



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DO BAGAÇO DO  
PEDÚNCULO DO CAJU COM *SACCHAROMYCES*  
*CEREVISIAE* NAS DIETAS DE CODORNA**

Maria Vitória Dias Carneiro

CAMPINA GRANDE - PB

2013

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA TESE DE  
DOUTORADO DE MARIA VITÓRIA DIAS CARNEIRO  
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA DE PROCESSOS DO CENTRO DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE CAMPINA GRANDE.

Tese de Doutorado aprovada em 30 de Agosto de 2013.




---

**Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva**  
**ORIENTADOR – UFPB/CT/DEQ**



---

**Prof. Dra. Lúcia de Fátima Araújo**  
**EXAMINADORA EXTERNA – UFRN/UAECA/EAJ**



---

**Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa**  
**EXAMINADOR EXTERNO – UFPB/CCA/DZ**



---

**Prof. Dra. Sharline Florentino de Melo Santos**  
**EXAMINADORA EXTERNA – UFPB/CT/DEQ**



---

**Prof. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga**  
**EXAMINADORA EXTERNA – UFPB/CCS/DN**



---

**Prof. Dra. Josivanda Palmeira Gomes**  
**EXAMINADORA INTERNA – UFCG/CTRN/DEAG**

Campina Grande, PB.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

C289e Carneiro, Maria Vitória Dias.  
Enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju com *Saccharomyces Cerevisiae* nas dietas de codorna / Maria Vitória Dias Carneiro. – Campina Grande, 2013.  
110 f. : il. Color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia.

"Orientação: Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva".  
Referências.

1. Fermentação Semissólida. 2. Resíduo Agroindustrial.  
3. *Saccharomyces Cerevisiae*. 4. Codornas Japonesas. I. Silva, Flávio Luiz Honorato da. II. Título.

CDU 664.642(043)

Maria Vitória Dias Carneiro

**ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DO BAGAÇO DO  
PEDÚNCULO DO CAJU COM *SACCHAROMYCES*  
*CEREVISIAE* NAS DIETAS DE CODORNA**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de  
Doutorado em Engenharia de Processos da  
Universidade Federal de Campina Grande como  
requisito parcial para obtenção do título de Doutor  
em Engenharia de Processos

**Orientador:**

Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva

CAMPINA GRANDE - PB

2013

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo enriquecer nutricionalmente o bagaço do pedúnculo de caju utilizando-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, através da fermentação semissólida, visando à produção de um suplemento nutricional enriquecido para ser incluído nas rações de codornas. Os resultados sugeriram que o tempo de 12 horas apresentou maior teor de proteína 15,21%, com aumento percentual proteico de 83,80%. Posteriormente foram realizados dois experimentos. Objetivou-se, no primeiro no experimento, determinar os valores da energia metabolizável do bagaço do caju enriquecido incluindo nas dietas com codornas japonesas em postura. Para determinar os valores da energia metabolizável aparente (EMA) energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) foi utilizado o método tradicional de coleta total das excretas com codornas japonesas em postura com 60 dias de idade, em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Obteve-se 2.539,62 kcal/kg e 2.421,81 kcal/kg, a 30% de substituição, respectivamente. Os coeficientes de metabolização da energia bruta foram 68% para 15% de substituição e 67% para 30% de substituição da dieta-referência. Esses valores evidenciam a influência do nível de inclusão do alimento alternativo sobre os valores de EMA e EMAn na dieta. No segundo experimento utilizaram-se 160 codornas japonesas com 86 dias de idade, produção média de 92% e peso inicial de 170 gramas, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (0; 10; 20 e 30%) e cinco repetições e oito aves por unidade experimental com inclusão do bagaço enriquecido. O aumento da inclusão do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é diretamente proporcional a maior concentração de 10,65% para peso do ovo das codornas japonesas. Sempre que o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido era incluído nas rações aumenta, proporciona maior concentração na pigmentação da gema dos ovos das codornas japonesas; sua inclusão nas dietas das codornas japonesas é economicamente viável e não compromete os índices zootécnicos; no entanto, o aumento dos níveis do bagaço do pedúnculo do caju deverá ser avaliado de acordo com o aspecto econômico e mercadológico.

**Palavras-chaves:** Fermentação semissólida. Resíduo agroindustrial. *Saccharomyces cerevisiae*. Codornas japonesas.

## ABSTRACT

This work was carried out with the aim of studying the enlargement of experimental scale process of nutritional enrichment of bagasse of stalk of cashew apple using the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, through the semisolid fermentation aiming at the production of a nutritional supplement enriched to replace, partly, commercial supplements in feed of quail. It was also studied the proteic increase using rotary drum bioreactor and the results suggested that the time at 12 hours had a higher protein content of 15,21%, with a percentage increase of 83,80% of protein. Later this material already enriched was formulated as feed to Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in order to determine the metabolized energy of the bagasse of stalk of cashew apple enriched. It were used 120 quails with 60 days of age, distributed in a completely randomized design with three treatments ( one reference diet and two replacement levels) with five replicates of eight quails per experimental unit. The levels of apparent metabolized energy (AME) and apparent metabolized energy corrected (AMEn), in Kcal/kg of natural matter from bagasse of stalk of cashew apple enriched with yeast, were 2.522,20 and 2465,93, in the level of 15% replacement and 2539,62 and 2421,81, with replacement of 30% of the diet reference, respectively. The values of dry matter, crude protein, crude fiber, calcium and phosphorus were 83,80%, 15,20%, 149,90g, 110g and 200g, respectively. From these results were verified the effects of bagasse of stalk of cashew apple in the diet of Japanese quails on performance, economic analysis and quality of eggs. It were used 160 quails from the species *Coturnix coturnix japonica* with 86 days of age, with an average production of 92%, then it was conducted an experiment in a completely randomized design, with four treatments (reference feed + 10, 20 and 30% of replacement) five replicates and eight quails per experiment unit, with four periods of 21 days. The bagasse of stalk of cashew apple enriched with 10,65% reached the highest egg weight, its replacement is economically feasible and does not compromise the zootecnic indexes, however, increased levels of bagasse of stalk of cashew apple should be evaluated according to the aspects of economics and market. For that the percentage of protein of bagasse of stalk of cashew apple remains unchanged, storage should be in a freezer after dry.

**Keywords:** Semisolid fermentation. Agro-industrial waste. *Saccharomyces cerevisiae*. Japanese quails.

Dedico este a minha querida mãe, ao meu pai e a minha filha.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS do meu coração e da minha compreensão, por me proporcionar esta maravilhosa oportunidade.

A minha família, em especial a minha mãe, Maria das Vitórias, a meu pai Miguel e minha filha, Maria Isabel pelo companheirismo, amor e apoio.

Ao Professor Flávio Luiz Honorato da Silva, pela orientação e valiosos ensinamentos a mim repassados além da imensa paciência.

Ao Professor Fernando Guilherme Perazzo Costa pela orientação profissional, amizade e confiança.

À Professora Lúcia de Fátima Araujo, pelo apoio, orientação e amizade.

Aos colegas e amigos Mércia Motta, Aguinaldo, Skaymenn, Flávia Lima e a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram com este trabalho.

À Professora Conceição Araújo pelo apoio e incentivo.

A Leonilson Dantas, pelo valioso auxílio durante a execução deste trabalho e aos doutores Cleber Oliveira e Danilo Vargas, pela paciência e orientação zootécnica.

Ao Laboratório da Embrapa Algodão, em especial a Rosa e Daise pelas análises.

Aos professores e funcionários da Universidade Federal de Campina Grande, pela colaboração.

À Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia de Processos.

À FRUTNAT, pelo fornecimento do bagaço do caju, em especial a Márcia e Lira.

À UFPB, no Setor de Zootecnia, por ceder às instalações em prol da execução deste trabalho.

Ao Laboratório ADISSEO BRASIL – CEAN, Aminoácidos para Formulação e Controle On Line, localizado em Santa Maria – RS.

À UEPB, sobretudo aos servidores do Campus II, Lagoa Seca, PB, pela colaboração e apoio.

Finalmente, agradeço a todos que colaboraram para a conclusão deste trabalho.



*“Aprendi a ser forte,  
quando parei de olhar para os problemas  
e olhei para o meu Deus”*

Nada é impossível para Deus!

## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

- a.a – Aminoácidos
- AP - Aumento proteico
- AR - Açúcares redutores
- ART - Açúcares redutores totais
- b.s - Base seca
- b.u - Base úmida
- BN - Balanço de nitrogênio
- BPC – Bagaço do pedúnculo do caju
- BPCE - Bagaço do pedúnculo do caju enriquecido
- Ca – Cálcio
- CADZ - Conversão alimentar por dúzia de ovo
- CAMO - Conversão alimentar por massa de ovo
- CR - Consumo de ração
- CV - Coeficiente de variação
- DMS – Diferença mínima significativa
- dz – Dúzia de ovos
- EB - Energia bruta
- EB exc - Energia bruta excretada
- EB ing - Energia bruta ingerida
- EE - Extrato etéreo
- EM - Energia metabolizável
- EMA- Energia metabolizável aparente
- EMAn - Energia metabolizável aparente corrigida
- EMAn rr - Energia metabolizável aparente corrigida da ração referência
- EMAn rt - Energia metabolizável aparente corrigida da ração teste
- EMArr - Energia metabolizável aparente da ração referência
- EMArt - Energia metabolizável aparente da ração teste
- EMV – Energia metabolizável verdadeira
- ESPCASC – Espessura da casca
- FB - Fibra bruta
- FDN - Fibra detergente neutro

FSS - Fermentação semissólida

GE - gravidade específica do ovo

L - Litro

LANA - Laboratório de Nutrição Animal e Análises Avançadas de Alimentos

MBR – Margem bruta relativa

MN - Matéria natural

MO - Massa do ovo

MS - Matéria seca

MS exc – Matéria seca excretada

MS ing – Matéria seca ingerida

nm - nanômetro

P – Fósforo

PA – Peso de albúmen

PB - Proteína bruta

PC - Peso de casca

PG - Peso de gema

pH - potencial hidrogeniônico

PIG – Pigmentação de gema

PO - Peso do ovo

PR - Produção de ovos

q.s.p. – quantidade suficiente para...

rpm - rotação por minuto

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Fruta do cajueiro (fruto e pseudofruto).....	24
<b>Figura 1.2</b>	Etapas do processo de enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju e desempenho animal.....	37
<b>Figura 1.3</b>	Bagaço do pedúnculo do caju <i>in natura</i> .....	38
<b>Figura 1.4</b>	BPC fermentado e seco.....	38
<b>Figura 1.5</b>	Biorreator tambor rotativo.....	40
<b>Figura 2.1</b>	Galpão experimental de criação de codornas.....	57
<b>Figura 2.2</b>	Ensaio da digestibilidade das codornas.....	58
<b>Figura 3.1</b>	Consumo de ração de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	73
<b>Figura 3.2</b>	Produção de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	75
<b>Figura 3.3</b>	Peso do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	75
<b>Figura 3.4</b>	Massa média do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	76
<b>Figura 3.5</b>	Conversão alimentar por massa de ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	77
<b>Figura 3.6</b>	Conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	77
<b>Figura 3.7</b>	Peso do albumen dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	79

<b>Figura 3.8</b>	Peso da casca dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	80
<b>Figura 3.9</b>	Pigmentação de gema dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	81
<b>Figura 3.10</b>	Gravidade específica dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	82
<b>Figura 3.11</b>	Espessura da casca dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido.....	83

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.1</b>	Caracterização físico-química do bagaço do pedúnculo do caju <i>in natura</i> .....	44
<b>Tabela 1.2</b>	Variação da média dos valores e desvio padrão de pH no decorrer do processo fermentativo do bagaço do pedúnculo do caju.....	46
<b>Tabela 1.3</b>	Variação da média dos valores e desvio padrão da umidade (b.u.) no decorrer do processo fermentativo do bagaço do pedúnculo do caju.....	47
<b>Tabela 1.4</b>	Variação da média dos valores e desvio padrão dos açúcares redutores totais (b.s.) no decorrer do processo fermentativo do bagaço do pedúnculo do caju.....	47
<b>Tabela 1.5</b>	Perfil do percentual de proteína bruta durante a FSS do bagaço do pedúnculo do caju.....	48
<b>Tabela 1.6</b>	Caracterização química do bagaço do pedúnculo do caju <i>in natura</i> e enriquecido após 12 h de fermentação semissólida.....	49
<b>Tabela 1.7</b>	Percentual de proteína do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido nutricionalmente durante armazenamento, na matéria natural.....	51
<b>Tabela 2.1</b>	Composição percentual e calculada da ração (dieta-referência) para codornas em produção.....	59
<b>Tabela 2.2</b>	Composição química do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com <i>S. cerevisiae</i> , após 12 h de FSS, na matéria natural.....	61
<b>Tabela 2.3</b>	Aminograma do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com <i>S. cerevisiae</i> , após 12 h de FSS, na matéria natural.....	62
<b>Tabela 2.4</b>	Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) expresso na matéria seca e na matéria natural.....	63
<b>Tabela 3.1</b>	Composição das rações experimentais.....	71

<b>Tabela 3.2</b>	Média de dados do desempenho das codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura <i>S. cerevisiae</i> .....	72
<b>Tabela 3.3</b>	Médias de dados da qualidade do ovo das codornas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura <i>S. cerevisiae</i> .....	78
<b>Tabela 3.4</b>	Análise econômica das rações de codornas de japonesas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	84
<b>Tabelas 3.5</b>	Estimativa de custos do processo de enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo do caju, utilizando a inoculação com a levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	85

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>DISPOSIÇÃO DO TRABALHO.....</b>	<b>19</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1 Fermentação semissólida do bagaço do pedúnculo do caju.....</b>	<b>23</b>
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
1.1.1 Cajueiro.....	23
1.1.2 Resíduo agroindustrial do pedúnculo do caju.....	25
1.1.3 Enriquecimento nutricional de resíduos agroindustriais.....	27
1.1.4 Fatores que influenciam o processo de fermentação semissólida.....	29
1.1.5 Enriquecimento proteico aplicado na avicultura.....	33
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
1.2.1 Substrato.....	38
1.2.2 Micro-organismo.....	39
1.2.3 Processo de enriquecimento nutricional.....	39
1.2.4 Análises físico-químicas.....	40
1.2.5 Aumento proteico.....	43
1.2.6 Tempo de armazenamento do produto final.....	43
1.2.7 Análise estatística de médias.....	44
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
1.3.1 Caracterização físico-química do bagaço do pedúnculo do caju.....	44
1.3.2 Estudo cinético do enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju.....	46
1.4 CONCLUSÃO.....	52
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>2 Ensaio de digestibilidade do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> em codornas japonesa.....</b>	
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	
2.1.1 Determinação dos valores energéticos dos alimentos para as aves.....	
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	57



	16
2.2.1 Ensaio de digestibilidade.....	57
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
2.3.1 Ensaio de digestibilidade.....	61
2.4 CONCLUSÃO.....	64
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>3 Desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.....</b>	
	66
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	66
3.1.1 Desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas.....	66
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	68
3.2.1 Avaliação de desempenho das codornas e qualidade dos ovos.....	68
3.2.2 Animais e dietas.....	70
3.2.3 Delineamento experimental.....	70
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
3.3.1 Desempenho das codornas.....	72
3.3.2 Qualidade do ovo das codornas.....	78
3.3.3 Estimativa do custo do processo de bioconversão do bagaço do pedúnculo do caju na obtenção de bioproduto.....	84
3.4 CONCLUSÃO.....	86
<b>CAPÍTULO 4</b>	
4 PERSPECTIVAS.....	88
<b>CAPÍTULO 5</b>	
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
APÊNDICE A.....	105



## INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) originário do Brasil tem como centro de dispersão, o litoral nordestino, visto que a região representa 90% da produção (IBGE, 2010).

A grande utilização dos seus principais produtos são o fruto (castanha) e o pseudofruto (parte suculenta do fruto). Em geral, o pedúnculo do caju é consumido *in natura*, na forma de sucos, refrigerantes e na forma processada como bebidas alcoólicas e doces, representando uma parcela bastante significativa na economia nordestina, devido principalmente ao grande crescimento da agroindústria brasileira, transformando-o em polpa, diminuindo o desperdício uma vez que, quando armazenado em temperatura ambiente, não ultrapassa 48 horas. Seu bagaço é descartado no meio ambiente após processamento podendo ocasionar um impacto ambiental. O aproveitamento desses resíduos na alimentação animal poderá ser uma alternativa nas regiões em que existe escassez de alimentos; além disto, o uso dos resíduos da agroindústria não só reduziria os custos com a compra de suplementos alimentares para animais como também daria um destino a esses produtos, visto que são considerados custos operacionais para as empresas ou fonte de contaminação ambiental.

Campos et al. (2005) concluíram, estudando o enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo do caju em diferentes concentrações de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, em escala de bancada, utilizando 500 g, que o emprego da levedura no cultivo semissólido do bagaço do pedúnculo de caju, viabiliza a obtenção de um concentrado proteico que, posteriormente, poderá ser utilizado como fonte alternativa de alto potencial proteico, em ração animal.

O bagaço do pedúnculo de caju enriquecido proteicamente por leveduras vem sendo utilizado com sucesso em criação de galinha caipira como ingrediente substitutivo do milho, trazendo benefícios no ganho de peso desses animais (HOLANDA et al., 2002).

A avicultura brasileira tem-se desenvolvido muito nos últimos anos e é referência para o mundo, quando se fala em produtividade, eficiência e segurança alimentar.

A coturnicultura é um setor da avicultura que vem crescendo e se destacando, por apresentar rápido retorno econômico, precocidade e alta produtividade. O consumo da carne de codorna é muito difundido em algumas regiões do Nordeste em função do sabor de “carne de caça” e ao suposto poder afrodisíaco (SANTOS, 2003) sendo a carne de codorna uma fonte alternativa de proteína de excelente qualidade e com grande aceitação; o ovo se caracteriza por ser um alimento de elevado valor nutritivo, com proteína de alto valor biológico, sendo a casca responsável pela sua integridade e qualidade.

A má distribuição de chuvas e a competição por alimentos entre o homem e os animais ao consumo de grãos, aumentam os custos de produção tornando a atividade antieconômica; outrossim, 70% dos custos aplicados à produção animal estão voltados ao alimento. Por esses motivos faz-se necessário buscar pesquisas em alimentos para diminuir os custos levando-se em consideração que a proteína na ração dos monogástricos é o nutriente de maior necessidade e de maior custo nos grãos fonte de proteínas (soja) e carboidratos (milho), o preço oscila muito no mercado, principalmente o milho, que participa com cerca de 60 a 70% das fórmulas das rações (SILVA et al., 2002).

As leveduras também têm sido utilizadas pelo alto conteúdo de nutrientes facilmente assimilados pelos organismos e de alto valor nutricional, tornando-se um excelente componente alimentar para todos os animais além de ser de rápido crescimento. Existe ainda, na levedura, o componente com função de aliviar o estresse natural das operações de desmame, vacinação, transporte e por outras causas presentes para qualquer tipo de criação (PORTUGAL, 2005).

Diversos produtos têm sido testados com sucesso para o processamento por fermentação microbiana como fonte potencial de proteína para uso na alimentação humana e animal. Esta fermentação pode ser feita a partir de produtos agrícolas, a exemplo da algaroba (PERAZZO NETO, 1999), palma forrageira (PERAZZO NETO, 1999; CARVALHO, 1999; ARAÚJO et al., 2007; CAMPOS, 2008), mandacaru sem espinhos (ARAÚJO et al., 2003; ARAÚJO et al., 2008; ALMEIDA et al., 2011), resíduos agroindustriais de abacaxi (OLIVEIRA, 2007; CORREIA et al., 2007; MONTEIRO et al., 2011), resíduo de maracujá (OLIVEIRA, 2007; MONTEIRO et al., 2011), pedúnculo do caju (HOLANDA et al., 1998; CAMPOS et al., 2005; CATUNDA et al., 2010; MONTEIRO et al., 2011) e bagaço de maçã (VILLAS-BÔAS; ESPOSITO, 2001).

A produção do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é em torno de 1,8 milhão de toneladas/ano concentrando-se basicamente na região Nordeste com o aproveitamento industrial, de 15% no total (KISS, 2005). A quantidade desperdiçada representa um elevado potencial de uso para conversão proteica por micro-organismos, pois contendo menos de 7% de proteína (base seca) na sua composição, existem cerca de 10% de carboidratos (açúcar e amido) que podem ser metabolizados como fonte de energia para reações de biossínteses.

Segundo Dantas Filho (2007), em decorrência da safra de caju na região Nordeste ocorrer na estação seca do ano, no período da entressafra do milho e da soja com algumas variações dependendo do estado, o farelo do pseudofruto do cajueiro apresenta grande potencial de utilização na indústria animal. O aproveitamento na alimentação animal desse

resíduo e de outros que, normalmente, são desperdiçados, pode liberar quantidades significativas de milho para alimentação humana, diminuindo a competição por alimentos entre homens e os animais domésticos.

A cultura do caju é de grande importância econômica, tanto pelo fato de ser consumido *in natura* como pela industrialização do fruto e pseudofruto, resultando em sucos, doces, polpa e outros produtos. A crescente industrialização do pedúnculo de caju (pseudofruto) para a fabricação de derivados tem aumentado consideravelmente a cada ano e o bagaço do pedúnculo do caju, resíduo orgânico proveniente da trituração e sua prensagem, é descartado, visto que pode acarretar em poluição do ambiente, caso não seja manejado corretamente.

A criação de codorna no Brasil tem merecido destaque e consolidando a exploração comercial por apresentar rápido retorno econômico, precocidade na maturidade sexual, crescimento rápido e elevada produção de ovos. O consumo de carne e ovos de codorna é muito difundido na região Nordeste, a carne é de excelente sabor, e o ovo se caracteriza por ser um alimento de elevado valor nutritivo, com proteína de alto valor biológico, sendo a casca responsável pela sua integridade e qualidade.

## **DISPOSIÇÃO DO TRABALHO**

Este estudo ficou disposto da seguinte forma:

- O Capítulo 1 dispõe sobre o enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* com vista à produção de uma ração animal alternativa para codornas japonesa observando-se a cinética do processo fermentativo e sua caracterização, realizado em tambor rotativo, tempo de cultivo e armazenamento do produto final. Esses dados permitem verificar o melhor resultado para os estudos subsequentes.

- O Capítulo 2 traz um ensaio de digestibilidade com codornas japonesas em postura para, então, se determinar os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável corrigida e coeficiente de metabolização do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas; sugere-se, através deste ensaio de digestibilidade, conhecer a energia metabolizável do alimento que será fornecido ao animal para, posteriormente, formular as rações.

- O Capítulo 3 apresenta a avaliação dos efeitos do desempenho, valores econômicos e qualidade de ovo das codornas japonesas em produção, alimentadas com o bagaço do

pedúnculo do caju enriquecido pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, em diferentes níveis de substituição ao milho. Através dos resultados obtidos foi possível verificar o melhor nível de inclusão.

- são apresentadas, no Capítulo 4, as perspectivas e no Capítulo 5 são listadas as referências bibliográficas.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Estudar a ampliação de escala experimental do processo de enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo de caju utilizando-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, através da fermentação semissólida, visando à produção de um suplemento nutricional enriquecido para substituir parcialmente os suplementos comerciais em ração de codorna.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar o bagaço do pedúnculo do caju *in natura* (*Anacardium occidentale* L.); % umidade, açúcares redutores totais (ART), pH e proteína bruta (PB);
- Estudar a cinética do processo de enriquecimento nutricional (proteico e energético), em tambor rotativo (método dinâmico);
- Caracterizar físico-quimicamente os enriquecidos: proteína bruta (PB); açúcares redutores totais (ART), umidade, pH, energia bruta (EB), cinzas, cálcio (Ca) e fósforo (P);
- Estudar a estabilidade do teor proteico e da cor do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido em temperatura ambiente, durante o armazenamento;
- Estudar os valores energéticos e bromatológicos do enriquecido para codornas na fase de produção, visando equilibrar a ração em proteína e energia;

- Verificar os efeitos dos níveis de bagaço de pedúnculo de caju enriquecido na dieta sobre as características de desempenho das codornas e qualidade dos ovos;
- Realizar análise econômica sobre os efeitos de substituição do bagaço de pedúnculo de caju enriquecido nas rações experimentais das codornas japonesas.

## Capítulo 1

---

Fermentação semissólida do bagaço do pedúnculo do caju



## CAPÍTULO 1

### 1 Fermentação semissólida do bagaço do pedúnculo do caju

O desperdício de resíduos provenientes das indústrias de suco tem suscitado o interesse por pesquisas em aproveitar esses resíduos, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental em virtude de ser descartado no meio ambiente. Ao ser processado na indústria de suco, o bagaço do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) é desperdiçado e seu valor nutritivo reduzido, sendo utilizado como alimento para o animal ou descartado no ambiente. Este resíduo é rico em carboidratos (açúcar e amido) que podem ser metabolizados como fonte de energia para reações de biossíntese.

O processo de enriquecimento proteico de resíduos agroindustriais foi realizado através de fermentação semissólida que aproveita estes resíduos como substrato.

Objetivou-se então, com este trabalho, enriquecer nutricionalmente o bagaço do pedúnculo do caju com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* para a produção de uma ração animal alternativa para codornas japonesa, rica em proteína, observando-se a cinética do processo fermentativo e sua caracterização, realizado em um biorreator tambor rotativo, tempo de cultivo e armazenamento do produto final.

### 1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1.1 Cajueiro

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta originária do Brasil, disseminada em quase todos os Estados, em que o litoral nordestino é tido como centro de origem e dispersão do cajueiro comum. O cajueiro, cultivado em locais onde a precipitação pluvial se situa entre 800 e 1.500 mm anuais distribuídos em 5 a 7 meses seguidos de um período seco, mais adequado à espécie, é de clima tropical e subtropical e solo seco, devendo seu plantio ser realizado na estação chuvosa. Pertence às famílias *Anacardiaceae*, *Dicotyledoneae*, gênero *Anacardium*, espécie *Anacardium occidentale* L. (cajueiro comum). A planta está difundida pela América do Sul, América Central, África e Ásia (ANDRADE, 2004).

O caju (Figura 1.1) apresenta duas partes: a castanha, o verdadeiro fruto, que é um aquênio reniforme constituído pelo pericarpo, formado pelo epicarpo, mesocarpo e o

endocarpo e pela amêndoa comestível; além de um pedúnculo floral hipertrofiado, chamado hipocarpo ou pseudofruto, rico em suco e de formato variado (cilíndrico, piriforme e alongado).



Figura 1.1 - Fruta do cajueiro (fruto e pseudofruto)  
Fonte: TODA FRUTA (2012)

São conhecidas cerca de 20 variedades de caju classificadas segundo a consistência da polpa, o formato, o paladar e a cor da fruta amarela, vermelha ou roxo-amarelada, dependendo da variedade (TODA FRUTA, 2006).

Da castanha pode-se obter grande quantidade de produtos e subprodutos como a amêndoa, tintas, vernizes, isolantes, colas fenólicas e inseticidas, dentre outros (PAIVA et al., 2000). A amêndoa, que representa o principal subproduto da castanha de caju, apresenta grande valor nutritivo e é considerada fonte de proteína de alta qualidade, rica em ácidos graxos poli-insaturados e altamente energética, rica em gorduras e carboidratos apresentando ainda elevados teores de cálcio, ferro e fósforo.

O aproveitamento do pedúnculo de caju se dá sob a forma de sucos, doces, geleias, néctares, farinhas e fermentados; no entanto, só 15% da produção de pedúnculos de caju são utilizados (MOREIRA et al., 2009). O pedúnculo, rico em vitamina C, é utilizado na alimentação do homem e de animais (bagaço da indústria).

A composição do caju é bastante complexa; a presença de vitaminas, taninos, sais minerais, ácidos orgânicos e carboidratos torna-o um alimento importante; no entanto, são responsáveis por sua alta perecibilidade, o que exige cuidados especiais na estocagem, transporte, limpeza e processamento (CAMPOS, 2003).

Apesar de o Brasil ser o berço do cajueiro e das missões colonizadoras encontrarem o indígena brasileiro utilizando essa espécie para diversos fins, a exploração do cajueiro com finalidade econômica ficou, durante alguns séculos, restrita ao consumo local, nas zonas

produtoras. A espécie, que é cultivada principalmente nos estados do Nordeste, distinguindo-se o Ceará como o maior produtor, não teve destaque na economia nordestina antes das quatro primeiras décadas do século XX; no entanto, a partir de 1985 se destacaram a Índia, Brasil, Moçambique, Tanzânia e Quênia como principais produtores de castanhas no mundo. No Brasil a quase totalidade da produção de castanhas se situa nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (Fundação Banco do Brasil, 2010).

A cajucultura é uma das atividades de maior importância econômica e social para o Nordeste; tal importância social é caracterizada pela geração de emprego e renda durante a estação seca, para a população rural e pelo fato da maioria das áreas de plantio ser explorada pela agricultura familiar.

### **1.1.2 Resíduo agroindustrial do pedúnculo do caju**

No Brasil são produzidos os mais diversos resíduos agroindustriais (a exemplo de: bagaço de cana-de-açúcar, caju, maçã e outras frutas) devido à grande produção agrícola interna; porém, a quantidade dos resíduos gerados nesses setores está se transformando em sério problema ambiental. Apesar de uma parte ser utilizada para fins diversos, grande quantidade ainda permanece sem utilização. Várias pesquisas estão sendo feitas visando ao aproveitamento dos resíduos agroindustriais, como o processamento proteico por fermentação microbiana: resíduos de batata-doce (YANG, 1988); bagaço de laranja (MENEZES et al., 1989); resíduos de mandioca (MANILA et al., 1991) e resíduos agroindustriais de abacaxi (SUHET, 1999; OLIVEIRA, 2007), resíduo de maracujá (OLIVEIRA, 2007), pedúnculo do caju (HOLANDA et al., 1998; CAMPOS, 2003; CATUNDA et al., 2010) e bagaço de maçã (VILLAS-BÔAS; ESPOSITO, 2001).

Moreira et al. (2007) utilizaram o bagaço de caju como bioadsorvente na remoção de metais pesados de efluente industrial e concluíram que o bagaço de caju tratado com NaOH 0,1 mol/L por 3h apresentou características favoráveis ao seu uso como material adsorvente dos íons tóxicos:  $Pb^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Ni^{+2}$ ,  $Cd^{+2}$  e  $Zn^{+2}$  em solução aquosa. A aplicação do bagaço de caju no solo é alternativa que promove a manutenção e/ou aumento da fertilidade dos solos cultivados devido às quantidades significativas de nutrientes neste resíduo, afirmam Braga et al. (2008).

O caju apresenta variação na composição química de acordo com o seu tipo, clone e região produtora e devido a esta variação o valor da proteína bruta do pedúnculo do caju

encontrado por Holanda et al. (1998) foi de 6,58%, Campos et al. (2005) 10,54% e Santos et al. (2010) 7,84%, de proteína bruta do pedúnculo do caju com base na matéria seca.

Na região Nordeste as forragens e os grãos de cereais fornecidos aos animais domésticos diminuem no período de escassez de chuvas, aumentando, assim, os custos de produção motivo pelo qual se faz necessário buscar o aproveitamento de matérias-primas de vegetais regionalmente adaptadas. O bagaço do pedúnculo do caju é desperdiçado pela indústria do caju e a safra ocorre na estação seca do ano. Segundo Dantas Filho et al. (2007), no período de julho a janeiro, com algumas variações, ocorre a entressafra do milho e soja e, de acordo com os valores nutricionais do pedúnculo do caju várias pesquisas estão sendo feitas para aproveitar o resíduo da agroindústria de suco de caju.

De acordo com Araújo (1983), EMBRAPA (1991) e Ramos et al. (2006), o pseudofruto desidratado do cajueiro contém 87,99, 85,85 e 88,70% de matéria seca (MS), 8,11, 8,11 e 14% de proteína bruta (PB), 15,40, 6,82 e 12,07% de fibra bruta (FB), 2,86, 3,16 e 4,15% de extrato etéreo (EE), 0,28; 0,13 e 0,45% de cálcio (Ca) e 0,14; 0,14 e 0,30% de fósforo (P), respectivamente.

Uchoa et al. (2008) obtiveram, estudando os parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e fibra alimentar dos resíduos do bagaço de caju, bagaço da goiaba e casca seca de maracujá obtidos do processamento de polpa de fruta e transformados em pós alimentícios, 9,92; 39,56 e 26,31% de fibra bruta; 3,26; 24,46 e 17,07 % de fibra alimentar; 40,48;10,48 e 20,56 de Brix; 36,55; 5,31 e 8,83% de açúcares redutores e 34,72; 21,55 e 11,76 mg/100mL de vitamina C, respectivamente, e concluíram que a partir dos resultados obtidos os pós alimentícios podem ser aproveitados na formulação de novos produtos (biscoitos, bolachas, pães, sopas).

Avaliando o desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) contendo ou não bagaço de caju e suplementados com dois níveis de concentrado (1,5 e 2,5% do peso vivo - PV), Teixeira et al. (2003) concluíram que as silagens contendo bagaço de caju permitiram maior ganho de peso e conversão alimentar, principalmente em dietas contendo menos níveis de ração concentrada. Visando avaliar o valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), com a adição de 0, 12, 24, 36 e 48% de bagaço de caju (subproduto da agroindústria de suco de caju), Ferreira et al. (2004) concluíram que o bagaço de caju pode ser utilizado como aditivo na ensilagem de capim elefante, melhorando as características fermentativas da ensilagem com relação ao teor de PB e redução dos teores de FDN, sendo recomendada a

adição de até 47,7% de bagaço de caju (BC) para se obter o nível máximo de PB e aproximadamente 37,5% de adição de BC para atingir o menor nível de FDN.

Figueiredo et al. (2005b) encontraram, avaliando a digestibilidade dos nutrientes do farelo do pseudofruto do cajueiro para frangos de corte, coeficientes de digestibilidade aparente do pseudofruto do cajueiro na ordem de 24,67; 19,5; 43,24; 26,39 e 31,37% para matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, cálcio e fósforo, respectivamente.

Silva Filha et al. (2004) constataram, substituindo o milho pelo pseudofruto do caju desidratado até o nível de 24% nas dietas de frango de corte, que o ganho de peso não foi influenciado havendo redução no valor da média para a conversão alimentar mas Figueiredo et al. (2005a) concluíram, trabalhando com frango de corte na fase inicial, que o farelo do pseudofruto do cajueiro pode ser incluído nas dietas desses animais até o nível de 12%.

Por outro lado, Ramos et al. (2006) concluíram, avaliando o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis de inclusão (0, 5, 10 e 15%) de polpa de caju desidratada, em substituição ao milho, que a inclusão de até 15% de polpa de caju desidratada em rações para a fase de crescimento, não influenciou o consumo, o ganho de peso nem as principais características de carcaça dos frangos de corte. A conversão alimentar piorou e a viabilidade econômica (renda bruta e margem bruta média) foi menor com o incremento da polpa de caju desidratada nas rações.

Segundo Farias et al. (2008), o pseudofruto do cajueiro pode ser incluído nas dietas de suínos em crescimento até o nível de 20% da ração, cuja inclusão na forma de farelo melhora o rendimento financeiro da produção.

### **1.1.3 Enriquecimento nutricional de resíduos agroindustriais**

#### ***1.1.3.1 Fermentação semissólida (FSS)***

A fermentação semissólida (FSS), ou em estado sólido ou ainda, fermentação em meio sólido, se aplica ao processo no qual há crescimento de micro-organismos sobre ou dentro de partículas em matriz sólida e a quantidade de líquido (água ou outro líquido) apresenta um nível de atividade de água que possa garantir o crescimento e o metabolismo dos micro-organismos, mas não exceda a capacidade máxima de ligação com a matriz sólida (PINTO et al., 2006). O estudo de FSS vem sendo ampliado para se aproveitar as grandes quantidades de resíduos agrícolas desperdiçados no campo e provenientes da agroindústria propiciando, assim, o valor agregado desses substratos de baixo valor comercial.

Conforme Pinto et al. (2006), a FSS também apresenta as seguintes características:

- a fase sólida atua como fonte de carbono, nitrogênio e demais componentes, além de servir como suporte para o crescimento das células microbianas;
- o ar, necessário ao desenvolvimento microbiano, deve atravessar os espaços vazios do meio a pressões relativamente baixas. O substrato não deve apresentar aglomeração de partículas individuais;
- o crescimento microbiano ocorre em condições mais próximas aos dos habitats naturais;
- o meio apresenta alta heterogeneidade e os substratos não estão completamente acessíveis ao micro-organismo.

As vantagens e desvantagens da fermentação semissólida podem ser citadas por vários autores (KOLLICHESKI, 1995; SOCCOL; VANDENBERGHE, 2003). As vantagens são: condições da cultura em FSS próximas às que se desenvolvem em meios naturais, tratamento simples, o espaço ocupado pelo equipamento é pequeno devido à baixa umidade do meio de cultivo, maiores solubilidade e difusão de oxigênio e outros gases, menor custo do equipamento e resíduos sólidos mais estáveis após a fermentação.

Segundo Rodrigues (2006), as limitações da técnica ainda impedem sua ampla utilização industrial: dificuldade de remoção de calor devido à baixa condutividade térmica da matéria, tipos de substrato limitados e a dificuldade de se medir parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, quantidade de água e concentração do substrato sólido. O mesmo autor ainda afirma que algumas limitações podem ser minimizadas como, por exemplo, o aumento excessivo de temperatura do substrato fermentado pode ser controlado através do aumento da vazão de ar ou revolvendo o material durante o período de maior aumento de temperatura (entre 24 e 72 h de fermentação). A determinação da biomassa fúngica, parâmetro de maior dificuldade de se determinar em FSS, pode ser estimada monitorando-se o consumo de oxigênio durante o processo fermentativo; enfim, a aspersão de água no substrato evita o ressecamento durante a fermentação.

Alcântara et al. (2007) caracterizaram o bagaço seco do pedúnculo do caju para posterior utilização em um processo de fermentação semissólida para produção de pectinases utilizando o *Aspergillus Níger* e concluíram que o bagaço com 11,69% b.s de umidade; o pH de 3,66; os açúcares redutores 20,26 g/g, o pectato de cálcio e o tamanho das partículas entre 0,7 e 0,42 mm, são necessários para o ajuste de parâmetros a fim de que a atividade enzimática se sobressaia.

### 1.1.3.2 Biorreator

O biorreator é utilizado no processo de fermentação, cuja matéria-prima em condições satisfatórias é convertida a um produto desejado. Maximizar a taxa de formação e o rendimento dos produtos dentro do biorreator é uma das metas mais importantes no aperfeiçoamento do processo de FSS. Em contraste com os sistemas de FSm (Fermentação Submersa), os biorreatores da FSS não alcançaram ainda alto grau de desenvolvimento, em virtude dos problemas associados ao meio sólido, como baixa transferência de energia e difícil manuseio do material (ROBINSON; NIGAM, 2003).

Vários tipos de biorreatores têm sido utilizados para FSS em modelo contínuo ou em batelada, citado por Correia (2004), são eles: bandeja, biorreatores de vidro tanques circulares, esteira rolante, tubular horizontal, tubular vertical e saco plástico.

O uso de biorreatores com e sem agitação para aplicação em larga escala da produção do fungo *Coniothyrium minutans* em fermentação semissólida foi avaliado por Oostra et al, (2000). O maior problema encontrado pelos autores na ampliação de escala foi o acúmulo de calor no substrato. Os autores optaram por fazer uma simulação matemática visando economizar tempo e gastos desnecessários. Os resultados encontrados indicaram que a ampliação de escala da fermentação semissólida para a produção de esporos deve ser conduzida preferencialmente, usando-se um biorreator com agitação, pois proporciona um resfriamento melhor do substrato usado, grão de aveia.

Sella et al. (2009) conduziram um estudo para avaliar a produção de esporos de *Bacillus atrophaeus* em escala laboratorial por fermentação semissólida em biorreatores de coluna (aeração forçada), sacos plásticos e frasco tipo erlenmeyer (aeração por fusão), usando bagaço de cana como suporte e melão de soja como substrato. Diferentes teores de umidade (84, 86 e 88, 89 e 93%) e taxa de aeração (30, 45, 60 e 90 mL/min) foram estudados. Os pesquisadores chegaram à conclusão de que a melhor condição para a produção de esporos no biorreator de coluna foi 80% de umidade inicial, sem aeração. Em frasco Erlenmeyer e sacos plásticos a melhor esporulação foi com 88-90% de umidade inicial; para esses pesquisadores há possibilidade de reduzir o tempo de incubação para esporulação em dois dias.

### 1.1.4 Fatores que influenciam o processo de fermentação semissólida

Os fatores que podem influenciar no processo de fermentação semissólida são: pH, umidade, temperatura, substrato (matérias-primas e/ou resíduos agroindustriais), espessura da

camada, fontes de nitrogênio e carbono e o pré-tratamento do substrato (SANTOS et al., 2005; PINTO et al., 2006; CAMPOS, 2008).

#### ***1.1.4.1 Micro-organismos***

Os animais e os vegetais necessitam de extensas áreas e de um ciclo longo para serem utilizados como alimento enquanto os microrganismos podem produzir proteínas em poucas horas e em áreas restritas (MENEZES et al., 1989).

O uso de microrganismos como alimentos e fontes atrativas de alimento pode ser cultivado em resíduos do campo e da indústria, com produção de grandes quantidades de células ricas em proteína (PELCZAR et al., 1996).

Neste contexto, vários trabalhos têm sido realizados utilizando-se diversos microrganismos e várias matérias orgânicas visando ao aproveitamento de resíduos que são descartados pela indústria de alimentos.

Para obtenção de enriquecidos proteicos pode ser citados, dentre muitos outros, o uso de culturas de *Rizopus* (ALBUQUERQUE et al., 2003), *Aspergillus* (ALMEIDA et al., 2011) e *Saccharomyces cerevisiae* (HOLANDA et al., 1998; ARAÚJO et al., 2003; CAMPOS et al., 2005; AMORIM et al., 2005; CARNEIRO et al., 2012).

#### ***1.1.4.2 Levedura (Saccharomyces cerevisiae)***

As leveduras são consideradas fonte unicelular de elevado teor proteico além de possuírem um crescimento rápido e a possibilidade de cultivo em diversos substratos (ARAÚJO et al., 2009).

A primeira levedura utilizada pelo homem foi a *Saccharomyces cerevisiae* que, atualmente, é a mais cultivada e, conseqüentemente, esses microrganismos são muito utilizados nas indústrias.

Com a intenção de aumentar o valor nutricional das rações e reduzir os custos de produção animal, vários trabalhos foram conduzidos utilizando-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae* e os resíduos da indústria de alimentos e o aproveitamento dos produtos provenientes do campo (CAMPOS et al., 2005; CORREIA et al., 2007; ARAÚJO, et al., 2007; CATUNDA, et al., 2010; SANTOS et al., 2010; ALMEIDA et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012).



Suhet (1999) realizou estudo do enriquecimento proteico do resíduo da industrialização do abacaxi por fermentação semissólida a 30 °C. As fermentações foram realizadas em bandeja perfurada, com o fungo *Rhizopus oligosporus* e em sacos plásticos, com o fungo *Rhizopus oligosporus* e também com o *Aspergillus niger*. Foi constatado que o máximo teor proteico bruto encontrado para as fermentações em bandeja ocorreu após 65 h de fermentação utilizando-se, como inóculo, o *Rhizopus oligosporus* e em sacos com *Rhizopus oligosporus* e *Aspergillus niger*, em 96 e 75 h de fermentação, respectivamente; prolongado o tempo do processo observou-se uma redução do teor proteico no curso das fermentações.

Holanda et al. (2002) avaliaram a proporção de inóculo de *Saccharomyces cerevisiae* e o tempo de fermentação necessário para enriquecer a pasta de pedúnculo de caju por fermentação submersa na temperatura de 35 °C e conseguiram o aumento de 20% do teor proteico do material fermentado utilizando 5,0% de inóculo de leveduras, com um tempo de fermentação inferior a 24 h.

Albuquerque et al. (2003) conseguiram, ao utilizar o fungo *Rhizopus oligosporus* para promover o enriquecimento proteico do bagaço de maçã, resíduo da indústria de suco empregando a fermentação semissólida, que foi realizada em reatores de leite empacotado, durante 72 horas, a 30 °C, um aumento de cinco vezes no teor de proteína solúvel do bagaço.

Campos et al. (2005) definiram, ao enriquecer proteicamente o bagaço do pedúnculo do caju utilizando levedura *Saccharomyces cerevisiae*, através de fermentação semissólida, que na temperatura de 33 °C, por um tempo de 28 horas e inoculando 12% de levedura *S. cerevisiae*, o aumento proteico chega a 3,5 vezes quando comparado aos valores iniciais do material *in natura*. O emprego da levedura no cultivo semissólido do bagaço do pedúnculo de caju viabiliza a obtenção de um concentrado proteico que, posteriormente, poderá ser utilizado como fonte alternativa de alto potencial proteico, em ração animal.

Feddern et al. (2007) avaliaram os efeitos nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo, através de fermentação semissólida. As fermentações foram realizadas em bandejas durante 6 h a 30 °C, 30% de umidade e 3% de levedura. Observou-se que o pH do farelo de arroz diminuiu, os açúcares redutores aumentaram 41%, as cinzas 13% e fibras 2%, ao longo das 6 h de fermentação. A digestibilidade *in vitro* e os teores de lipídios, proteínas e cálcio, não variaram significativamente com a fermentação.

Correia et al. (2007) verificaram, ao utilizar os resíduos de abacaxi como substrato no estudo do enriquecimento proteico por fermentação semissólida, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* e a suplementação de nitrogênio, em um agitador operando a 160

rpm em temperatura de 31 °C e 34,5% umidade, aos 48 h de fermentação, que o teor de proteína aumentou de 6,4 para 16,1% (base seca).

Oliveira (2007) realizou estudo do enriquecimento nutricional por bioconversão de resíduos agroindustriais para utilização na alimentação animal. Resíduos de casca de maracujá e casca e coroa de abacaxi foram enriquecidos separadamente por FSS com a *Saccharomyces cerevisiae*. As fermentações foram realizadas em bandejas durante o período de 48 h, temperaturas de 34 e 40 °C e umidade inicial acima de 84% (b.u.). O aumento proteico encontrado para os três resíduos foi, em média, de 2,40 vezes em relação ao *in natura*. O autor conclui que os resíduos alcançam concentrações nutricionais que podem ser transformados em suplemento nutricional sendo uma alternativa alimentar para os animais na época de escassez de alimento no semiárido.

Boonnp et al. (2009) conduziram um experimento com o objetivo de estudar o valor nutritivo dos subprodutos derivados da mandioca (*Manihot esculenta*), raspas e polpa fresca para utilização na alimentação animal. Os subprodutos foram enriquecidos separadamente por FSS com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. As fermentações foram realizadas em bandejas durante 132 h, temperatura 25 °C e umidade relativa entre 40 e 50%. Houve aumentos proteicos de 30,4 e 13,5% e de gorduras 5,8 e 3,0% para raspas e polpa frescas, respectivamente, e o conteúdo de ácido hidrocianídrico diminuiu nos subprodutos. Os referidos autores sugerem que os subprodutos da mandioca enriquecidos nutricionalmente com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* podem ser utilizados na alimentação animal.

Muniz et al. (2009) estudaram a cinética do enriquecimento proteico da vagem da algaroba (farinha e farelo) para a alimentação animal utilizando o micro-organismo *Saccharomyces cerevisiae* através da fermentação semissólida em sistema de batelada em bandejas perfuradas de alumínio em temperatura ambiente em torno de 26 °C ± 2 °C, num processo fermentativo de 24, 48 e 72 h e constataram um aumento proteico mais de 3 vezes superior ao substrato *in natura*, tanto para a farinha como para o farelo do resíduo da vagem de algaroba.

Catunda et al. (2010) avaliando o processo de enriquecimento proteico do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) em função da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e ureia, em fermentação semissólida, para ser utilizada na alimentação de ruminantes, verificaram que o maior teor de proteína bruta (37,32%) foi obtido quando se adicionou 1% de levedura e 1% de ureia, no período de 24 h; concluíram, também, que houve eficiência no processo transformando o pedúnculo do caju em produto de alto valor agregado similar ou

maior que os concentrados convencionais, podendo ser utilizado como alternativa alimentar para ruminantes na região Semiárida do Nordeste.

Santos et al. (2010) enriqueceram o bagaço do pedúnculo do caju por cultivo semissólido em bandejas de alumínio com 12% de levedura *Saccharomyces cerevisiae* a uma temperatura de 33°C em estufa de circulação forçada de ar, durante 24 h e concluíram que o processo fermentativo em estado semissólido é viável para aumentar o teor de proteína existente no bagaço do pedúnculo do caju.

### **1.1.5 Enriquecimento proteico aplicado na avicultura**

A avicultura é uma das atividades agropecuárias de crescimento constante, em especial a criação de frangos de corte possibilitando, ao Brasil, tornar-se destaque mundial como um dos maiores produtores e exportadores de carne, mas existem as oscilações nos preços dos grãos, apresentando, como consequência, a baixa produção da carne de frango.

Várias pesquisas estão sendo feitas para diminuir o custo de produção, principalmente o fator alimentação, que representa 70%. A busca por alimentos alternativos para substituir os alimentos tradicionais deve priorizar produtos que reduzam as despesas, que sejam de qualidade e estejam disponíveis na região.

Dentre os produtos que podem substituir os suplementos proteicos convencionais usados na alimentação animal, se destacam os micro-organismos algas, bactérias, leveduras e fungos filamentosos, considerados fonte proteica unicelular (ARAÚJO et al., 2009).

Segundo Butolo (1991) a avicultura objetiva equilibrar o desempenho no ganho de peso com a nutrição e substituir os antibióticos, considerados promotores do crescimento pelas leveduras com resultados positivos na melhoria do crescimento e conversão alimentar. Atualmente, o uso de drogas passa por restrições, havendo grande expectativa de retirada total da formulação de rações, ao mesmo tempo em que se pesquisam alternativas.

Latrille et al. (1976) não verificaram, embora pesquisando o uso de *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de aves, prejuízos no desempenho quando da substituição do farelo de soja em até 10%, por levedura. Em outro experimento pesquisando o uso de levedura também na substituição do farelo de soja, esses autores constataram que o uso de níveis superiores a 25% de levedura influenciou negativamente o comportamento das aves, dados confirmados também por Dagher e Abdul-Baki (1977) ao concluir que o uso de leveduras na dieta deve ser próximo de 10%.

Subrata et al. (1996) pesquisaram os efeitos das leveduras e antibióticos (aureomicina, clorotetraciclina) isolados ou em combinação na alimentação sobre o desempenho de frangos de corte e constataram que o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e os valores hemáticos, não diferiram entre os tratamentos.

Em pesquisas realizadas no Brasil a inclusão de até 24% de levedura nas dietas de poedeiras não provocou alterações significativas no peso dos ovos. Com relação à cor da gema, a inclusão de níveis crescentes até 24% provocou intensificação na cor da gema (BOTELHO et al., 1998).

Macari e Maiorka (2000) verificaram que as aves tratadas com células de *Saccharomyces cerevisiae* apresentavam um ganho de peso significativamente maior.

Grigoletti et al. (2002) realizaram trabalhos de pesquisa utilizando frango de corte com o objetivo de avaliar o uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em substituição aos antibióticos empregados como controladores da flora microbiana e como promotores de crescimento. Foi usada uma dieta à base de milho, farelo de soja e farinha de carne; a levedura foi adicionada sob quatro níveis (0; 0,15; 0,45 e 0,60%) com e sem antibióticos. Os resultados demonstraram que as leveduras podem substituir os antibióticos testados na ração de frangos de corte, com eficiência semelhante à dos antibióticos, em relação ao ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e índice de eficiência produtivo.

O bagaço de pedúnculo de caju enriquecido proteicamente por leveduras, através de fermentação submersa, já vem sendo utilizado com sucesso na criação de galinhas caipiras como ingrediente substituto do milho, trazendo benefícios no ganho de peso desses animais (HOLANDA et al., 2002).

Silva et al. (2009) avaliaram o desempenho de frangos de corte aos 21 dias criados em diferente temperaturas e que foram alimentados com rações contendo ou não extrato de levedura *Saccharomyces cerevisiae* e/ou prebiótico. As rações com prebiótico resultaram em maior ganho de peso e maior viabilidade da criação, enquanto a adição do extrato de levedura *S. cerevisiae* melhorou a conversão alimentar.

Em outro trabalho Silva et al. (2010) concluíram, ao avaliar o desempenho do extrato de leveduras (0 ou 2%) *Saccharomyces cerevisiae* e/ou prebiótico (0 ou 0,15%) na dieta pré-inicial de frangos de corte criados em diferentes temperaturas (alta, controle e baixa), que a inclusão do extrato de leveduras *S. cerevisiae* e prebiótico na ração de frangos de corte criados em ambiente de calor e no frio, tem efeito benéfico sobre as vilosidades das aves.

### ***1.1.5.1 Enriquecimento proteico aplicado na criação de codornas***

A criação de codornas tem se destacado consideravelmente na produção avícola como atividade alternativa e atraente para pequenos, médios e grandes produtores, possibilitando rápido retorno de capital; conseqüentemente, o hábito alimentar do consumidor se diversificou o que é visível pelo crescente aumento do consumo de carne e ovos de codorna presentes em pratos finos e sofisticados.

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos Fasianídeos e da subfamília dos Perdicionidae sendo, assim, da mesma família das galinhas e perdizes (PINTO et al., 2006). Os primeiros escritos a respeito da codorna datam do século XII e registram que eram criadas em função do seu canto.

No Brasil as codornas foram introduzidas na década de 50, do século XX e, de acordo com a UBABEF (2012), a produção por 1.000 dúzias de ovos de codorna se concentra na região sudeste, destacando-se o estado de São Paulo como o principal produtor, com 232.398; já no Nordeste os estados de Pernambuco (6.188), Bahia (4.630) e Paraíba (1.752), são os maiores produtores.

Na Paraíba a criação de codornas é uma atividade econômica que vem crescendo e se destacando; atualmente, ocupa o 3º lugar, com 167.698 cabeças, segundo UBABEF (2012).

A codorna é uma das aves mais precoces e produtivas, iniciando sua postura em torno do 40º dia de idade e produzindo em média 300 ovos no primeiro ano de vida (MOURA et al., 2008). O ovo se caracteriza por ser um alimento de elevado valor nutritivo, com proteína de alto valor biológico, sendo a casca responsável pela sua integridade e qualidade. Em temperaturas mínimas e máximas não ultrapassando 5 e 30 °C, respectivamente, a codorna produz bem.

Silva et al. (2009) afirmam que a codorna é uma excelente alternativa para alimentação humana, pois pode ser utilizada tanto para a produção de ovos como para a produção de carne, que é aceita universalmente por ser um produto de excelente qualidade e rica em aminoácidos essenciais; apresenta também alto conteúdo proteico e de aminoácidos e baixa quantidade de gordura.

A carne de codorna é escura, macia, saborosa e pode ser preparada da mesma maneira que a de frango de corte. Pesquisas indicam que a carne de codorna é uma excelente fonte de vitamina B<sub>6</sub>, niacina, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, ácido pantotênico, bem como de ácidos graxos. Apresenta ainda grandes concentrações de ferro, fósforo, zinco e cobre quando comparada à carne de frango. A quantidade de colesterol da carne de codorna atinge valores intermediários (76 mg) entre a

carne de peito (64 mg) e da coxa e sobre-coxa (81 mg) do frango. A maioria dos aminoácidos encontrados na carne de codorna é superior à de frango. Vários autores concluíram que idade, sexo, linhagem e nutrientes da dieta afetam a composição química da carcaça das aves (MORAES; ARIKI, 2009).

Murakami e Furlan (2002), Sakamoto et al. (2006) e Silva et al. (2007b) citam que a taxa de passagem dos alimentos no trato digestivo das codornas é muito rápida, o que pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, seu valor energético; entre outras fontes de variação, como aspecto físico e composição do alimento, pode levar alterações no consumo e na própria taxa de passagem dos alimentos no trato gastrointestinal.

Segundo Murakami e Garcia (2012), as codornas têm maior capacidade para digerir fibras, em função do maior tamanho relativo do ceco de codornas, quando comparado com as galinhas.

A criação comercial de codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japônica) vem crescendo devido às várias vantagens mas ainda são escassas as informações nas áreas de nutrição e manejo, dificultando a criação e contribuindo para o aumento no custo de produção desta espécie.

A nutrição de um modo geral corresponde aproximadamente 75% dos custos de produção na criação de codornas, tornando-se essencial, portanto, sua otimização, por meio de alimentos alternativos que venham expressar o potencial genético dessas aves (FURLAN et al., 1998).

Trabalhos estão sendo desenvolvidos para baratear os custos de produção uma vez que o milho faz parte da alimentação dessas aves e na época de escassez de chuvas o preço tende a oscilar. Por isto, torna-se necessário buscar alimentos alternativos de baixo custo e de valor nutricional equivalente ao do milho.

Com base nesta afirmação, Silva et al. (2002) testaram a inclusão da farinha integral de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) na alimentação de codornas japonesas nos níveis de 0, 5, 10, 15, 20 e 25% e recomendam que a farinha integral da vagem de algaroba pode ser incluída em até 15% ou 150 g/kg em rações isoenergéticas e isoproteicas e que esta não afetará o desempenho de codornas.

O bagaço do pedúnculo do caju é também uma dessas alternativas porque, ao ser retirado o suco do caju nas indústrias de polpa, este resíduo é descartado, ocasionando impacto ambiental e, se manejado corretamente, dará um valor agregado ao mesmo, tornando-se um potencial nutritivo na ração de animal, sobretudo se for enriquecido com um suplemento proteico não convencional.

Em sua pesquisa realizada, Sucupira et al. (2007) incluindo 0, 3, 6, 9, 12 e 15% de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas rações de codornas japonesas, concluíram que o nível máximo é de 11% de inclusão e níveis superiores pioram a conversão alimentar.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais selecionados e as metodologias utilizadas no estudo do enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju, seguem-se descritos.

Inicialmente foram realizados testes preliminares no Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (CCT/UFCG) com o intuito de selecionar, avaliar e confirmar os parâmetros do processo que influenciaram na fermentação semissólida do bagaço do pedúnculo do caju utilizando-se a *Saccharomyces cerevisiae*. As etapas dos experimentos realizados no processo de enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju são mostradas na Figura 1.2.

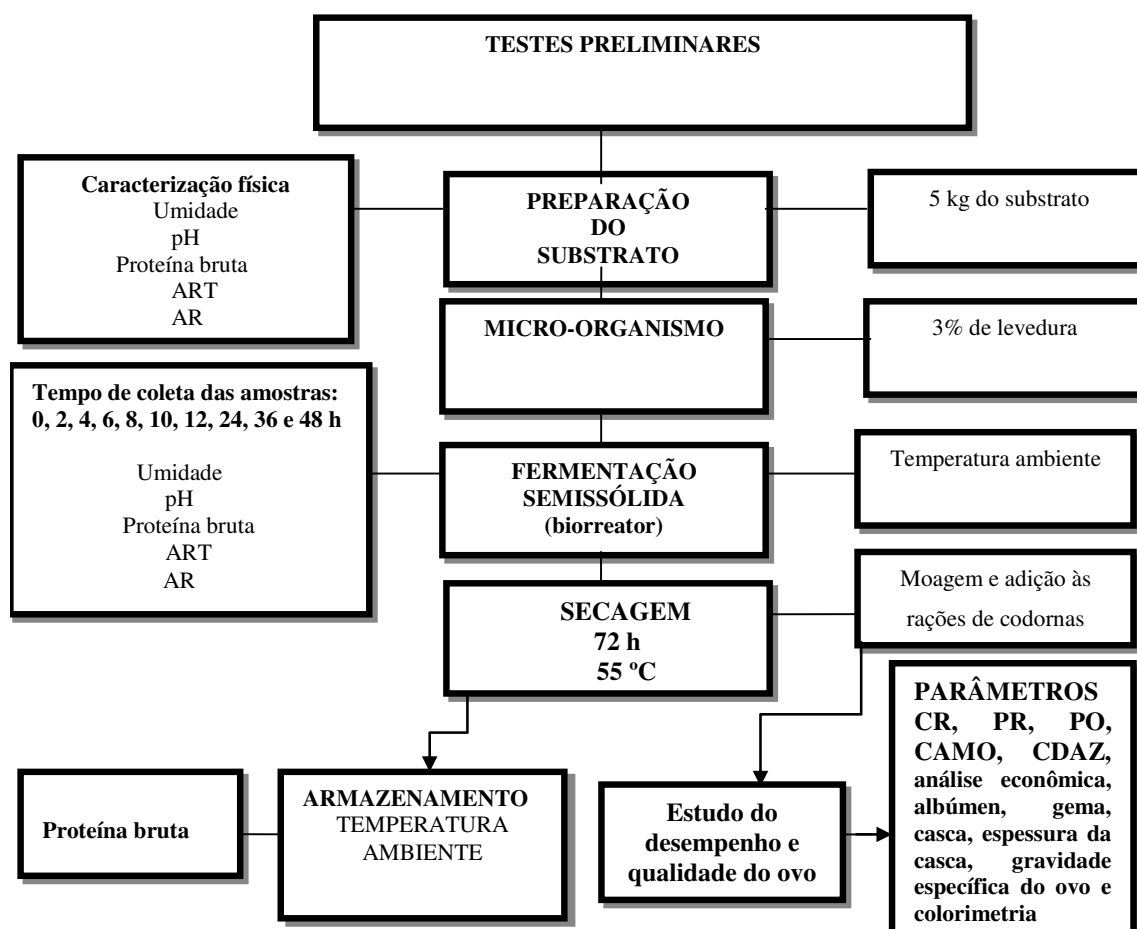


Figura 1.2 - Etapas do processo de enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju e desempenho animal

### 1.2.1 Substrato

A matéria-prima utilizada como substrato para o processo de enriquecimento nutricional foi o bagaço do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.), proveniente da FRUTNAT, Indústria de Polpas de Frutas, localizada em Campina Grande, PB (Figura 1.3).



Figura 1.3 - Bagaço do pedúnculo do caju *in natura*

O bagaço do pedúnculo do caju coletado na Indústria de Polpas de Frutas era distribuído em sacos plásticos com peso de 5,8 kg e armazenado em freezer. Ao planejar a fermentação retirava-se o substrato (5,8 kg) do freezer para descongelar na geladeira, durante 24 h, e no dia de realizar a inoculação o substrato era deixado em temperatura ambiente até o descongelamento. Ao atingir a temperatura ambiente fazia-se a soltura das fibras do bagaço para facilitar sua mistura com a levedura.

Antes de iniciar a fermentação foram retiradas amostras de 25 gramas do bagaço, para fazer as análises de pH, umidade. Também foram retirados 25 gramas de amostra para análise de proteínas e açúcares redutores totais, esta amostra, foi seca em estufa de circulação de ar na temperatura de 55° C pelo tempo de 72 h (Figura 1.4).



Figura 1.4 – BPC fermentado e seco



### 1.2.2 Micro-organismo

O micro-organismo utilizado no enriquecimento do bagaço do pedúnculo do caju foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* prensada, fermento biológico comercial da marca Fleischmann.

### 1.2.3 Processo de enriquecimento nutricional

A fermentação empregada para o enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju (BPC) foi a semissólida em sistema de batelada na qual o substrato foi adicionado ao biorreator ocorrendo então a adição da levedura. A adição da levedura ao substrato foi realizada com o auxílio de uma peneira para melhor distribuição.

O cultivo foi realizado em biorreator tambor rotativo com o objetivo de enriquecimento nutricional, ou seja, desenvolver os micro-organismos no bagaço do pedúnculo do caju. A capacidade do tambor rotativo é de 25 L, com utilização de 10 kg de substrato por batelada. Não se deve utilizar toda a capacidade do biorreator, pois a adição da levedura provoca aumento de volume do substrato devido à formação de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, durante as primeiras horas de fermentação; conseqüentemente, perderia massa de substrato logo no início da fermentação influenciando o resultado final do processo (CAMPOS, 2008) além de necessitar de espaço vazio no reator para o ar, que acelera o processo; o tambor rotativo possui agitação constante de aproximadamente 20 rpm.

O tambor rotativo possuía uma inclinação de aproximadamente 45°, a qual permite a retirada da tampa do tambor para melhor aeração da massa fermentada. Buscava-se uma inclinação mínima possível para que não ocorresse o derramamento do substrato e que a espessura da camada de substrato fosse o menor possível. Uma grande espessura de substrato poderá ocasionar gradientes de temperatura e de aeração dentro do fermentador comprometendo os resultados; o ângulo de inclinação do tambor rotativo foi igual para todos os experimentos.

Os experimentos, em triplicata, foram conduzidos em tambor rotativo (Figura 1.5), a uma temperatura ambiente de 23 °C. Foram pesados 5 kg de substrato por batelada; em seguida, procedeu-se à inoculação da levedura *Saccharomyces cerevisiae* numa concentração de 3% (b.u.). Foram monitorados, durante a fermentação semissólida, o pH e a umidade, a proteína bruta e os açúcares redutores totais, em 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, e 48 h de fermentação.

Com o estudo cinético, foi possível observar que o tempo de fermentação, necessária para o maior rendimento em proteína era no tempo de 12 horas. Ao se obter o resultado do melhor tempo (12 h), foram realizadas várias fermentações, nas mesmas condições especificadas acima, até obter a quantidade de massa fermentada suficiente para ser adicionada na formulação das rações que seriam fornecidas as codornas.

Ao final de cada fermentação foi retirada amostra para análises de proteína bruta e açúcares redutores totais. Estas amostras foram secas em estufa com circulação de ar, por 72 h a 55 °C. (Figura 1.4).

O material fermentado em melhor tempo de fermentação (12 h) e com 15,20% de proteína, foi seco em estufa de circulação de ar forçado a 55 °C por 72 h, moído em moinho de facas da marca Tecnal; e todo ele foi acondicionado em saco plástico próprio para armazenar ração, com capacidade para 20 kg. Antes de este material ser usado na formulação da ração das codornas era feito um quarteamento, para análise, segundo o método do quarteamento, de acordo com a NP-1379 (NP-1976). As análises realizadas do material foram: matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), proteína bruta (PB), cinzas, pH, umidade, açúcares, cálcio (Ca) e fósforo (P).



Figura 1.5 - Biorreator tambor rotativo

#### 1.2.4 Análises físico-químicas

A secagem do material enriquecido e do bagaço *in natura* do pedúnculo do caju (b.u.) foi realizada em estufa com circulação de ar na temperatura de 55 °C, pelo tempo de três dias; após a secagem o material foi moído em moinho de facas marca Tecnal e acondicionado em recipiente de plástico hermético, cor preta, medindo 5 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, visando a um acondicionamento melhor do mesmo, para posteriores análises físico-química e químicas. As análises de proteína bruta foram realizadas no Laboratório de

Química e Solos da Embrapa Algodão, PB e no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFPB, João Pessoa, PB; nos Laboratórios de Engenharia Bioquímica e no Laboratório de Pesquisa em Meios Porosos e Sistemas Particulados da UFCG foram realizadas as análises de açúcares, umidade e pH.

✓ Umidade

Para determinação do teor de umidade do bagaço do pedúnculo do caju as amostras foram levadas à estufa a 105 °C, durante 24 h (BRASIL, 2005). Essas análises foram feitas em triplicata.

✓ pH

Para determinação do pH foram utilizados 10 g da amostra (em triplicata) em Erlenmeyer; preparou-se uma suspensão com 100 mL de água destilada; após a homogeneização a suspensão foi deixada em repouso durante 30 min; depois foi mensurado em pHômetro, previamente calibrado com soluções padrão (BRASIL, 2005).

✓ Proteína bruta (PB)

Para determinar a proteína bruta, o método utilizado foi o da EMBRAPA, que determina o Nitrogênio (N), através de reações com o reativo de Nessler em que a leitura foi lida no aparelho de espectrometria com comprimento de onda 410 nm, de acordo com a metodologia descrita por Poidevin e Robinson (1964).

✓ Açúcares redutores (AR)

O método do DNS baseia-se na redução do ácido 3,5-dinitro salicílico a ácido 3-amino-5-nitro salicílico, concomitantemente com a oxidação do grupo aldeído do açúcar a grupo carboxílico. Após aquecimento a solução se torna alaranjada sendo lida a absorbância da solução em espectrofotômetro a 540 nm, de acordo com Silva e Queiroz (2009).

✓ Açúcares totais

Os açúcares redutores (AR), açúcares redutores totais (ART) e açúcares não redutores (ANR) foram determinados através do aparelho de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) equipado com uma bomba modelo ProStar 210 (Varian); injetor manual com loop de 20 µL; detector de índice de refração modelo ProStar 356 (Varian) e UV/visível 284 nm (aldeídos); Coluna analítica de aço inox Hi-Plex H (300 x 7,7 mm; Varian); as condições das operações foram as seguintes: temperatura da coluna de 40 °C, Fase móvel: água miliQ com vazão de 0,6 mL/min; Tempo de análises 15 min para teores: glicose, xilose, arabinose e sacarose (Sigma 99,99% grau HPLC). Antes de serem injetadas no HPLC as amostras com *Saccharomyces cerevisiae*, eram aquecidas em banho-maria a 90 °C durante 10 min e colocadas no freezer vertical a 10 °C negativos para posteriores análises. As amostras foram determinadas em triplicata (Brasil, 2005).

✓ Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada conforme metodologia descrita em Brasil (2005). Os cadinhos de porcelana vazios foram colocados na mufla e deixados a 550 °C; depois foram deixados em dessecador até atingir temperatura ambiente, pesados vazios e com 5 g da amostra. Foram levados à mufla a 550 °C, durante 5 h, até se obter uma cinza cor clara; após este tempo foram novamente deixados em dessecador e pesados.

✓ Fibra bruta (FB)

A determinação de fibra bruta seguiu a metodologia descrita em Brasil (2005).

Equação 1.

$$FB = \frac{100 \times \text{Peso inicial}}{\text{Peso final}} \quad (1)$$

✓ Cálcio (Ca) e fósforo (P)

As análises de Ca e P foram determinadas segundo método descrito por Silva e Queiroz (2009).

- ✓ Extrato etéreo (E.E.)

Na análise do extrato etéreo utilizou-se a metodologia proposta por Brasil (2005).

- ✓ Granulometria

Foram pesados 100 gramas (balança analítica) do resíduo enriquecido em agitador de peneiras Contengo-Pavitest, durante dez minutos, em jogo constituído de seis peneiras (ABNT/NBR 6502/95): 20 mesh (0,84 mm), 24 mesh (0,71 mm), 35 mesh (0,45 mm) e 48 mesh (0,297 mm). O material retido em cada peneira foi pesado e os resultados expressos percentualmente em relação ao peso do material original (CORREIA, 2004).

### 1.2.5 Aumento proteico

Para verificar qual o incremento de proteína bruta do bagaço do pedúnculo do caju, calculou-se o aumento proteico (AP) de cada amostra retirada durante as fermentações. As determinações do aumento proteico das amostras tiveram, como base, o valor proteico contido na massa seca do bagaço de pedúnculo do caju *in natura*. O aumento proteico foi definido com razão entre o valor proteico do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (%) e o valor inicial de proteína bruta na forma *in natura*, conforme Equação 2:

$$AP = \frac{(\%) \text{ Proteína bruta (enriquecido)} - (\%) \text{ Proteína bruta (in natura)}}{(\%) \text{ Proteína bruta (in natura)}} \quad (2)$$

### 1.2.6 Tempo de armazenamento do produto final

Após a fermentação uma amostra do material fermentado e secado a 55 °C por 72 h foi retirada e em seguida acondicionada em sacos de papel, em temperatura ambiente. Com a finalidade de estudar a viabilidade do armazenamento do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido, foram feitas análises de proteína bruta desse material, a cada três meses de armazenamento, durante 12 meses, para avaliar uma possível mudança no teor proteico do material, com o tempo de armazenamento. O material estudado foi o que obteve maior tempo de fermentação (48 h) nos testes preliminares.

### 1.2.7 Análise estatística de médias

Foi utilizado o programa Assistat (SILVA e AZEVEDO, 2009), no qual foi realizado o teste de Tukey, com 5% de probabilidade, nas médias dos teores de proteína bruta do processo fermentativo.

## 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1.3.1 Caracterização físico-química do bagaço do pedúnculo do caju

A caracterização físico-química do bagaço do pedúnculo do caju *in natura* utilizado como substrato no estudo do enriquecimento nutricional, é apresentada na Tabela 1.1

Tabela 1.1 - Caracterização físico-química do bagaço do pedúnculo do caju *in natura*.

<b>Valores médios/ Desvios padrões</b>	
Umidade (%)	75,47 ± 0,007
ART (%)	26,94 ± 0,780
AR (%)	26,70 ± 0,670
Proteína bruta (%) (b.s.)	8,27 ± 0,010
Fibra bruta (%)	10,26 ± 0,070
Extrato etéreo (%)	3,59 ± 0,026
Cinzas (%)	0,66 ± 0,060
pH	4,01 ± 0,049

pH= potencial hidrogeniônico ART= Açúcares redutores totais AR= Açúcares redutores

O percentual de umidade (b.u) encontrado para o bagaço do pedúnculo do caju (Tabela 1.1) está próximo dos valores observados por Pinho (2009), Ferreira et al. (2004) e Lima et al. (2011) que, analisando o bagaço do pedúnculo do caju (BPC) *in natura*, encontraram 75,74; 74,60 e 74,10% de umidade (b.u.), respectivamente. O teor de umidade do substrato utilizado para o processo de enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo do caju, deste trabalho, com a *Saccharomyces cerevisiae*, se situou em torno de 75,47%, tolerável de acordo com a literatura, em que a umidade ótima no substrato saturado pode variar de 30 a 80% dependendo do substrato.

O pH encontrado nas amostras foi 4,01, o mesmo valor observado por Matias et al. (2005) ao estudarem a secagem dos bagaços de caju (*Anacardium occidentale* L.) e de goiaba (*Psidium guayava*), visando à sua utilização no enriquecimento de biscoitos. De acordo com

o valor encontrado no presente estudo o pH do substrato está na faixa de pH ótimo para multiplicação da *Saccharomyces cerevisiae*, que é entre 4 e 5.

As concentrações dos açúcares totais (AR e ART), 26,70 e 26,94% são valores menores aos encontrados por Santos et al. (2010), Uchoa et al. (2008), de 36,35 e 38,51% ; 36,55 e 36,55 % e equivalentes aos de Alcântara et al. (2007), 24,26 e 24,47 % de AR e ART, respectivamente. As concentrações dos açúcares totais encontrados no bagaço do pedúnculo do caju neste trabalho favorecem o metabolismo fermentativo da levedura *Saccharomyces cerevisiae* em que, segundo Holanda et al. (1998), na composição do carboidrato no substrato contendo cerca de 10%, a levedura utiliza sua fonte de energia, para a biossíntese.

O percentual de cinzas (0,66%) está próximo dos valores encontrados por Lima et al. (2011): 0,31% e Pinho (2009): 0,26% enquanto Santos et al. (2010) e Uchoa et al. (2008) encontraram valores superiores de 1,78 e 2,37%, respectivamente. Os resíduos alimentares geralmente são compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio, o nitrogênio pode estar presente; muitos contêm carbono, celulose e cinzas (PINHO, 2009).

Comparando o resultado do teor de fibra bruta deste trabalho (10,26%), o valor é inferior ao encontrado por Ramos et al., (2006) com 12,07% e Pinho (2009) 12,05%, mas superior ao referido por Santos et al. (2010) de 8,21%. Segundo Uchoa et al. (2008), alimento com teor de 2 a 3% de fibra alimentar é considerado boa fonte e o BPC apresentou alto índice de fibra. A fibra tem a função funcional no organismo, interferindo no metabolismo dos lipídios e carboidratos e na fisiologia do trato gastrointestinal, além de assegurar uma absorção lenta dos nutrientes e promover a sensação de saciedade (DUTRA e MARCHINI, 1998).

O valor da proteína bruta (8,27%) se mantém inferior aos analisados por Pinho (2009) (10,50%), Campos et al. (2005) (10,74%) e Alcântara et al., (2007) (11,54%) e superior ao valor encontrado por Santos et al. (2010) (7,84%). O resultado neste estudo para proteína bruta (b.s) está próximo dos encontrados na literatura para este resíduo agroindustrial. Para Philippi (2008) as frutas, legumes e verduras fornecem pequenas quantidades de proteína.

O valor de extrato etéreo (3,59%) do bagaço do pedúnculo do caju foi inferior ao valor (4,10%) de Ferreira et al. (2004), por conter maior proporção de bagaço de caju as silagens.

O bagaço do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) apresenta na sua composição, teores de proteína, vitamina C, açúcar redutor, cálcio e fósforo, podendo ser usado na ração animal tendo ainda, como vantagens, ser de fácil aquisição durante a estação de seca garantindo, assim, o baixo custo de produção animal.

### 1.3.2 Estudo cinético do enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju

No estudo cinético da fermentação semissólida do bagaço do pedúnculo do caju realizado no biorreator tambor rotativo, foi feita análise do teor de proteína em função do tempo de fermentação visando-se determinar o tempo em que o maior teor de proteína bruta no substrato fermentado fosse apresentado.

#### 1.3.2.1 Estudo do processo de enriquecimento nutricional

Tabela 1.2 - Variação da média dos valores e desvio padrão de pH no decorrer do processo fermentativo do bagaço do pedúnculo do caju

Tempo de fermentação/(h)	pH
0	4,07 ± 0,02
2	3,95 ± 0,05
4	3,78 ± 0,06
6	3,69 ± 0,01
8	3,72 ± 0,02
10	3,74 ± 0,03
12	3,77 ± 0,02
24	3,87 ± 0,03
36	3,80 ± 0,06
48	3,94 ± 0,09

Os valores de pH observados na Tabela 1.2 mostram que no início da fermentação o pH está próximo dos valores para o desenvolvimento de micro-organismos. Geralmente, os fungos preferem pH baixo entre 4,5 e 5,0 (SANTOS et al., 2005), e logo após 2 h ocorreu queda do pH; nos tempos 24, 36 e 48 h, constatou-se um pequeno aumento tendendo a permanecer estável. Este resultado indica estabilidade no processo, ou seja, não houve contaminação do substrato por outros micro-organismos.



Na Tabela 1.3 constam os valores de umidade (base úmida) dos substratos em diferentes tempos de fermentação.

Tabela 1.3 - Variação da média dos valores e desvio padrão da umidade (b.u.) no decorrer do processo fermentativo do bagaço do pedúnculo do caju

<b>Tempo de fermentação/(h)</b>	<b>Umidade (%)</b>
0	74,66 ± 0,41
2	75,14 ± 0,16
4	76,54 ± 0,12
6	78,57 ± 0,08
8	79,75 ± 0,08
10	79,80 ± 0,03
12	79,93 ± 0,40
24	79,61 ± 0,06
36	79,54 ± 0,18
48	79,14 ± 0,18

Através dos valores apresentados na Tabela 1.3 observa-se que ocorreu aumento no teor de umidade no curso das fermentações até 8 h de fermentação; depois desse tempo a umidade permaneceu estável até o final do cultivo. A principal causa para esta estabilidade está na não ocorrência da evaporação da água contida no substrato devido ao uso do biorreator tambor rotativo, que não oferece uma ampla área superficial entre o substrato e o meio. No caso do biorreator bandeja o processo da evaporação da água do substrato seria acelerado (CAMPOS, 2008).

Através dos valores apresentados na Tabela 1.4 pode-se observar que houve um decréscimo no teor dos açúcares redutores totais (ART) no curso das fermentações até 48 h de fermentação.

Tabela 1.4 - Variação da média dos valores e desvio padrão dos açúcares redutores totais (b.s.) no decorrer do processo fermentativo do bagaço do pedúnculo do caju

<b>Tempo de fermentação/(h)</b>	<b>ART (%)</b>
0	26,94 ± 2,28
2	20,14 ± 1,99
4	15,68 ± 1,64
6	5,04 ± 1,47
8	0,14 ± 0,70 bc
10	0,12 ± 0,06 c
12	0,24 ± 0,10 bc
24	0,31 ± 0,02 b
36	0,92 ± 0,08 a
48	0,12 ± 0,25 c

Com relação à Tabela 1.4 observa-se que, como se previa, o ART diminuiu ao longo do processo fermentativo, em função da metabolização da fonte de energia pela levedura. Verifica-se, ainda, que praticamente o micro-organismo metabolizou toda a fonte de carbono, expressa em ART, em 8 h de cultivo.

Este resultado foi também constatado por Almeida et al. (2011) ao estudar o enriquecimento nutricional do mandacaru por fermentação semissólida utilizando o tambor rotativo como biorreator e tendo como condição inicial a concentração 5% de levedura *Saccharomyces cerevisiae*; esses autores observaram que 72% dos açúcares totais presentes no substrato foram consumidos logo na primeira hora de fermentação mantendo-se praticamente constante até o final da fermentação, enquanto em outro resultado verificado por Muniz et al. (2009) utilizando o processo de enriquecimento nutricional do farelo e farinha da vagem de algaroba com a levedura *S. cerevisiae* por fermentação semissólida utilizando bandejas perfuradas de alumínio, constataram que o consumo dos açúcares redutores totais pela levedura nas primeiras 48 h de fermentação foi lento, acentuando-se em seguida, e de forma linear até 72 h de fermentação, tanto para o farelo como para a farinha de algaroba.

A Tabela 1.5 apresenta os teores de proteína dos 10 períodos de fermentação realizada no estudo do processo de FSS (de 0 até 48 h); não se observa, a partir do tempo de 12 h, diferença entre as médias do teor de proteína bruta com significância a nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ ).

Tabela 1.5 - Perfil do percentual de proteína bruta durante a FSS do bagaço do pedúnculo do caju

<b>Tempo de fermentação/(h)</b>	<b>Proteína bruta (%)</b>
0	9,24 f
2	10,76 e
4	12,50 d
6	13,72 c
8	13,85 c
10	14,85 b
12	15,20 a
24	16,07 a
36	15,64 a
48	15,46 a

DMS = 0,9651; MG = 13,729; CV% = 1,775. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Através dos valores apresentados na Tabela 1.5 verifica-se que o teor de proteína bruta aumenta com o tempo de cultivo até cerca de 6 h, atingindo o valor de 13,72% mas essa

menor velocidade de reação continua aumentando, alcançando seu máximo de 16,07%, por volta de 24 h; após este tempo decresceu para 15,64 e 15,46% nas 36 e 48 h, respectivamente.

Objetivando determinar o melhor tempo de fermentação semissólida do bagaço do pedúnculo do caju utilizando tambor rotativo como biorreator, calcularam-se as médias dos 10 tempos de fermentação no intervalo de 0 até 48 h.

Pelos resultados apresentados definiu-se que o melhor tempo de cultivo foi em 12 h (15,2%), pois não diferiu do maior valor, média de 16,07%. O tempo de 12 h reduz o custo do processo, pois é metade do tempo de processamento da maior média (16,07%), 24 h, e que não há diferença ( $P > 0,05$ ) entre as médias a partir de 12 h.

### 1.3.2.2 Caracterização química do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

Os resultados da caracterização química do bagaço do pedúnculo do caju *in natura* e enriquecido após 12 h de fermentação semissólida se encontram na (Tabela 1.6).

Tabela 1.6 - Caracterização química do bagaço do pedúnculo do caju *in natura* e enriquecido após 12 h de fermentação semissólida

Bagaço do pedúnculo do caju	PB (%) (b.s)	AP (%)	ART (%)	Cinzas (%)	E.E. (%)	FB (%)	Umidade (%)
<i>In natura</i>	8,27	-	26,94	0,66	3,59	10,26	75,47
Enriquecido (12 h)	15,20	83,80	0,14	2,18	6,78	14,90	80,14

PB – Proteína bruta; AP – Aumento proteico; ART – Açúcares redutores totais; E.E. – Extrato etéreo; FB – Fibra bruta; b.s – base seca

O aumento proteico foi definido na razão entre o valor proteico do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (%) e o valor inicial de proteína bruta na forma *in natura*, conforme Equação 2. O aumento proteico alcançado no tempo de 12 h foi de 1,84 vezes; o teor de proteína bruta (Tabela 1.6) do bagaço do pedúnculo do caju neste estudo aumentou de 8,27 para 15,20, um aumento percentual de 83,80%.

Campos et al. (2005) estudaram o enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo do caju utilizando levedura *Saccharomyces cerevisiae*, através de fermentação semissólida em bandejas pelo tempo de 28 h, e inoculando 12% de levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e concluíram que o aumento proteico chega a 3,5 vezes quando comparado com os valores iniciais do material *in natura*, com o maior teor de proteína bruta de 20,25% e no presente trabalho foram utilizados 5 kg do bagaço do pedúnculo do caju e 3% de levedura, uma

quantidade bem inferior mas o aumento proteico atingiu 1,84 vezes, conforme a Tabela 1.6 e a inoculação da levedura em menor porcentagem, diminuiu os custos.

Almeida et al. (2011) estudaram a cinética do enriquecimento nutricional do mandacaru sem espinhos por fermentação semissólida com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* no mesmo tambor rotativo utilizado neste estudo, e a concentração de levedura inicial adicionada ao substrato foi de 5% e concluíram que o processo de enriquecimento nutricional em tambor rotativo reduz consideravelmente o tempo de fermentação com relação ao processo realizado em bandejas, atingindo o percentual de proteína no mandacaru enriquecido (23%) após 10 h de fermentação, que corresponde a um aumento proteico de quase duas vezes com relação ao teor de proteína do mandacaru *in natura*, sendo semelhante à conclusão observada no presente trabalho.

O teor de matéria mineral, fibra bruta e o extrato etéreo, aumentaram no enriquecido em relação ao teor do bagaço do pedúnculo do caju *in natura* mas, segundo a literatura, os micro-organismos utilizam os carboidratos existentes no meio para realizar a síntese de proteína.

Observa-se, na Tabela 1.6, que o teor proteico do bagaço do pedúnculo do caju atingiu o valor de 15,20%, valor este superior ao do milho (7,29%), concentrado convencional adicionado nas rações das aves. Quanto à fibra bruta do milho, o teor é menor, 17,3 kg/g (ROSTAGNO et al., 2011), que o do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido, 149,9 kg/g.

A fibra bruta é fator limitante nas rações das aves que, adicionada em grandes quantidades nas rações, reduz o consumo do alimento prejudicando o desempenho dos animais (NUNES et al., 2001).

De acordo com o exposto acima se verifica que o objetivo de enriquecer nutricionalmente o bagaço do pedúnculo do caju através da fermentação semissólida utilizando levedura em tambor rotativo, foi alcançado. O bagaço do pedúnculo do caju enriquecido poderá ser utilizado como suplemento nutricional para alimentação animal, visto que obedece às normas estabelecidas pelo NRC (1994) e pode substituir parcialmente as rações convencionais tornando-se uma alternativa de barateamento dos custos dos produtores.

### ***1.3.2.3 Tempo de armazenamento do produto final***

Na Tabela 1.7 estão apresentados os resultados do percentual de proteína bruta durante doze meses de armazenamento, referente a 48 h de FSS realizado nos testes preliminares, ou seja, condição em que se realizou o maior tempo.

Tabela 1.7 – Percentual de proteína do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido nutricionalmente durante armazenamento, na matéria natural

	Tempo de armazenamento (meses)				
	0	3	6	9	12
Proteína bruta (%)	15,46 <sup>ab</sup>	15,96 <sup>a</sup>	15,77 <sup>a</sup>	13,76 <sup>ab</sup>	13,15 <sup>b</sup>

DMS = 2,4; MG = 14,74; CV% = 6,05. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Observou-se que o percentual de proteína bruta da fermentação permanece o mesmo durante o intervalo de seis meses, não havendo diferença ( $P > 0,05$ ). Entretanto, a partir dos nove meses de armazenamento do BPCE ocorreu uma acentuada queda do percentual da proteína bruta. Desta forma, verifica-se que não é viável o armazenamento a partir de nove meses, do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido nutricionalmente em temperatura ambiente, sendo o produto submetido às variações da temperatura e umidade; já, Campos et al. (2005) utilizaram a *S. cerevisiae* num cultivo semissólido do bagaço do pedúnculo do caju e, com obtenção de um concentrado proteico, concluíram que não houve diminuição do teor de proteína pelo período de um ano. Segundo os referidos autores, no bagaço seco armazenado não há atividade microbiana devido à baixa atividade de água não permitir o metabolismo das células microbianas. Faz-se necessário, portanto, armazenar o produto a baixas temperaturas, para posteriores utilizações, uma vez que o produto, armazenado em prateleira e em temperatura ambiente ficará submetido às variações ambientais e ataques de carunchos ou gorgulhos.

#### 1.3.2.4 Granulometria

O tamanho das partículas dos ingredientes destinados à fabricação de rações pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e, como consequência aumentar a resposta produtiva do animal e diminuir o custo de produção. Zanoto et al. (1994) constataram que a variação das partículas do milho de 530 a 815  $\mu\text{m}$  moídas em moinho martelo, praticamente não alterou a energia metabolizável deste alimento para frango de corte.

O bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) apresentou cerca de 80% de partículas com Tyler de 20-24-35, o que corresponde às dimensões entre 0,84 mm, 0,71 mm e 0,45mm, respectivamente. Geneehr et al. (2011) avaliaram o desempenho e a qualidade de ovos de poedeiras semipesadas alimentadas com granulometrias do milho: inteiro, milho com 3.198, 124 e 663  $\mu\text{m}$  de diâmetro geométrico médio e dois sistemas de alimentação: completo

e de livre escolha, concluíram que as granulometrias e os dois sistemas de alimentação não influenciaram o desempenho nem a qualidade do ovo. Leandro et al. (2001) concluíram, trabalhando com codornas japonesas, que as partículas de milho (1100 a 1700  $\mu\text{m}$ ) e soja (700 a 1800  $\mu\text{m}$ ) não afetaram o desempenho produtivo das codornas alimentadas com ração farelada durante a fase de postura.

#### **1.4 CONCLUSÃO**

O tempo de fermentação ideal é de 12 h, com o percentual de proteína bruta de 15,20%. Diante disto, verifica-se que o processo de enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* agregou valor ao produto, tornando o resíduo em produto similar ou maior que os concentrados convencionais.

## Capítulo 2

---

Ensaio de digestibilidade do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura  
*Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas

## Capítulo 2

### **2 Ensaio de digestibilidade do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas**

Um dos fatores nutricionais que mais afetam o custo dieta é a energia devido ao volume de ingredientes que fazem parte de sua composição. As rações dos animais monogástricos são formuladas a partir do conhecimento químico e energético do alimento, para que o animal venha suprir suas necessidades nutricionais e expresse ao máximo seu potencial genético.

A energia metabolizável é a melhor forma de expressar a energia disponível para as aves. E, ao se introduzir um alimento alternativo nas rações dos animais monogástricos, faz-se necessária a determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos ingredientes, tal como a composição físico-química deste alimento.

Deste modo e através de um ensaio de digestibilidade objetivou-se, neste estudo, determinar os valores de energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida e coeficiente de metabolização do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em codornas japonesas.

## **2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.1 Determinação dos valores energéticos dos alimentos para as aves**

As rações dos animais monogástricos são baseadas em milho e farelo de soja e no período do alto preço desses grãos o custo de produção aumenta tornando a exploração animal antieconômica para o produtor. A busca por alimentos alternativos para baratear as rações de monogástricos é necessária desde que atenda às exigências nutricionais, permitindo a manutenção das funções bioquímicas normais e obtenham o máximo de desempenho produtivo.

O balanceamento adequado de rações só é possível a partir do conhecimento da composição química e do conteúdo energético dos ingredientes (GENEROSO et al., 2008; CALDERANO et al., 2010).



Energia é todo produto resultante de processos oxidativos dos componentes orgânicos dos alimentos; assim, não é caracterizado como nutriente (NASCIMENTO et al., 2002; SILVA, et al., 2003).

O conteúdo energético dos nutrientes ou o valor da energia metabolizável (EM) de uma ração é inversamente relacionado à ingestão de alimentos e constitui fator limitante para o consumo de ração pelas aves (RODRIGUES et al., 2002; SILVA, et al., 2003). A porção em energia é expressa em kcal de (EM) em relação a 1 kg de ração. A (EM) é a melhor forma de se expressar a energia disponível para as aves e é usada nos cálculos de ração para aves.

Os alimentos contêm energia bruta (EB) expressa em calorias e medida a partir de uma bomba calorimétrica. A energia metabolizável aparente (EMA) é a EB dos alimentos; menos a EB das fezes, da urina e dos produtos gasosos, o último pode ser considerado insignificante, no caso de monogástricos e principalmente as aves. A energia metabolizável verdadeira (EMV) é a energia corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUe) na fração excretada.

Os valores de EMA ou de EMV podem ser corrigidos em função do balanço de nitrogênio (BN) possibilitando uma estimativa da retenção ou perda de nitrogênio animal. Se catabolizado, o nitrogênio retido como tecido contribuirá para as perdas de energia urinária endógena, pois é excretado na forma de compostos que contêm energia, tal como ácido úrico, levando a valores EMA e EMV distintos. Assim, HILL e ANDERSON (1958) propuseram um valor de correção 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido em razão de esta ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado, constante que se tornou universalmente utilizada, visto que cerca de 80% do nitrogênio encontrado na urina das aves estão na forma de ácido úrico (NRC, 1994).

Ao avaliar a qualidade nutritiva dos alimentos, Scott et al. (1982) classificaram os métodos em químicos e biológicos. Para determinar os valores da EM (energia metabolizável) dos ingredientes esses autores citaram, como método químico, a elaboração de equações de predição e, como método biológico, os ensaios utilizando as aves.

O método biológico é o mais utilizado, haja vista que consiste na coleta total da excreta, sabendo-se que nem toda energia perdida nas excretas vem do alimento (ALBINO, 1991). Esta energia pode ser proveniente do alimento e da energia metabólica, que consiste da energia proveniente da bile, de escamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos e a energia da urina é constituída do alimento que não foi utilizado, da energia endógena resultante de subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação e da

energia metabólica originada de subprodutos nitrogenados da utilização de nutriente (NASCIMENTO et al., 2002).

Ao trabalhar durante 10 dias com frangos de corte da linhagem Ross com 17 dias de idade, Costa et al. (2007) determinaram que os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) dos fenos de jureminha, feijão-bravo e maniçoba para alimentação de aves, foram 3.205 e 2.911, 2.990 e 2.648, 2.728 e 2.419, determinados com 15% de substituição da dieta-referência pelo alimento e 2.678 e 2.371, 2.875 e 2.523, 2.277 e 1.956, com 30%, respectivamente e evidenciaram influência do nível de substituição da dieta-referência sobre os valores de EMA e EMAn das dietas. Os fenos de jureminha e feijão bravo apresentaram valores de EMA e EMAn superiores aos de feno de maniçoba.

Ao determinar a composição química e os valores energéticos dos resíduos de goiaba e de tomate para frango de corte em diferentes idades, Lira et al. (2011) substituíram a dieta-referência por 30% de farelo de tomate e 20% de farelo de goiaba, concluindo que a composição desses resíduos varia conforme o período de coleta e os valores de energia metabolizável aparente corrigida para pintos de corte de 1 a 8 e de 10 a 17 dias de idade, foram de 1.331 e 1.358 kcal/kg para o resíduo de goiaba e de 2.351 e 2.465 kcal/kg para o resíduo de tomate.

Araújo et al. (2011) concluíram, ao estudar a composição química e os valores de energia metabolizável aparente corrigida de alguns alimentos de origem animal para codornas japonesas machos, para farinha e ossos foi 2.142 kcal/kg; 3.137 kcal/kg para farinha de penas, 2.651 kcal/kg para farinha de peixe e de 3.545 kcal/kg para farinha de vísceras de aves, enquanto os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta são de 60,51; 59,25; 64,09 e 78,64%, respectivamente.

Eyng et al. (2009) objetivaram, no desenvolvimento do seu trabalho, determinar os valores energéticos de cultivares de milho para aves através do método com a elaboração de equações de predição e como método biológico, os ensaios utilizando as aves. E concluíram que não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os coeficientes de metabolizabilidade das amostras de milho e as equações de predição não se ajustaram adequadamente aos valores energéticos, apresentando baixo valor de Coeficiente de Determinação.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Ensaio de digestibilidade

Com a finalidade de formular as rações das codornas em equilíbrio proteico e energético, foi determinada a energia metabolizável do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido, seguindo a metodologia utilizada por COSTA et al. (2007).

#### 2.2.1.1 Animais e dietas

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (DZ/CCA/UFPB), situado na cidade de Areia, PB; a temperatura e a umidade média registrada no período foram de 22,6 °C e 79,43%, respectivamente, durante o período experimental.

Foram utilizadas 120 codornas da espécie *Coturnix coturnix* japônica com 60 dias de idade e peso médio de  $172,7 \pm 6,52$  g. As aves foram alojadas em um galpão experimental para codornas (Figura 2.1), coberto com telhas de barro, comedouros tipo calha e bebedouros do tipo *nipple*. As codornas foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 33 x 33 x 14 cm e receberam água e ração *ad libitum* e, ao final de cada ciclo experimental, as sobras de ração dos baldes e comedouros foram recolhidas e pesadas; enfim, foi adotado o programa de iluminação contínua.



Figura 2.1 - Galpão experimental de criação de codornas

O período experimental teve duração de dez dias - cinco de adaptação e cinco para coleta. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos, cinco repetições e oito codornas por unidade experimental (Figura 2.2). Os tratamentos foram: T1 - dieta-referência (SILVA e COSTA, 2009); T2 - dieta-referência mais 15% do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (dieta-referência) e T3 - dieta-referência mais 30% do BPCE (dieta-referência) Tabela 2.1 (ração-referência).

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética) desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2008).



Figura 2.2 - Ensaio da digestibilidade das codornas

Tabela 2.1 - Composição percentual e calculada da ração (dieta-referência) para codornas em produção

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (kg)</b>
Milho	46,260
Farelo de soja	41,760
Óleo de soja	3,930
Fosfato bicálcico	1,260
Calcário	5,650
Sal	0,260
Lisina	0,250
Metionina	0,220
Colina	0,150
Minerais <sup>1</sup>	0,100
Vitaminas <sup>2</sup>	0,150
Etoxiquim <sup>3</sup>	0,010
<b>Total</b>	<b>100,000</b>
<b>Composição calculada</b>	
Proteína bruta (%)	23,03
Fibra bruta (%)	3,06
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.874,348
Cálcio (%)	2,592
Fósforo disponível	0,345
Arginina (%) digestível	1,501
Isoleucina (%) digestível	0,922
Lisina (%) digestível	1,412
Metionina (%) digestível	0,536
Metionina + Cistina (%) digestível	0,834
Treonina (%) digestível	0,782
Triptofano (%) digestível	0,264
Valina (%) digestível	0,969
Sódio (%)	0,180
Cloro (%)	0,288
Potássio (%)	1,011

<sup>1</sup> (composição por kg do produto): Mn: 75000 mg; Zn: 70000 mg; Fe: 50000 mg; Cu: 8500 mg; I: 1500 mg; Co: 200 mg; Veículo: 1000 g.

<sup>2</sup> (composição por kg do produto): Vit A: 7.000.000 UI; Vit D3: 2100000 UI; Vit E: 50000mg; Vit K3: 2000 mg; Vit B1: 2000 mg, Vit B2: 4000 mg; Vit B6: 3000 mg; Vit B12: 3000 mg; Niacina: 39800 mg; Ácido Pantotênico: 15620 mg; Folato: 1000mg; Selênio: 200 mg; Biotina: 100 mg; Antioxidante: 100000 mg e Veículo-1000 g.

<sup>3</sup> Antioxidante – 10 g, e veículo q.s.p. – 1.000 g.

Após o período de adaptação as aves foram submetidas a um jejum de 2 h, antes de iniciar o ensaio biológico. As coletas das excretas foram realizadas duas vezes ao dia, às 9 e 16 h. Para evitar perdas as bandejas coletoras das excretas eram cobertas com plástico sob cada compartimento das gaiolas. Ao término do período experimental foi determinada a quantidade de dieta consumida por unidade experimental durante os cinco dias de coleta.

As excretas eram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer, até o final do período experimental. Posteriormente, foram

descongeladas, homogeneizadas e pesadas. Amostras foram retiradas e analisadas após secagem em estufa de circulação forçada a 55 °C, até peso constante, para cálculo dos teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB) conforme descrito por Silva e Queiroz (2009). As análises das excretas, das dietas-referências e dietas-testes, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Análises Avançadas de Alimentos (LANA) da UFPB, Bananeiras, PB.

Os valores de energia bruta (EB) da dieta-referência, da dieta-teste e das excretas eram determinados através de uma bomba calorimétrica adiabática (Parr Instrments Co). Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida foi realizada pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do bagaço do pedúnculo do caju foram estimados, utilizando-se a equação de Matterson et al. (1965), e o coeficiente de metabolização da energia bruta calculados, conforme Equações de 3 a 9.

#### **EMA = Energia metabolizável aparente**

$$EMA_{rt} = \frac{EB_{ing} - EB_{exc}}{MS_{ing}} \quad (3)$$

$$EMA_{rr} = \frac{EB_{ing} - EB_{exc}}{MS_{ing}} \quad (4)$$

$$EMA_{alimento} = \frac{EMA_{rr} + EMA_{rt} - EMA_{rr}}{\% \text{ Substituição}} \quad (5)$$

#### **EMAn = Energia metabolizável aparente corrigida**

$$EMAn_{rt} = \frac{EB_{ing} - EB_{exc} \pm 8,22 * BN}{MS_{ing}} \quad (6)$$

$$EMAn_{rr} = \frac{EB_{ing} - EB_{exc} \pm 8,22 * BN}{MS_{ing}} \quad (7)$$

$$EMAn_{alimento} = \frac{EMAn_{rr} + EMAn_{rt} - EMAn_{rr}}{\% \text{ Substituição}} \quad (8)$$

### Coeficiente de metabolização da energia bruta

$$\text{CMEB} = \frac{\text{EM (kcal)}}{\text{EB (kcal)}} \times 100 \quad (9)$$

Os valores de energia bruta (EB) da dieta-referência, da dieta-teste e das excretas eram determinados através de uma bomba calorimétrica adiabática (Parr Instrments Co). Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida foram realizados pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do bagaço do pedúnculo do caju estimados utilizando-se a equação de Matterson et al. (1965) e o coeficiente de metabolização da energia bruta calculados.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Ensaio de digestibilidade

#### *2.3.1.1 Composição química e energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio e coeficiente de metabolização da energia bruta do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido*

Na Tabela 2.2 são apresentados listados os valores médios da composição do BPCE, com *S. cerevisiae*, referente a 12 h de fermentação semissólida, incluída na ração das codornas japonesas durante o ensaio de digestibilidade.

Tabela 2.2 – Composição química do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com *S. cerevisiae*, após 12 h de FSS, na matéria natural

<b>BPCE</b>	<b>PB</b> (%)	<b>N</b> (%)	<b>MS</b> (%)	<b>Ca</b> (%)	<b>P</b> (%)	<b>EB</b> kcal/kg	<b>Umidade</b> (%)	<b>FB</b> (%)
<b>12h de FSS</b>	15,20	2,43	83,80	1,1	2,0	4.375,50	7,53	14,99

Tabela 2.3 apresenta os resultados do aminograma do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com *S. cerevisiae*, referente a 12 h de fermentação semissólida.

Tabela 2.3 – Aminograma do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com *S. cerevisiae*, após 12 h de FSS, na matéria natural

<b>Valores (g/100g)</b>	
<b>Aminoácidos do BPCE/Desvios padrões</b>	
Aspartato	1,12 ± 0,12
Glutamato	1,64 ± 0,11
Serina	1,77 ± 0,01
Glicina	0,67 ± 0,01
Histidina	0,48 ± 0,02
Arginina	0,82 ± 0,07
Treonina	0,54 ± 0,03
Alanina	0,74 ± 0,02
Prolina	0,77 ± 0,01
Tirosina	0,49 ± 0,04
Valina	0,60 ± 0,01
Metionina	0,08 ± 0,01
Cistina	0,10 ± 0,01
Isoleucina	0,51 ± 0,13
Leucina	1,01 ± 0,01
Fenilalanina	0,66 ± 0,01
Lisina	1,21 ± 0,13
<b>Total</b>	<b>12,32</b>

Análise do Laboratório ADISSEO BRASIL – CEAN, RS - Composição: (g/100g), base úmida

Os aminoácidos têm várias funções no organismo e formam as proteínas corporais. Segundo Keshavarz (1997) as proporções entre os aminoácidos na dieta são imprescindíveis para o bom desempenho dos animais.

A metionina, treonina e a lisina, são aminoácidos limitantes em rações à base de milho e soja para codornas. A metionina é o primeiro aminoácido essencial para as codornas, segundo a treonina e em terceiro a lisina (MANDAL et al., 2006). A metionina tem função no desenvolvimento, na produção das aves e no tamanho do ovo, sendo doadora de radicais metil necessários à biossíntese de colina, creatina, creatinina, poliaminas, epinefrina e melatonina, componentes corporais fundamentais ao crescimento normal dos animais.

De acordo com os resultados das análises de aminoácidos do BPCE verifica-se, na Tabela 2.3, que o valor da metionina é inferior, mas, a treonina e a lisina são superiores aos determinados por Rostagno et al. (2011), 0,17; 0,32; 0,24 e 0,15; 0,29; 0,20 no milho e no sorgo de baixo tanino, respectivamente. A metionina pode ser incluída na dieta das aves na forma industrial, atendendo às exigências nutricionais. Diante deste fato o BPCE pode ser



incluído nas rações das aves em virtude de ser rico em um aminoácidos essenciais e que segundo Henz et al. (2009) na produção de aves o custo total é de 75%, enquanto o teor de proteína equivale a 25%.

A Tabela 2.4 apresenta os resultados da energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) do BPCE, com *S. cerevisiae*, referente a 12 h de fermentação semissólida.

Tabela 2.4 – Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) expresso na matéria seca e na matéria natural

<b>Nível de substituição do BPCE (12 h FSS)</b>				
<b>15 (%)</b>		<b>30 (%)</b>	<b>Média</b>	<b>CV</b>
	<b>EMA (kcal/kg de MS)</b>			
2.060,12 ± 107,49		2.489,45 ± 128,95	2.694,18	4,41
	<b>EMAn (kcal/kg de MS)</b>			
2.019,45 ± 84,27		2.219,11 ± 154,34	2.601,52	4,78
	<b>EMA (kcal/kg de MN)</b>		<b>Média</b>	
2.522,20 ± 100,98		2.539,62 ± 121,14	2.530,91	4,41
	<b>EMAn (kcal/kg de MN)</b>			
2.465,93 ± 79,17		2.421,81 ± 144,99	2.443,87	4,78
	<b>CMEB (%)</b>		<b>Média</b>	
68,00 ± 2,72		67,38 ± 3,21	67,69	4,40

(MN) matéria natural, (MS) matéria seca e (CV) coeficiente de variação

Os valores da EMA foram superiores aos da EMAn, característica considerada normal quando existe retenção de nitrogênio no organismo dos animais, principalmente naqueles em fase de crescimento sendo esta mais acentuada para os alimentos proteico, segundo Sibbald e Wolynetz (1985).

Murakami e Furlan (2002) ressaltam que os resultados encontrados para EM de alimentos com maiores teores de fibra bruta, como alfafa ou farelo de trigo, utilizando codornas e outras espécies não se equivalem, apresentando valores mais altos nos trabalhos com codornas. Este fato pode estar relacionado à taxa de passagem do alimento e ao tamanho do ceco das codornas que, proporcionalmente, maior que os de galinha; sendo assim, possibilitam melhor aproveitamento da fibra na dieta.

Os valores de EMA (2.539,62 kcal/kg) e EMAn (2.421,81 kcal/kg) na matéria natural (MN) do presente trabalho, a 30% de substituição, foram semelhantes aos 2.312,68 e 2.316,46 kcal/kg do resíduo do processamento da mandioca em experimento conduzido por Sakamoto et al. (2006) e menores EMA e EMAn do milho e sorgo determinados por Moura et al. (2010) e Rostagno et al. (2009); entretanto, Ramos et al. (2006) substituíram o milho pela polpa de

caju desidratada em rações de frango de corte e verificaram que a energia metabolizável aparente (EMA) foi 2.804 kcal/kg com nível de substituição até 15%.

Segundo Penz Jr. et al. (1999), na avaliação do valor energético dos alimentos, além da composição química os fatores, como procedimento experimental, o processamento dos alimentos, a idade e as espécies das aves utilizadas nos ensaios, entre outros fatores, podem interferir nos resultados obtidos.

De acordo com os valores energéticos e proteicos (aminoácidos) avaliados no bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *S. cerevisiae*, torna-se viável a utilização do bioproduto na alimentação de codornas japonesas, além da grande disponibilidade do pedúnculo do caju na região Nordeste do Brasil durante o período da entressafra do milho.

## **2.4 CONCLUSÃO**

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) na matéria natural do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, obteve-se 2.539,62 kcal/kg e 2.421,81 kcal/kg, a 30% de substituição, respectivamente. Os coeficientes de metabolização da energia bruta foram 68% para 15% de substituição e 67% para 30% de substituição da dieta-referência. Esses valores evidenciam a influência do nível de substituição pelo alimento alternativo sobre os valores de EMA e EMAn na dieta.

## Capítulo 3

---

Desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*

## CAPÍTULO 3

### **3 Desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae***

A busca por alimentos alternativos que possam substituir o milho considerado principal ingrediente energético em rações para aves, tem sido motivo de pesquisas, devendo-se, no entanto, em consideração a localização geográfica, a disponibilidade, o valor nutricional e os custos desses ingredientes. O bagaço do pedúnculo do caju descartado das indústrias de polpa de fruta pode ser um dos alimentos alternativos com potencialidade para inclusão parcial do milho principalmente nas condições de oferta, em que no período da entressafra do milho o caju está na sua melhor produção nos estados do Nordeste do Brasil, em especial no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte.

O bagaço do pedúnculo do caju se torna ainda mais promissor quando da inclusão dos concentrados convencionais na ração ao ser enriquecido proteicamente com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Várias pesquisas já foram desenvolvidas com o objetivo de se aumentar o valor dos resíduos da indústria e do campo mas poucas foram testadas em animais no campo, sobretudo em codornas japonesas.

Portanto, objetivou-se com esta pesquisa determinar e avaliar os efeitos da inclusão do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *S. cerevisiae* sobre o desempenho, características de qualidade do ovo e valor econômico nas rações de codornas japonesas em postura.

#### **3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

##### **3.1.1 Desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codorna**

O desempenho produtivo das aves pode ser influenciado por vários fatores, como: genético, nutricional, manejo, densidade de alojamento e do ambiente, fatores climáticos e idade das aves.

A criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japônica) comerciais tem, por finalidade principal, a produção de ovos. Segundo Moura et al. (2008) além das empresas estarem investindo na modernização das instalações, qualificação de mão-de-obra, melhoramento genético das linhagens e em formulações de rações, as pesquisas em nutrição

de codornas estão sendo focalizadas nos alimentos não convencionais, que venham minimizar os custos de produção que não diminuam o desempenho das aves nem a qualidade de seus produtos.

Para Carneiro et al.(2012) os resíduos provenientes das agroindústrias ou descartados no ambiente não competem com a alimentação humana e podem substituir os alimentos convencionais a custo inferior na alimentação animal.

Silva et al. (2007b) avaliando o efeito de níveis crescentes de 2; 4; 6; 8 e 10% de farelo de sementes de jaqueira (FSJ) na ração sobre a produção, pigmentação da gema e umidade fecal em codornas, concluíram que no nível de até 7,44% o FSJ melhora a pigmentação da gema dos ovos, mesmo reduzindo a produção de ovos e piorando a conversão alimentar por dúzia de ovos, motivo pelo qual o FSJ não deve ser fornecido *in natura*.

Moura et al. (2010) substituíram o milho por sorgo de baixo tanino nos níveis crescentes de 0; 25; 50; 75 e 100% e concluíram, nas rações de codornas japonesas, sobre o desempenho e a qualidade de ovos, que o sorgo de baixo tanino pode substituir totalmente o milho por ser economicamente viável, o que ocasionou redução na cor da gema.

De acordo com Albino e Barreto (2003) o ovo de codorna representa 6% do peso corporal enquanto o da galinha apenas 3%, sinal de que a codorna é mais eficiente na produção de ovos; no entanto, Silva e Costa (2009) informam que o ovo de codorna tem menor proporção de casca (8% VS 10%), mais fina e menos resistente que a casca de ovo de galinha.

Albino e Neme (1998) comentam que os ovos de codornas apresentam características estruturais e biofísicas diferentes das dos ovos da galinha; em muitos aspectos a gema do ovo apresenta maior proporção em relação à clara quando comparada à de galinha e 31,6% do peso total do ovo enquanto o albúmen e a casca correspondem a 55,7 e 12,7%, respectivamente.

O ovo de codorna é rico em proteínas sendo considerado, então, um alimento de alta qualidade, pois contém, além de aminoácidos essenciais, gorduras e minerais, tais como: nitrogênio, carbono, cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro, manganês e enxofre, açúcares e as vitaminas A, D, E, C, H, vitaminas do complexo B e fator PP. A composição média aproximada (%) das partes dos constituintes do ovo de codorna é a seguinte: casca, gema e albúmen de 11,5; 42,3 e 46,2%, respectivamente, e a composição nutricional média de proteína, gordura e sais minerais, é de 14,0; 11,0 e 3,2%, respectivamente (VIEIRA, 1988).

A avaliação da qualidade dos ovos permite identificar as diferenças de produção que são devidas às características genéticas, da dieta e dos fatores ambientais, às quais as aves são

submetidas ou, ainda, para descrever a deterioração na qualidade do ovo durante o período de armazenamento (ALLEONI; ANTUNES, 2001).

A qualidade externa do ovo é dada pelas condições da casca relacionando-se fatores como forma, cor, integridade e limpeza, podendo as avaliações da qualidade da casca serem realizadas diretamente através de pesagem e medida de espessura, ou indiretamente, por meio da determinação da gravidade específica (ALBINO; BARRETO, 2003).

Uma das características que mais comprometem a qualidade da casca é a sua espessura, que poderá ser afetada por outros fatores, como idade da ave, temperatura e umidade da instalação, nutrição, manejo e sanidade (WASHBURN, 1982); já a qualidade interna do ovo é avaliada de acordo com os aspectos da gema, dimensionamento da câmara de ar, presença de manchas de sangue e, sobretudo, pela consistência, altura e diâmetro do albúmen.

Trindade et al. (2007) comentam que a integridade da casca do ovo é importante na qualidade do ovo, especialmente quando se explora a produção por mais de um ciclo de postura. A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre esses a hereditariedade, visto que, algumas linhagens de aves produzem ovos com diferentes espessuras quando comparadas com outras linhagens em função da capacidade das aves em utilizarem o cálcio; outro fator é o clima, uma vez que altas temperaturas reduzem a espessura da casca e os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue, os quais são reduzidos em virtude dos movimentos respiratórios mais acelerados.

Kul e Seker (2004) concluíram, estudando a correlação fenotípica entre as características internas e externas dos ovos de codorna, que quase todas as características internas do ovo são influenciadas pelo peso e pela qualidade externa do ovo e, ainda, que o peso também pode determinar a porcentagem de casca.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Avaliação de desempenho das codornas e qualidade dos ovos**

Neste item foram avaliadas as seguintes variáveis: consumo de ração (CR), produção de ovos (PR), peso do ovo (PO), massa do ovo (MO), conversão alimentar por massa de ovo (CAMO) e por dúzia de ovo (CADZ), peso de albúmen (g), gema (g) e casca (g), gravidade específica (GE) e coloração da gema (CG).

Para se determinar o consumo de ração (CR), foram coletadas, ao final de cada período experimental, as sobras das rações de cada parcela. O consumo de ração foi determinado a partir da diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras existentes no final de cada fase experimental, enquanto o ganho de peso das aves foi determinado através da diferença entre o peso inicial e o peso final das aves, no término do experimento.

A conversão alimentar para as fases iniciais e de crescimento foi calculada pela relação entre o total de ração consumida no período e pelo ganho de peso das aves.

Durante a fase de produção os ovos foram coletados diariamente, às 08 h, e anotados em fichas apropriadas; frequência de postura, ovos íntegros, ovos quebrados, ovos trincados, ovos com casca fina, ovos sem casca, ovos deformados e qualquer outra anormalidade.

A produção dos ovos foi calculada dividindo-se a quantidade de ovos totalizados por parcela pelo número de aves, corrigindo sempre pela mortalidade; os ovos dos últimos três dias de cada período experimental foram pesados individualmente para obtenção do peso médio dos ovos; por outro lado, os cálculos da massa de ovo foram realizados pelo produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por parcela; enfim, a conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração e a massa de ovo produzida; já a conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividida pela produção resultado este multiplicado por doze.

Ao final de cada período experimental, foram separados dois ovos por parcela para determinação do peso de gema, albúmen e casca. Após separação manual desses componentes as gemas e albumens foram pesados em balança digital de três dígitos (0,001 g) individualmente. As cascas dos ovos foram identificadas e mantidas em estufa a 55-60 °C por 24 h, para secagem; após esses procedimentos as cascas foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g visando à obtenção do peso médio das cascas.

A gravidade específica foi definida pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982). A cada final de período experimental foram selecionadas amostras de dois ovos por parcela; em seguida, foram feita imersão dos ovos em diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um volume de 25 L de água com densidades que variam de 1,060 a 1,100 com intervalo de 0,0025. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade e foram retirados ao flutuar, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes; antes de cada avaliação as densidades foram conferidas em densímetro.

A espessura da casca foi obtida através da utilização de micrômetro digital Mitutoyo de 0-25 mm, com precisão de 0,001 mm, após serem secadas em estufa a 55-60 °C, por 24 h.

A pigmentação de gema dos ovos era determinada pelo método de análise visual, utilizando-se o leque colorimétrico da Roche<sup>®</sup>, segundo SILVA et al (2005).

### 3.2.2 Animais e dietas

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (DZ/CCA/UFPB) situado na cidade de Areia, na microrregião do brejo paraibano. A temperatura e a umidade média registradas no período foram 21,5 °C e 79,70%, respectivamente, durante o período experimental.

Utilizaram-se 160 codornas da espécie *Coturnix coturnix* japônica com 86 dias de idade, produção média de 92% e peso inicial médio de 169,41 ± 2,52. As aves foram alojadas em galpão experimental para codornas coberto com telha de barro, comedouros tipo calha e bebedouros do tipo *nipple*. As codornas foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 33 x 33 x 14 cm, receberam água e ração *ad libitum* e, ao final de cada ciclo experimental de 21 dias, as sobras de ração dos baldes e comedouros foram recolhidas e pesadas. Foi adotado o programa de iluminação contínua (natural e artificial).

### 3.2.3 Delineamento experimental

O período experimental teve duração de 06 dias de adaptação das codornas ao alimento, este período era constituído de dois tratamentos, isto é, T1 - dieta basal (Silva e Costa, 2009) e T2 - dieta-referência mais 5% do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (dieta-teste) além de outro com 10% (BPCE) de inclusão na dieta-referência.

Após o período de adaptação das codornas às rações iniciou-se o experimento, conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, cinco repetições e oito codornas por unidade experimental, com quatro períodos de 21 dias. Os tratamentos foram: T1 - ração basal, T2 - ração basal mais 10% do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (dieta-teste), T3 - ração



basal mais 20% do BPCE (dieta-teste) e T4 - ração basal mais 30% do BPCE (dieta-teste), na Tabela 3.1 consta a composição das rações experimentais.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética) desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2008).

Tabela 3.1 – Composição das rações experimentais

<b>Ingrediente</b>	<b>Ração basal</b>	<b>10% BPCE</b>	<b>20% BPCE</b>	<b>30% BPCE</b>
Milho (grão)	57,423	47,012	36,600	27,080
Soja farelo (45%)	32,520	30,712	28,904	26,201
Bagaço de caju	0,000	10,000	20,000	30,000
Óleo de soja	0,858	2,610	4,363	6,109
Calcário	7,025	6,979	6,932	6,886
Fosfato bicálcico	0,931	0,995	1,058	1,122
Sal comum	0,480	0,491	0,502	0,513
DL-metionina	0,152	0,207	0,263	0,318
L-lisina HCL	0,117	0,204	0,290	0,377
L-treonina	0,002	0,065	0,128	0,191
L-isoleucina	0,096	0,158	0,220	0,282
L-arginina	0,030	0,132	0,234	0,336
L-valina	0,054	0,125	0,197	0,269
Cl colina	0,100	0,100	0,100	0,100
Vitamina pós-ave <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Mineral-ave <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Etoxiqum <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Valor calculado</b>				
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800
Fibra bruta (%)	3,045	4,234	5,423	6,200
Metionina digestível (%)	0,433	0,460	0,487	0,514
Metionina+cistina digestível (%)	0,700	0,700	0,700	0,700
Treonina digestível (%)	0,670	0,670	0,670	0,670
Lisina digestível (%)	1,030	0,030	1,030	1,030
Triptofano digestível (%)	0,222	0,206	0,190	0,180
Valina digestível (%)	0,870	0,870	0,870	0,870
Histidina digestível (%)	0,490	0,446	0,401	0,356
Leucina digestível (%)	1,600	1,441	1,282	1,123
Isoleucina digestível (%)	0,870	0,870	0,870	0,870
Sódio (%)	0,230	0,230	0,230	0,230
Cloro (%)	0,318	0,319	0,320	0,321
Potássio (%)	0,771	0,706	0,642	0,577

<sup>1</sup> (composição por kg do produto): Vit A: 7.000.000 UI; Vit D3: 2100000 UI; Vit E: 50000mg; Vit K3: 2000 mg; Vit B1: 2000 mg, Vit B2: 4000 mg; Vit B6: 3000 mg; Vit B12: 3000 mg; Niacina: 39800 mg; Ácido Pantotênico: 15620 mg; Folato: 1000 mg; Selênio: 200 mg; Biotina: 100 mg; Antioxidante: 100000 mg e Veículo-1000 g

<sup>2</sup> (composição por kg do produto): Mn: 75000 mg; Zn: 70000 mg; Fe: 50000 mg; Cu: 8500 mg; I: 1500 mg; Co: 200 mg; Veículo: 1000 g

<sup>3</sup> Antioxidante – 10 g, e veículo q.s.p. – 1.000 g

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Desempenho das codornas

A Tabela 3.2 apresenta os resultados de ganho de peso, produção de ovos, peso de ovo, massa de ovo, conversão alimentar por massa de ovo e conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*.

Tabelas 3.2 – Médias de dados do desempenho das codornas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

%BPCE	CR (g/ave/dia)	PR (%)	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CAMO (kg/kg)	CADZ (kg/dúzia)
0	28,88	92,52	12,35	11,46	2,56	0,35
10	30,10	89,89	12,51	11,10	2,70	0,39
20	30,65	85,46	12,35	10,82	2,83	0,42
30	29,45	80,10	11,98	9,65	2,94	0,47
Média	29,77	86,99	12,30	10,76	2,76	0,41
Efeito	Q**	L**	Q*	L**	L**	L**
P	0,0069	0,0014	0,0141	0,0001	0,0001	0,0001
CV(%)	2,29	4,76	1,88	4,37	4,01	5,46

L e Q - Efeito linear e quadrático ( $P < 0,05$ ). CV – Coeficiente de variação, Nível de \* 5 e \*\* 1% de probabilidade  
CR – Consumo de ração; PR – Produção de ovos; PO – Peso de ovo; MO – Massa de ovo; CAMO – Conversão alimentar por massa de ovo; CADZ – Conversão alimentar por dúzia de ovos

A inclusão do BPCE teve efeito linear ( $P < 0,05$ ) para produção de ovos, massa de ovo, conversão alimentar para dúzia de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos (Tabela 3.2); entretanto, houve efeito quadrático significativo para consumo de ração e peso do ovo à medida que o BPCE era adicionado às rações das codornas japonesas.

Na Figura 3.1 está representado, graficamente, o consumo de rações das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

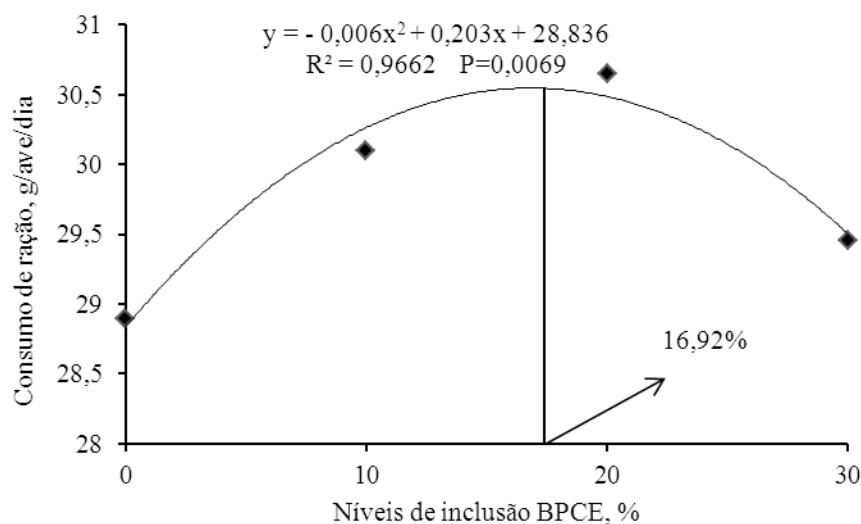


Figura 3.1 – Consumo de ração de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

Os níveis de inclusão do BPCE exerceram efeito quadrático decrescente (Figura 3.1) no consumo de ração. A derivação comprovou que o maior índice de consumo foi obtido com 16,92% de inclusão do BPCE, resultado que corrobora com o obtido por Brunelli et al. (2010) que constataram diminuição no consumo ao substituir 30% do milho por farelo de gérmen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais; esses autores atribuíram o resultado à maior densidade da ração contendo alta quantidade de fibra bruta.

A inclusão de 30% do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido aumentou 6,61% a concentração de fibra bruta dietética em relação à ração isenta do produto (3,041%). Pinho et al. (2011) testaram o aproveitamento de resíduo de pedúnculo do caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer e verificaram que a fibra alimentar solúvel, insolúvel e o total do resíduo de pedúnculo do caju, secada a 60 °C, foram 5,02; 48 e 53%, respectivamente.

O maior consumo de ração obtido no nível de 16,92% de inclusão do BPCE pode estar relacionado ao aumento do conteúdo fibroso na dieta, que estimulou o animal a aumentar o consumo do alimento para compensar prováveis deficiências nutritivas, provocadas pela redução do aproveitamento dos nutrientes das rações com teores de fibras mais altos; sempre que o nível de inclusão do BPCE foi aumentando o consumo da ração diminuiu.

Para Philip et al. (1995) e Classen (1996) a fração solúvel da fibra em contato com a água forma gel, que reduz o tempo de trânsito do alimento promovendo sensação de saciedade

e, conseqüentemente, redução no consumo de ração. Também funciona como barreira à ação das enzimas dificultando seu contato com os grânulos de amido e as moléculas proteicas e lipídicas do alimento diminuindo o contato do bolo alimentar com as células da membrana intestinal; isto faz com que ocorram redução na digestão e absorção dos nutrientes da ração.

A utilização de alimento alternativo com elevado teor de fibra bruta na ração pode causar redução no consumo de ração em virtude da fibra diminuir a digestibilidade e a absorção dos nutrientes e baixar o valor energético da ração contribuindo com a redução do consumo de ração e conseqüentemente, piora o desempenho das codornas, o que foi observado nesta pesquisa, visto que os níveis do BPCE eram substituídos nas rações; o consumo de ração diminuiu uma vez que os níveis de fibra variaram de 4,23 a 6,20%. Classen (1996) afirma que a fração solúvel presente na fibra por menor que seja, produz efeitos negativos no desempenho das aves devido ao aumento da viscosidade intestinal e às alterações morfológicas e fisiológicas do trato digestivo, efeitos observados nesta pesquisa.

Lopes et al. (2005) avaliaram o efeito da inclusão do farelo do pseudofruto do caju desidratado (FPCD) em rações de frango de corte na fase de acabamento e concluíram que o uso de até 15% do FPCD não afetou o consumo de ração, o ganho de peso nem conversão alimentar, no período de 44 a 50 dias de idade. Em outro trabalho, Silva Filha et al. (2004) concluíram que o FPCD incluído na ração em até 24% não afetou o desempenho de frangos de corte de 22 a 40 dias de idade embora o maior consumo de ração tenha sido de 8% de inclusão do farelo do pseudofruto do caju desidratado (FPCD).

Na Figura 3.2 está representada graficamente a produção de ovos das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

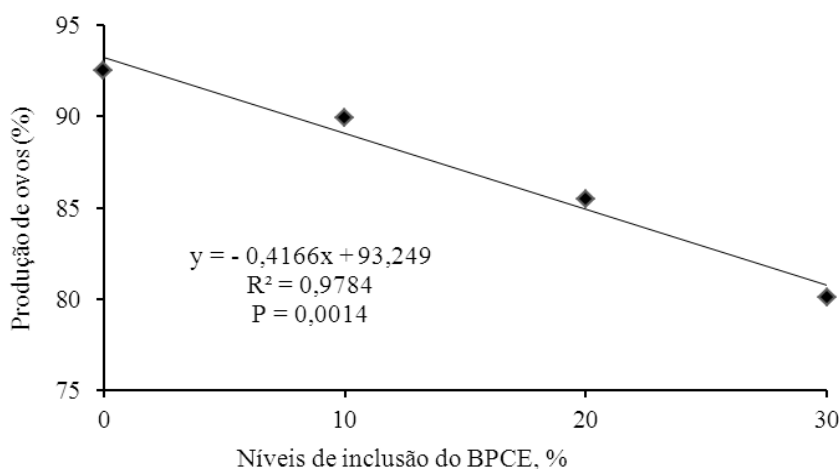


Figura 3.2 – Produção de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

De acordo com a Figura 3.2 de desempenho das codornas alimentadas com BPCE nas rações com 0, 10, 20 e 30% de inclusão, a produção de ovos decresceu linearmente com a inclusão do BPCE. A equação demonstra que a produção de ovos diminuiu numa taxa de 0,42g à medida que o BPCE era incluído na ração de codornas japonesas, provavelmente, em consequência de a fibra dietética reduzir a digestibilidade da proteína e de aminoácidos, por meio de estímulo da produção de proteína de origem bacteriana, através da adsorção de aminoácidos e peptídeos para a matriz da fibra e pelo aumento da secreção de proteína endógena (SCHELZE et al., 1994).

Na Figura 3.3 está representado graficamente o peso do ovo das codornas japonesas, alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

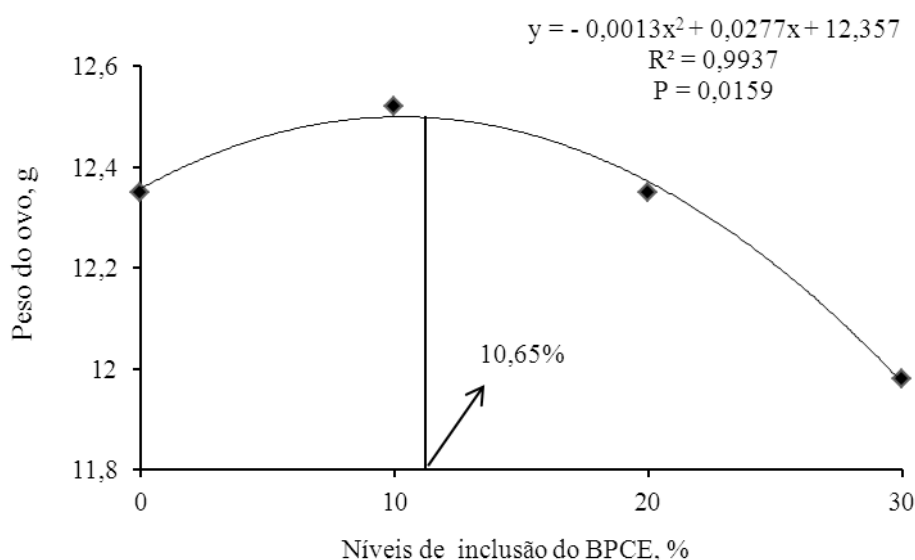


Figura 3.3 – Peso do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

Os níveis de inclusão do BPCE tiveram efeito quadrático reduzido para o peso do ovo (Figura 3.3). A derivação comprovou que o maior peso do ovo foi obtido com 10,65% da inclusão do BPCE. A equação demonstra que o peso do ovo diminuiu numa taxa de 0,0013 g por unidade de BPCE incluído na ração de codornas japonesas.

O peso do ovo é influenciado, sobretudo pela quantidade de aminoácidos sulfurados totais na dieta (SOHAIL et al., 2002). De acordo com Leeson e Summer (2001) a metionina é o aminoácido com maior efeito no peso do ovo. O BPCE contém menor teor de metionina (0,08%), em relação ao milho (0,15%), mas as rações foram suplementadas na forma industrial, quando foi adicionado o BPCE nas rações das codornas, mas, segundo Wenk (2001), o excesso de fibra na ração afeta o aproveitamento de todos os seus ingredientes; é

provável que o aumento da fibra bruta nas rações tenha afetado negativamente a utilização dos nutrientes uma vez que a fibra bruta atua como barreira impedindo que as proteases tenham acesso aos locais nas células vegetais em que estão depositados os aminoácidos.

Na Figura 3.4 está representada graficamente a massa do ovo das codornas japonesas, alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

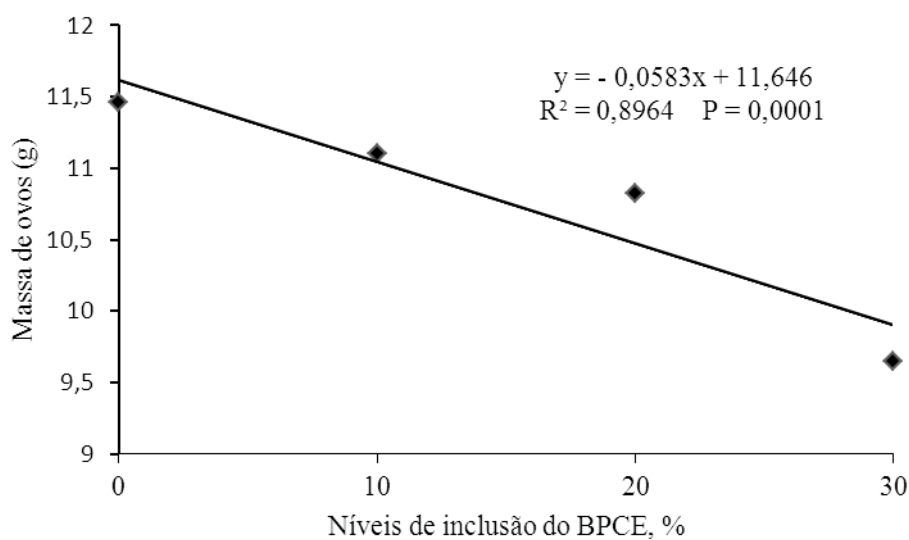


Figura 3.4 – Massa média do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

De acordo com a Figura 3.4, a massa do ovo decresceu linearmente, ou seja, a massa do ovo diminuiu numa taxa de 0,058 g por unidade de BPCE incluído na ração de codornas japonesas.

Na Figura 3.5 está representada graficamente a conversão alimentar por massa de ovo das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

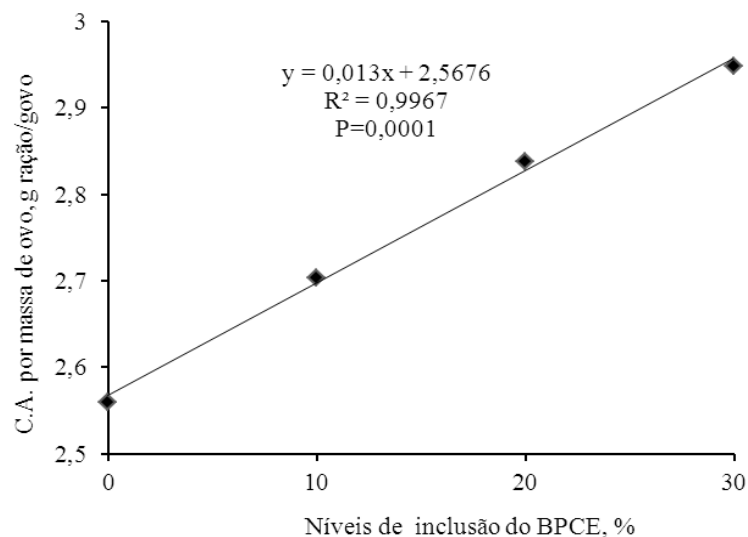


Figura 3.5 – Conversão alimentar por massa de ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

A conversão alimentar por massa de ovo apresentou efeito linear crescente; a tendência é a conversão alimentar média piorar linearmente numa taxa de 0,013g por unidade do BPCE incluído na ração.

Na Figura 3.6 está representada graficamente a conversão alimentar por dúzia de ovo das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

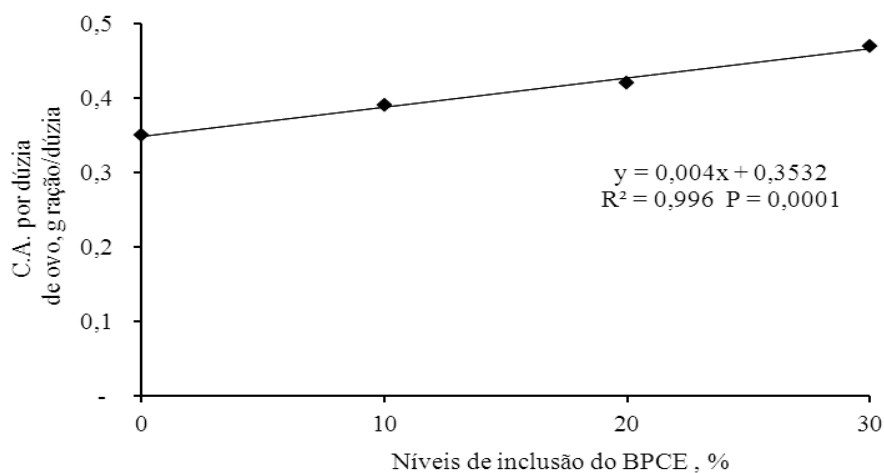


Figura 3.6 – Conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

A conversão alimentar por dúzia de ovos apresentou efeito linear crescente (Figura 3.6), a cada unidade BPCE incluído na ração das codornas japonesas; a tendência é a conversão alimentar por dúzia de ovos piorou linearmente, numa taxa de 0,004 g.

### 3.3.2 Qualidade do ovo das codornas

A Tabela 3.3 apresenta os resultados do peso de albúmen, gema e casca, pigmentação de gema, gravidade específica e espessura de casca de ovos das codornas japonesas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*.

Tabelas 3.3 – Médias de dados da qualidade do ovo das codornas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

%BPCE	PA(g)	PG(g)	PC(g)	PIG	GE	ESPCAS
0	6,60	4,004	0,99	4,20	1,080	207,87
10	6,70	4,003	1,00	4,60	1,079	207,21
20	6,51	4,091	0,97	4,53	1,072	205,59
30	6,40	4,093	0,93	4,86	1,068	202,11
Média	6,55	4,040	0,97	4,54	1,070	205,70
Efeito	Q**	NS	L**	L**	L*	L**
P	0,0058	-	0,002	0,0001	0,1672	0,455
CV(%)	1,78	2,64	2,43	3,49	0,82	1,53

L e Q - Efeito linear e quadrático ( $P < 0,05$ ); NS - Não significativo; CV – Coeficiente de variação, Nível de \*\*5 e \*\* 1% de probabilidade

PA – Peso de albúmen; PG – Peso de gema; PC – peso de casca; PIG – Pigmentação de gema; GE – Gravidade específica do ovo; ESPCASC – Espessura da casca de ovos

A inclusão do BPCE exerceu efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) para peso da casca, espessura da casca e efeito quadrático para o peso de albúmen (Tabela 3.3). Para pigmentação o efeito linear foi crescente ( $P > 0,05$ ), o peso da gema foi calculado em relação ao peso do ovo e não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos níveis do BPCE nas rações das codornas japonesas.



Na Figura 3.7 está representado graficamente o peso de albúmen dos ovos das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

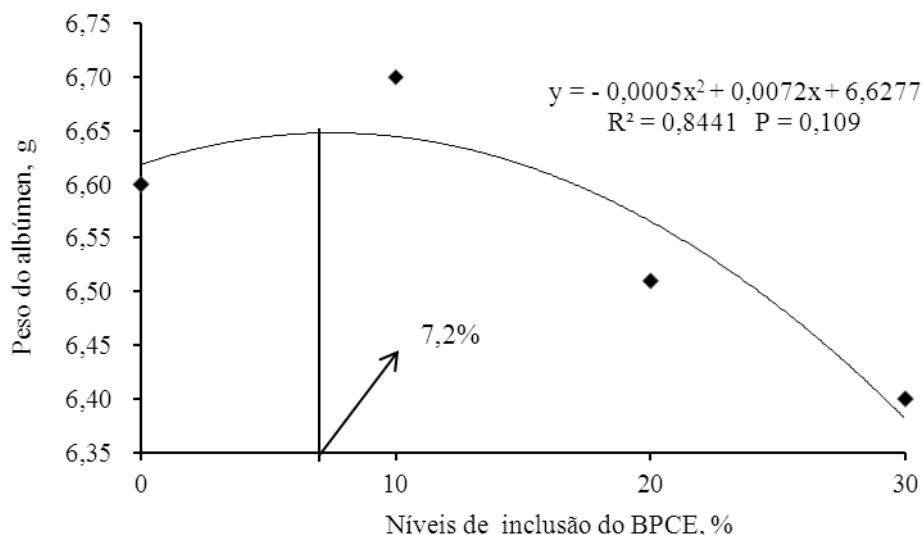


Figura 3.7 – Peso do albúmen dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

O peso do albúmen dos ovos de codornas japonesas apresentou efeito quadrático decrescente, conforme a Figura 3.7; derivação comprovou que o maior índice para o peso do albúmen foi 7,2% de inclusão do BPCE.

Segundo Booden (1986) e Santos (2005) o albúmen constitui cerca de 60% e a gema 30% do peso do ovo, logo gema e albúmen mais pesados refletem em ovos mais pesados. Provavelmente, a inclusão de 7,2% do BPCE, aumentou a concentração dos minerais orgânicos – zinco, selênio e manganês – a combinação destes minerais na dieta das aves, melhora o peso do albúmen e da gema do ovo de poedeiras, durante o segundo ciclo de postura (RUTZ et al., 2003).

Avaliando o efeito da utilização de níveis crescentes de minerais orgânicos sobre a qualidade externa e interna de ovos e a resistência de ossos da tíbia de poedeiras semi-pesadas, Nunes et al., 2013, verificaram maior produção de ovos, peso de albúmen e manutenção das demais características da qualidade externa e interna dos ovos e de resistência óssea.

Na Figura 3.8 está representado graficamente o peso da casca dos ovos das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

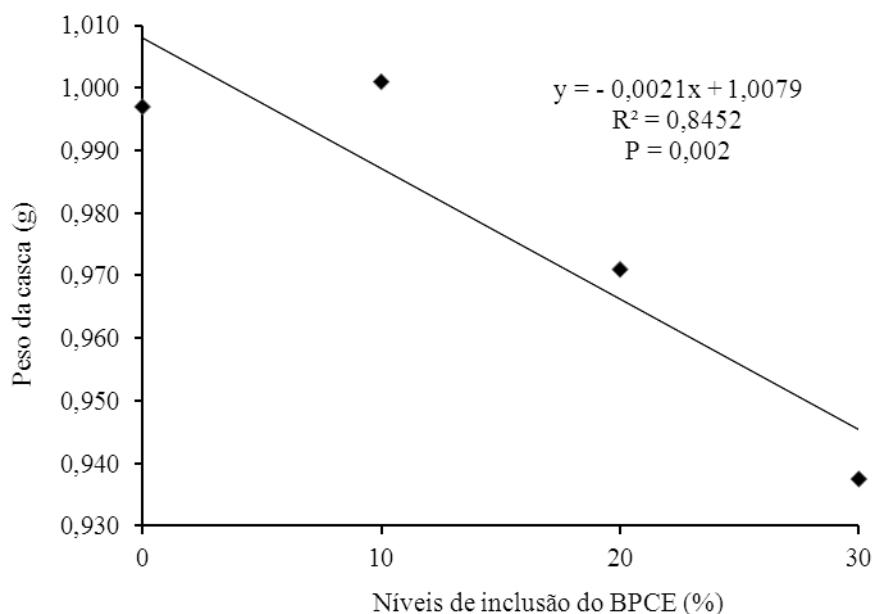


Figura 3.8 – Peso da casca dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

O peso da casca dos ovos de codornas japonesas apresentou efeito linear decrescente, conforme a Figura 3.8; a cada unidade do BPCE incluído na ração das codornas japonesas, constatou-se tendência do peso da casca diminuir linearmente na taxa de 0,002 g.

Este resultado, possivelmente está relacionado com a interferência da composição do BPCE na digestibilidade e absorção dos minerais.

Em uma pesquisa realizada por Nunes et al. (2010), ao suplementar rações de poedeiras com extrato de *Saccharomyces cerevisiae* nos níveis de 0,0; 1,0; 2,0; e 3,0%, verificaram um efeito significativo para a gravidade específica e peso de casca com variação de resposta polinomial.

O mesmo resultado foi encontrado por Sucupira et al. (2007) nas rações de codornas japonesas nos níveis de 3; 6; 9; 12 e 15%. Já Silva et al. (2007), ao utilizarem o mesmo extrato nos níveis de 1; 2 e 3% na dieta basal de poedeiras Hisex Brown no pico de produção, não verificaram diferença significativas entre os tratamentos, para estas características.

Na Figura 3.9 está representada graficamente a pigmentação de gema dos ovos das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

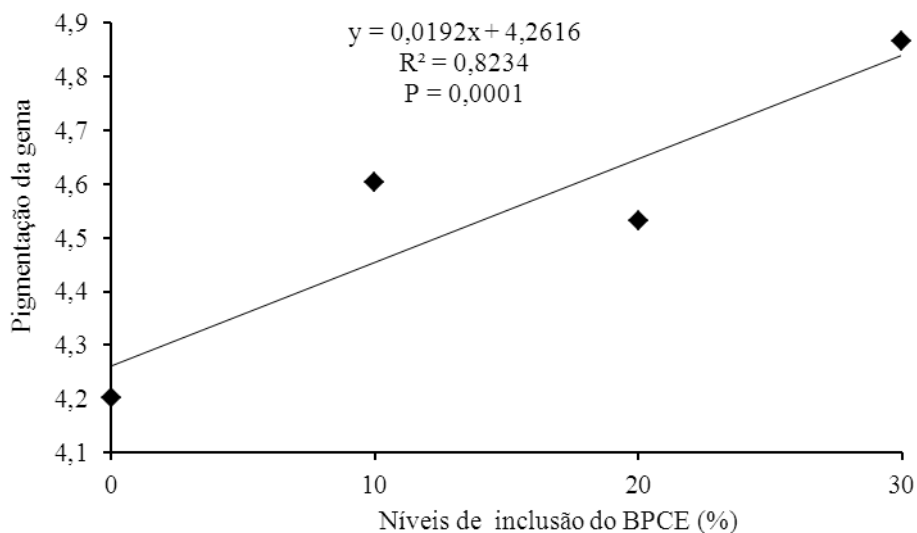


Figura 3.9 – Pigmentação da gema dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

A pigmentação da gema melhorou linearmente sempre que o BPCE era incluído na ração (Figura 3.9). É provável que este resultado esteja relacionado à presença de betacaroteno no pedúnculo do caju, substância que dá cor ao pseudofruto, que vai do amarelo claro ao alaranjado. O betacaroteno é o principal pigmento presente nas plantas verdes, sendo responsável pela coloração amarelada da gema dos ovos de galinha caipira, caso esta se alimente de forragens verdes. Sugerem-se estudos futuros visando à extração dos pigmentos do pedúnculo do caju para aproveitamento na ração de galinhas poedeiras com o objetivo específico de imprimir a cor da gema dos ovos, por ser um corante natural e o mercado consumidor exigir ovos altamente pigmentados (LANCINI, 1994), enquanto para o mercado consumidor a cor da gema do ovo de codorna tem pouca importância econômica, visto que geralmente é consumido cozido e inteiro, tornando a cor da gema um atributo secundário.

Na Figura 3.10 está representada graficamente a gravidade específica dos ovos das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

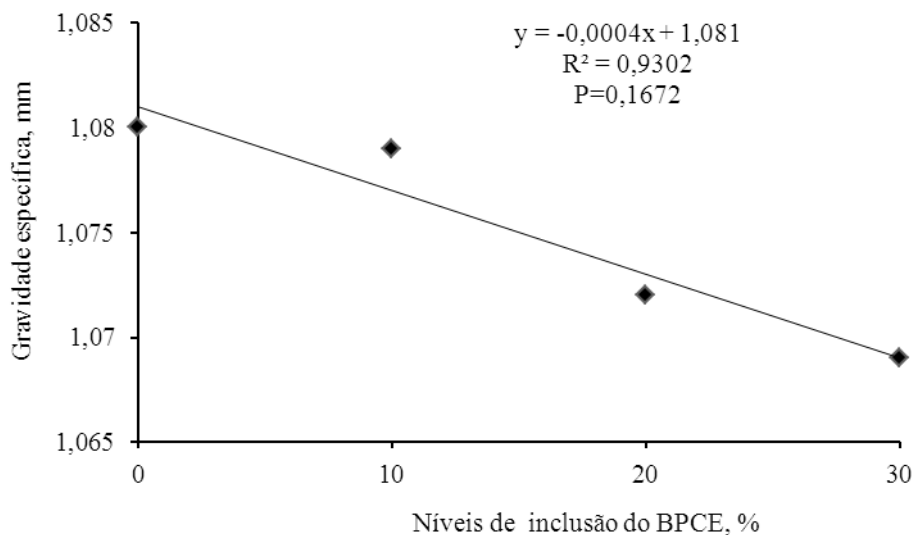


Figura 3.10 – Gravidade específica dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

A gravidade específica é uma estimativa da quantidade de casca depositada e está relacionada à sua porcentagem; os valores obtidos para esta característica comprovam boa qualidade da casca do ovo. Segundo Scott (1995) o valor de 1,08 constitui um ponto de referência para boa qualidade da casca do ovo. De acordo com Hamilton (1982) a gravidade específica do ovo reduz, à medida que a espessura da casca diminui o que leva à redução de sua resistência à quebra; enfim, a espessura da casca foi influenciada a níveis decrescentes ( $P < 0,05$ ) do BPCE adicionado às rações.

Na Figura 3.11 está representada graficamente a espessura da casca de ovos das codornas japonesas alimentadas com o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*, durante quatro períodos de 21 dias de produção.

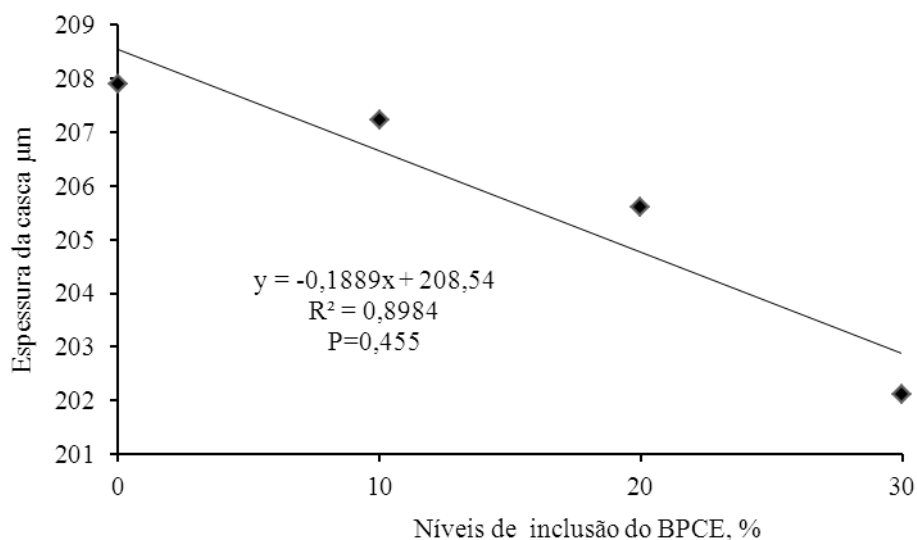


Figura 3.11 – Espessura da casca dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de bagaço do pedúnculo do caju enriquecido

A porcentagem de casca corresponde ao seu peso em relação ao peso do ovo. Ovos maiores e mais pesados possuem cascas mais finas e em menores proporções em relação ao peso do ovo (BRUNELLI et al., 2010). Como houve efeito significativo dos níveis do BPCE no peso dos ovos, também foi observado efeito significativo na espessura da casca.

A casca deve resistir à ovopostura, à colheita, à classificação e ao transporte do ovo (KUSSAKAWA et al., 1998). Com a inclusão do BPCE nas rações, o efeito foi linearmente decrescente ( $P < 0,05$ ) para a espessura da casca e, à medida que o BPCE era substituído na ração, à taxa da espessura da casca dos ovos diminuía  $0,189 \mu\text{m}$ ; durante o período do ensaio experimental não houve perdas significativas entre os tratamentos durante ovopostura, colheita, classificação e transporte do ovo.

### 3.3.3 Estimativa do custo do processo de bioconversão do bagaço do pedúnculo do caju na obtenção de bioprocesso

A Tabela 3.4 apresenta os valores da análise econômica das rações experimentais das codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*.

Tabela 3.4 - Análise econômica das rações de codornas de japonesas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a *Saccharomyces cerevisiae*

Variáveis	Tratamentos			
	Ração-referência	10%	20%	30%
Custo da ração de postura (R\$/kg)	0,901	0,884	0,866	0,843
Consumo de ração, kg/ave	2,417	2,409	2,550	2,516
Custo de arraçamento no período, R\$/ave	2,179	2,129	2,207	2,121
Dúzia de ovos, dz/ave	43,50	44,10	42,70	40,90
Renda bruta, US\$	36,50	37,00	35,90	34,40
Margem bruta, US\$	34,40	34,90	33,70	32,30
Ovos comerciáveis	98,00	98,10	98,00	97,90
Margem Bruta Relativa, %	100,00	101,60	98,00	93,90

\*Valor dos ovos/dúzia: R\$ 0,84

\*\*Bioconversão do bagaço do caju: R\$ 0,15/kg

O custo das rações das aves variou de acordo com o consumo de ração entre os tratamentos. Os dados da margem bruta relativa (MBR) dos tratamentos foram obtidos através da porcentagem da margem bruta da ração referência, formulada com milho e farelo de soja.

À medida que, o nível do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) na ração aumentou, observou-se que a 10% de inclusão do BPCE apresentou maior margem bruta relativa em relação à ração-referência de 1,60%, além do peso do ovo atingir 12,35g em 10,65% de inclusão do BPCE. A ração com 20% de BPCE apresentou diferença de 2% abaixo da margem bruta relativa com uma influência econômica menor em relação à ração-referência.

A ração com 30% de inclusão do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) apresentou uma queda de 6,1% sobre a margem bruta relativa da ração-referência mostrando a inviabilidade econômica de inclusão do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a *Saccharomyces cerevisiae* a 30% de inclusão às rações das codornas japonesas, mas se observa que o custo da ração foi menor, o que influenciou; na diferença da margem bruta relativa foi a dúzia de ovos produzidos no período, menor que nos demais tratamentos.

Na Tabela 3.5 consta a estimativa de custos do processo da bioconversão do bagaço do pedúnculo do caju, enriquecido com a levedura *S. cerevisiae*.

Tabela 3.5 - Estimativa de custos do processo de enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo do caju utilizando-se a inoculação com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*

<b>Concentração de levedura</b>	<b>Levedura (R\$ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Bagaço do pedúnculo do caju <i>in natura</i> (R\$ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Bioproduto (R\$ kg<sup>-1</sup>)</b>
30g/kg	5,00	0,00	0,15

Preço do kg de levedura (fermento biológico) = R\$ 5,00 (cotação 12/07/13)

De acordo com a Tabela 3.5, o bagaço do pedúnculo do caju, inoculado a 3% com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, obteve o bioproduto com o custo de R\$ 0,15/kg. Uma tonelada do BPCE custa R\$ 150,00 enquanto a mesma quantidade de milho e sorgo, em grãos, custa R\$ 800,00 e R\$ 420,00, respectivamente, demonstrando que é viável economicamente o processo de bioconversão do bagaço do pedúnculo do caju através da levedura *S. cerevisiae* em meio semissólido.

Neste trabalho as substituições crescentes do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido nas rações promoveram diminuição nos custos das formulações, principalmente na ração com 30 % de inclusão. A diferença entre o custo, por quilo, da ração-referência (R\$ 0,90/kg) e a ração com 30% de inclusão do BPCE (R\$ 0,84/kg) foi de R\$ 0,058, a qual é representativa considerando-se o volume de ração produzida anualmente para fomento da atividade; este custo da ração com 30% do BPCE está relacionado, ao preço médio da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, marca Fleischmann (R\$ 5,00/kg) mas a levedura adicionada aos resíduos desperdiçados no campo e nas indústrias agrega valores a estes, podendo substituir as rações convencionais dos animais no período da seca.

Farias et al. (2008) avaliaram o desempenho do pseudofruto do cajueiro para suínos em crescimento e concluíram que o nível de 10% de inclusão apresentou melhor rendimento financeiro.

A inclusão da levedura *Saccharomyces cerevisiae* ao bagaço do pedúnculo do caju proporcionou, a este substrato, um aumento percentual de 83,80% no teor proteico, além de aumentar o teor de cálcio, fósforo e extrato etéreo, e ainda resultar em um produto rico em energia bruta, 4.375,50 kcal/kg; além de altos teores de aminoácidos essenciais como a treonina (0,54%) e a lisina (1,21%) em relação ao milho (CARNEIRO et al., 2012).

O resultado é uma questão mercadológica que tende a minimizar os efeitos do custo desses produtos quando estudos pertinentes comprovarem sua eficiência no campo e a demanda se tornar cada vez maior.

De acordo com os resultados tanto do aspecto nutricional quanto econômico, é viável a inclusão de 10% do BPCE com a *Saccharomyces cerevisiae* em rações para codornas japonesas em postura, mas é necessária, também, uma discussão constante para determinar maiores níveis de inclusão deste alimento alternativo. Assim, são imprescindíveis mais estudos que apontem resposta melhor ao uso deste resíduo na ração, tal como o nível mais adequado de inclusão sem que venha comprometer o desempenho dos animais e de seus produtos.

No presente experimento todos os parâmetros de qualidade: peso de casca, albúmen e gema; gravidade específica do ovo e espessura de casca estão acima dos resultados de Costa et al. (2006) ao avaliarem o efeito da idade (de 83 a 145 dias de idade) das codornas japonesa sobre a postura e características físicas dos ovos produzidos; esses autores tiveram, como valores em porcentagem de ovos para comercialização, em torno de 98,66%.

### 3.4 CONCLUSÃO

1. O aumento da inclusão do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é diretamente proporcional a maior concentração de 10,65% para peso do ovo das codornas japonesas;

2. Sempre que o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido era incluído nas rações aumenta, proporciona maior concentração na pigmentação da gema dos ovos das codornas japonesas;

3. A adição do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* nas rações de codorna; melhorou o valor nutricional em teor proteico e nas características dos ovos podendo, então, ser utilizada nesta espécie de produção avícola;

4. A inclusão nas dietas das codornas japonesas é economicamente viável e não compromete os índices zootécnicos; no entanto, o aumento dos níveis do bagaço do pedúnculo do caju deverá ser avaliado de acordo com o aspecto econômico e mercadológico.





## CAPÍTULO 4

### 4 Perspectivas

Como perspectivas para trabalhos futuros se destacam:

- ✓ Avaliar os níveis de concentração da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, no processo de enriquecimento proteico e energético do bagaço do pedúnculo do caju;
- ✓ Estudar o tempo de armazenamento do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido, em diferentes materiais de embalagens;
- ✓ Testar o bagaço do pedúnculo do caju enriquecido em aves ou outro monogástrico, mas se adicionando um aditivo que diminua a fibra bruta deste substrato;
- ✓ Usar um fungo filamentosos na fermentação em diferentes níveis para se obter um produto final de baixo custo;
- ✓ Testar outros níveis de inclusão do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido com maior número de repetições nas rações de codornas japonesas.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** 1991. 141 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para a produção de ovos e carne.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 268p.

ALBINO, L. F. T.; NEME, R. **Codornas: Manual prático de criação.** Viçosa: Aprenda Fácil, 1998, 56p.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; FISCHER JR, A. A.; BARBOSA, R. J. Uso de melação em pó em ração para frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997. **Anais...** São Paulo, 1997, 28p.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves usando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, p. 1047-1058, 1992.

ALBUQUERQUE, P. M. KOCH, F.; GOULART, T. T.; ESPÓSITO, E.; NINOW, J. L. Enriquecimento proteico do bagaço de maçã com proteína fúngica através da fermentação em estado sólido. In: Simpósio Nacional de Fermentações, 14., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. 1 CD-Rom.

ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. de A. C. de; SILVA, F. L. H. Emprego do bagaço seco do pedúnculo do caju para posterior utilização em um processo de fermentação semi-sólida. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p.137-142, 2007.

ALLEONI, A. C. C; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob-refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, p. 681-685, 2001.

ALMEIDA, M. M. de; MOTA, J. C.; SILVA, F. L. H da; CONRADO, L. de S. Estudo do enriquecimento nutricional do mandacaru por fermentação semissólida utilizando o tambor rotativo. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos, 18, 2011, Caxias do Sul, **Anais...** Caxias do Sul: SINAFERM, 2011. CD - Rom.

AMORIM, B. C.; MOTA, M. M. A.; SIMÕES, V. S.; SILVA, F. L. H. da; OLIVEIRA, L. S. C. Estudo do enriquecimento proteico do bagaço da fruta da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 6, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2005.

ANDRADE, R. A. de. **Evolução da cultura do caju no Brasil.** 2004. Disponível em: <[www.todafruta.com.br](http://www.todafruta.com.br)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

ANGELIS, D. F. Emprego de leveduras em culturas puras e mista objetivando o aproveitamento da vinhaça. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 104, n. 1/2, 1986. 406p.

ARAÚJO, L. de F.; SILVA, F. L. H.; M.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. de; SANTOS, E. S. dos. Enriquecimento proteico da palma forrageira para alimentação de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n.2, p.401-407, 2008.

ARAÚJO, L. de F; BRITO, E. A. de; BARREIRO NETO, M.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de; SANTOS, E. S. dos. Bioconversão da palma forrageira: alternativa alimentar para pequenos ruminantes. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 59-61, 2007.

ARAÚJO, L. de F; CARNEIRO, M. V. D.; BRITO, E. A. de; OLIVEIRA JUNIOR, S. Enriquecimento proteico de alimentos por levedura em fermentação semissólida: alternativa na alimentação animal. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 3, p. 47-53, 2009.

ARAÚJO, L. F.; MEDEIROS, A. N.; PERAZZO NETO, A.; CONRADO, L. S.; SILVA, F. L. H. Estudo do enriquecimento proteico do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru* P.DC) utilizando leveduras por fermentação semissólida. In: In: Simpósio Nacional de Fermentações, 14, 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. 1 CD-Rom.

ARAÚJO, M. S. de; BARRETO, S. L. de T.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, W. P. de; VALERIANO, M. H. Composição química e valor energético de alimentos de origem animal utilizados na alimentação de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 2, p. 331-335, 2011.

ARAÚJO, Z. B. **Estudo de níveis de substituição do milho pelo pseudofruto desidratado do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em rações para frangos de corte.** 1983. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1983.

BAPTISTA, A. S. ***Saccharomyces cerevisiae* em milho armazenado e o efeito na redução de aflatoxicoses.** 2001. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

BOONNOP, K.; WANAPT, M.; NONTASO, N.; WANAPAT, S. **Enriching nutritive value of cassava root by yeast fermentation.** *Sciences Agriculture*, v. 22, n 5, p. 629-633, 2009.

BOODEN, M. The egg - big things in a small package. **Food Sciences Newsletter.** Publication of Hazleton Laboratories for the food and feed industries. v.13, 1986.

BOTELHO, J. E.; SERAFIN, F. V.; BUTOLO, E. A. F. Estudo do desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998. Botucatu, **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.

BRAGA, M. M. de; CORREA; M. C. de M.; OLIVEIRA, C. H. de A.; CRISÓSTOMO, L. A.; MOREIRA, R. C.; MESQUITA, R. de O. Bagaço de caju como adubo orgânico. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20, Annual of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 54, 2008. Vitória, **Anais...** Vitória, 2008. CD-Rom.

BRASIL, **Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** Ministério da Saúde, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 533 p.

BRUNELLI, S. R.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; OBA, A.; SILVA, C. A. Farelo de germen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1068-1073, 2010.

BURROWS, S. Baker's yeast. In: ROSE, A. H.; ARRISON, J. S. (Eds.). **The yeasts: yeast technology**. London: Academic Press, p. 349-419, 1970.

BUTOLO, J. E. Uso da levedura desidratada na alimentação de aves. In: Simpósio sobre Tecnologia da Produção de Levedura Desidratada na Alimentação Animal, 51. 1991. Campinas, **Anais...** Campinas: CBNA, 1991.

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**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 320-326, 2010.

CAMPOS, A. R. N. **Enriquecimento nutricional da palma forrageira (*Opuntia icus-Indica* Mill): estudo experimental de ampliação de escala**. 2008. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

CAMPOS, A. R. N. **Enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) por fermentação semissólida**. 2003. 85 f. (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

CAMPOS, A. R. N.; SANTANA, R. A. C.; DANTAS, J. P.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. da H. Enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semissólido. **Bio Terra - Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2005.

CARNEIRO, M. V. D.; SILVA, F. L. H. da; ARAUJO, L.F.; FREIRE, R. M. M. Estudo do enriquecimento nutricional do bagaço do pedúnculo do caju por fermentação semissólida utilizando tambor rotativo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 19., 2012. Búzios-RJ, **Anais...**Búzios: COBEQ, 2012.1 CD-Rom.

CARVALHO, M. A. H. **Influência do cultivo dos fungos *Aspergillus niger* e *Fusarium oxysporum* sobre a composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)**. 1999. 40 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

CATUNDA, K. L. M.; ARAUJO, L. F.; AGUIAR, E. M.; FERNANDES, D. O. V.; MATOS, J. D. P.; FERNANDES, M. F. Utilização do pedúnculo do caju para enriquecimento proteico com levedura *Saccharomyces cerevisiae* e uréia na alimentação de ruminantes. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 6., 2010. Mossoró, **Anais...** Mossoró: SNPA, 2010. CD-Rom.

CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Fed Science Technology**, n. 62, p. 21-27. 1996.

CORREIA, R. T. P. **Estudo do cultivo semissólido de *Saccharomyces cerevisiae* e *Rhizopus oligosporus* em resíduo de abacaxi**. 2004. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

CORREIA, R.; MAGALHÃES, M.; MACEDO, G. Protein enrichment of pineapple waste with *Saccharomyces cerevisiae* by solid state bioprocessing. **Journal of Scientific & Industrial Research**, New Jersey, v. 66, n. 3, p. 259-262, 2007.

COSTA, C. H. R.; ANGELINI, M. S.; SOUSA, M. F.; SANTOS, C. L.; MAIA, G. V. C.; REIS, R. S.; LEITE, C. D. S.; BARRETO, S. L. T. Efeito da idade de codornas japonesa (*Coturnix coturnix* japônica) sobre a postura e características físicas dos ovos produzidos. In: ZOOTEC – Associação Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Olinda-PE. p. 1-6, 2006.

COSTA, F. G. P.; OLIVEIRA, C. F. S. de; BARROS, L. R.; SILVA, E. L. da; LIMA NETO, R da C.; SILVA, J. H. V. da. Valores energéticos e composição bromatológica dos fenos de jureminha, feijão bravo e maniçoba para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 813-817, 2007.

DAGHIR, N. J.; ABDUL-BAKI, T. K. Yeast protein broiler rations. **Poultry Science**, Champaign, v. 56, n. 6, p. 1836-1841, 1977.

DANTAS FILHO, L. LOPES, J. B.; VASCONCELOS, V. R.; OLIVEIRA, M. E. de; ALVES, A. A.; ARAÚJO, D. L. da C.; CONCEIÇÃO, W. L. F. Inclusão da polpa de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 147-154, 2007.

DUTRA, O. J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3. ed. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1991. 97 p (Série Documento 19).

EYNG, C.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; POZZA, M. S. dos S.; NUNES, C.G.V.; NAVARINI, F. C.; SILVA, T. M.; APPELT, M. D. Composição química e valores energéticos de cultivares de milho para aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p.60-72, 2009.

FARIAS, L. A. LOPES, J. B.; FIGUERÊDO, A. V. de; ALBUQUERQUE, D. M. de N.; ARAÚJO NETO, A. A. de; RAMOS, L. de S. N. Pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) para suínos em crescimento metabolismo de nutrientes e desempenho. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 100-109, 2008.

FEDDERN, V.; FURLON, E. B.; SOARES, L. A. de S. Efeitos da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v. 26, n. 4, 800-804, 2007.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUES, N. M.; LÔBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. de. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1380-1385, 2004.

FIGUEIREDO, A. V.; VALE, E. F.; LOPES, J. B. Bagaço de polpa desidratada de caju (*Anacardium occidentale*, L.) em rações para frango de corte-fase inicial. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005a.

FIGUEIREDO, A. V.; VALE, E. F.; LOPES, J. B. Digestibilidade do bagaço de polpa de caju desidratada de caju em rações para frango de corte: fase inicial. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005b.

FRANCO, B. D. G. M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. (Eds.). **Microbiologia de los alimentos**. 5. ed. Zaragoza: Acribia, 1993.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Fruticultura-caju desenvolvimento regional sustentável – Séries de propostas para atuação em cadeias produtivas**, v.4. Brasília: FBB. 2010. 40 p.(Série Cadernos de Propostas para atuação em cadeias produtivas)

FURLAN, A. C.; ANDREOTTI, M. O.; MURAKAMI, A. E.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; FRAIHA, M.; CAVALIERI, F. L. B. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japônica) **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n.6, p. 1147-1150, 1998.

GENEEHR, C. E.; OLIVEIRA, V.; COSTENARO, J.; PAGNO, G.; ROSNIECEK, M.; FARIAS, D. K. Milho inteiro e moído em diferentes sistemas de alimentação para poedeira semipesadas. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v 63, n. 6, p. 1429-1436, 2011.

GENEROSO, R. A. R.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. Composição química e energética de alguns alimentos para aves em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p.1251-1256, 2008.

GRIGOLETTI, C.; FRANCO, S. G.; FLEMMING, J. S.; FEDALTO, L. M.; BACILA, M. *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 151-157, 2002.

HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Illinois, v. 61, n. 6, p. 2022-2039, 1982.

HENZ, J. R.; NUNES, R. V.; SILVA, W. T. M da; SCHENKNECHT, F. R.; ALMEIDA, S. de; FRANK, R.; POZZA, P. C.; NUNES, C. G. V. Composição química e valores energéticos de diferentes farelos de trigo para aves. In: ZOOTECA-Associação Brasileira de Zootecnia, **Anais....** Águas de Lindóia-SP. FZEA/USP-ABZ. p.1-4, 2009.



HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal of Nutrition**, Davis, v. 64, n. 3, p. 587-560, 1958.

HOLANDA, J. S.; OLIVEIRA, A. J. E.; FERREIRA, A.C. Enriquecimento proteico de pedúnculos de caju com emprego de leveduras, para alimentação animal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 787-792, 1998.

HOLANDA, J. S.; SOUZA, N. A. de; OLIVEIRA, J. F. de; CHAGAS, M. C. M. das; AUGUSTO FILHO, J. **Manejo e produção de galinha caipira**. Natal: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, 2002. v. 2.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 38, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2012.

KESHAVARZ, K. Investigations on the use of low-protein, aminoacid-supplemented diets for poultry, 1997. In: **Proceedings of the Cornell nutrition Conference**, 1997, Rochester, NY, p.155-163, 1997.

KILBERG, R. The microbe as a source of food. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 26, n. 5, p. 428-466, 1972.

KISS, J. Reforma na casa. **Revista Globo Rural**, São Paulo, v. 233, p. 58-63, 2005.

KOLICHESKI, M. B. **Produção de ácido cítrico por fermentação no estado sólido utilizando como substrato bagaço de mandioca**. 1995. 137 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

KUL, S. and SEKER, I. Phenotypic correlation between some external and internal egg quality traits in the Japanese quails. **International Journal. Science**, v. 3: p. 400-4005, 2004.

KUSSAKAWA, K. C. K.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C.; Combinações de fontes de cálcio em rações de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 572-578, 1998.

LANCINI, J. B. Aditivos. In: FACTA. **Fisiologia da digestão e absorção de aves**. Campinas, SP: FACTA. p. 99-126, 1994.

LATRILLE, L. L.; RIQUELM, G. C.; MATEEROLA, H. B.; POLAMINOS, S. M. Evaluacion de dos tipos de leveduras (*Torula utilis* e *Saccharomyces cerevisiae*) como fuente proteica para raciones de pollos em crecimiento. **Avance em Produccion Animal**, Casilla, v. 1, p. 45-51, 1976.

LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ORSINEA, G. F.; ROCHAS, A. G. Efeito da granulometria do milho e do farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v 30, n 4, p. 1266-1271, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

LIMA, E. ; SILVA, F. L. H. da; SILVA NETO, J. M. da; LIMA, F. C. dos S. Avaliações de pré-tratamentos para deslignificação do bagaço do pedúnculo do caju, para posterior processo de sacarificação. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos, 18., 2011, Caxias do Sul. **Anais... Caxias do Sul: ABEQ**, 2011. 1 CD-Rom.

LIRA, R. C. RABELLO, C. B. V.; SILVA, E. P. da; FERREIRA, P. V.; LUDKE, M. do C. M. M.; COSTA, E.V. Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for broilers chickens at different ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1019-1024, 2011.

LODDER, J. (Ed.). **The yeasts, a taxonomic study**. Amsterdam: North-Holland, 1971.

LOPES, J. B.; SILVA, M. V. F.; FREITAS, A. C. de. Inclusão do farelo do pseudofruto de caju desidratado (*Anacardium occidentale* L.) em rações de frangos de corte na fase de acabamento. **Revista Científica de Produção Animal**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 44-50, 2005.

LOSANE, B. K.; GHILDYAL, N. P.; RAMAKRISHNA, S. V. Engineering aspects of pectolytic solid state fermentation. **Enzyme and Microbial Technology**, Maryland Heights, v. 7, n. 12, p. 258-265, 1985.

MACARI, M.; MAIORKA, A. Estudo sobre uso de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. Sobre desenvolvimento das vilosidades intestinais. In: Conferência Apinco, 2000, Campinas. **Anais... Campinas: FACTA**, 2000.

MANDAL, A. B; KAUR, S.; JOHRI, A. K.; ELAGOUVAN, A.V.; DEO, C.; SHRIVATAVA, H. P. Response of growing Japanese quails to dietary concentration of L-treonine. **Journal of the Science and Food and Agriculture**, v. 86, p. 793-798. 2006.

MANILA, V. B.; NARAYANAN, C. S.; BALAGOPALAN, C. Cassava starch effluent treatment with concomitant scp production. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 7, n. 2, p. 185-190, 1991.

MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M. M. A. Use of fibrous obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L.) and guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, p. 143-150, 2005.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: The University of Connecticut, 1965. 11 p.

MENEZES, T. J. B; SALVA, J. G.; BALDINI, V. L.; PAPINI, R. S.; SALES, A. M. Protein enrichment of citrus wastes by solid substrate fermentation. **Process Biochemistry**, London, v. 24, n. 5, p. 167-171, 1989.

MONTEIRO, L. F.; LEITE, N. J.; SILVA, F. L. H. da; ALSINA, O. L. S de. Enriquecimento de misturas de resíduos utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos, 18, 2011, Caxias do Sul, **Anais...** Caxias do Sul: SINAFERM, 2011. CD Rom.

MORAES, A. F. **Enriquecimento proteico de farelo de arroz por fermentação semissólida em biorreator de coluna com leito fixo**. 1999. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 1999.

MORAES, V. M. B.; ARIKI, J. **Importância da nutrição na criação de codornas de qualidade nutricionais do ovo e de carne**. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 97-103, 2009.

MOREIRA, S. A. SOUSA, F. W.; OLIVEIRA, A. G.; NASCIMENTO, R. F.; BRITO, E. S. de. Remoção de metais de solução aquosa usando bagaço de caju. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1717-1722, 2009.

MOREIRA, S. A. SOUSA, F. W.; OLIVEIRA, A. G.; NASCIMENTO, R. F.; BRITO, E. S. de. Utilização de bagaço de caju como bioadsorvente na remoção de metais pesados de afluentes industriais. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: CEFET-PB, 2007.

MOURA, A. M. A.; FONSECA, J. B.; RABELLO, C. B. V.; TAKATA, F. N.; OLIVEIRA N. T. E. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 12, p. 2697-2702, 2010.

MOURA, A. M. A.; OLIVEIRA N. T. E.; THIEBAUT, J. T. L.; MELLO, T. V. Efeito da temperatura de estocagem e do tipo de embalagem sobre a qualidade interna de ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix* japônica). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 578-583. 2008.

MOURA, G. S.; BARRETO, S. L. T; DONZELE, J. L.; HOSODA, L. R.; PENA, G. de M.; ANGELINI, M. S. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

MUNIZ, M. B.; F. L. H. da S.; ALMEIDA, M. M. de; SAMPAIO, P. M.; ROCHA, A. S.; SILVA, C. G. da. Avaliação do processo de enriquecimento nutricional da varagem da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) In: Simpósio nacional de Bioprocessos, 17, 2009, Natal. **Anais...** Natal: SNB, 2009. 1 CD-Room.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura. In: Simpósio Internacional, 1., 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, p. 113-120, 2002.

MURAKAMI, A. E; GARCIA, E. R. de M. Exigências nutricionais de codornas japonesas. In: Simpósio Nordestino de Avicultura, 1., 2012, João Pessoa, **Anais...** 2012, 24 p, 2012.

NASCIMENTO, A. H.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Composição química e valores de energia metabolizável de farinhas de penas e vísceras determinadas por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1409-1417, 2002.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of poultry**. 10. ed. Washington: National Academy Press, 1994, 176p.

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2001.

NUNES, J. K.; MAIER, J. C.; ROSSI, P.; DALLMANN, P. R. A.; SILVEIRA, M. H. D.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F.; SILVA, J. G. C. da. Suplementação de extrato de levedura na dieta de poedeiras: qualidade de ovos. **Archives of Zootecnia**, Curitiba, v. 59, n.227, p. 369-377, 2010.

NUNES, J. K.; SANTOS, V. L.; ROSSI, P.; ANCIUTIZ, M. A.; RUTZ, F.; MAIER, J. C.; SILVA, J. G. C. Qualidade de ovos e resistência óssea de poedeiras alimentadas com minerais orgânicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 610-618, 2013.

OLIVEIRA, M. M. de. **Enriquecimento nutricional por bioconversão de resíduos agroindustriais para utilização na alimentação animal**. 2007. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

OOSTRA, J.; TRAMPER, J.; RINZEMA, A. Model-based bioreactor selection for large-scale solid-state cultivation of *Coniothyrium minitans* spores on oats. **Enzyme and Microbial Technology**, Maryland Heights, v. 27, n. 9, p. 652-663, 2000.

PAIVA, F. F. de A.; GARRUTI, D. dos S.; SILVA NETO, R. M. da. **Aproveitamento industrial do caju**. Fortaleza: EMBRAPA/CNPAT/SEBRAE, 2000.

PANDEY, A. Recent process developments in solid-state fermentation. **Process Biochemistry**, London, v. 27, n. 2, p. 109-117, 1992.

PARK, S.; RAMIREZ, F. Dynamics of foreign protein secretion from *Saccharomyces cerevisiae*. **Biotechnology and Bioengineering**, New York, v. 33, n.3, p. 272-281, 1989.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, p. 290-307, 1996.

PELCZAR, M. J.; REID, R.; CHAN, E. C. S. **Microbiologia I**. São Paulo: McGraw-Hill, v. 1. 1981. 1072 p.

PENZ JUNIOR, A. M.; KELLER, A. M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRS, 1999. v.1 p. 1-24.

PERAZZO NETO, A. **Determinação de parâmetros para o enriquecimento proteico da palma (*Opuntia ficus - indica* Mill) e vagens de algaroba (*Prosopis juliflora*) com *Aspergillus niger***. 1999. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

PHILIP, J. S.; GILBERT, H. J.; SMITHARD, R. R. Growth, viscosity and beta-glucanase activity of intestinal fluid in broiler chickens fed on barley-based diets with or without exogenous beta-glucanase. **British Poultry Science**, v. 36, p. 599-605. 1995.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole, 2008.

PINHO, L. X. **Aproveitamento do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*, L.) para alimentação humana**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PINHO, L. X.; AFONSO, M. R.A; CARIOCA, J. D. B.; COSTA, J. M.; RYBKA, A. C. P. Desidratação e aproveitamento de resíduo de pedúnculo de caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v. 22, n. 4, p. 571-576, 2011.

PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; SILVA, F. L. H. da; SANTOS, S. F. M.; MACEDO, G. R. Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 724, p.1 7-20, 2006.

POIDEVIN, N.; ROBINSON, L. A. Métodos de diagnóstico foliares utilizados nas plantações do grupo booken na Guiana Inglesa: amostragem geral e técnicas de análises. **Fertilité**, Paris, v. 9, n. 21, p. 3-11, 1964.

PORTUGAL. Glucos Internacional. **A levedura da cana**, Sesimbra. Glucos Internacional, 2005. (Série Manual Técnico)

RAGHAVARAO, K. S. M. S.; RANGANATHAN, T. V.; KARANTH, N. G. Some engineering aspects of solid-state fermentation. **Biochemical Engineering Journal**, Manchester, v. 13, n. 2/3, p. 127-135, 2003.

RAMOS, A. D.; BLEICHER, E.; FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E.; PARENTE, J. I. G.; BARROS, L. M.; CRISOSTOMO, L. A.; FROTA, P. C. E.; CORREA, M. P. F.; PESSOA, P. F. P.; MELO, Q. M. S.; OLIVEIRA, V. H. **A cultura do caju**. Brasília: EMBRAPA, 1996.

RAMOS, L. S. N.; LOPES, J. B.; FIGUEIREDO, A. V. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 804-810, 2006.

ROBISON, T.; NIGAM, P. Bioreactor design for protein enrichment of agricultural residues by solid state fermentation. **Biochemical Engineering Journal**, Manchester, v. 13, n. 2/3, p. 197-203, 2003.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Brasil: Cacteaceae juss. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, n. 16, n. 1, p. 15-21, 2002.

RODRIGUES, C. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de ácido cítrico por fermentação no estado sólido utilizando polpa cítrica**. 2006. 107 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. Valores energéticos da soja subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1771-1782, 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; Oliveira, R. F de.; Lopes, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. de T.; EUCLIDES, R. F. **Tabela brasileira para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011.

RUTZ, F.; PAN, E.A.; XAVIER, G.B.; ANCIUTI, M.A. Meeting selenium demands of moderns poultry: responses to Sel-Plex™ organic selenium in broiler and breeder diets. In: LYONS, T.P.; JACQUES, K.A. Nutritional biotechnology in the feed and food industries. 19th Alltech's Annual symposium. **Proceedings...** Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2003, p.147-161.

SAKAMOTO, M. I.; MURAKAMI, A. E.; SOUZA, L. M. G. de; FRANCO, J. R. G.; BRUNO, L. D. G.; FURLAN, A. C.; Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SANTOS, A. L. S. **Panorama atual e perspectivas da coturnicultura no Brasil**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. (Relatório Técnico). Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/Xalss0001.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

SANTOS, R. C; RIBEIRO FILHO, N. M.; ALSINA, O. L. S.; CONRADO, L. S. Enriquecimento proteico de bagaço do pseudofruto do caju por via fermentativa. In: CONGRESSO QUÍMICO DO BRASIL, 1., 2010. João Pessoa-PB, **Anais...**, João Pessoa: CQB, 2010. CD-Rom.

SANTOS, S. F. M.; NÓBREGA, J. E.; PINTO, G. A. S.; MACEDO, G. R.; SILVA, F. L. H. Caracterização do resíduo seco do pedúnculo do caju visando sua utilização como substrato para fermentação semissólida. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos. 15, 2005, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2005. CD-Rom.

SANTOS, M. S. V. **Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais**. 2005. 174f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SCHMIDELL, W. ; LIMA, U. de A.; AQUARONE, E. ; BORZANI, W. (Coords.). **Biotecnologia Industrial: engenharia bioquímica**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. v. 2.

SCHULZE, H.; LEEUWEN, P. V.; VERSTEGEN, M. W .A.; HUISMAN, J.; SOUFFRANT, W.; AHRENS, F. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, Illinois, v.72, p.2362-2368, 1994.

SCOTT, M. L. Tips to improve eggs hell quality. **Magazine Feedstuffs**. Minnetonka, v. 67, n. 33, p.18, 1995.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of chicken**. 3. ed. New York: Ithaca, 1982, 562p.

SCRIBAN, R.; DUBUIS, T. **Biotecnologia**. São Paulo: Manole, p 179-207, 1982.

SELLA, S. R. B. R.; GUIZELINI, B. P.; VANDENBERGHE, L. P. de; MEDEIROS, A. B. P.; SOCCOL, C. R. Lab-scale production of *Bacillus atrophaeus* spores by solid state fermentation in different types of bioreactors. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52. N. special: p 159-170. 2009.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS. **Estudo setorial cajucultura**. Fortaleza: SEBRAE, 2005. 21p.

SIBBALD, I. R.; WOLYNETZ, M. S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake and nitrogen retention. **Poultry Science**, Illinois, v. 64, p. 127-138, 1985.

SILVA FILHA, O. L.; OLIVEIRA, R. J. F.; BRAGA, A. P.; et al. Efeito da inclusão do pseudofruto do caju sobre o desempenho de frango de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 235 p.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistants-statistical attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7., 2009, Reno. **Annals...** Reno: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, J. H. V. da; COSTA, F. G. P. **Exigências nutricionais de codornas**. Editora: FUNEP, 2009. 107 p.

SILVA, J. H. V. da; COSTA, F. G. P.; SILVA, E. L. Exigências nutricionais de codornas; In: Simpósio Internacional e II Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2007. **Anais...** Lavras. UFLA, pag. 44-64, 2007a.

SILVA, J. H. V. da; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, E. L. da. Efeitos da inclusão do farelo de sementes de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) na ração sobre a produção, pigmentação da gema e umidade fecal em codornas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n. 2, p.523-530, 2007b.

SILVA, J. H. V. da; OLIVEIRA, J. N. C. de; SILVA, E. L. da; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; Uso da farinha integral da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) na alimentação de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1789-1792, 2002.

SILVA, J. H. V. da; SILVA, E. L. da; JORDÃO FILHO, J. Efeitos da inclusão do resíduo da semente de urucum (*Bixa orellana* L.) na dieta para frangos de corte: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1606-1613, 2005.

SILVA, J. H. V. da; SILVA, M. B.; SILVA, E. L. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, 2003.

SILVA, V. K.; SILVA, J. D. T.; GRAVENA, R. A. MARQUES, R. H. HADA, F. H.; MORAES, V. M. B. de. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de levedura e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 38, n. 4, p. 690-696, 2009.

SILVA, R. A. G.; GENTILINI, F. P.; NUNES, P. M.; ANCIUTI, M. A.; RUTZ, F. Effects of NuPro on egg production and egg quality in layers from 26 to 42 weeks of age. In: Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, 23. Lexington. **Abstracts of posters presented at Alltech's 23<sup>rd</sup> Annual Symposium (Suppl. 1)**. Lexington, KY. USA. pp. 27, 2007.

SILVA, V. K.; SILVA, J. D. T.; GRAVENA, R. A. MARQUES, R. H. HADA, F. H.; MORAES, V. M. B. de. Yeast extract and prebiotic in pre-initial phase diet for broiler chickens raised under different temperatures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 165-174, 2010.

SOCOL, C. R.; VANDENBERGHE, L. P. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. **Biochemical Engineering Journal**, Manchester, v. 13, n. 2/3, p. 205-218, 2003.

SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, treonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy Line W36 hens. **Poultry Sciences**, v.81, p.1038-1044, 2002.

SUBRATA, S.; MANDAL. L.; BANERJE, E. G. C.; SARKAR, S. Comparative efficiency of different types of yeasts on the performance of broilers. **Indian Veterinary Journal**, Manchester, v. 73, n. 2, p. 224-226, 1996.

SUCUPIRA, F. S. FUENTES, M. de F. F.; FREITS, E. R.; BRAZ, N. de M. Alimentação de codornas de postura com rações contendo levedura de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 528-532, mar./abr. 2007.

SUHET, M. I. **Enriquecimento proteico do resíduo da industrialização do abacaxi (*Ananas comosus* Merrill) por fermentação**: utilizando fungos filamentosos 1999. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1999.

TALAMINI, D. J. D.; NOVAES, M. Situação da avicultura brasileira e perspectiva para 2009. **Avicultura Industrial**: anuario 2009, Porto Feliz, v. 100, n. 11, p. 14-16, 2008.



TEIXEIRA, M. C.; NEIVA, J. N. M.; MORAES, S, A de. Desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) contendo ou não bagaço de caju (*Anacardium occidentale* L.). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD-Rom.

THIEMANN, J. E. Produção de enzimas por fermentação em substrato semi-sólido com especial referencia às celulases. In: Seminário de Hidrólise Enzimática de Biomassas, Maringá, 7., 1987, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1987.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B. do; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, campina Grande, v 11, n 6, p.652-657, 2007.

UBABEF – BRASILIAN POULTRY ASSOCIATION. **Relatório Anual 2012**. Disponível em <<http://www.ubabef.com.br/files/publicações>>. Acesso em 27 jul. 2013.

UCHOA, A. M. A. COSTA, J. M. C. da; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. de F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2008. (CD-ROM)

VIEIRA, M. I. **Codorna doméstica**: muito ovo, ótima carne, bastante lucro. São Paulo: Nobel, 1988. 110 p.

VILLAS-BÔAS, S. G.; ESPOSITO, E. Bioconversão do bagaço de maçã; Enriquecimento nutricional utilizando fungos para produção de um alimento alternativo de alto valor agregado. **Revista de Biotecnologia**, São Paulo, v. 3, n. 14, p. 38-42, 2001.

WASHBURN, K.W. Incidence, cause and prevention of egg shell breakage in commercial production. **Poultry Science**, Illinois, v.61, p.2005-2012, 1982.

WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdã, v.90, p.21-33, 2001.

YANG, S. S. Protein enrichment of sweet potato residue with amylolytic yeasts by solid-state fermentation. **Biotechnology Bioengineering**, New York, v. 32, n. 7, p. 886-890, 1988.

ZANOTTO, D. L., ALBINO, L. F. T., BRUM, P. A. R., FIALHO, F. B. Efeito do grau de moagem no valor energético do milho para frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 23, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, p.57. 1994.



Tabela A1- Resultados da ANOVA para o percentual de proteína bruta

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>
Tratamentos	9	92,080	10,231	172,242**
Resíduos	10	0,594	0,059	
Total	19	92,674		

**Legenda:**\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 = <P < 0,05$ ) NS não significativo ( $P > = 0,05$ )\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ )

Tabela A2 – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE), na matéria seca

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	1	860,256	860,256	0,06	0,811
Resíduo	8	112733,539	14091,692		
Total	9	113593,795			

Coeficiente de variação (%) = 4,41

Tabela A3 – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente corrigido da energia bruta do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE), na matéria seca

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	1	5512,634	5512,634	0,36	0,567
Resíduo	8	123690,420	15461,343		
Total	9	129203,377			

Coeficiente de variação (%) = 4,78

Tabela A4 – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente da energia bruta do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE), na matéria natural

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	1	758,815	758,815	0,06	0,811
Resíduos	8	99479,403	12434,925		
Total	9	100238,219			

Coeficiente de variação (%) = 4,41

Tabela A5 – Análise de variância para o coeficiente de metabolizabilidade aparente corrigido da energia bruta do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE), na matéria natural

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	1	4865,554	4865,554	0,36	0,567
Resíduos	8	109155,080	13644,385		
Total	9	114020,634			

Coeficiente de variação (%) = 4,77

Tabela A6 – Análise de variância para o coeficiente de digestibilidade da energia bruta do bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE)

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	1	0,986	0,986	0,11	0,747
Resíduo	8	70,888	8,861		
Total	9	71,874			

Coeficiente de variação (%) = 4,40

## DESEMPENHO DAS CODORNAS

Tabela A7 – Análise de variância para consumo de ração (CR) de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	8,817	2,94	5,82	0,0069
Resíduos	16	8,078	0,50		
Total	19	16,89			

Coeficiente de variação (%) = 2,39

Tabela A8 – Análise de variância para produção de ovos (PR) de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	443,484	147,828	8,420	0,0014
Resíduos	16	280,892	17,556		
Total	19	724,377			

Coeficiente de variação (%) = 4,76

Tabela A9 – Análise de variância para peso de ovo (PO) de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	0,769	0,256	4,656	0,0141
Resíduos	16	0,880	0,055		
Total	19	1,649			

Coeficiente de variação (%) = 1,88

Tabela A10 – Análise de variância para massa de ovo (MO) de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	9,170	3,057	13,339	0,0001
Resíduos	16	3,667	0,229		
Total	19	12,837			

Coeficiente de variação (%) = 4,45

Tabela A11 – Análise de variância para conversão alimentar por massa de ovo (CAMO) de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	3	0,424	0,141	13,003	0,0001
Resíduos	16	0,174	0,011		
Total	19	0,599			

Coefficiente de variação (%) = 3,78

Tabela A12 – Análise de variância para conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ) de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	3	0,08140	0,003	17,412	0,0001
Resíduos	16	0,00249	0,00015		
Total	19	0,010			

Coefficiente de variação (%) = 4,01

## QUALIDADE DO OVO DAS CODORNAS

Tabela A13 - Análise de variância para peso de albúmen (PA) de ovos de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	3	0,249	0,083	6,089	0,0058
Resíduos	16	0,218	0,014		
Total	19	0,467			

Coefficiente de variação (%) = 1,78

Tabela A14 - Análise de variância para peso de gema (PG) de ovos de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	3	0,039	0,013	1,160	0,3557
Resíduos	16	0,182	0,011		
Total	19	0,222			

Coefficiente de variação (%) = 2,64

Tabela A15 - Análise de variância para peso de casca (PC) de ovos de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Soma Quadrática</b>	<b>Média Quadrática</b>	<b>F<sub>cal</sub>/F<sub>tab</sub></b>	<b>Pr&gt;F</b>
Tratamentos	3	0,013	0,004	7,777	0,002
Resíduos	16	0,009	0,0006		
Total	19	0,022			

Coefficiente de variação (%) = 2,43

Tabela A16 - Análise de variância para pigmentação da gema (PIG) de ovos de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	1,120	0,373	14,808	0,0001
Resíduos	16	0,403	0,025		
Total	19	1,524			

Coeficiente de variação (%) = 3,49

Tabela A17 - Análise de variância para gravidade específica (GE) de ovos de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	0,0004	0,0001	1,919	0,1672
Resíduos	16	0,0012	0,00008		
Total	19	0,0017			

Coeficiente de variação (%) = 0,82

Tabela A18 - Análise de variância para espessura da casca (ESPCASC) de ovos de codornas alimentadas com bagaço do pedúnculo do caju enriquecido (BPCE) com a levedura *S. cerevisiae*

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	F <sub>cal</sub> /F <sub>tab</sub>	Pr>F
Tratamentos	3	99,384	33,128	3,349	0,455
Resíduos	16	158,258	9,891		
Total	19	257,642			

Coeficiente de variação (%) = 1,53

Tabela A19 - Cálculo da ração basal e dieta-teste (adaptação e experimental)

INGREDIENTE	Ração basal	5% BPCE	10% BPCE	20% BPCE	30% BPCE
Milho grão	17,227	9,437	18,805	9,151	6,771
Soja de farelo 45%	9,756	5,854	12,285	7,226	6,550
Bagaço de caju	0,000	0,900	4,000	5,000	7,500
Calcário	2,108	1,265	2,792	1,733	1,722
Óleo de soja	0,257	0,154	1,044	1,091	1,527
Fosfato bicálcico	0,279	0,168	0,398	0,265	0,281
Sal comum	0,144	0,086	0,196	0,126	0,128
DL-metionina (99%)	0,046	0,027	0,083	0,066	0,080
L-lisina HCl (79%)	0,035	0,021	0,082	0,073	0,094
L-isoleucina	0,029	0,017	0,063	0,055	0,071
L-arginina	0,009	0,005	0,053	0,059	0,084
L-valina	0,016	0,010	0,050	0,049	0,067
Vitamina pos-ave	0,030	0,018	0,040	0,025	0,025
Cl colina	0,030	0,018	0,040	0,025	0,025
Mineral-aves	0,030	0,018	0,040	0,025	0,025
L-treonina (98%)	0,001	0,001	0,026	0,032	0,048
<sup>1</sup> Etoxiqum	0,003	0,002	0,004	0,003	0,003
<b>Total</b>	<b>30,00</b>	<b>18,00</b>	<b>40,00</b>	<b>25,00</b>	<b>25,00</b>

<sup>1</sup>Antioxidante

Tabela A20 - Resultados da ANOVA para o percentual de açúcares redutores totais

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma Quadrática	Média Quadrática	Fcal/Ftab
Tratamentos	5	1,384	0,275	79,687**
Resíduos	10	0,031	0,003	
Total	14	1,415		

**Legenda:**\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 = <P < 0,05$ ) NS não significativo ( $P > = 0,05$ )\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $P < 0,01$ )

Tabelas A21- Estimativas dos preços dos ingredientes das rações experimentais

Ingredientes	Ração-basal	10% BPCE	20% BPCE	30% BPCE	Preço/kg (R\$)*
Milho	57,423	47,012	36,600	27,080	0,70
Soja farelo (45%)	32,520	30,712	28,904	26,201	1,20
Bagaço de caju	0,000	10,000	20,000	30,000	0,10
Calcário	7,025	6,979	6,932	6,886	0,20
Óleo de soja	0,858	2,610	4,363	6,109	2,20
Fosfato bicálcico	0,931	0,995	1,058	1,122	1,70
Sal comum	0,480	0,491	0,502	0,513	0,50
DL-metionina	0,152	0,207	0,263	0,318	10,00
L-lisina HCL	0,117	0,204	0,290	0,377	7,03
L-isoleucina	0,096	0,158	0,220	0,282	110,88
L-arginina	0,030	0,132	0,234	0,336	45,90
L-valina	0,054	0,125	0,197	0,269	50,00
Vitamina pos-ave <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	13,09
Cl colina	0,100	0,100	0,100	0,100	4,16
Mineral-aves <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	3,70
L-treonina	0,002	0,065	0,128	0,191	8,20
Etoxiqum <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	10,65

<sup>1</sup> (composição por kg do produto): Vit A: 7.000.000 UI; Vit D3: 2100000 UI; Vit E: 50000mg; Vit K3: 2000 mg; Vit B1: 2000 mg, Vit B2: 4000 mg; Vit B6: 3000 mg; Vit B12: 3000 mg; Niacina: 39800 mg; Ácido Pantotênico: 15620 mg; Folato: 1000mg; Selênio: 200 mg; Biotina: 100 mg; Antioxidante: 100000 mg e Veículo-1000 g

<sup>2</sup> (composição por kg do produto): Mn: 75000 mg; Zn: 70000 mg; Fe: 50000 mg; Cu: 8500 mg; I: 1500 mg; Co: 200 mg; Veículo: 1000 g

<sup>3</sup> Antioxidante – 10 g, e veículo q.s.p. – 1.000 g

\*Cotação do dia 10-07-2013

Cotação do dólar U\$ 2,27 (10-07-2013)