioquímicas, transaminases aspartato aminotransferase (AST/TGO) e alanina aminotransferase

(ALT/TGP). As análises foram realizadas através de técnicas adotadas comercialmente em laboratórios de análises clínicas com adaptações indicadas por estudos veterinários (CHARLES NORIEGA, 2000; CARDOSO; TESSARI, 2003; KIRK; BISTNER, 2012).

Foram selecionadas duas aves de cada gaiola (6 por tratamento), no período final da coleta de excretas, totalizando 72 aves, sendo as coletas realizadas por punção de veia metatársica medial, preferencialmente a veia ulnar (asa), obtendo-se 1,5 mL de sangue de cada ave. Este volume foi fracionado, em que 1 mL foi depositado em tubo de vidro contendo 0,1 mL de anticoagulante (EDTA – etilenodiaminotetracético), para as análise hematológicas e 0,5 mL depositado em tubo eppendorf, para análise bioquímica, sendo centrifugado imediatamente para a separação do soro.

No momento da coleta, devido a sensibilidade das células sanguíneas das aves, foi realizado imediatamente o esfregaço que posteriormente foi corado com Kit comercial composto pelo corante hematoxilina-eosina (Panótico rápido LB), para visualização de células sanguíneas (JAIN, 1993).

Para as análises de hemoglobina e atividade sérica das enzimas AST e ALT utilizaram-se Kits comerciais, marca BIOTECNICA com leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 340 nm. Os valores de hematócrito foram expressos em porcentagem, sendo obtidos pelo método do microhematócrito. A contagem de leucócitos foi feita em câmara de Neubauer com aumento de 40X em microscópio óptico, após diluição de 100 µL de amostra em 1 mL de solução fisiológica acrescido de 2 gotas de corante Giemsa (NATT; HERRICK, 1952).

2.3 Análise Parasitológica

Para a análise utilizou-se as metodologias descritas por Monteiro (2010). As fezes foram colhidas após a última coleta de excretas totais para análise de digestibilidade, em cada gaiola (6 por tratamento) totalizando 36 amostras, sendo depositadas em potes coletores, lacrados com papel filme PVC (50), identificados, acondicionados em caixa de isopor com gelo para evitar possível desenvolvimento larval, sendo então transportados para o laboratório.

Após a análise das amostras, as formas evolutivas encontradas foram fotografadas e comparadas morfológicamente com a literatura especializada (MONTEIRO, 2010) para possível identificação sugestiva no nível de gênero.

2.3.1 Método Direto

Alíquotas de 10 a 15 mg de fezes foram retiradas das amostras e homogeneizadas em lâmina, contendo uma gota de água destilada e uma gota de Lugol forte (MONTEIRO, 2010). O material foi coberto com lamínula e examinado em microscópio ótico em aumento de 10X e 40X.

2.3.2 Método de Sedimentação Simples

A metodologia foi utilizada segundo descrita por Hoffman et al. (1934) e Lutz (1999), onde 2 g de fezes foram homogeneizadas em água destilada, sendo a suspensão posteriormente coada em um cálice de sedimentação onde permaneceu em repouso por 15 minutos. O sobrenadante foi decantado, adicionando-se 200 mL de água destilada sobre o sedimento, para mais um período de repouso de 15 minutos. Após esse tempo o líquido sobrenadante foi decantado, o sedimento foi colhido com uma pipeta, corado com Lugol forte e examinado em microscópio ótico entre lâmina e lamínula em aumento de 10X e 40X.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de Digestibilidade

Os valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) obtidos a partir das análises das fezes coletadas, assim como dos alimentos avaliados, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela3 - Perfil energético dos diferentes subprodutos utilizados.

Subprodutos	EB	EMA	EMAn	CDAMS
		(Kcal/Kg)		(%)
Semente de açaí	4166,93 ^a	550,352 ^a	512,352 ^a	11,53 ^a
Substrato pós-cultivo de <i>P. ostreatus</i>	4138,34 ^b	690,871 ^b	651,871 ^b	15,42 ^b
Substrato pós-cultivo de <i>L. edodes</i>	4122,74 ^c	682,095 ^c	639,095 ^c	15,91 ^c
Substrato miceliado de <i>P. ostreatus</i>	4212,62 ^d	742,941 ^d	702,941 ^d	16,61 ^d
Substrato miceliado de <i>L. edodes</i>	4179,33 ^e	657,498 ^e	619,498 ^e	15,08 ^e
CV	0,15	0,10	0,31	0,62

CV= Coeficiente de variação; Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação à EB, houve pouca variação entre os subprodutos estudados, devido à proximidade da composição química dos mesmos. Isso pode ser explicado pelo fato dos substratos miceliado e pós-cultivo de cogumelos terem como base o resíduo de açaí. Os valores de EB dos substratos analisados foram superiores aos valores de EB do milho (3940 Kcal/Kg) encontrado por Rostagno et al. (2011) que é o alimento energético mais utilizado na composição das rações para frangos de corte.

Os subprodutos obtiveram valores de EB aproximados aos encontrados por Silva et al. (2009) para o farelo de goiaba e farelo de tomate, respectivamente 4290 e 4368 Kcal/Kg e por Rostagno et al. (2011) para casca de soja, farelo de trigo, farelo de algodão, farelo de babaçu, respectivamente 3900, 3914, 4130 e 4207 kcal/kg. Segundo o NRC (1998) a EB contida nos alimentos é produzida pela oxidação total da matéria orgânica dos alimentos e é medida em bomba calorimétrica. A utilização da EB depende da habilidade do animal em digerir os alimentos por meio de processos químicos e físicos que ocorrem no trato gastrointestinal (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Os valores de EMA e EMAn variaram de 550,35 a 742,94 e 512,35 a 702,94 kcal/kg respectivamente. Os valores de EMA superaram os de EMAn a média de 6,01%. Essa característica é considerada normal quando determinados pelo método tradicional com crescimento, pois segundo Leeson; Summers (2001) nessa fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra a deposição de tecido proteico.

Os baixos valores observados neste estudo de EMA e EMAn dos subprodutos avaliados eram previsíveis, visto que os maiores teores energéticos são aqueles que apresentam os maiores teores de extrato etéreo enquanto que os alimentos com menor energia metabolizável são aqueles com maior quantidade de carboidratos estruturais, que de maneira geral, as aves possuem baixa eficiência de metabolizar alimentos fibrosos, resultando em baixa digestibilidade (SAAD et al., 2008).

Nesse contexto, os subprodutos estudados nesse trabalho apresentam alta quantidade de carboidratos estruturais. A alta concentração de fibra na dieta reduz a capacidade de atuação das enzimas endógenas, ocasionadas pela habilidade higroscópica das fibras e, conseqüentemente, aumentando a viscosidade do conteúdo intestinal, resultando na redução dos processos digestivos e aproveitamento dos nutrientes, especialmente, das frações proteicas e energéticas dos alimentos (WARPECHOWSKI; CIOCCA, 2002; ARRUDA et al., 2011; PICOLI, 2013).

Os valores de EMA e EMAn dos SAMLE, SAPCLE, SAMPO e SAPCPO foram em média 143,0 e 122,9 kcal/kg superior em relação ao resíduo de açaí. Isso pode ser explicado pela maior disponibilidade de nutrientes, inclusive os carboidratos provenientes da fibra degradada pelo fungo e a própria presença do micélio, decorrente do crescimento dos fungos *P. ostreatus* e *L. edodes* nos substratos miceliado e pós-cultivo. Esses fungos são capazes de degradar os principais constituintes da fibra, celulose, hemicelulose e lignina (SOUZA, 1998) através das altas quantidades de enzimas lignocelulolíticas como a lacase e manganês peroxidase, convertendo os polissacarídeos em moléculas menores, que são assimiladas e utilizadas como nutrientes (CARVALHO et al, 2011; MENEZES; BARRETO, 2015).

De acordo com Pettersson et al. (1994), a utilização de enzimas que permitam a solubilização de parte da fração fibrosa insolúvel pode possibilitar maior aproveitamento do conteúdo energético das dietas. Pinheiro et al. (2008), trabalhando com a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo

dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas, como xilanase, amilase e protease, observaram um aumento de 88 kcal/kg no valor de energia metabolizável aparente. Segundo Bedford; Apajalahti (1996) a utilização de enzimas para a hidrólise de componentes da fibra é uma alternativa viável para melhorar a disponibilidade dos nutrientes. Dessa forma, o tratamento biológico com fungos basidiomicetos é uma boa alternativa, pois são fontes de enzimas degradadoras de fibra.

Comparando os valores de EMA e EMAn entre os substratos miceliado e pós-cultivo, os SAMLE, SAPCLE e SAPCPO obtiveram valores aproximados, exceto para o SAMPO que obteve maiores valores de EMA e EMAn, 742,941 e 702,94 kcal/kg respectivamente.

Os valores de EMA e EMAn dos subprodutos encontrados nesse trabalho foram inferiores aos subprodutos agroindustriais encontrados por Rostagno et al. (2011) para a polpa cítrica 1100 Kcal/Kg e farelo de trigo 1795 Kcal/Kg; por Silva et al, (2009) para farelo de goiaba 1512 Kcal/Kg e farelo de tomate 2076 Kca/Kg; e próximos ao valor de EMA da casca de soja 858 Kcal/Kg (ROSTAGNO et al., 2011) que segundo Silva (2004) pode ser utilizado em substituição de 5% da quantidade de milho na dieta sem alterar o desempenho dos animais.

Os valores de EMA e EMAn dos alimentos são parâmetros de energia mais utilizado na formulação de ração para frangos de corte (FREITAS, 2003). Dessa forma é de suma importância conhecer essas frações de energia dos alimentos.

Comparando os valores de CDAMS entre os subprodutos, o RA obteve menor valor (11,53%) em relação aos SAMLE, SAPCLE, SAMPO e SAPCPO que tiveram em média um CDAMS de 15,75%. Segundo Pettersson et al. (1994) isso pode ser explicado pela diminuição da fração fibra decorrente da ação enzimática dos fungos aumentando, assim, a sua digestibilidade. Em comparação com os CDAMS do farelo de tomate e farelo de goiaba os valores do presente estudo foram muito inferiores aos encontrados por Silva et al., (2009) 27,98 e 38,29%. Os mesmos autores destacam que a determinação do CDAMS é importante, pois auxilia na compreensão da fração digerível, assimilável e metabolizável do alimento, uma vez que é na matéria seca que os nutrientes estão contidos.

A avaliação realizada pela observação de valores absolutos levou a escolha do SAMPO para ser utilizado na composição de ração para frangos de corte,

porém não exclui e a possibilidade de aproveitamento dos demais subprodutos analisados.

3.2 Análise Hematológica

Nas aves, o reduzido volume da amostra sanguínea é um dos fatores limitantes, principalmente, em comparação com outros animais. A quantidade de sangue obtida depende do peso corporal e do estado de saúde do animal, por isso considera-se mais seguro extrair o equivalente a 1% do peso corporal (CAMPBELL; ELLIS, 2007; CLARK et al., 2009). O volume coletado em aves de corte após o consumo de diferentes dietas contendo o resíduo de açaí com e sem a ação dos frangos *L. edodes* e *P. ostreatus*, foi suficiente para a realização das análises hematológicas e bioquímicas, sem comprometimento para o animal.

A Tabela 4 apresenta os resultados de análises hematológicas, (contagem de leucócitos, dosagem de hematócritos (HT) e hemoglobina (HG) e bioquímicas (dosagem de AST – Aspartato aminotransferase e ALT – Alamina aminotransferase)

Tabela 4 -Resultado de análises hematológicas e bioquímicas realizadas em amostras de frango de corte.

Tratamentos	Parâmetros				
	Leucócitos 10 ³ /μL	HT %	HG g/dL	AST ¹ UI/L	ALT ² UI/L
Controle	12,3 – 17	23 – 25	7,6 – 8,3	204 – 207	23 – 25
T1	12,4 – 19	29 – 30	9,6 – 10	199 – 204	25 – 28
T2	12,9 – 16,7	27 – 31	8,5 – 10,6	207 – 214	23 – 26
T3	12,6 – 17,6	27 – 32	9,3 – 11,6	211 – 234	25 – 28
T4	12,4 – 18,9	29 – 32	8,3 – 9,3	197 – 209	21 – 24
T5	12,6 – 17,9	29 – 31	8,5 – 9,2	206 – 220	26 – 28
Valores de Referência	¹ 12 – 30	¹ 22 – 35	¹ 7,0 – 13,0	² Até 275	³ 19 – 50

¹BOUNOUS; STEDMAN, 2000; ²CAMPBELL, 2004; ³LUMEIJ, 1997; CAMPELL, 2004.

Quanto à avaliação dos parâmetros hematológicos, os valores de leucócitos, hemoglobina e hematócrito encontrados estão de acordo com os valores de referência citados na tabela 4, indicando a ausência de infecções, inflamações ou doenças virais caracterizadas por variações no número de leucócitos (BOUNOUS; STEDMAN, 2000; SCHMIDT et al., 2006) e ausência de anemia, normalmente

evidenciada através de valores diminuídos de hematócrito e hemoglobina (PEROZO et al., 2003; SCHMIDT et al., 2007).

A avaliação bioquímica relacionada às provas de função hepática, que indicam parâmetros para a avaliação do estado de funcionamento do fígado, órgão que pode sofrer intoxicação diante da ingestão de alimentos (CAMPBELL, 2004), buscam analisar, entre outras, as enzimas que refletem a ocorrência de lesão hepatocelular, AST e ALT. De acordo com a Tabela 4, os valores encontrados estão de acordo com os de referência, indicando não haver qualquer tipo de alteração no funcionamento do fígado das aves diante da ingestão dos alimentos testados.

Valores aumentados dessas enzimas sugerem aumento de sua atividade, que pode estar relacionado a distúrbios hepáticos ou musculares, podendo, ainda, influenciar o mau funcionamento em outros órgãos como coração, rins e cérebro (LEWANDOWSKI et al., 1986; FUDGE, 2000; CAMPBELL, 2004). Foram realizadas contagem de leucócitos e observação das células sanguíneas em lâminas coradas para microscopia óptica, como demonstradas na Figura 4 eosinófilo, linfócito e hemácias.

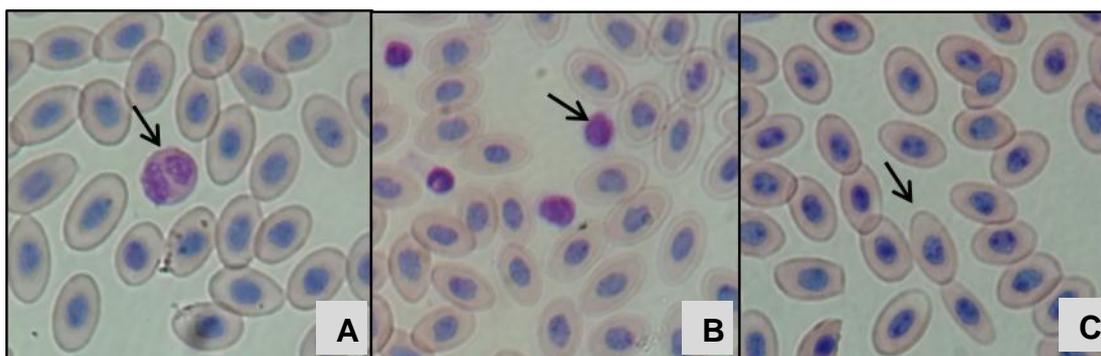


Figura 4: análise hematológica das aves, identificação e contagem de leucócitos.

A observação das células tanto na diluição para contagem de leucócitos como nas lâminas coradas vistas ao microscópio, se mostrou eficiente, possibilitando diferenciar as células sanguíneas, ou seja os diferentes leucócitos (A e B) e as hemácias com núcleos definidos (C), conforme características descritas por outros autores (CAMPBELL, 1991; JENKINS, 1995; KIRK; BISTNER, 2012), sendo que todas elas apresentaram aspectos normais sem alterações morfológicas ou patológicas.

3.3 Análise Parasitológica

Na coleta de excretas realizada ao final do experimento, em todas as gaiolas, foram encontrados microrganismos, conforme observado na figura 5.

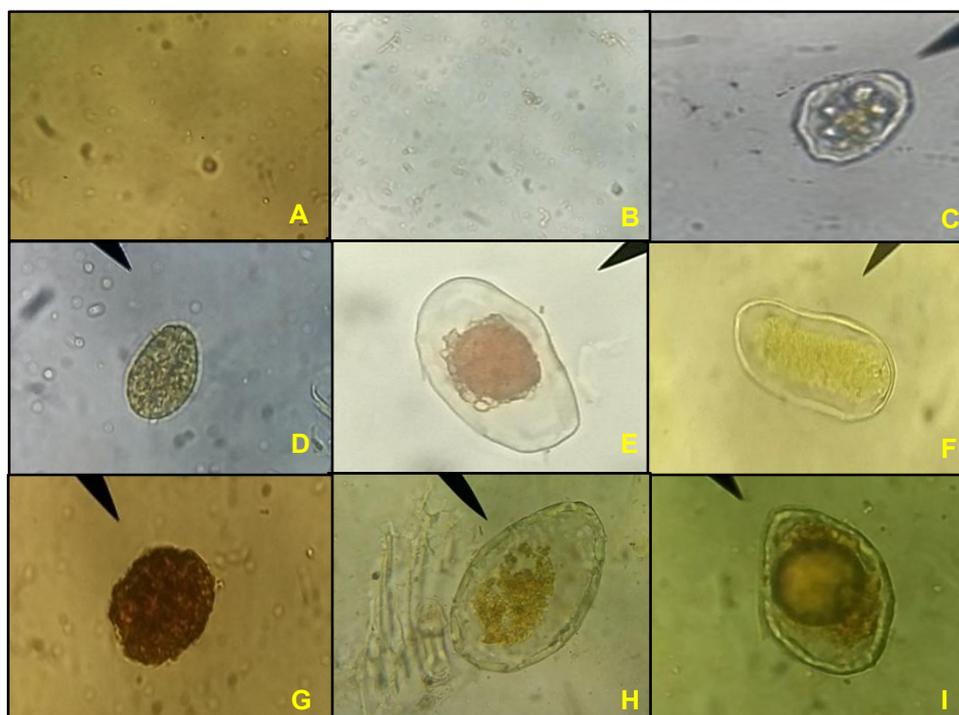


Figura 5: análise parasitológica das fezes das aves ao final do experimento.

Os métodos utilizados permitiram avaliar a flora bacteriana existente (Figura 5– A e B), com e sem adição de lugol, respectivamente, além da presença de formas evolutivas características de endoparasitas, sugestivas de protozoários (Figura 5 – C e D), e helmintos nematódeos (Figura 5 – E, F, G e H) e cestódeos (Figura 5 – I) em lâminas coradas com lugol. Os microrganismos foram observados em todas as lâminas avaliadas, porém a maior intensidade por campo foi encontrada em lâminas de amostras retiradas de aves do controle e tratamento com resíduo de açai (T1).

A digestibilidade dos alimentos utilizados influencia os aspectos das excretas, como a viscosidade, o que pode indicar problemas de alteração da flora intestinal (CHOCT et al., 1996; VIEIRA, 2003), aumentando o potencial de contaminação no ambiente de produção. Estudos demonstram que a ação de enzimas exógenas adicionadas à ração minimiza esse efeito (VIEIRA, 2003; ZANELLA, 1999).

Nesse sentido, os resultados observados quanto à flora bacteriana nas excretas das aves que consumiram alimentos com a presença do fungo e suas enzimas, apresentou menor intensidade de bactérias quando comparadas com o controle e tratamento com resíduo de açaí (T1), onde ficou evidente uma flora bacteriana aumentada em todos os campos das amostras avaliadas. A diminuição da flora, possivelmente ocorreu pela fermentação dos componentes fibrosos dos substratos (miceliado e pós-cultivo) e ação das enzimas fúngicas, causando a redução do pH intestinal pela produção de ácidos orgânicos resultantes de seu metabolismo, minimizando o crescimento de microrganismos patogênicos (FREITAS et al., 2002; MACHADO et al., 2007), favorecendo uma melhor condição sanitária. Santos et al. (2005), encontraram resultados semelhantes quando avaliaram a ação antibiótica de cogumelos desidratados (2,7 kg/t) adicionados à ração para frangos de corte no período de 1 a 42 dias.

As formas evolutivas características de protozoários e helmintos estavam presentes em todas as amostras, porém em menor quantidade por campo quando comparadas com o controle, principalmente em amostras oriundas dos tratamentos com substrato miceliado *Pleurotus ostreatus* (T3) e substrato miceliado *Lentinula edodes* (T4), demonstrando similaridade com outros trabalhos que destacam a ação antiparasitária e antibiótica dos cogumelos comestíveis quando adicionados à ração animal (VASCONCELOS, 2000; SANTOS et al., 2002; MACHADO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2009; GONÇALVES et al., 2010).

Apesar da presença de microrganismos nas amostras avaliadas, a intensidade foi baixa, não sendo observada sintomatologia clínica que demonstrasse comprometimento da saúde das aves, pois os danos causados aos animais e sinais e sintomas das parasitoses dependem da patogenicidade do agente, da intensidade da infecção e do estado imunológico das aves (MENEZES, 1999; CARNEIRO, 2001; GOMES et al., 2009).

4 CONCLUSÕES

Os alimentos analisados, resíduo de açaí e substratos fúngicos miceliado e pós-cultivo, demonstraram ter potencial quanto ao valor de energia para serem utilizados na alimentação animal, apesar de terem apresentado baixa digestibilidade, provavelmente, pelo alto teor de fibras, sendo necessário a realização de desempenho zootécnico para parâmetros de produção.

O alimento selecionado para análise de desempenho zootécnico foi o substrato de açaí miceliado de *Pleurotus ostreatus* (SAMPO), por ter apresentado maiores valores absolutos de energia para ser testado em substituição parcial do milho.

As análises hematológicas e bioquímicas indicaram que o consumo dos subprodutos analisados não causou alteração do estado de saúde das aves, principalmente, quanto à anemia e toxicidade, além de contribuírem para uma boa imunidade, o que foi observado a partir dos índices de leucócitos e hematócrito.

As análises parasitológicas evidenciaram a presença de uma flora bacteriana expressiva e presença de formas evolutivas características de protozoários e helmintos em todas as amostras avaliadas, com aumento desses microrganismos em lâminas de amostras oriundas do controle e tratamento com resíduo de açaí (T1).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA. Associação Brasileira Proteína Animal. **Relatório** Anual 2017. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-mundial>>. Acesso em: 22 jan. de 2018.
- ABREU, L.D.; Marino R.H.; Mesquita J.B.; Ribeiro G.T. Degradação da madeira de *Eucalyptus* sp. por basidiomicetos de podridão branca, **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 74, n. 4, p. 321-328, 2007.
- ALENCAR, A. C. T. **Açaí**: novas perspectivas de negócios. Coordenadoria Editorial Vanusa das Chagas. Manaus: SEBRAE/AM. p. 1-99, 2005.
- ALVES, C.M.; PEDRO, M.A.M. Processamento de carcaças temperadas de aves. **Revista Científica UNILAGO**, v.1, n.1, 2013.
- ANDRADE, M. C. N. Crescimento micelial, produção e características bromatológicas do shiitake em função de linhagens e de propriedades físicas e químicas de espécies e clones de eucalipto. Botucatu. 195 p. **Tese**. Agronomia – Universidade Estadual Paulista – UNESP.2007.
- ARANDA, M.A.; GARCIA, R.G.; DOMINGUES, C.H.F.; SGAVIOLI, S. Panorama da avicultura: Balanço do comércio brasileiro e internacional. **Revista Espacios**. v.38, n.21, p.8. 2017.
- ARRUDA, A.M.V.; SOUZA D.H.; MELO A.S.et al.Avaliação nutricional do feno de flor de seda com aves caipiras. **Acta Veterinária Brasilica**, v.5, n.3, p.311-316, 2011.
- AZEVEDO, R.S.; ÁVILA, C.L.S.; DIAS E.S. et al. Utilização do composto exaurido de *Pleurotus sajor caju* em rações de frangos de corte e seus efeitos no desempenho dessas aves. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.2, p.139-144. Maringá, 2009.
- BEBFORD, M.R.; APAJALAHTI, J. The use enzymes in poultry diets **World' Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 52, p. 61-68, 1996.
- BOUNOUS, D.I.; STEDMAN, N.L. Normal avian hematology: Chicken and Turkey. In: FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**.5 ed, Philadelphia, Lippincot, Williams & Wilkins, p.1147-1154. 2000.
- BRASIL. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Aves. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>>. Acesso em: 20 de fev. 2018.
- BRUM, P. A. R.; MAZZUCO, H.; FIALHO, F. B.; GUARIENTI, E. M.; VIOLA, E. S. Efeitos do nível de trigo na dieta, do percentual de grãos germinados e da forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 168 – 176, 2000.

BRUNO, J.B.C.; ALBUQUERQUE, R.; RASPANTINI, L.E. et al. Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo probiótico e diferentes níveis de nucleotídeos. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.** São Paulo, v.49, n.1, p.5-11, 2012.

CAMPBELL, T.W. Hematology of exotic animals. **The compendium small animal**, v.13, n.6, p. 950-956, 1991.

CAMPBELL, T.W. Clinical chemistry of birds. In: THRALL, M.A. **Veterinary hematology and clinical Chemistry**. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins, p.479-492, 2004.

CAMPBELL, T.W.; ELLIS, C. **Avian and exotic animal hematology and citology**. Blackwell publishing. Ames, IA, USA, 3. ed. p.304, 2007.

CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C. Estudos dos parâmetros hematológicos em frango de corte. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.70, n.4, p.419-424, 2003.

CARNEIRO, V.S. Composição e estrutura da comunidade de helmintos parasitos de galinhas, *Gallus domesticus* (L.), no município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. **Dissertação**. Programa de Parasitologia Veterinária. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 69f. 2001.

CARVALHO, C. S. M.; ANDRADE, M. C. N.; SALES-CAMPOS, C. Avaliação da produção e das características bromatológicas de *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos de bananeira. In: SALES-CAMPOS, C.; VAREJÃO, M. J. C. (Ed.). **Bioconversão de resíduos lignocelulolíticos da Amazônia para cultivo de cogumelos comestíveis**. Manaus: INPA. p. 39-46. 2011.

CARVALHO, T. M. F.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, n.4, p.351-361, abr. 2012.

CHARLES NORIEGA, M.L.V.C. **Apuntes de hematologia aviar**: material didático para curso de hematologia aviária. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de producción animal: Aves. 70p. México, 2000.

CHOCT, M.; HUGHES R. J.; WANG, J.; BEDFORD, M. R.; MORGAN, A. J.; ANNISON, G. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **Br. Poult. Sci.** n.37, p. 609-621. 1996.

CLARK, P.; BOARDMAN, W. S. J.; RAIDAL, S. **Collection and handling of blood samples**. Atlas of Clinical Avian Hematology. 1ª ed. Singapura: Wiley-Blackwell, cap.1. p. 01-32. 2009.

DIAZ, F.L.C. Competitividade e coordenação na avicultura de corte: Análise de empresas São Paulo – Brasil e Lima – Peru. **Dissertação**. Programa de Zootecnia/Produção Animal. Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Jaboticabal. São Paulo. 2007.

EMBRAPA. Aves e Suínos. **A avicultura no Brasil**, 2016. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas> >. Acesso em: 26 de janeiro de 2018.

FREITAS, M. F. L.; OLIVEIRA, J.B.; CAVALCANTI, M.D.B. et al. Parasitos gastrointestinais de aves silvestres em cativeiro em el estado de Pernambuco, Brasil. **Parasitología Latinoamericana**, v. 57, n. 1-2, p. 50-54, 2002.

FREITAS, E. R. Avaliação nutricional de alguns alimentos processados para aves por diferentes metodologias e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. São Paulo. **Tese**. Zootecnia – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. p. 129. 2003.

FUDGE, A.M. Avian complete blood count. In: FUDGE, A.M. **Laboratory Medicine – Avian and Exotic Pets**, W.B. Saunders. p.19-18.2000.

FUINI, M.G. Utilização do cogumelo *Agaricus blazei* como alternativa ao uso de antibióticos em rações para frangos de corte. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. 64p. **Dissertação**. Zootecnia - Universidade Federal de Lavras, 2001.

GIROTTTO, V.D.; SANTOS, G.B. Desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias submetidos a diferentes níveis de inclusão da torta de neen (*Azadirachta indica*) na ração. **Retec**, Ourinhos, v.5, n.2, p.67-84, jul./dez., 2012.

GOMES, F.F.; MACHADO, H.H.S.; LEMOS, L.S.; ALMEIDA, L.G.; DAHER, R.F. Principais parasitos intestinais diagnosticados em galinhas domesticas criadas em regime extensivo na municipalidade de Campos de Goyatacazes, RJ. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.818-822, jul./set. 2009.

GONÇALVES, C. C. de M. Qualidade e valor nutritivo do resíduo de algodão submetido ao cultivo de cogumelo. 2007. 165 p. **Tese**. Zootecnia - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

GONÇALVES, C.C.M.; PAIVA, P.C.A.; DIAS, E.S.; SIQUEIRA, F.G. Avaliação do cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Fries) Sing. Sobre o resíduo de algodão da indústria têxtil para a produção de cogumelos e para a alimentação animal. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v.34, n.1, p.220-225, jan./fev., 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D.; HAIDA, K.S.; GIANNESI, G.; KRONBAUER, E. Incidência de doenças metabólicas em frangos de corte no Sul do Brasil e uso de perfil bioquímico sanguíneo para o seu estudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.2, p.141-147, 2001.

HOFFMAN, W. A.; PONS, J. A.; JANER, S. L. The sedimentation-concentration methods in Schistosomiasis mansoni. The Puerto Rico Journal of Public Health and Tropical Medicine, Puerto Rico, v. 9, p. 281-298, 1934.

JAIN, N.C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea, Febiger, 1993.

JENKINS, J.L. Essentials of veterinary hematology: Techniques of collection, preparation, and identification. In: **Exotic animals** – a veterinary handbook. New Jersey: Veterinary learning systems, p. 126-135. 1995.

KIRK, R.W.; BISTNER, R.F. **Procedimentos veterinários e tratamento emergencial**. Elsevier, 776p. 9 ed. Rio de Janeiro, 2012.

LEWANDOWSKI, A.H.; CAMPBELL, T.W.; HARRISON, G.J. Clinical Chemistries. In: HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. **Clinical Avian Medicine, Philadelphia, W.B. Saunders**, 717p. 1986.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, p. 423, 2001.

LEITE, P.R.S.C.; LEANDRO N.S.M.; STRINGHINI, J.H. et al. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária**. Brasília, v.46, n.3, p. 280-286, 2011.

LUMEIJ, J.T, Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5 ed. San Diego, Academic Press, 932p. 1997.

LUTZ, A. O. Schistosomum mansoni e a schistosomose, segundo observações feitas no Brasil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, 11: 121-155, 1999.

MACHADO, A.M.B.; DIAS, E.S.; SANTOS, E.C.; FREITAS, R.T.F. Composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.36; n.4, p.1113-1118, 2007.

MARIETTO-GONÇALVES, G. G. A.; MARTINS, T.F.; LIMA, E.T. de; LOPES R.S.; ANDREATTI FILHO, R.L. Prevalência de endoparasitas em amostras fecais de aves silvestres e exóticas examinadas no laboratório de ornitopatologia e no laboratório de enfermidades parasitárias da fmvz-unesp. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 349-354, jan./mar. 2009

MARTINS, M.M.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A.; Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de açaí. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 231-235, Março 2009.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chicks. **Research Report**, v.7, p. 3-11, 1965.

MENEZES, R.C. Helmintoses de galinhas d'angola (*Numida meleagris* Linnaeus, 1758) criadas extensivamente no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Dissertação**. Programa de Patologia Veterinária. Universidade Federal Fluminense. 106 p. 1999.

MENEZES, C.R.; BARRETO, A.R. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos por fungos basidiomicetos: Caracterização dos resíduos e estudo do complexo enzimático fúngico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.02, p. 1365-1391, mai./ago., 2015.

MONTEIRO, S.V. Técnicas laboratoriais. In: MONTEIRO, S.V. **Parasitologia na Medicina Veterinária**. São Paulo: Roca. Cap.29, p.301-312. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. – **NRC Nutrients requirements of swine**. 10 rev. ed. Washington DC: The National Academy Press, 1998. 189p.

NATT, M.P.; HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. **Poultry Science**, n. 31, p.735-738, 1952.

OLIVEIRA, M.D.; ZAVARIZE, K.C.; GOMES, N.A. et al. Aditivos alternativos na alimentação de aves. **PUBVET**, Londrina, v.6, n.27, Ed. 214, Art. 1425, 2012.

PETTERSSON, D.; FRIGARD, T.; AMAN, P. In vitro e in vivo studies on digestion of dietary fibre components in a broiler chicken diet based on rye. **Journal of Science Food and Agriculture**, Amsterdam, v. 66, p. 267-272, 1994.

PEROZO, F.; FERRER, J.; ALVARADO, M.; Haematological values in broiler chicks during long time – low level exposure to aflatoxin B-1 in Zulia State, Venezuela. **Revista Científica – Facultad de Ciencias Veterinarias**, v.13, n.1, p.59-64, 2003.

PICOLI, K.P. Restrição alimentar e uso de alimentos alternativos na dieta de frangos de corte de crescimento lento. **Tese**. Universidade Estadual de Maringá Centro de Ciências Agrárias. Estado do Paraná. p. 11, 2013.

PINHEIRO, C.C., REGO, J.C.C., RAMOS, T.A., SILVA, B.K.R., OWSKI, M.B. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 984-996, out./dez. 2008.

PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S.; ANDRADE, A.M.R.; FRAGA, S.L.P.; TEIXEIRA, R.B. Fermentação em estado sólido: Uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. **Comunicado técnico on line**, EMBRAPA 102, v.01, p.1-5. 2005.

RABELO, C.B.V. SILVA, A.F. da; LIMA, S.B.P. de; PANDORFI, H.; SANTOS, M.J.B. dos; LOPES, C.D.C. Farelo de glúten de milho na alimentação de frangos de corte de crescimento lento. **Rev. Brs. Cienc. Agrár.** v.7, p.367 – 378, 2012.

RIZZO P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C. et al. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.801-807, 2010.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e Exigências nutricionais. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia 2011.

SAAD, C.E.P; FERREIRA W.M.; BORGES F.M.O.; LARA L.B. Energia metabolizável de alimentos utilizados na formulação de rações para papagaios-verdadeiros (*Amazonas aestiva*). **Ciê. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 591-597, mar./abr., 2008.

SAKOMURA, N.K; ROSTAGNO, H.S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos. In: **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, p.41-71, 2016.

SALES-CAMPOS, C. Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região Amazônica. 197p. **Tese**. Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus- AM. 2008.

SALES-CAMPOS, C., EIRA, A. F. **Bioconversão de resíduos madeireiros em produtos de valor agregado: cogumelos comestíveis**. 1 ed. – Manaus-AM, p. 13-21, 2010.

SALES-CAMPOS, C.; ARAUJO, L.M.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Centesimal composition and physical-chemistry analysis of the edible mushroom *Lentinus estrigosus* occurring in the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.4, n.85, p. 1537-1544, 2013.

SANTOS, R.L.; NUNES, V.A.; BAIÃO, N.C. Pododermatite de contato em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.6, p.655-658, 2002.

SANTOS, E.C.; TEIXEIRA, A.S.; de FREITAS, R.T.F.; RODRIGUES, P.B.; DIAS, E.S.; MURGAS, L.D.S. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos de corte. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.29, n.1, p.223-231, jan/fev. 2005.

SCHIMIDT, E.M.S.; PAULILLO, A.C.; ALFARO, D.M.; OLIVEIRA, E.G.; MANGRICH-ROCHA, R.M.V.; SANTIN, E. Parâmetros laboratoriais de frangos de corte vacinados contra coccidiose. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Suplemento 8, p.207. 2006.

SCHIMIDT, E.M.S.; PAULILLO, A.C.; SANTIN, E.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; OLIVEIRA, E.G. Hematological and sérum chemistry values for the ring-necked pheasant (*Phasianus colchicus*): variation with sex and age. **International Journal Poultry Science**, v.6, n.2, p.137-139, 2007.

SCHIMIDT, E.M.S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A.C. Patologia clínica em aves de produção: uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.3, p.9-20, 2007b.

SILVA, B.A.N. Acasca de soja e sua utilização na alimentação animal. **Revista eletrônica Nutritime**, v.1, nº1, p.59-68, julho/agosto, 2004.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. – Viçosa: UFV. 235p. 2002.

SILVA, E.P. SILVA, D.A.T. RABELLO, C.B.V., LIMA, R.B., LIMA, M.B., LUDKE, J.V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.6, p.1051-1058, 2009.

SIQUEIRA, G.C.L. MENEZES, M.; SIQUEIRA, S.L.; SILVA, G. S da; ALVAREZ RIVERA, C.R.; VICENTE, C.A. R.; NIETO, M.D. **Açaí**: Produtos potenciais da Amazônia. Brasília: MMA/SCA/GTA/SUFRAMA/SEBRAE, p. 50, 1998.

SOARES, M. B.; FUENTES M.F.F.; FREITAS E.R. et al. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1076-1082, 2007.

SOUZA, O. Tratamento de subprodutos e resíduos lignocelulósicos com ureia na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. 1., 1998. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza. Sociedade Nordestina de Produção Animal. p.195. 1998.

STRADA, E.S.O.; ABREU R.D.; OLIVEIRA, G.J.C. de. et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 34, p. 2369-2375, 2005.

TEIXEIRA NETTO, M. V.; MASSUQUETO, A.; DURAU, J. F.; LIMA NETTO, E. S.; KRABBE, E. L.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, S. G. Efeito da temperatura de condicionamento sobre a **digestibilidade** da proteína bruta e metabolizabilidade de dietas para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA FACTA, 2014, Atibaia. [Anais...] Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2014.

VASCONCELOS, O.I. Parasitose em aves de produção industrial. In: JUNIOR, A.B., MACARI, M. **Doença das aves**. 1 ed. Campinas. FACTA, cap. 74, p. 423-428, 2000.

VIEIRA, S.L. Oportunidade para o uso de enzimas em dietas vegetarianas. IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2003, Chapecó – SC. **Anais...**Chapecó. p.91 - 95. 2003.

WARPECHOWSKI, M.B.; CIOCCA, M.L.S. **Effect of dietary insoluble fiber on retention of solid and liquid phases of digest of intact, cecectomized and ileum fistulated broiler**. In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION MEETING, 91., Newark, 2002, Proceedings Newark, p. 76, 2002.

ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78, n.4, p.561-568, 1999.

CAPÍTULO IV

UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATO DE RESÍDUO DE AÇAÍ MICELIADO COM *Pleurotus ostreatus* EM DIETAS DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

No que se refere à produção animal, o progresso da indústria avícola tem se revelado de suma importância. Entre os vários fatores que contribuem para esse destaque, a nutrição tem desempenhado importante papel, com intensa busca de melhora no aproveitamento dos nutrientes na dieta. O uso de subprodutos da agroindústria na alimentação animal, além de agregar valor aos mesmos, reduz o seu potencial de poluição ambiental e ameniza a competição por alimentos com a população humana. Uma das opções seria a utilização de resíduos agroindustriais tratados biologicamente com fungos basidiomicetos que são capazes de degradar a fibra, assim disponibilizando os nutrientes como as vitaminas, sais minerais e proteínas essenciais para o desenvolvimento das aves. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte a partir de ração suplementada com substrato de resíduo de açaí miceliado com *Pleurotus ostreatus* (SAMPO), selecionado anteriormente por suas características energéticas. Foi realizada uma análise de desempenho utilizando 360 pintos de corte da linhagem comercial Cobb® 500, não sexados, em duas fases de desenvolvimento, fase de crescimento (15 a 22 dias) e fase final (22 a 45 dias) distribuídas em 30 boxes medindo 1,20m x 1,5m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, 6 repetições com 12 aves por repetição. Os tratamentos consistiram em dietas formuladas com diferentes níveis de inclusão, 0%, 3%, 6%, 9% e 12%, do SAMPO, com fornecimento de dieta e água à vontade. Foi avaliado o efeito destes níveis de inclusão através do desempenho, características de carcaças, pesos absolutos e relativos de órgãos, composição química dos cortes nobres e altura de vilosidades intestinais de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. Os resultados demonstraram a viabilidade de utilização do substrato na fase de crescimento com nível de inclusão 4,98% para ganho médio de peso, 5,55% para consumo de ração e 3,34% para conversão alimentar, influenciando também na melhoria de características como menor peso de gordura abdominal e qualidade da carne que apresentou maior teor de proteína e menor teor de extrato etéreo, além de evidências de benefícios quanto a imunidade e saúde dos animais. A análise histológica das vilosidades intestinais demonstrou características compatíveis com o consumo de dietas ricas em fibras, com as alturas diminuindo com o aumento do nível de inclusão do substrato. Dessa forma, foi produzida uma ração suplementada com um aditivo de menor custo e elevado valor ambiental, sendo o baixo teor nutricional do resíduo, modificado pelo cultivo de fungos basidiomicetos que realizaram a bioconversão de compostos complexos, tornando-os disponíveis para serem absorvidos pelo organismo animal e agregando características semelhantes ao micélio presente no substrato.

Palavras-chave: Aditivo, aves de corte, desempenho, micélio fúngico, ração.

ABSTRACT

As far as animal production is concerned, the progress of the poultry industry has proved to be of the utmost importance. Among the several factors that contribute to this highlight, nutrition has played an important role, with an intense search for improvement in the nutrients utilization in the diet. The use of agroindustrial by-products in animal feed, besides adding value to them, reduces their potential for environmental pollution and lessens the competition for food with the human population. One of the options would be the use of biologically treated agroindustrial residues with basidiomycete fungi that are capable of degrading the fiber, thus making available nutrients such as vitamins, minerals and proteins essential for the development of birds. Thus, the objective of this work was to evaluate the zootechnical performance of broiler chickens from the diet supplemented with a substrate of açai residue micelle with *Pleurotus ostreatus* (SAMPO), previously selected for its energetic characteristics. A performance analysis was carried out using 360 non-sexed Cobb® 500 commercial broiler chicks in two stages of development, growth phase (15 to 22 days) and final phase (22 to 45 days) distributed in 30 boxes measuring 1.20m x 1.5m. The experimental design was completely randomized, with 5 treatments, 6 replicates and 12 birds per replicate. The treatments consisted of diets formulated with different levels of inclusion, 0%, 3%, 6%, 9% and 12%, of the SAMPO, with provision of diet and water at will. The effect of these inclusion levels was evaluated through performance, carcass characteristics, absolute and relative organ weights, chemical composition of noble cuts and height of intestinal villi of broiler chickens at different stages of development. The results demonstrated the feasibility of using the substrate in the growth phase with inclusion level 4.98% for average weight gain, 5.55% for feed intake and 3.34% for feed conversion, also influencing the improvement of characteristics such as lower abdominal fat weight and meat quality that presented higher protein content and lower ethereal extract content, as well as evidence of benefits regarding immunity and animal health. The histological analysis of the intestinal villi showed characteristics compatible with the consumption of fiber-rich diets, with the heights decreasing with the increase of the inclusion level of the substrate. Thus, a feed supplemented with an additive of lower cost and high environmental value was produced, the low nutritional content of the residue being modified by the cultivation of basidiomycete fungi that performed the bioconversion of complex compounds, making them available to be absorbed by the organism animal and adding characteristics similar to the mycelium present in the substrate.

Keywords: Additive, cutting birds, mycelium fungico, performance, ration.

1. INTRODUÇÃO

No campo da produção animal, o progresso da indústria avícola tem sido de relevada significância. Entre os vários fatores que contribuem para esta finalidade, a nutrição tem desempenhado importante papel, com intensa busca de melhora no aproveitamento dos nutrientes da dieta. Dados referentes a agricultura brasileira (AGRIANUAL, 2017; BRASIL, 2017) mostram que a produção anual de grãos de cereais, legumes e sementes de oleaginosas no mundo é de, aproximadamente, 2 bilhões e 140 milhões de toneladas, associada à estimativa de 230 milhões de toneladas de componentes fibrosos como parte de subprodutos. Registros da avicultura demonstram que 65% da produção nacional de milho e 40% da oferta de farelo de soja são consumidos na alimentação animal (ABPA, 2017; UBABEF, 2017).

Apesar da constante busca por alimentos alternativos, as rações de aves ainda são formuladas basicamente com o milho e farelo de soja. Assim, o uso de subprodutos da agroindústria na alimentação animal, além de agregar valor aos mesmos, reduz o seu potencial de poluição ambiental e ameniza a competição por alimentos com a população humana. A busca por fontes substitutivas ao milho e à soja constitui um fator importante para a manutenção da viabilidade produtiva da avicultura de corte, haja vista a grande demanda destes grãos, o que tem elevado significativamente os seus valores comerciais (OLIVEIRA et al., 2012). Além disso, a exploração de fontes alternativas na alimentação animal reduz a dependência do sistema por ingredientes tradicionais (ARANDA et al., 2017)

A alimentação representa cerca de 70% dos custos de produção de frangos de corte. A principal maneira de diminuir estes custos e melhorar a eficiência alimentar é através da modificação da formulação dietética, mas outra possibilidade seria a utilização de seleção genética baseada em características morfofisiológicas do trato digestório (VERDAL et al., 2011; DURAU, 2013).

Devido à grande demanda energética dos frangos industriais torna-se necessária a busca por alimentos alternativos, como os resíduos agroindustriais que tratados biologicamente com a utilização de fungos basidiomicetos capazes de degradar a fibra, tornam-se mais digeríveis, disponibilizando os nutrientes como as vitaminas, sais minerais e proteínas essenciais para o desenvolvimento das aves (SILVA, 2014).

Os fungos basidiomicetos são produzidos em substratos denominados compostos que, por sua vez, são elaborados por materiais ou subprodutos da agricultura. O cultivo é um processo biotecnológico que recicla hastes de celulose e lignina (ZHANG et al., 2002). Após o crescimento e a colheita dos cogumelos, o substrato de crescimento que contém grande quantidade de micélio pode ser utilizado para outros fins na agropecuária, como adubo ou alimentação animal (SANCHEZ, 2004). Além disso, durante o crescimento dos fungos, são produzidas substâncias e, entre elas, destacam-se os polissacarídeos pertencentes ao grupo β -glucano, conhecidos por sua atuação como estimulantes da atividade imunológica do hospedeiro (MIZUNO et al., 1998).

O gênero *Pleurotus* é um dos cogumelos mais cultivados, com excelente adaptação ao Brasil, por ser menos exigente em relação a clima, crescendo com alta eficiência em clima tropical. É conhecido em diferentes partes do mundo como uma classe de cogumelos de alta habilidade saprofítica e por degradar resíduos lignocelulósicos como substrato, podendo ser utilizado no tratamento biológico para a quebra de compostos antinutricionais em substratos utilizados para o seu cultivo. Análises de energia bruta e digestibilidade, realizadas anteriormente, indicaram o potencial de utilização de substrato oriundo do cultivo de cogumelos na alimentação de frangos de corte (RAGUNATHAN; SWAMINATHAN, 2003; AZEVEDO et al., 2009; GONÇALVES et al., 2010).

Segundo dados disponibilizados pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017), o consumo de carne de frango per capita no Brasil em 2000 era de 29 kg e chegou a 45 kg em 2012. Em grande parte, o aumento da produção de aves, mais especificamente de frangos, está atrelado à crescente necessidade de proteínas de origem animal de baixo custo, fator este que precisa ser mantido mesmo com o desenvolvimento tecnológico da produção.

Sendo assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da dieta com diferentes níveis de inclusão de substrato de resíduo de açaí miceliado com *Pleurotus ostreatus* no desempenho, características de carcaças, composição química dos cortes nobres e altura de vilosidades intestinais de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento de desempenho foi conduzido no aviário do Instituto Federal do Amazonas – IFAM Campus Parintins/AM em parceria com a Universidade Federal do Amazonas – UFAM Campus Parintins/AM, sendo submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/ UFAM com protocolo nº 47/2017.

Foram adquiridos 360 pintos de corte da linhagem comercial Cobb® 500, não sexados, em duas fases de desenvolvimento, fase de crescimento (14 a 22 dias) e fase final (22 a 45 dias), sendo vacinadas no incubatório contra doença de Marek, Bouda Aviária e Gumboro no incubatório e aos 12 dias foram vacinados contra doença Newcastle, na água de bebida.

As aves foram distribuídas em 30 boxes medindo 1,20m x 1,50m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos, 6 repetições e 12 aves por repetição. Os tratamentos consistiram em dietas formuladas com diferentes níveis de inclusão (0%, 3%, 6%, 9% e 12%) do substrato de Açai miceliado com *Pleurotus ostreatus* (SAMPO), com fornecimento de dieta e água à vontade.

As rações foram formuladas em programa de computador específico (TD Software Ltda. 1983 – 2006) de acordo com a necessidade nutricional recomendada por Rostagno et al. (2011) para frangos de corte em cada fase de desenvolvimento, inicial (Tabela 1), crescimento (Tabela 2) e final (Tabela 3), sendo às duas últimas adicionado o substrato de açai miceliado de *Pleurotus ostreatus* de acordo com os diferentes níveis de inclusão.

Tabela 1 - Composição percentual e calculada da ração inicial.

Ingredientes	Valores (%)
Milho em grão	26,78
Farelo de soja	69,85
Óleo de soja	1,35
Fosfato de bicálcico	0,36
Sal comum	0,57
Premix¹	0,26
DL – Metionina	0,83
Total	100
Composição Calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3180
Proteína bruta (%)	18,24
Cálcio (%)	0,24
Fósforo disponível (%)	0,19
Sódio (%)	0,24
Lisina Disponível (%)	0,82
Metionina + Cistina Disponível (%)	1,33

¹Premix vitamínico, mineral e aminoácido. Composição por Kg do produto: Vitamina A (mín) 2.000,00 UI, Vitamina D3 (mín) 400.000,00 UI, Vitamina E (mín) 3.000,00 UI, Vitamina K3 (mín) 500,00 mg, Vitamina B1 (mín) 200,00 mg, Vitamina B2 (mín) 900,00 mg, Vitamina B6 (mín) 200,00 mg, Vitamina B12 (mín) 3.000,00 mg, Ácido nicotínico (mín) 7.600,00 mg, Pantotenato de Cálcio (mín) 3.000,00 mg, Ácido fólico (mín) 100,00 mg, Colina (mín) 51,70 g, Cobre (mín) 1.200,00 mg, Ferro (mín) 6.000,00 mg, Manganês (mín) 14,00 g, Zinco (mín) 10,00 g, Iodo (mín) 100 mg, Selênio (mín) 40,00 mg, Metionina (mín) 360,00 g, Bacitracina de zinco 5.000,00 mg, Maduramicina amônio 1.000,00 mg.

Tabela 2 - Composição percentual e calculada da ração na fase de crescimento de acordo com os diferentes os níveis de inclusão.

Ingredientes	0%	3%	6%	9%	12%
	Valores (%)				
Milho em grão	34,51	34,63	34,80	35,03	35,25
Farelo de soja	57,80	56,08	54,31	51,05	48,57
Óleo de soja	3,55	2,15	0,75	0,75	0,00
Fosfato de bicálcico	1,99	1,99	2,00	2,01	2,02
Calcário calcítico	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89
Sal comum	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38
Premix¹	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
DL – Metionina	0,18	0,18	0,18	0,19	0,20
SAMPO	-	3,00	6,00	9,00	12,00
Total	100	100	100	100	100
Composição Calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3083	3083	3083	3156	3190
Proteína bruta (%)	20,76	20,88	21,00	21,04	21,12
Cálcio (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Fósforo disponível (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Lisina Disponível (%)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Metionina + Cistina Disponível (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

¹Premix vitamínico, mineral e aminoácido. Composição por Kg do produto: Vitamina A (mín) 2.000,00 UI, Vitamina D3 (mín) 400.000,00 UI, Vitamina E (mín) 3.000,00 UI, Vitamina K3 (mín) 500,00 mg, Vitamina B1 (mín) 200,00 mg, Vitamina B2 (mín) 900,00 mg, Vitamina B6 (mín) 200,00 mg, Vitamina B12 (mín) 3.000,00 mg, Ácido nicotínico (mín) 7.600,00 mg, Pantotenato de Cálcio (mín) 3.000,00 mg, Ácido fólico (mín) 100,00 mg, Colina (mín) 51,70 g, Cobre (mín) 1.200,00 mg, Ferro (mín) 6.000,00 mg, Manganês (mín) 14,00 g, Zinco (mín) 10,00 g, Iodo (mín) 100 mg, Selênio (mín) 40,00 mg, Metionina (mín) 360,00 g, Bacitracina de Zinco 5.000,00 mg, Maduramicina Amônio 1.000,00 mg.

Tabela 3 -Composição percentual e calculada da ração na fase final de acordo com os diferentes os níveis de inclusão.

Ingredientes	0%	3%	6%	9%	12%
Milho em grão	32,87	33,00	33,15	33,39	33,23
Farelo de soja	58,38	56,64	54,89	53,05	50,80
Óleo de soja	4,8	3,40	2,00	0,60	0,00
Fosfato de bicálcico	1,84	1,85	1,85	1,86	1,87
Calcário calcítico	0,85	0,85	0,85	0,84	0,83
Sal comum	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Premix¹	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
DL – Metionina	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20
SAMPO	-	3,00	6,00	9,00	12,00
Total	100	100	100	100	100
<i>Composição Calculada</i>					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3176	3176	3176	3176	3218
Proteína bruta (%)	20,07	20,19	20,31	20,43	20,50
Cálcio (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Lisina Disponível (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Metionina + Cistina Disponível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74

¹Premix vitamínico, mineral e aminoácido. Composição por Kg do produto: Vitamina A (mín) 2.000,00 UI, Vitamina D3 (mín) 400.000,00 UI, Vitamina E (mín) 3.000,00 UI, Vitamina K3 (mín) 500,00 mg, Vitamina B1 (mín) 200,00 mg, Vitamina B2 (mín) 900,00 mg, Vitamina B6 (mín) 200,00 mg, Vitamina B12 (mín) 3.000,00 mg, Ácido nicotínico (mín) 7.600,00 mg, Pantotenato de Cálcio (mín) 3.000,00 mg, Ácido fólico (mín) 100,00 mg, Colina (mín) 51,70 g, Cobre (mín) 1.200,00 mg, Ferro (mín) 6.000,00 mg, Manganês (mín) 14,00 g, Zinco (mín) 10,00 g, Iodo (mín) 100 mg, Selênio (mín) 40,00 mg, Metionina (mín) 360,00 g, Bacitracina de Zinco 5.000,00 mg, Maduramicina Amônio 1.000,00 mg.

2.1 Avaliação do Desempenho

Para a avaliação do desempenho zootécnico, as aves foram recebidas com 1 dia de idade e mantidas em círculo de proteção por 14 dias, sob campânula com aquecimento por lâmpada de 100 Watts (Figura 1), sendo alimentados com ração inicial e água a vontade, com período de iluminação de 24 horas (natural +artificial). No 14^o dia de idade, as aves foram distribuídas nos boxes, tendo em vista a equalização dos pesos corporais com média de 320 g \pm 30 g por box (Figura 2).As aves foram pesadas semanalmente durante todas as fases de desenvolvimento, considerando o peso das aves mortas (SAKOMURA; ROSTANGNO, 2016).



Figura 1: Avaliação de desempenho zootécnico –Pintos de 1 a 14 dias mantidos em círculo de proteção e alimentados com ração inicial.



Figura 2: Avaliação de desempenho zootécnico – Aves de 15 dias distribuídas em boxes de acordo com o tratamento.

A temperatura e umidade foram verificadas diariamente, o período de iluminação e manejo de cortina foi realizado de acordo com o manual de manejo de frangos de corte Cobb® 500 tanto para o período do dia (Figura 3) quanto da noite (Figura 4), neste caso com auxílio de temporizador previamente programado.



Figura 3: Manejo de cortina com período de iluminação natural.



Figura 4: Manejo em período noturno com cortinas levantadas e luz artificial.

Os parâmetros de desempenho analisados segundo SAKOMURA; ROSTAGNO, (2016) foram:

- **Ganho de peso - GA (kg):** As aves foram pesadas no início e término de cada fase (crescimento e final), sendo o ganho de peso calculado pela diferença entre o peso final e o peso inicial.
- **Consumo de ração - CR (kg):** Foi obtido a partir da quantidade de ração oferecida durante cada semana subtraindo-se a sobra ao final da mesma. Para o cálculo do consumo semanal de ração, de acordo com os níveis de inclusão, foi considerado o número de aves mortas na semana.
- **Conversão alimentar (CA) (kg/kg):** O cálculo de conversão alimentar foi dado pela razão entre consumo médio de ração e o ganho médio de peso dos frangos ao final de cada fase de criação.

2.2 Avaliação das Características de Carcaça

Ao final do ensaio de desempenho, aos 45 dias de idade, as aves foram submetidas a jejum de sólidos por oito horas. Sendo retiradas duas aves por unidade experimental com peso médio do grupo, sendo 12 aves por tratamento, totalizando 60 aves.

As aves selecionadas foram individualmente pesadas (peso vivo), identificadas e transportadas para o laboratório de Anatomia Animal da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Campus Parintins/AM, onde foram insensibilizadas

por desarticulação das vértebras cervicais, abatidas por sangria na veia jugular, escaldadas a 52 °C por 2 minutos, depenadas, retirada a cabeça, o pescoço e os pés e evisceradas (MACARI et al., 2008; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Após serem lavadas, as carcaças foram penduradas por 5 minutos para eliminação do excesso de água, em seguida, pesadas novamente para avaliação do peso da carcaça quente. Em seguida foram embaladas em sacos plásticos, identificadas, resfriadas por 1 hora em água com gelo e armazenadas por 24 horas em temperatura de 5 °C. Após este período as carcaças foram pesadas individualmente para a determinação do peso da carcaça resfriada, e realização dos cortes (peito, coxa, sobrecoxa, dorso e asas) e pesagem dos mesmos.

Os cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa) foram embalados individualmente em sacos plásticos, identificados e congelados a uma temperatura média de -10 °C para posteriores análises químicas.

O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça resfriada e o peso vivo após o jejum. O rendimento dos cortes (%) foi obtido pela relação entre o peso desses cortes e o da carcaça resfriada.

Foram avaliados os pesos absolutos (peso total em gramas) da gordura abdominal, do intestino e das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela). Os pesos relativos foram expressos em porcentual calculados a partir dos respectivos pesos absolutos em relação ao peso da carcaça resfriada. A moela foi aberta e o conteúdo removido com papel toalha seco, bem como a membrana interna, para então, proceder a pesagem. O intestino foi inicialmente dividido em delgado e grosso e o conteúdo intestinal foi retirado de ambos por compressão das partes com os dedos no início até a porção final, obtendo-se seu peso após esse procedimento.

A gordura abdominal foi considerada como a parte constituída por todo tecido adiposo aderido ao redor da cloaca, da Bursa de Fabrícus, dos músculos abdominais adjacentes e da periferia da moela.

2.3 Composição Química dos Cortes Nobres

As análises de composição química foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Campus Parintins/AM. No preparo, os cortes foram descongelados em geladeira (Figura 5), e após a retirada da pele, a carne foi cuidadosamente separada dos ossos.

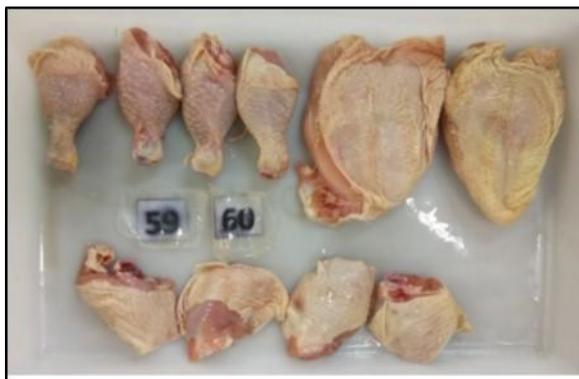


Figura 5: Preparo dos cortes para análises químicas de acordo com a identificação referente aos tratamentos.

As amostras foram cortadas, moídas em processador doméstico, homogeneizadas e previamente secas em estufa ventilada a 55 °C para obtenção da matéria seca ao ar e em estufa a 105 °C para obtenção da matéria seca definitiva. Os cálculos e análises da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

2.4 Comprimento de Intestinos e Morfometria Duodenal

Durante o abate, após limpeza, medida e pesagem dos intestinos, de todas as 60 aves, foram separados os intestinos delgado e grosso (Figura 6), mensurados com auxílio de fita métrica, e retirados segmentos de aproximadamente 5 cm do duodeno, lavados com solução salina e colocados em frascos identificados por ave e tratamento, contendo solução de formalina a 10% tamponada para posterior análise de morfologia, através da avaliação de altura das vilosidades (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).



Figura 6: Intestinos sendo preparados para mensuração.

O preparo das lâminas foi realizado no Laboratório de Morfofisiologia da Universidade do Estado do Pará – UEPA, onde as amostras foram fixadas em formol 10% por um período de 72 horas, posteriormente desidratadas e submetidas a uma série gradativa de banhos de álcool, começando com 50% e progredindo até o álcool absoluto 100% (SYNTH®). Em seguida foram diafanizados com Xilol por 4 horas (SYNTH®) para impregnação e inclusão em parafina (Paraplast®), sendo colocadas em recipientes de alumínio adequados com parafina fundida por 4 horas.

Após a inclusão, as amostras foram colocadas em um pequeno recipiente coberto com parafina fundida e deixadas para endurecer, formando um bloco. Com o auxílio de um micrótomo LEICA® modelo RM 2125RT, foram realizados cortes longitudinais com 5 µm de espessura, adicionados em banho-maria, posteriormente retirados, colocados em lâminas e corados com Hematoxilina-Eosina (HE).

Em cada lâmina foram colocados 3 cortes para montagem permanente. Na análise, foram mensurados 15 vilos por lâmina em microscópio óptico, objetiva de 40X e fotografados através de sistema de microfotografia (Olympus System Microscope® Modelo CX 41- Olympus PM10SP Automatic Photomicrographic System).

2.5 Custos das Rações

Após a realização do experimento, foi realizada a análise dos custos das rações para avaliar a viabilidade da utilização dos níveis de inclusão do substrato de açaí miceliado de *Pleurotus ostreatus* (SAMPO), em comparação com o valor dos ingredientes utilizados para preparo da ração controle (0%) nas duas fases de desenvolvimento, crescimento e final.

O cálculo do custo de SAMPO foi realizado considerando as despesas com transporte e processamento do subproduto (seleção, secagem, moagem e armazenamento) estimando-se o preço por Kg do produto em R\$ 0,10.

Os custos foram calculados a partir do preço por quilo das matérias primas de acordo com as porcentagens na formulação da ração controle para cada fase de desenvolvimento e com a utilização de diferentes níveis de inclusão de SAMPO.

2.6 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

Os experimentos foram conduzidos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos (dietas experimentais), com seis repetições e 12 aves por repetição, totalizando 360 aves.

As respostas dos experimentos aos níveis de inclusão de substrato de resíduo de açaí miceliado com *Pleurotus ostreatus* (0%, 3%, 6%, 9% e 12%) na formulação da ração, foram estudadas por meio de análise de regressão, sendo as estimativas de exigências nutricionais estabelecidas, quando possível, através do estudo do modelo quadrático.

Foi utilizado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003), desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas, da Universidade Federal de Lavras, MG (UFLA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho de frangos de corte mistos de acordo com os níveis de 0%, 3%, 6%, 9% e 12% de inclusão de substrato de açai miceliado com *Pleurotus ostreatus* (SAMPO) nas fases de crescimento (14 a 28) e final (28 a 45 dias), quanto ao Ganho de Peso Médio (GPM), Consumo de Ração (CR) e Conversão Alimentar (CA), estão relacionados na Tabela 4.

Tabela 4 -Parâmetros de desempenho avaliados.

Níveis de Inclusão (%)	Fase Crescimento (14 a 28 dias)		
	GMP (g)	CR (g)	CA
0	284,26	478,13	1,71
3	313,78	533,10	1,59
6	317,80	491,15	1,75
9	296,33	553,88	1,71
12	249,36	443,31	1,83
FV ¹	5,99	3,70	3,88
Fonte de Variação	-----Probabilidade-----		
Regressão Linear	0,021	0,179	0,062
Regressão Quadrática	0,001	0,000	0,001
	Fase Final (28 a 45 dias)		
0	1244,21	1918,82	1,64
3	1273,93	2210,83	1,76
6	1075,22	2028,16	1,96
9	1224,27	2799,02	2,23
12	992,20	2700,07	2,35
FV ¹	4,98	3,99	3,04
Fonte de Variação	-----Probabilidade-----		
Regressão Linear	0,001	0,001	0,001
Regressão Quadrática	0,190	0,413	0,491

¹FV = Fonte de variação.

Os parâmetros de desempenho avaliados no período de 14 a 28 dias apresentaram efeitos significativos quadráticos para ganho de peso (P-valor = 0,001), consumo de ração (P-valor = 0,001) e conversão alimentar (P-valor = 0,001), permitindo estimar os níveis ótimos para o ganho médio de peso, onde o maior nível de inclusão foi a adição de 4,98% de SAMPO ($y = -1,4164x^2 + 14,089x + 284,26$), para CR foi 5,55% ($y = -1,7968x^2 + 19,933x + 477,34$) e CA de 3,34% ($y = 0,0022x^2 - 0,0147x + 1,686$) (Figura 7).

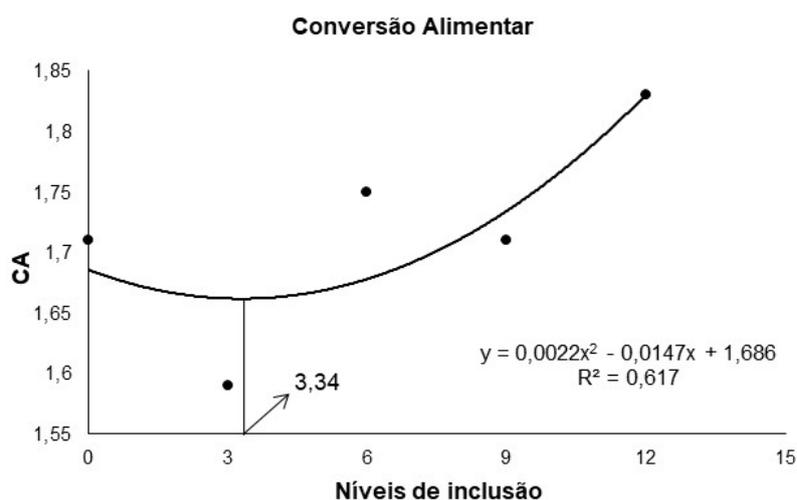


Figura 7: Conversão alimentar no período de 14 a 28 dias.

Os níveis ótimos de inclusão de substrato de cogumelo obtidos neste trabalho foram superiores em relação aos encontrados por Azevedo et al. (2009), utilizando o composto exaurido de *Pleurotus sajor caju* na ração de frango de corte na fase inicial de 1 a 21 dias de idade, onde encontraram, por exemplo, valor máximo de GMP com a inclusão de 0,67% desse composto.

Machado et al. (2007) observaram aumento do CR e melhoria da CA de frangos de corte alimentados com ração adicionada com 0,2 a 0,8% do mesmo composto à ração na conversão alimentar (CA) no período de 14 a 28 dias, também foi encontrado efeito significativo quadrático, sendo a exigência para melhor CA a inclusão de 3,34 % de SAMPO. No entanto, o período de 28 a 45 dias, foi observado um aumento na CA, apresentando efeito significativo linear crescente (P-valor = 0,001) com o aumento dos níveis de inclusão de SAMPO.

No período avaliado de 28 a 45 dias, observou-se efeitos significativos (P-valor= 0,001) linear decrescente com o aumento dos níveis de inclusão de SAMPO, para CR ($y = 71,69x + 1901,2$) e CA ($y = 0,063x + 1,61$) e crescente para GMP (Figura 8), não permitindo estimar um nível ótimo. Mas, resultados semelhantes foram indicados por Machado et al. (2007), que observaram a diminuição no ganho de peso de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, com adição de 1% de substrato exaurido de *Pleurotus sajor caju* a ração, assim como Montagne et al., (2003), que também obtiveram menor ganho de peso com níveis de 1% de *Pleurotus sajor caju*, o que os autores atribuíram a efeitos antinutricionais e à maior quantidade de fibras alimentares na dieta.

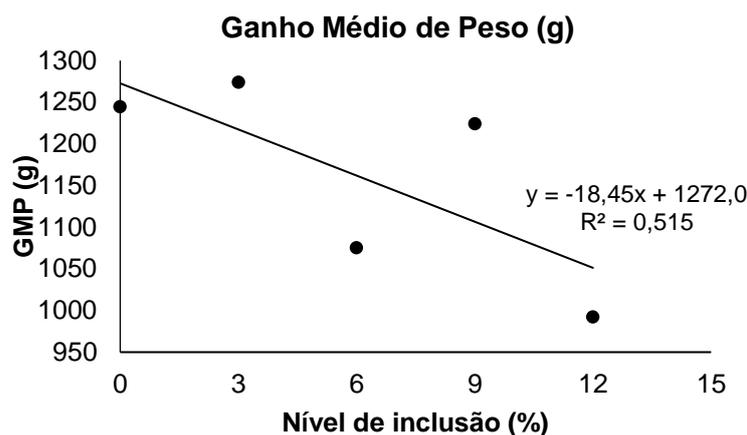


Figura 8: Ganho médio de peso no período de 28 a 45 dias.

O decréscimo no GMD a partir de 4,98 % de inclusão de SAMPO no período de 14 a 28 dias e o efeito significativo linear decrescente no GMD no período de 28 a 45 dias com o aumento dos níveis de inclusão, pode ser explicado segundo Brito *et al.* (2008), pelo alto teor de fibra contido no SAMPO que possuem baixa digestibilidade pelas aves, devido as mesmas não possuírem capacidade enzimática para a digestão de polissacarídeos não amiláceos, causando limitações em sua resposta fisiológica. Além disso, a fração insolúvel da fibra atua na retenção de água tornando a passagem da digesta mais rápida pelo trato gastrointestinal, enquanto que a fração solúvel exerce aumento da viscosidade da digesta no intestino delgado dificultando a ação das enzimas, reduzindo assim a digestão e absorção dos nutrientes, prejudicando o desempenho das aves (HETLAND *et al.*, 2004).

Com relação ao consumo de ração (CR) no período avaliado de 14 a 28 dias, foi observado efeito quadrático, com melhor resultado ao nível de 5,5% de inclusão de SAMPO na dieta. A redução no consumo a partir deste nível pode ser explicada pelo aumento do teor de fibras que, para aves jovens acarreta em maior tempo de passagem do alimento pelo trato digestório, reduzindo assim o consumo de ração (CHOCT, 2002; SILVA, 2014).

No período de 28 a 45 dias de desenvolvimento dos frangos, verificou-se efeito significativo linear crescente para CR à medida que se aumenta os níveis de inclusão de SAMPO. Esse resultado se assemelha aos encontrados por Machado *et al.* (2007), que utilizaram adição de até 1% de composto exaurido de *Agaricus blazei*, obtendo aumento no consumo até o nível máximo estudado. Já Azevedo *et al.* (2009)

não observaram diferença significativa no consumo de ração com a inclusão de 2% do composto exaurido de *Pleurotus sajor caju*.

O fato do consumo de ração ter aumentado linearmente com o aumento nos níveis de inclusão de SAMPO no período de 28 a 45 dias pode estar associado ao aumento do conteúdo fibroso na dieta, que segundo Silva (2014) em aves adultas a fibra ocasiona estímulos levando ao aumento compulsório no consumo de ração para compensar possíveis deficiências nutricionais, principalmente energéticas, exigidos para manutenção do crescimento, desenvolvimento e produção. De acordo com Leeson e Summers (2001), o consumo voluntário de ração pelas aves é regulado, dentro de certos limites, pela ingestão de energia e palatabilidade da ração.

A conversão alimentar é obtida a partir do consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP) durante determinado período de produção (SILVA, 2014). Dessa forma quanto maior a CA, maior é o consumo de ração em relação ao ganho de peso dos animais. Nesse contexto pode-se notar que os valores de CA são maiores a partir da inclusão de 3,38 % no período 14 a 28 dias e no período de 28 a 45 dias a conversão aumenta à medida que os níveis de SAMPO na ração também aumentam. Isso pode ser explicado pelo aumento da fibra à medida que aumenta os níveis de inclusão de SAMPO.

Machado et al. (2007) observaram melhoria da CA de frangos de corte alimentados com composto exaurido de cogumelo *Agaricus blazei* cultivados em diferentes resíduos agroindustriais, com resultado semelhante ao grupo controle para CA nos níveis de 0,2% a 0,8. Neste estudo, níveis iguais ou superiores a 1%, ocasionaram menor ganho de peso e pior conversão alimentar, provavelmente ocasionado por efeitos antinutricionais das fibras alimentares. Resultados semelhantes foram encontrados por Montagne et al. (2003) que justificaram os dados pelo fato de altos teores de fibras elevarem a velocidade do fluxo da digesta, reduzindo a assimilação de nutrientes.

Azevedo et al. (2009), utilizando os níveis de 0%; 0.5%; 1%; 1,5% e 2% de inclusão de composto exaurido de *Pleurotus sajor caju* cultivado em bagaço de cana e capim coast-cross em ração para frango de corte, não observaram diferença significativa sobre o CR e a CA, nas duas fases de criação e em relação ao período total.

Estudos mostram que as enzimas produzidas pelo fungo, seja no corpo de frutificação ou mesmo no micélio que permeia o substrato durante e após o cultivo,

atuam de forma diversificada de acordo com o volumoso utilizado para o cultivo, principalmente quanto às suas características nutricionais como teor de fibras e condições como umidade, temperatura, além da espécie fúngica selecionada para o cultivo (DIAS et al., 2002; SALES-CAMPOS, 2008; ESPOSITO; AZEVEDO, 2010).

Dessa forma, a velocidade e os produtos obtidos podem variar em um cultivo ou etapas do processo, assim como as fibras que podem ter parte preservada ao final deste, fazendo com que o substrato miceliado possa influenciar na melhoria de fatores de desempenho nutricional e mesmo econômico, porém em quantidades maiores e em fase final podem não trazer os benefícios esperados para a produção.

Avaliações nutricionais realizadas anteriormente (Tabela 3 – Capítulo III) demonstraram que a ação enzimática do fungo atuou na quebra de compostos lignocelulósicos, porém, o teor de fibras do resíduo de açaí ainda permanece elevado, influenciando significativamente no consumo de ração e ganho de peso.

Os resultados da análise de carcaça dos frangos de corte abatidos com 45 dias de idade, de acordo com os níveis avaliados estão descritos a seguir.

Tabela 5 - Pesos absolutos de cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte abatidos com 45 dias de idade, de acordo com os níveis de SAMPO avaliados.

Variáveis	Níveis de Inclusão (%)					Reg.	FV (%)
	0	3	6	9	12		
	<i>Peso Absoluto (g)</i>						
PV	1460,28	1510,85	1360,00	1437,14	1471,42	NS	6,14
CQ	1297,83	1222,00	1077,67	1097,16	1062,50	L	4,65
CF	1314,00	1260,00	1119,16	1105,66	1024,83	L	5,59
Peito	367,16	382,83	364,66	377,67	350,00	NS	9,04
Coxa	189,83	190,17	182,17	165,00	151,84	L	6,16
Sobrecoxa	183,50	172,00	160,00	156,66	157,33	Q	5,34
Asa	133,83	151,83	129,75	132,33	115,08	L	7,75
Dorso	239,75	262,91	212,16	224,00	190,91	L	15,20
Coração	6,41	7,08	6,75	6,83	6,25	NS	21,78
Fígado	23,08	25,66	24,08	27,00	23,91	NS	13,43
Moela	29,75	34,91	33,33	38,41	38,83	L	12,42
Intestino	34,66	40,50	28,58	37,58	35,58	NS	15,14
GA	27,5	26,25	23,75	17,75	13,00	L	11,76

SAMPO= Substrato açaí miceliado *P. ostreatus*; PV= Peso vivo; CQ= Carcaça quente; CF= Carcaça fria; GA= Gordura abdominal; L= Efeito linear ($p < 0,05$); Q= Efeito Quadrático ($p < 0,05$); NS= Não significativo ($p > 0,05$); FV= Fonte de variação.

Para os pesos absolutos, não foram observados efeitos significativos, com relação ao peso vivo, peito, coração, fígado e intestino. No entanto, observou-se efeitos significativos lineares decrescentes nos pesos absolutos para carcaça quente,

carcaça fria, coxa, asa, dorso e gordura abdominal; e efeito significativo linear crescente para o peso absoluto da moela. Para o peso absoluto da sobrecoxa foi observado efeito significativo quadrático ($y = -0,3638x^2 + 2,4657x + 137,42$), sendo maior com adição máxima de 3,39 % de SAMPO.

Com relação ao rendimento de carcaça (Tabela 6) foi encontrado efeito significativo quadrático ($y = -0,0258x^2 - 0,0401x + 76,85$), com maior rendimento na inclusão de 0,78% de SAMPO. O nível de adição de substrato de cogumelo para maior rendimento de carcaça encontrado no presente trabalho foi menor em relação ao apresentado por Azevedo et al. (2009), onde não houve diferença significativa para o rendimento de carcaça com adição de até 2% de inclusão de composto exaurido de cogumelo.

Tabela 6 -Rendimentos de carcaça, cortes e vísceras comestíveis de frangos de corte abatidos com 45 dias de idade, de acordo com os níveis avaliados.

Variáveis	Níveis de Inclusão (%)					Reg.	FV (%)
	0	3	6	9	12		
	Rendimento (%)						
Carcaça	76,79	76,62	75,67	74,29	72,71	Q	0,86
Peito	31,86	34,05	32,11	32,59	33,64	NS	3,21
Coxa	15,27	16,20	15,52	15,25	13,55	Q	1,18
Sobrecoxa	14,20	14,29	14,47	14,85	14,58	L	2,12
Dorso	18,35	20,87	19,58	20,34	18,66	Q	2,83
Asas	11,28	11,88	11,41	11,36	11,30	NS	2,21
	Peso Relativo (%)						
Coração	0,35	0,43	0,47	0,43	0,45	L	19,90
Fígado	0,66	0,77	0,80	0,82	1,37	L	18,87
Moela	1,67	2,13	1,98	2,46	2,82	L	2,94
Intestino	1,94	2,47	1,99	2,42	2,58	L	13,71
GA	1,49	1,41	1,51	1,14	0,74	L	65,65

GA= Gordura abdominal; L= Efeito linear ($p < 0,05$); Q= Efeito Quadrático ($p < 0,05$); NS= Não significativo ($p > 0,05$); FV= Fonte de variação.

Machado et al. (2007), também não observaram influência com adição de até 1% de composto exaurido do cogumelo sobre o rendimento de carcaça, com valores médios de rendimento de 76,62% para frango de corte machos e de 71,43% para as fêmeas.

Foram encontrados efeitos significativos quadráticos para o rendimento de coxa ($y = -0,0385x^2 + 0,3156x + 15,343$) e dorso ($y = -0,0504x^2 + 0,6078x + 18,635$) obtendo o melhor rendimento desses cortes nos níveis de 4,10 e 6,03 % SAMPO, respectivamente. Para o rendimento da sobrecoxa foi encontrado efeito significativo

linear crescente (Tabela 6). Demonstrando obtenção de bons resultados para cortes importantes para a comercialização como coxa e sobrecoxa, pesquisas realizadas indicam que 47% da população brasileira consomem cortes de frango, 20% preferem frango inteiro e 33% compram ambos, sendo a coxa e sobrecoxa mais consumidos entre todas as classes, destacando-se nas regiões centro oeste, sudeste e sul (UBABEF, 2017).

Não foi observada diferença significativa para o rendimento de peito com o aumento da inclusão de SAMPO. Dessa forma, pode-se ressaltar que mesmo com os níveis de fibra da dieta elevados com o aumento dos níveis de SAMPO, não foram suficientes para interferir no rendimento de peito, demonstrando o possível uso desse subproduto nas rações de frangos de corte até o nível de 12%, sem comprometer o valor percentual dessa variável.

No peso absoluto das vísceras, não foi observada diferença significativa para o coração, fígado e intestino, indicando ausência de alterações. O peso das vísceras é um indicador de deficiência na dieta ou de comprometimento da saúde do animal, o fígado é um órgão que reflete as alterações do organismo, principalmente quanto à digestão, além de eliminar toxinas e participar do metabolismo de proteínas e hidrato de carbono (OLIVEIRA et al., 2006; SALABI et al., 2011). Além disso, a aparência das vísceras é muito importante para a comercialização. Com relação ao peso relativo das vísceras, foram observados efeitos significativos lineares crescentes para o coração, fígado, moela e intestino, variando de acordo com o peso da carcaça fria, estando de acordo com o encontrado em outros trabalhos (BOLELI et al., 2008; MACHADO, 2016).

Para a gordura abdominal foi observado efeito significativo linear decrescente no peso absoluto (Figura 9) e no peso relativo com o aumento dos níveis de SAMPO. Esse resultado difere dos resultados encontrados por Azevedo et al., (2009), que não observaram influência com adição de até 2% de composto exaurido do cogumelo sobre a gordura abdominal. As inclusões de níveis mais elevados de substrato nas dietas contribuíram para um aumento na quantidade de micélio fúngico ingerido, auxiliando na redução de acúmulo de gordura abdominal, devido a sua ação hipoglicemiante e ser hipocolesterolêmico (FORTES; NOVAES, 2006; MIRANDA, 2011).

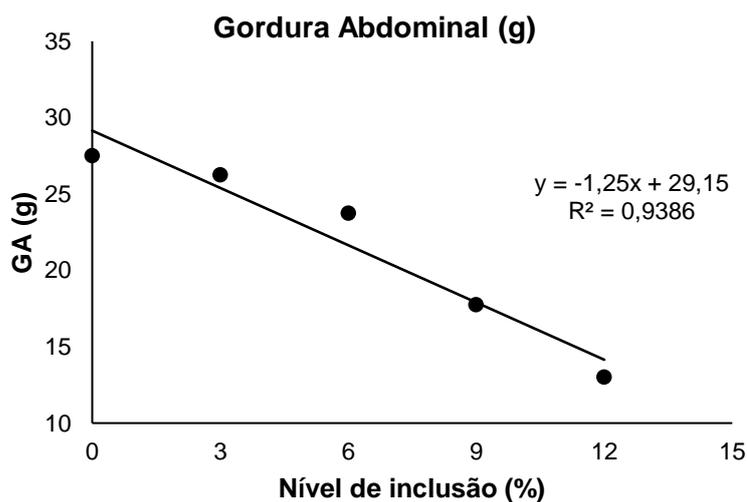


Figura 9: Peso absoluto de gordura abdominal (GA) de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.

Além disso, Shahin e Abdelazim (2005) evidenciaram que aves alimentadas com dietas contendo alto teor de fibra (8% na dieta) apresentaram menor percentagem de gordura em relação àquelas que receberam menor conteúdo de fibra na dieta, pelo fato da fibra, em alta quantidade, ser capaz de diluir a concentração energética e o valor de energia metabolizável, disponibilizando uma menor quantidade de calorias, permitindo menor acúmulo de gordura. Esses dados demonstram que a deposição de gordura na carne de frango pode ser alterada em função do perfil de ácidos graxos da dieta (MURAKAMI-SEKIMATA et al.,2010)

A diminuição da gordura abdominal com o aumento dos níveis de SAMPO é um ponto positivo devido ao acúmulo de gordura abdominal depositada em frangos de corte, de acordo com Togashi (2004), ser um dos grandes problemas enfrentados pelos produtores, devido à mesma ser perdida durante a evisceração da carcaça ou processamento da carne, resultando em menor rendimento de carcaça. A diminuição dessa gordura possibilita uma carne mais magra, ideal para as exigências atuais da população que procuram alimentos mais saudáveis.

Os teores médios da composição centesimal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) do peito, coxa e sobrecoxa da carcaça de frangos submetidas aos diferentes níveis de inclusão de SAMPO, estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Teores médios percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) dos cortes, peito, coxa e sobrecoxa, de acordo com os níveis avaliados.

Níveis de Inclusão (%)	Cortes								
	P	C	SC	P	C	SC	P	C	SC
	Matéria Seca (MS) %			Proteína Bruta (PB) %			Extrato Etéreo (EE) %		
0	21,76	26,47	30,72	22,37	15,56	16,94	2,89	5,88	5,59
3	25,37	26,89	29,01	22,97	15,46	17,68	3,32	5,08	5,85
6	25,63	27,15	31,35	24,52	15,66	17,72	2,42	5,10	6,32
9	26,35	25,87	32,79	22,37	17,14	16,84	1,32	4,07	5,85
12	24,68	24,28	29,71	21,62	17,59	16,95	1,33	3,16	5,27
FV	11,38	1,36	2,13	6,12	5,46	11,18	3,57	3,69	3,42
	-----Probabilidade-----								
Regressão Linear	0,215	0,001	0,174	0,106	0,001	0,555	0,001	0,001	0,001
Regressão Quadrática	0,128	0,001	0,028	0,001	0,005	0,256	0,006	0,007	0,001

FV= Fonte de variação; P¹= Peito; C²= Coxa; SC³= Sobrecoxa.

Nota-se que os valores médios percentuais de MS dos cortes nobres foram similares para o peito, superiores para coxa e inferiores para sobrecoxa, quando comparados com os valores encontrados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), que obtiveram valores percentuais de MS desses cortes de 25,2; 23,6 e 36,4% respectivamente (NEPA, 2011). Com relação a PB os resultados dos cortes nobres foram próximos aos encontrados na tabela citada para peito, coxa e sobrecoxa de 21,5; 17,8 e 15,5 % respectivamente. Para os valores de extrato etéreo, os mesmos obtiveram valores aproximados para coxa e inferiores para peito e sobrecoxa de 3,0; 4,9 e 9,6 % respectivamente.

A composição química da carne de frango pode variar em relação às proporções de umidade, proteína e gordura (SOUZA, 2004). Em geral, ela é constituída de 60% a 80% de água e 15% a 25% de proteína. Já o conteúdo de extrato etéreo no músculo das aves é mais variável, pois é influenciado pela composição da dieta, sexo, idade e ambiente de criação (JULIÃO, 2003). Para esse componente, os valores descritos na literatura variam de 1,5 a 5,3% na carne de peito, apresentando valores pouco mais elevados para a carne da coxa e sobrecoxa (CASTELLINI et al., 2002).

O menor teor de gordura da carne de peito em relação à coxa e sobrecoxa se deve à sua característica anatômica natural, onde não há necessidade de grande

quantidade de reserva de energia para o trabalho muscular, diferente da coxa e sobrecoxa, onde a atividade física é prolongada e constante, requerendo maiores teores de gordura para atuar como reserva energética e isolante térmico (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Com relação à MS dos cortes nobres, foram encontrados efeitos significativos quadráticos para a MS da coxa e sobrecoxa, e não houve diferença significativa para a MS do peito.

A exigência para maior valor de MS, de acordo com o modelo quadrático foi de 3,96% de adição SAMPO para a coxa ($y = -0,0441x^2 + 0,3495x + 26,418$) e 7,01% para a sobrecoxa ($y = -0,0289x^2 + 0,4053x + 29,844$).

Esses maiores valores de MS da coxa e sobrecoxa com relação à dieta referência podem ser explicados pelo alto teor de fibra do SAMPO, que de acordo com Guyton; Hall (2006) à medida que se adicionam fibras a dieta, são alterados os valores de viscosidade do conteúdo intestinal, fazendo com que o organismo perca água por um processo de equilíbrio osmótico, elevando os teores de umidade das excretas e de passagem de nutrientes (SILVA et al., 2017).

Com relação à PB dos cortes nobres, foram encontrados efeitos significativos quadrático para o peito e linear para a coxa, e não houve diferença significativa para a sobrecoxa. A exigência para maior valor de PB do peito, de acordo com o modelo quadrático foi de 5,31 % de adição SAMPO (Figura 10). Para a PB da coxa o efeito significativo linear crescente demonstra maior teor desse nutriente à medida que aumentou os níveis de SAMPO na ração. De acordo com Gomes (1996) e Kamboh; Zhu, 2013 a quantidade e o tipo de fibra na dieta de frangos de corte podem influenciar os teores de proteína e energia na carcaça.

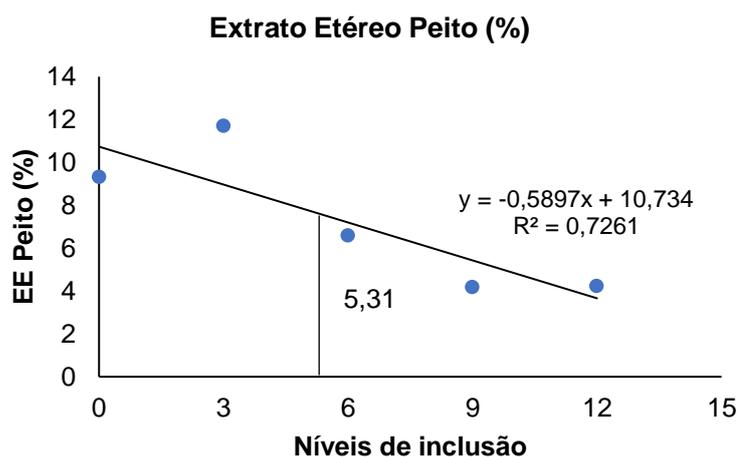


Figura 10: Regressão quadrática de proteína bruta do peito de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.

Com relação ao extrato etéreo foram encontrados efeitos significativos ($P < 0,05$) linear decrescente para o peito (Figura 10) e coxa. E quadrático para a sobrecoxa (Figura 11), sendo a exigência para maior valor de EE a adição de 5,57 % de SAMPO.

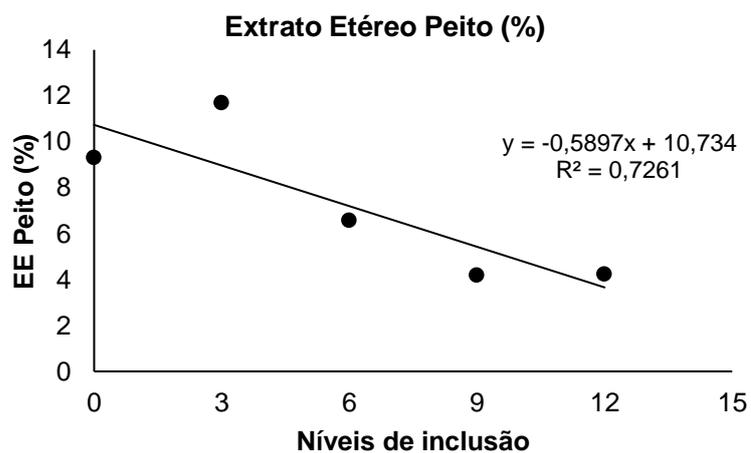


Figura 11: Regressão linear de EE do peito de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.

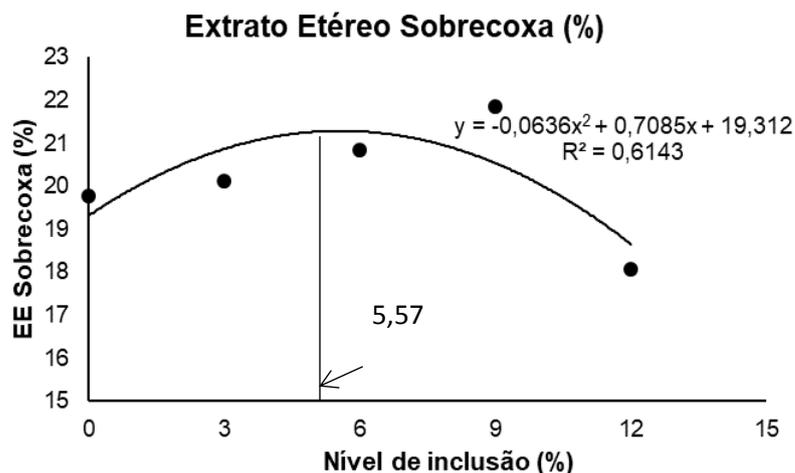


Figura 12: Regressão quadrática de EE de sobrecoxa de acordo com os diferentes níveis de inclusão de SAMPO.

A diminuição nos teores de EE da coxa com o aumento de SAMPO e sobrecoxa a partir de 5,57% é positivo frente ao mercado consumidor atual que de acordo com Kamboh; Zhu (2013) estão cada vez mais exigentes por alimentos benéficos à saúde, com menor teor de gordura, pelo fato da mesma estar relacionada ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido à presença de colesterol e de ácidos graxos saturados.

Além disso, segundo Togashi (2004), o acúmulo excessivo de gordura na carcaça de frango de corte pode ser prejudicial para o rendimento dos cortes e produtos preparados pela indústria, bem como pode refletir na atratividade do produto. Portanto, pode-se considerar que o consumo da carne de frango com inclusão de 12% de SAMPO propicia um menor acúmulo de gordura, colaborando para a prevenção de doenças causadas por excesso na ingestão de lipídeos e contribuindo para uma alimentação saudável e uma melhor qualidade de vida.

Os cogumelos comestíveis são ricos em proteínas, sendo um potencial como fonte alternativa à produção de proteína e energia brutas de vegetais e animais, os valores nutritivos variam de acordo com a espécie fúngica, assim como a quantidade e tipo de aminoácidos (ESPOSITO; AZEVEDO, 2010)

Na nutrição de frangos de corte, uma das principais exigências para a formulação de rações é o ter de proteína bruta para garantir o fornecimento de aminoácidos essenciais. Entre eles estão os principais a metionina, lisina e treonina que influenciam na manutenção, crescimento e produção das aves, tendo como principal função a síntese de proteína muscular (BERRES et al., 2010; GOULART, 2010). Dessa forma, os resultados obtidos na Tabela 5, quanto ao aumento do rendimento

de peito, coxa e sobrecoxa e diminuição do peso relativo de gordura abdominal, bem como o aumento do teor de proteína nos cortes peito e coxa (Tabela 6), provavelmente pode ser atribuído ao perfil de aminoácidos do micélio fúngico incluído na dieta, principalmente o teor de lisina (ALMEIDA, 2010). Evidenciando a importância de se utilizar relações mínimas de aminoácidos para a formulação de rações balanceadas e eficientes.

Na Tabela 7, observa-se o efeito linear decrescente para o comprimento de intestinos delgado (P-valor= 0,026) e grosso (P-valor= 0,015), e altura de vilosidades (P-valor= 0,001).

Tabela 8 -Comprimento dos Intestinos Delgado (ID) e Grosso (IG) e altura de vilosidades (μm) de acordo com os níveis 0%, 3%, 6%, 9% e 12%.

Níveis de Inclusão (%)	Comprimento de ID (cm)	Comprimento de IG (cm)	Altura de Microvilosidade (μm)
0	160,0	10,8	1096,56
3	160,0	10,6	1181,98
6	157,5	10,7	360,07
9	156,0	10,5	277,73
12	151,2	9,7	241,85
FV	6,90	9,44	9,84
	-----Probabilidade-----		
Regressão Linear	0,026	0,015	0,001
Regressão Quadrática	0,480	0,181	0,001

FV= fonte de variação.

O efeito linear decrescente observado no comprimento dos intestinos delgado e grosso está de acordo com os resultados encontrados por outros autores que notaram a redução de peso e tamanho devido a ação de exoenzimas que melhoram a disponibilidade de nutrientes e a ingestão de dietas com menor nível de energia metabolizável (WANG et al., 2005; THOMAS; RAVIDRAN, 2008). Características compatíveis com a ação do micélio fúngico contido no substrato avaliado no presente trabalho, rico em enzimas e de baixa energia metabolizável (702,94 Kcal/kg), segundo dados descritos anteriormente no capítulo III.

O efeito linear evidenciado no estudo da morfometria duodenal (Figura 13) demonstra que a altura das vilosidades (Figura 14) diminui à medida que aumenta o nível de inclusão de SAMPO nas dietas, principalmente a partir do nível de 6%.

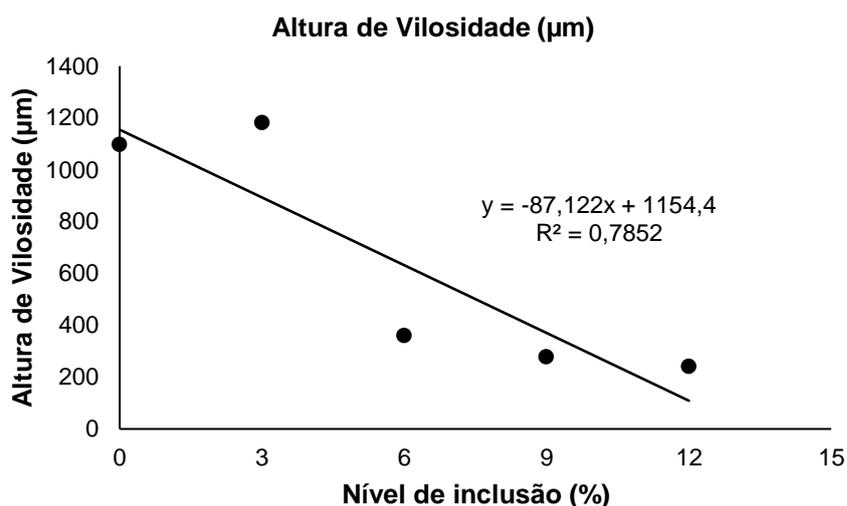


Figura 13: Efeito linear da altura de vilosidades avaliadas nos diferentes níveis de inclusão de SAMPO nas dietas.

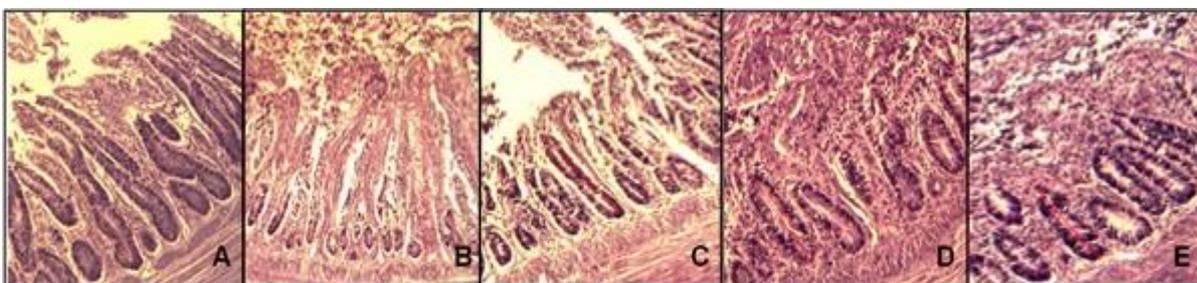


Figura 14: Mensuração de altura de vilosidade de intestino delgado de aves – porção duodenal, nos níveis de inclusão de SAMPO de 0% (A), 3% (B), 6% (C), 9% (D) e 12% (E).

A altura das vilosidades, em geral, é afetada pela alta frequência de fibras e partículas grosseiras presente na ração e que causam atrito contribuindo com a diminuição da mucosa intestinal (WARPECHOWSKI, 1996; MACARI et al., 2008). O epitélio da mucosa intestinal sofre variações naturais, passíveis de reparos como o *turnover* celular, normalmente quanto a densidade, altura e quantidade de vilosidade de acordo com as porções intestinais como duodeno, jejuno e íleo, em diferentes idades e linhagens. Assim, a capacidade absorptiva de um alimento está diretamente relacionada à integridade da mucosa intestinal e altura de vilosidades, entre outras (MACARI et al., 2008).

Neste aspecto, os resultados demonstraram um efeito linear decrescente, ou seja, o aumento dos níveis de inclusão levou à diminuição da altura das vilosidades, refletindo nos dados de desempenho como GMP e CA, mesmo diante de um consumo alto de ração. Sendo que o nível de 3% de inclusão de SAMPO apresentou a maior

altura de vilosidades (Figura 14-B) com 1181,98 μm e GMP de 313,78 g e menor CA 1,59 (Tabela 1).

Outros autores já comprovaram a relação da maior altura de vilosidades com melhores resultados de desempenho, principalmente quanto ao GMP e CA (FREITAS et al., 2006; RAMOS et al., 2011). Isso porque altura de vilosidades, integridade da mucosa intestinal e absorção de nutrientes estão diretamente relacionadas em função da extensão da área de contato e efetividade das enzimas produzidas pela mucosa intestinal (FURLAN et al., 2014).

Após a realização de todas as análises, buscou-se conhecer os custos das rações, como um mecanismo de comparação econômica da utilização de SAMPO nos diferentes níveis de inclusão nas dietas nas duas fases de desenvolvimento. Na Tabela 8 encontram-se os valores dos ingredientes utilizados na composição das dietas, variando apenas na quantidade utilizada em cada fase.

Tabela 9 - Valor dos ingredientes para o preparo da ração.

Ingrediente	Preço/Kg
Milho em grão	R\$ 1,39
Farelo de soja	R\$ 0,68
Fosfato de bicálcico	R\$ 5,40
Calcário calcítico	R\$ 1,07
Sal comum	R\$ 0,20
Premix	R\$ 25,00
DL – Metionina	R\$ 60,00
Óleo de soja*	R\$ 1,75
SAMPO	R\$ 0,10

*Valor por Litro; SAMPO – substrato de açaí miceliado com *Pleurotus ostreatus*.

Os valores de farelo de soja e grão de milho, apesar de individualmente não serem os maiores, oneram a ração pela quantidade utilizada na formulação, demonstrando a sua importância não só na composição nutricional, mas no custo da produção, além de tornar a margem de lucro vulnerável às oscilações de mercado quanto às cotações de grãos, refletindo no preço da carne de frango no país (CALDARELLI, 2013; CRUZ et al., 2016).

Outros autores demonstram a importância de avaliar o gasto com alimentação na avicultura, apontando a preocupação com a necessidade de buscar alimentos alternativos substitutos para o milho, fonte de energia, e a soja, fonte de proteína (SANTOS; GRANJEIRO, 2012; RUFINO et al., 2015; FEIJÓ et al., 2016).

Os valores em reais do custo da ração formulada para o controle (0%) comparado com o das rações formuladas (Figura 15) foram calculados de acordo com os preços praticados na região e período de realização do experimento. Os valores com mesmas letras não diferem significativamente no teste de Tukey ($p < 0,05$) Dunnett ($p < 0,01$).

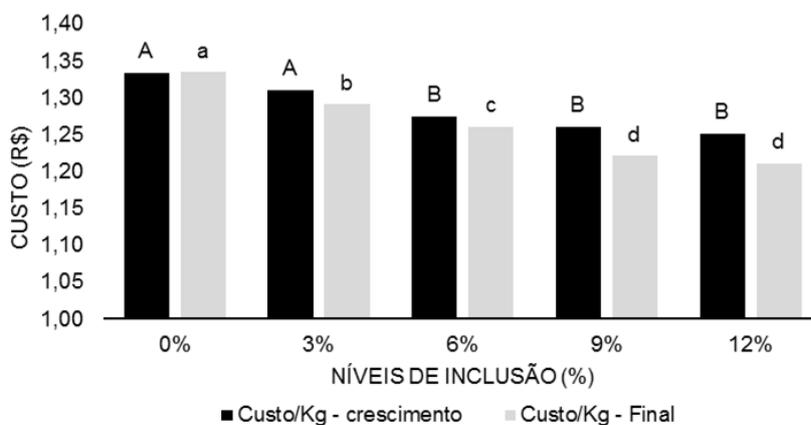


Figura 15: Valores de rações controle e com inclusão de SAMPO nas fases crescimento e final.

Os preços demonstraram a redução de custos entre a ração controle e as rações formuladas com a inclusão de SAMPO, indicando assim, a influência dos níveis de inclusão de um alimento alternativo em um processo de aproveitamento de resíduos oriundos de outras tecnologias como o cultivo de cogumelos comestíveis.

O custo de produção na avicultura ainda representa um limitante de crescimento, pois o melhoramento genético tem alavancado qualidade que precisa ser acompanhada pelo alto valor nutricional de rações que favoreçam o desenvolvimento das aves com baixo consumo e maior ganho de peso.

Diversos estudos têm sido realizados para encontrar alimentos alternativos, fruto de aproveitamentos de subprodutos com resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho referente aos custos de uma ração formulada com diferentes níveis de inclusão de resíduos (TOGASHI et al., 2008; SANTOS; GRANGEIRO, 2012; MELO et al., 2017; SILVA et al., 2017).

A maioria dos resultados obtidos são motivadores de novas pesquisas que levem a diminuição dos custos com alimentação agregando valor a subprodutos disponíveis em cada região e com alto poder biotecnológico, como é o caso do substrato de açaí miceliado com *Pleurotus ostreatus* (SAMPO).

3. CONCLUSÕES

A avaliação de desempenho demonstrou que a utilização do substrato de açaí miceliado de *Pleurotus ostreatus* (SAMPO) apresentou melhor resultado na fase de crescimento com nível de inclusão 4,98% para ganho médio de peso, 5,55% para consumo de ração e 3,34% para conversão alimentar.

O frango produzido com ração contendo níveis de inclusão de SAMPO apresentou características comercialmente competitivas, quanto a diminuição de gordura abdominal e qualidade da carne dos cortes nobres com maior teor de proteína e menor teor de extrato etéreo.

A bioconversão fúngica favoreceu o uso do resíduo de açaí na alimentação de frangos, levando a resultados satisfatórios com um resíduo com alto teor de fibras.

A inclusão do resíduo de açaí miceliado com o fungo *Pleurotus ostreatus* (SAMPO) em todos os níveis avaliados contribuem para a diminuição do custo final da ração.

Os experimentos realizados indicaram a viabilidade nutricional e econômica de utilização de substrato miceliado de *Pleurotus ostreatus* na composição de ração para frangos de corte, principalmente como um aditivo potencializando a imunidade, o ganho de proteína e menor acúmulo de gordura, estando apta para testes no nível de produção comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL - **Anuário** da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2013. 463p., 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL [ABPA] (Brazilian Association of Animal Protein. Annual Report 2017. 1-132. Disponível em: < http://www.com.br/storage/files/abpa_relatorio_anual_2016_ingles_web_versao_para_site_abpa_bloqueado > Acesso em: 10 fevereiro de 2018.

ALMEIDA, E.U. Níveis de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos de 1 a 42 dias de idade. Vila Velha: CENTRO UNIVESITÁRIO DE VILA VELHA. 48P. **Dissertação**. Zootecnia – Universidade de Vila Velha, 2010.

ARANDA, M.A.; GARCIA, R.G.; DOMINGUES, C.H.F.; SGAVIOLI, S. Panorama da avicultura: Balanço do comércio brasileiro e internacional. **Revista Espacios**. v.38, n.21, p.8. 2017.

AZEVEDO, R.S., ÁVILA, C. L.S., DIAS, E.S., BERTECHINI, A.G., SCHWM, R.F. Utilização do composto exaurido de *Pleurotus ostreatus caju* em rações de frangos de corte e seus efeitos no desempenho dessas aves. Maringá. DOI: 10.4025/acta. **Sci. Anim. Sci.** v. 31, n. 2, p. 139-144, 2009.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; DOZIER, W.A. et al. Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. **Journal of Applied Poultry Research**, v.19, p. 68-69, 2010.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura Funcional do trato digestório. In: MACARI, M. FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (ed.). **Fisiologia Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p.75-95. 2008.

BRASIL. Ministério da agricultura pecuária e abastecimento. Aves. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>>. Acesso em: 20 de fev. 2018.

BRITO, M.S. de; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.; MORAIS, S.N.; SILVA, J.H.V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

CALDARELLI, C.E. Integración e transmisión de prezos entre os mercados de millo e do polo de engorde en Brasil. **Revista Galega de Economía**, v.22, n.2, p.219-234, 2013.

CASTELLINI, C.; MUNGAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, v. 60, n.3, p. 219- 225, 2002.

CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. In: Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value. In: MACNAB, J.M.; BOORMAN,

K.N. (Eds.). **Factors influencing nutritive value**. Wallingford: CAB Internacional, p.221-235, 2002.

CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F.; MELO, R.D.; FEIJÓ, J.C.; DAMASCENO, J.L.; COSTA, A.P.G.C. Perfil socioeconômico da avicultura no setor primário do Estado do Amazonas, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v.9, n.2, p.371-391, 2016.

DIAS, E.S.; LABORY, C.R.G.; SILVA, R. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. Lavras: FAEPE-UFLA. 50p. 2002.

DURAU, J.F. Metodologias para avaliação de alimentos para aves. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. **TCC**. Bacharel em Zootecnia, p.13, 2013.

ESPOSITO, E.; AZAVEDO, J.L. **Fungos: Uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 2 ed revisada e ampliada. Caixas do Sul: Educs, 638 p., 2010.

FEIJÓ, J.C.; CRUZ, F.G.G.; MELO, R.D.; RUFINO, J.P.F.; DAMASCENO, J.L.; COSTA, A.P.G.C.; NEGREIROS, T.J.N. Farinha de cará (*Dioscorea trifida* L.) sobre o desempenho, qualidade do ovo e bioquímica sérica de poedeiras comerciais leves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.17, n.3, p.413-423, 2016.

FERREIRA, D.F. SISVAR: versão 4.2. Lavras: UFLA, 2003.

FORTES, R.C.; NOVAES, M.R.C.G. Efeitos da suplementação dietética com cogumelo *Agaricales* e outros fungos medicinais na terapia do contra o câncer. **Revista Brasileira de Cancerologia**. 52(4): 363-371, 2006.

FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; SANTOS JÚNIOR, A.; et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.6, p.1001-1006, jun. 2006.

FURLAN, FH; MENDES E.R.S; DUCATTI, K.R.; MARCONG.C.; DOMBROSKY T.; AMORIM T.M.; RIET-CORREA F. Intoxicação aguda por *Pteridium arachnoideum* e *Pteridium caudatum* em bovinos e distribuição das plantas em Mato Grosso. **Pesq. Vet. Bras.** v. 34, n. 4, p. 343-348, 2014.

GOMES, J.D.F. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro, sobre parâmetros de desempenho, de digestibilidade dos componentes dietéticos e da morfologia intestinal de marrãs. 110 f. **Tese** – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 1996.

GONÇALVES, E.R.; VILMA M. FERREIRA; SILVA, J.V. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.4, p.378-386, 2010.

GOULART, C.C. Utilização de Aminoácido Industriais e Relação Aminoácidos Essenciais: Não Essenciais em Dietas para Frangos de Corte. **Tese**. Zootecnia – Universidade Federal da Paraíba. 141f. 2010.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed., 2006.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.415-422, 2004.

JULIÃO, A. M. Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frangos de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista. 2003. 104f. **Dissertação**. Medicina Veterinária - Universidade Federal Fluminense, Niterói: Rio de Janeiro, 2003.

JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica** – texto e atlas.12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 556p. 2013.

KAMBOH, A.A; ZHU, W.Y. Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. **Poult Sci**. Feb;92(2):454-61, 2013.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Ontario: University Books.p.413.2001.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNESP/UNESP, 2º ed. 375 p., 2008.

MACHADO, A.M.B.; DIAS, E.S.; SANTOS, E.C.; FREITAS, R.T.F. Composto exaurido do cogumelo *Agaricus blazei* na dieta de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.36; n.4, p.1113-1118, 2007.

MACHADO, N.J.B. Exigência em treonina digestível para frangos de corte de menor potencial genético para crescimento. 2016. **Dissertação**. Zootecnia. Nutrição Animal. Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

MELO, R.D.; CRUZ, F.G.G.; FEIJÓ, J.C.; RUFINO, J.P.F.; MELO, L.D.; COSTA, A.P.G. Viabilidade econômica da farinha de cará na alimentação de poedeiras comerciais leves. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.18, n.2, p. 221-230 abr./jun., 2017.

MIRANDA, A. M. de. Estudo do potencial hipocolesterolêmico e antioxidante do *Agaricus blazei* (cogumelo do sol) em modelo de hipercolesterolemia induzida por dieta em ratos. 2011. 119 f. **Dissertação**. Ciências Biológicas - Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

MIZUNO, T.; HAGIWARA, T.; NAKAMURA, T.; ITO, H.; SHIMURA, K.; SUMIYA, T.; ASAKURA, A. Antitumor activity and some properties of water-soluble polysaccharides

from "Himematsutake", the fruiting body of *Agaricus blazei* Murrill. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v.54, n.11, p.2889-2896, 1998.

MONTAGNE, L.; PLUSKEB, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1, p. 95-117, 2003.

MURAKAMI-SEKIMATA, A.; HUANG D.; PIENING B.D.; BANGUR C.; PAULOVICH A.G. The Saccharomyces cerevisiae RAD9, RAD17 and RAD24 genes are required for suppression of mutagenic post-replicative repair during chronic DNA damage. *DNA Repair (Amst)*. v.9, n. 7, p. 824-34, 2010.

NEPA-NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4 ed. Editora UNICAMP: Campinas, SP. p. 16-104. 2011.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.C.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cotes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

OLIVEIRA, M.D.; ZAVARIZE, K.C.; GOMES, N.A. et al. Aditivos alternativos na alimentação de aves. **PUBVET**, Londrina, v.6, n.27, Ed. 214, Art. 1425, 2012.

RAGUNATHAN, R.; SWAMINATHAN, K. Nutritional status of *Pleurotus* spp. grown on various agro-wastes. **Food Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 371-375, 2003.

RAMOS, Y. S.; PESSOA Y.S.R.Q.; RAMOS Y.S.; ARAÚJO NETTO F.B.; PESSOA C.E.Q. Vulnerabilidade no manejo dos resíduos de serviço de saúde de João Pessoa (PB, Brasil). **Ciências & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 8, p. 3553-3560, ago. 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais- 3. ed.** Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 252 p.2011.

RUFINO, J.P.F.; CRUZ, F.G.; MILLER, W.P.M.; MELO, R.D.; FEIJÓ, J.C.; CHAGAS, E.O. Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de tucumã (*Astrocarym vulgare* Mart) na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.16, n.1, p.1-9, 2015.

SANTOS, J.F.; GRANJEIRO, J.I.T. Desempenho de aves de corte alimentadas com mandioca e palma forrageira enriquecida com levedura. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.6, n.2, p.49-54, 2012.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP.262 p. 2016.

SALABI, F.; BOUJARPOOR, M.; FAYAZI, J.; SALARI, S.; NAZARI, M. Effects of different levels of zinc on the performance and carcass characteristics of broiler reared under heat stress condition. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v. 10, n. 10, p. 1332-1335, 2011.

SALES-CAMPOS, C. Aproveitamento de resíduos madeireiros e da agroindústria regional para o cultivo de fungos comestíveis de ocorrência na região Amazônica. 197p. **Tese**. Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus- AM. 2008.

SANCHEZ, C. Modern aspects of mushroom culture technology. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.64, n.6, p.756-762, 2004.

SHAHIN, K.A.; ABDELAZIM, F. Effects of breed, sex and diet and their Interaction on carcass composition and tissue weight distribution of broiler chickens. **Arch. Tierz. Dummerdorf.**, n. 48, p. 612–625, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. – Viçosa: UFV. 235p. 2002.

SILVA, J.V.C. Avaliação do resíduo de caju na alimentação de codornas de corte (*coturnix coturnix coturnix*): desempenho, viabilidade econômica e morfometria intestinal. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Produção Animal. **Tese**. Macaíba / RN – Brasil. p. 25 – 33, 2014.

SILVA, J. V. de A.; GOMES, F. A.; FREITAS, H. J. et al. Níveis de inclusão da torta da semente de cupuaçu na dieta de frangos caipiras criados na Amazônia Ocidental. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 20, n. 1, p. 1-7, jan./mar. 2017.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. ISBN 85-7192-295-0. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL. 137 p. 2005.

SOUZA, X. R. Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistema de produção caipira e convencional. 334 p. **Tese**. Zootecnia -Universidade Federal da Lavras, 2004.

TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA – UNICAMP.-4. ed. rev. e ampl.- Campinas: NEPA- UNICAMP. 161 p. 2011

THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, G. Nutrient digestibility and energy utilisation of diets based on wheat, sorghum or maize by the newly hatched broiler chick. *Poultry Science*, v. 49, n. 4, p. 429-435, 2008.

TOGASHI, C. K. Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais. 2004. 97 f. **Tese**. Zootecnia – UENF/RJ, Campos dos Goytacazes, 2004.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N.; COSTA, A.P.D.; SILVEIRA, K.F.; DETMANN, E. Subprodutos do maracujá em dietas para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n.4, p.395-400, 2008.

UBABEF - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório** anual 2017. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. 2018.

VERDAL, H.; NARCY, A.; BASTIONELLI, D.; CHAPUIS, H.; MÊME, N.; UROIX, S.; LE BHIAN DUVAL, E.; MIGNON-GRASTROU, S. Improving the efficiency of feed utilization in poultry by selection. 1. Genetic parameters of anatomy of the gastro-intestinal tract and digestive efficiency. **BMC Genet.** 2011.

WANG, Z.R.; QIAO, S.Y.; LU, W. Q.; LI, D. F. Effects of enzyme supplementation on performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 875-881, 2005.

WARPECHOWSKI, M. B. Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de aves intactas, cectomizadas e fistuladas no íleo terminal. Porto Alegre, 1996, 125 p. **Dissertação**. Zootecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

ZHANG, R. H.; LI, X.; FADEL, J. G. Oyster mushroom cultivation with rice and wheat straw. **Bioresource Technology**, v. 82, n. 3, p. 277-284, 2002.