

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA-BROMATOLÓGICA DO RESÍDUO DE BIOCOMBUSTÍVEL DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (LAM))

---

Liliane Garcia da Silva Morais Rodrigues<sup>1</sup>; Fernando Morais Rodrigues<sup>2</sup>

1. Professora Mestre em Agroenergia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – Paraíso do Tocantins-TO.

[lilianegarcia@ifto.edu.br](mailto:lilianegarcia@ifto.edu.br)

2. Professor Mestre e Engenheiro de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) - Paraíso do Tocantins-TO – Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

---

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o resíduo do biocombustível da batata-doce (RBD) a partir da sua composição química-bromatológica. Nesse sentido, foram conduzidos ensaio sobre as variáveis RBD: matéria seca total (MS) e da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN), matéria mineral (MM), concentrações de fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e potencial hidrogeniônico (pH). O RBD pode ser considerando como sendo uma fonte de alimento concentrado e energético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioetanol, RBD, concentrado e energético.

### COMPOSITION CHEMISTRY BROMATOLÓGICA OF THE RESIDUE OF BIOCOMBUSTÍVEL OF POTATO CANDY (*Ipomoea potatoes* (LAM))

#### ABSTRACT

The present work had as objective to characterize the residue of the biocombustível of the potato-candy (RBD) from its composition chemistry-bromatológica. In this direction, they had been lead assay on variable RBD had been analyzed had been: total dry substance (MS) and of the rude protein (PB), etéreo extract (EE), extrativo not nitrogenado (ENN), mineral substance (MM), insoluble staple fibre concentrations in neutral detergent (FDN) and acid (FDA) and hidrogeniônico potential (pH). The RBD can consider as being an intent and energy food source.

**KEYWORDS:** Bioetanol, RBD, concentrated and energy.

### 1. INTRODUÇÃO

O Estado do Tocantins além de apresentar aptidões agropecuárias, com exportações atingindo 1000 toneladas de carne em 2006, conforme TOCANTINS (2009) têm apoiado projetos voltados para produção de biocombustíveis. O desenvolvimento deste setor produtivo proporcionará a geração de emprego e renda, bem como do produto principal que é biocombustível que poderá atender tanto o mercado nacional quanto as demandas externas de fontes alternativas de energia limpa e renovável. Porém, a cadeia produtiva da agroenergia gera também

alguns subprodutos e coprodutos que não tendo destinação adequada poderão gerar processos impactantes ao ambiente.

Atualmente, a cana de açúcar é a principal matéria prima geradora de energia alternativa, sendo o álcool apenas um coproduto da produção de açúcar. Também são gerados como coprodutos a vinhaça e a levedura e todos contribuem para a agregação de valor a cadeia produtiva em seus segmentos, pois possuem aplicabilidades variadas tanto na agricultura quanto na pecuária.

Além da cana de açúcar, outras matérias primas têm se destacado como fontes geradoras de biocombustíveis, mas para que haja opções para os novos investidores, são necessárias informações detalhadas sobre estas culturas com potencial bioenergético. Tais informações devem permear desde as práticas culturais à destinação dos resíduos gerados após a extração do combustível principal.

A potencialidade da batata doce na produção de etanol foi demonstrada por SILVEIRA et al. (2008) quando em condições experimentais obtiveram rendimento médio de 199 litros de álcool por hectares. Ainda, os mesmos pesquisadores relataram que a produção de resíduo correspondeu entre 20-25% do material original proveniente da fermentação dos carboidratos pelas leveduras, e apresentou elevado teor de proteína bruta.

O resíduo gerado na produção de etanol da batata-doce apresenta um alto teor de umidade, em torno de 96%, o que pode ser interessante em sistemas de fertirrigação. Porém, materiais com alta umidade apresentam inúmeras dificuldades de manejo, exigindo instalações adequadas e alta capacidade de estocagem. Segundo as normas legais estabelecidas por BRASIL (1986), os resíduos aquosos devem ser acondicionados em tanques de decantação que reduzem o lançamento de materiais sedimentares nos corpos receptores, o que diminuem os impactos ambientais causados pelos dejetos, pois quanto mais matéria orgânica for lançada em um corpo hídrico maior a necessidade de oxigênio para decompô-la e restabelecer o equilíbrio físico químico do sistema (corpo hídrico e efluente). Porém, no caso do RBD, o seu teor protéico tem despertado o interesse de produtores e pecuaristas para uso como adubo orgânico ou fonte protéica alternativa na alimentação animal e assim, em vez de descartado, este resíduo está sendo armazenado em tanques na indústria de beneficiamento, para posterior utilização nas atividades descritas. O mesmo tratamento tem sido dado à vinhaça gerada pelas destilarias de álcool ou ao resíduo das indústrias de processamento de citros que após secagem estão sendo destinados as indústrias de ração animal.

BELYEA et al., (1989) e GRASSER et al., (1995) consideraram que a inclusão dos subprodutos da agroindústria na alimentação animal é uma alternativa a ser considerada para minimizar os impactos ambientais e também ser economicamente justificável devido ao preço competitivo desses subprodutos em relação a alimentos concentrados convencionalmente usados na formulação de rações.

RIBEIRO et al., (2007) ressaltaram que a ideia da utilização de alimentos não convencionais para animais ganha importância, principalmente com o objetivo de atender às dificuldades de pequenos produtores, para os quais muitas vezes o custo de alimentação dos animais é um impedimento para a criação em condições satisfatórias.

ASSUNÇÃO & ALVIM (2007) realizaram estudos com o resíduo da batata doce (RBD) após sua fermentação alcoólica em dietas para peixes e concluíram que o material apresenta potencial para formulação de rações para peixes em cativeiro. No entanto, os autores ressalvam que para que este potencial de uso seja

efetivamente comprovado, há necessidade de se aprofundar os trabalhos devendo ser avaliadas informações como: palatabilidade, efeitos de sua inclusão em formulações contendo outros ingredientes, forma de fornecimento aos animais (ração úmida, seca, peletizada, extrusada, etc.) e influência do processamento da ração com este ingrediente entre outros fatores.

De acordo com BURGI (1992) as limitações para a transformação dos resíduos em produtos para alimentação animal estão ligadas à deficiência e/ou a desequilíbrios nas características nutricionais do resíduo e aos custos com a coleta, o transporte e, geralmente, com o tratamento necessário para melhoria de seu valor nutritivo.

Com resíduos aquosos estas limitações são ainda mais severas, pois o baixo teor de matéria seca pode comprometer o rendimento industrial do produto e impacta diretamente nos custos de armazenamento e transporte. Por isso, muitas vezes a destinação dada a este resíduo restringe-se a utilização pela própria fonte geradora em suas atividades agrícolas e pecuária ou por agricultores e pecuaristas situados próximos aos locais de produção. Além disso, em sua condição de hidratação original, são mais susceptíveis ao processo de decomposição que alteram sua composição bromatológica. Quando um material sofre alteração em suas propriedades originais durante o período de armazenamento sua possibilidade de uso fica bastante reduzida, pois não há garantia de qualidade e conseqüentemente aumento de riscos e malefícios relativos à sua destinação.

A possibilidade de uso dos resíduos agroenergéticos e a agregação de valor as suas respectivas cadeias produtivas, pode ser um fator determinante para a viabilidade econômica da atividade. Portanto, aspectos como quantidade de resíduo gerado, composição químico-bromatológica, técnicas de armazenamento, transporte e estabilidade durante o armazenamento devem ser estudadas para orientar a aplicabilidade e desenvolvimento de processos tecnológicos para a destinação adequada do mesmo.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar o resíduo do biocombustível da batata-doce (RBD).

## **2. A PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA BATATA-DOCE**

O amido é um polímero complexo, composto principalmente de amilose (polímero linear) e amilopectina (polímero ramificado). O polímero linear é fácil de ser rompido, mas a estrutura altamente ramificada de amilopectina é mais difícil de ser hidrolisada (CEREDA, 2005).

Segundo a mesma autora, os amidos podem ser hidrolisados por via química (ácidos, calor e pressão) ou por via enzimática. O processo ácido é o mais simples, sendo uma das vantagens desse processo o pequeno tempo de sacarificação. Mas como desvantagem, tem-se os problemas de corrosão dos equipamentos, a necessidade de correção da acidez da solução açucarada após a hidrólise, a destruição de alguns açúcares, e a produção de açúcares não fermentescíveis. Por isso o processo mais recomendado é o enzimático.

Ainda CEREDA (2005) relata que na hidrólise por via enzimática é necessário a associação de dois tipos de enzimas específicas: a alfa-amilase, que diminui a viscosidade, e a glucoamilase, que transformam o amido liquefeito em açúcares de menor peso previamente o cozimento das raízes, para a gelatinização do amido, facilitando a ação das enzimas.

Nesse sentido, SILVEIRA et al. (2008) descreve as etapas que envolvem a produção de etanol tendo por base a batata-doce.

Nesse sentido, Silveira et al. (2008) descreve as etapas que envolve a produção de etanol tendo por base a batata-doce:

- a) As raízes são lavadas para remover as impurezas advindas do campo;
- b) Depois de lavadas, as raízes são processadas em moedor para formar uma massa ralada;
- c) A massa ralada de batata-doce obtida é transferida para dorna de cozimento e adicionando água na proporção massa ralada/água 2:1. Nesta etapa o cozimento com agitação;
- d) Quando a temperatura do meio atingir 60°C é adicionada a enzima liquidificante (Termamyl 120L). O aquecimento é gradual até 90°C é a temperatura, mantida por h;
- e) O meio hidrolisado deverá ser resfriado e o pH ajustado entre 4,0 e 4,5. A sacarificação é realizada adicionando AMG 300L (glucoamilase), quando o meio atingir 60°C. Esta temperatura deverá ser mantida por 1h, sob agitação;
- f) O meio hidrolisado deverá ser resfriado (30°C). Nesta fase o Brix é quantificado, e adicionado água, até atingir 13°. Finalizando esta diluição, o fermento de panificação (*Saccharomyces cerevisiae*) é inoculado numa concentração de 10g/L de meio hidrolisado. Nesta concentração de inóculo, o tempo de fermentação tende a durar 36h;
- g) Finalizando estes processos, o álcool é separado da água através da destilação no destilador;
- h) Todo o processo deverá ser realizado em mini usinas dimensionadas para matérias-primas amiláceas.

Quando aos resíduos, para cada tonelada de batata-doce processada, cerca de 150 kg de ração são obtidos no processo (TAVARES, 2006). Em ensaios laboratoriais pesquisadores comprovam que a necessidade de enriquecimento do meio hidrolisado batata-doce durante o processo de fermentativo de produção alcoólica é desprezível. Com isso, a questão econômica de processos de fermentação alcoólica torna se menos onerosa. Diferente, da cultura da mandioca, que, apresenta um baixo conteúdo de nitrogênio em sua composição físico-químico, necessitando de enriquecimento do meio durante o processo fermentativo (SILVEIRA et al. 2008).

Além da raiz *in natura* da batata-doce, também a farinha e farelo das raspas, podem ser utilizadas como matérias-primas para produção de hidrolisados. A diferença será refletida na proporção de [água necessária para o cozimento, e concentração enzimática, que será maior devido á elevada concentração de amido presente na farinha e no farelo (SILVEIRA et al. 2008).

Outros bioprocessos têm sido objetos de estudo, visando aprimorar a tecnologia estabelecida, como o emprego de farinha de batata-doce para a produção de álcool, utilizando a fermentação com células livres e imobilizadas. No entanto, nas condições analisadas o emprego de batata-doce *in natural* obteve um rendimento em produtividade de álcool por tonelada de raiz de até 32,3% superior em relação a estes bioprocessos estudados, sendo considerado o mais promissor (TAVARES, 2006).

Quanto aos resíduos, para cada tonelada de batata-doce processada, cerca de 150 kg de ração são obtidos no processo (TAVARES, 2006). Em ensaios laboratoriais pesquisadores comprovam que a necessidade de enriquecimento do meio hidrolisado batata-doce durante o processo fermentativo de produção alcoólica é desprezível. Com isso, a questão econômica de processos de fermentação alcoólica torna-se menos onerosa. Diferente, da cultura da mandioca, que, apresenta um baixo conteúdo de nitrogênio em sua composição físico-química, necessitando de enriquecimento do meio durante o processo fermentativo (SILVEIRA et al. 2008).

Além da raiz *in natura* da batata-doce, também a farinha e farelo das raspas, podem ser utilizadas como matérias-primas para produção de hidrolisados. A diferença será refletida na proporção de água necessária para o cozimento, e concentração enzimática, que será maior devido a elevada concentração de amido presente na farinha e no farelo (SILVEIRA et al. 2008).

Outros bioprocessos têm sido objetos de estudo, visando aprimorar a tecnologia estabelecida, como o emprego de farinha de batata-doce para a produção de álcool, utilizando a fermentação com células livres e imobilizadas. No entanto, nas condições analisadas o emprego de batata-doce *in natura* obteve um rendimento em produtividade de álcool por tonelada de raiz de até 32,3% superior em relação a estes bioprocessos estudados, sendo considerado o mais promissor (TAVARES, 2006).

### **2.1 Resíduos resultantes da produção de etanol de Batata-Doce**

As atividades agrícolas, frequentemente, geram resíduos que podem ser utilizados como subprodutos ou dispensados como lixo poluente. Restos de colheita, resíduos de usinas de beneficiamento de produtos agrícolas e dejetos animais consistem em fontes reconhecidamente geradoras de poluição ambiental, e por esta razão, esforços têm sido empreendidos no sentido de utilização ou reciclagem destes (SILVEIRA et al. 2008).

Uma das mais lógicas alternativas para a reutilização desses resíduos é a sua aplicação na alimentação animal. O uso de resíduos agrícolas denominados baixo-valor-agregado pode ser de particular interesse, especialmente naquelas regiões em que os produtos de origem animal detêm desprezível preço de mercado, forçando os produtores ao uso de fontes de alimentação de baixo custo (SILVEIRA et al. 2008).

De acordo com sua composição nutricional, volume e risco poluente, alguns resíduos como caule e folhas de bananeira; casca, polpa e mucilagem de café; bagaço de cana, cascas de cacau e rejeitos do processamento de frutas apresentam potencial para uso na alimentação animal, especialmente de peixes e ruminantes (ULLOA et al., 2004 *apud* SILVEIRA et al., 2008). Em muitas regiões tropicais da Ásia e África, resíduos da agricultura, da agroindústria e da produção animal são comumente reutilizados na aquicultura (WHLFARTH & HULATA, 1987, SUBOSA, 1992, TACON, 1993 *apud* SILVEIRA et al., 2008).

A partir de pesquisa envolvendo a produção do álcool de batata-doce desenvolvida por SILVEIRA et al. (2008), foi que se iniciaram estudos visando o aproveitamento da significativa quantidade do resíduo gerado nesse processo. Pensando no aproveitamento deste, atualmente pode-se sugerir a elaboração de diversas composições de rações para alimento animal e de peixes. Os testes preliminares indicaram que esse resíduo encerra propriedades nutricionais que sustentam essa utilização, o que pode vir a constituir uma fonte de renda valiosa para o produtor que, frente ao usineiro, poderia negociar o retorno do resíduo a sua

propriedade para o uso na produção animal. Para a usina também pode ser interessante, pressupondo-se o uso do resíduo como moeda de barganha.

Atualmente, vê-se que as atividades de bovinocultura confinada e de aquicultura moderna, crescente aporte na produção mundial de proteína animal, surgem como potenciais alternativas para que o estado do Tocantins aumente sua produção de alimentos nobres. Prevê-se que neste século haverá um forte aumento da demanda por proteína de animais nos países em desenvolvimento, isto em função da lenta, mas contínua elevação do poder aquisitivo das populações desses países (SILVEIRA et al., 2008).

Para avaliar o potencial desta proposta, foi realizado um diagnóstico preliminar que detectou ser a piscicultura uma das atividades mais promissoras dentro do agronegócio tocantinense. Simultaneamente, no Estado do Tocantins, verificou-se que há forte tendência ao crescimento de pesquisas envolvendo a geração de bicompostáveis, e conseqüentemente, de seus correspondentes resíduos (SILVEIRA et al., 2008).

Nesse mesmo contexto, a batata-doce tem sido amplamente investigada por pesquisadores nas áreas de bioquímica, farmácia, nutrição e engenharia de alimentos (HAN et al., 2001; ZHANG & HUANG, 2005 *apud* SILVEIRA et al., 2008). Relatam-se resultados que apontam a batata doce como potencial alimento, que além de consistir numa expressiva fonte de carboidratos, também encerra em sua composição importantes compostos com outras propriedades relacionadas com o bem-estar e saúde (KUSANO & ABE, 2000; LUDVIK et al., 2002; LUDVIK et al., 2003 *apud* SILVEIRA et al., 2008). Até o presente, esses compostos não amídicos podem ser ordenados como fibras dietéticas (ALMAZAN & AHOU, 1995; LIN et al., 2005 *apud* SILVEIRA et al., 2008), antocianina (HAGIWARA et al., 2001 *apud* SILVEIRA et al., 2008), beta-caroteno (ÇINAR, 2005 *apud* SILVEIRA et al., 2008), inibidor de proteinase (MAESHINA et al., 1985 *apud* SILVEIRA et al., 2008).

Dentro desta nova concepção de alimentos, que previne e/ou reduz os riscos de doenças crônicas não-transmissíveis; promove manutenção da saúde e riscos de doenças e modificações benéficas das funções fisiológicas; a batata-doce e dos seus resíduos tem seu potencial enquadrado na categoria de alimentos funcionais com propriedades imunomodulatórias, que atuam modulando e ativando os componentes celulares e seus mediadores químicos, aumentando a efetividade do sistema imune contra diferentes antígenos, evitando o aparecimento de patologias no organismo (SILVEIRA et al. 2008).

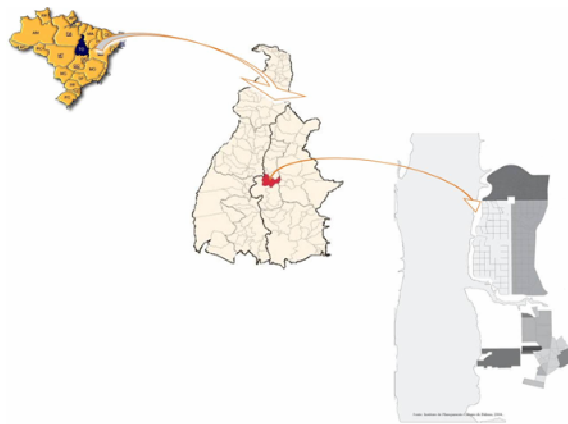
Ainda os mesmos autores destacam as formas potenciais em que os resíduos podem ser utilizados:

- a) **Resíduo Úmido:** O material que prevalece na forma de um líquido denso, com aparência de um “mingau”, de coloração marrom claro. Esse material é basicamente composto de fibras lignificadas, fibras solúveis, material nitrogenado, sais minerais, diminutas concentrações de etanol água. Esse material pode ainda ser utilizado diretamente para alimentação fluida de ruminantes;
- b) **Resíduo Seco:** Possui a mesma composição qualitativa do resíduo úmido, diferenciando-se deste, quantitativamente, apenas em relação aos conteúdos de etanol residual e de umidade. Pode-se observar que o resíduo seco, após triturado, possui aparência de um farelo seco, sendo esta uma importante característica físico-química para quando se pensar na condições necessárias a formação e armazenamento de uma ração.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Campus Universitário de Palmas (Mini Usina de Processamento de Etanol a partir da Batata-Doce e Laboratório do Grupo de Estudos de Solos e Reaproveitamento de Resíduos Energéticos) da Universidade Federal Tocantins-UFT na cidade de Palmas-TO (220 m de altitude, 10°45' S e 47°14' W), no período de 09/10/2009 à 31/01/2010 (Figuras 1 e 2), e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP no Campus de Jaboticabal- São Paulo.



**FIGURA 1** - Localização geográfica da Fazenda Experimental do Campus Universitário da UFT em Palmas - TO.

**Fonte:** SILVA, 2010.



**FIGURA 2** - Vista da Mini Usina de Processamento de Etanol a partir da Batata-Doce, na cidade de Palmas-TO.

**Fonte:** SILVA, 2010.

## 3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 3.2.1 Desidratação do RDB

O Resíduo do Biocombustível da Batata-doce (RBD) foi obtido após a destilação do etanol da batata doce, na mini usina de Produção de Etanol (Figuras 3 e 4).



**FIGURA 3** - Vista do contêiner de estocagem do resíduo na Indústria (1), tambor de coleta de material para experimento (2) e vista superior do interior do tambor com RBD coletado.

**Fonte:** SILVA, 2010.



**FIGURA 4** - Coleta de RBD para acondicionamento.

**Fonte:** SILVA, 2010.

Esse material foi disposto em bandeja de alumínio devidamente tarada, onde foi pesado e submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, seguindo as recomendações de SILVA & QUEIROZ (2002). O valor obtido antes da secagem foi de 576g.



Após concluir a fase acima descrita, a estufa foi desligada para que o RBD atingisse a temperatura ambiente (32C°), e o material foi pesado resultando no valor de 19,584g.

Em seguida, moeu-se e congelou-se essa amostra seca em temperatura de 0C° para posteriores análises bromatológicas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP no Campus de Jaboticabal- São Paulo.

### 3.2.2 Composição química-bromatológica do RBD

A amostra do resíduo foi encaminhada e analisada pelo Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP no Campus de Jaboticabal- São Paulo, cujas variáveis determinadas foram: matéria seca total (MS) e da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), extrativo não nitrogenado (ENN) e matéria mineral (MM) segundo as metodologias descritas por SILVA & QUEIROZ (2002); concentrações de fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), segundo os procedimentos recomendados por GOERING & VAN SOEST (1970) e potencial hidrogeniônico (pH).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do RBD

A caracterização do RBD é apresentada na Tabela 1, onde tem-se o teor de matéria seca (MS), as concentrações de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrativo não nitrogenado (ENN) na base da matéria seca e o pH.

**TABELA 1** - Composição bromatológica do resíduo da batata-doce (RBD).

	Variáveis							
	pH	MS*	PB*	EE*	MM*	FDN*	FDA*	ENN**
<b>RBD</b>	3,24	4,02	17,66	1,73	6,76	36,85	19,39	37,00

\* dados expressos em % a base da matéria seca.

\*\* dado estimado a partir da expressão:  $ENN = 100\%MS - (PB\% + EE\% + FB\% + MM\%)$ .

TEIXEIRA (2001) destaca algumas características sobre as análises acima realizadas. Dentre elas, sobre o teor de matéria seca (MS) refere-se à concentração de sólidos totais. Já a proteína bruta (PB): permite identificar a qual classe o alimento pertence. Alimentos com valores de proteína bruta superiores a 20% são considerados proteicos. O extrato etéreo (EE) indica as frações orgânicas do alimento, sendo a que apresentou maior densidade energética. As fibras são as frações celulose e hemicelulose do material vegetal. Quanto ao extrativo não nitrogenado (ENN) corresponde aos carboidratos não fibrosos contidos no alimento, sendo representados normalmente por: amido, açúcares, pectinas. Quanto à matéria mineral (MM) apenas indica a quantidade de elementos minerais do alimento.

Considerando os dados de PB (17,66%), e FDA (19,39%) e FDN (36,85%) expresso na Tabela 1 e de acordo com a Classificação Adaptada do Dr. F. B. MORRISON (1966) *apud* TEIXEIRA (2001), o RBD pode ser classificado como sendo uma fonte de alimento concentrado e energético.

Segundo MORISSON (1966) *apud* TEIXEIRA (2001), os alimentos concentrados são aqueles que contêm alto teor de energia, mais de 60% de NDT e menos que 18% de fibra bruta (base seca). Dos quais subdividem-se em:

- **Energético:** são alimentos concentrados que possuem menos de 20% de proteína bruta (base seca). Da qual pode ter origem animal (sebos, gordura animal) ou vegetal (principalmente grãos de cereais como: milho, sorgo, trigo, cevada, aveia, etc.);
- **Protéico:** são alimentos com um mínimo de 20% de proteína bruta (base seca), tendo como fontes originárias os vegetais (constituídas pelas sementes ou resíduos de oleaginosas, como por exemplo, Farelos de algodão, amendoim, soja, etc.) e animais (construídos de resíduos de pescados, frigoríficos e abatedouros, tais como os farelos de carne, peixes, sangue e etc).

Quanto ao valor baixo de pH (3,24), justifica-se por se tratar de um resíduo da fermentação alcoólica da batata-doce para produção de etanol evidenciando a formação de ácidos orgânicos como resultantes do processo fermentativo original. Por ser um resíduo ácido pode favorecer a estabilidade do material quando em condição de armazenamento.

A fermentação anaeróbia da batata-doce pode ser considerada como um ecossistema onde diversos grupos de micro-organismos, na ausência de oxigênio, trabalham interativamente na conversão da matéria orgânica complexa, como carboidratos, proteínas e lipídeos, em produtos mais simples como metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico e amônia, além de novas células. Os micro-organismos envolvidos nesse processo são altamente especializados e cada grupo atua em reações específicas, podendo-se distinguir quatro etapas distintas na conversão global da matéria orgânica: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (COTRIM, 2009).

Conforme os dados da composição bromatológica (Tabela 1), observa-se que mesmo após a fermentação permanece no RBD ainda uma quantidade de substrato (proteína bruta, fibra em detergente neutro e extrativo não nitrogenado) que podem representar um potencial fermentativo quando armazenado.

A presença de uma proporção expressiva de nutrientes orgânicos como PB, FDN, ENN, EE no RBD também sinaliza potencialidade de uso na nutrição animal, havendo necessidade de maiores investigações a este respeito.

## 5. CONCLUSÃO

Diante da caracterização da composição bromatológica do resíduo produzido a partir da produção da fermentação da batata doce, conclui-se que o mesmo pode ser considerado como sendo uma fonte de alimento concentrado e energético.

## REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, J.S.F.; ALVIM, T.C. Avaliação bromatológica do resíduo da biofermentação alcoólica da batata-doce (*Ipomoea batatas* (Lam.)) e do seu potencial para uso na elaboração de ração para peixes. In: CONGRESSO CIENTÍFICO DA UFT e SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFT, 2. e 3., 2007, Palmas-TO. **Anais...** Palmas-TO, Universidade Federal do Tocantins-UFT, 2007. 1 CD-ROM

BRASIL, República Federativa. **Resolução nº. 20/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente.** Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional: Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acessado em: 20 de Abr. de 2010.

BELYEA, R.L.; STEVENS, B.J.; RESTREPO, R.J.; CLUBB, A.P. Variation in composition of by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.9, p.2339-2345, 1989.

BURGI, R. Equipamentos para manejo e tratamento de resíduos agrícolas e agroindustriais. In: Simpósio Utilização de Subprodutos Agrícolas de Colheitas na Alimentação de Ruminantes, 1992. São Carlos, SP: **Anais...** Embrapa: São Carlos, SP: 1992. p.29-43.

CEREDA, M.P. **Hidrólise de álcool da mandioca.** 2005. Disponível em: <HTTP://www.abam.com.br/revista/rvista10/ceteagro.php>. Acesso em: 26 Abr. de 2007.

COTRIM, L.H.B. **ASBR Aplicado ao tratamento de efluente do processo de produção de biodiesel.** São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 2009. Dissertação de mestrado.171p.

GRASSER, L.A.; FADEL, J.G.; GARNETT, I.; DEPETERS, E.J. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.4., p.962-971, 1995.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis:** apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D.C.: Agricultural Handbook, 1970.

RIBEIRO, et al. Composição bromatológica e degradabilidade *in situ* de folhas de árvores frutíferas para alimentação de ruminantes. Espírito Santo do Pinhal. **Boletim Médico Veterinário**, v.3, n.3, p.17-23, jan./dez. 2007.

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

SILVA. L. G. **Composição bromatológica do resíduo de biocombustível de Batata-doce (*Ipomoea batatas* (Lam.)) (RBD) submetido à diferentes técnicas e tempos de armazenament.** 2010. 58f. Dissertação de mestrado (Mestrado) – Campus de Palmas- UFT, Palmas-TO: UFT, 2010.

SILVEIRA, et al. **A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para produção de etanol**. Palmas-TO: UFT, 2008. 45p. (Boletim Técnico-UFT).

TAVARES, I.B. **Desenvolvimento de cultivares de batata-doce e técnicas de bioprocessos visando à implantação de mini-usinas de álcool combustível como alternativa para pequenas e médias propriedades DNA Região Norte**. 2006. 42f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Campus de Palmas- UFT, Palmas, 2006.

TOCANTINS, Estado. **Dados quantitativos agrícolas do Tocantins**. 2009. Disponíveis em: [www.seagro.to.gov.br](http://www.seagro.to.gov.br). Acesso: 2 Mai. 2010.

TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Vol. 1. Lavras: UFLA – DESA/UFMG. 2001.