

AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA DOS RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA MANDIOCA E SEU APROVEITAMENTO EM RAÇÃO PARA ANIMAIS RUMINANTES¹

Marcelo Silva Ferreira²

RESUMO – Popularmente conhecida como mandioca, a raiz desta planta (*Farinha Euforbiácea*, do gênero *Manihot*) serve como matéria prima para o processo de produção de farinhas de mesa (farinha fina, biju, farofa temperada entre outras) e de fécula ou amido, porém a utilização da mandioca como fonte de carboidratos para produção de álcool (etanol) não é nenhuma novidade. A raiz da planta é fonte de amido e a quebra desta molécula resulta em açúcares fermentescíveis que são então transformados em álcool através de um processo bioquímico. O processo de industrialização da mandioca gera resíduo e quando se trata de produzir álcool, há produção de vinhaça, considerada como o principal efluente gerado pelas usinas sucroalcooleiras. O processo da industrialização da mandioca acontece em fábricas conhecidas como farinheiras ou casas de farinha, já as que industrializam o amido são conhecidas como fecularias. De pequeno a grande porte, estas indústrias precisam lidar com os resíduos que são gerados no processo. O aproveitamento de resíduos só vem trazer vantagens às indústrias, tais como: atendimento as normas ambientais, sustentabilidade e geração de renda. Tudo isso faz criar uma imagem positiva das empresas diante da sociedade, passando a ganhar mais credibilidade e alcançar novos horizontes no mercado. Neste trabalho, os resíduos casca, entre-casca, raspa, manipueira e vinhaça foram avaliados através de análises bromatológicas. O objetivo foi avaliar o potencial nutritivo destes resíduos no preparo de ração para o tratamento de animais ruminantes. Os resultados obtidos mostraram que a mistura de casca, entre-casca e raspa de mandioca com vinhaça pode ser considerada como alimento energético, mas que possui considerável valor proteico, devido ao enriquecimento com vinhaça, podendo ser facilmente utilizada nas dietas de animais ruminantes.

Palavras-chave: casca, farinha, mandioca, ração, resíduos.

CHEMICAL EVALUATION OF WASTE INDUSTRIALIZATION OF CASSAVA AND ITS EXPLOITATION IN THE DEVELOPMENT OF RATION FOR RUMINANT ANIMALS

ABSTRACT – Popularly known as cassava, the root of this plant (*Euphorbia flour*, the genus *Manihot*) serves as raw material for the production of table flours (fine flour, biju, farofa quenched among others) and starch, however, use of cassava as a carbohydrate source to produce alcohol (ethanol) is nothing new. The root of this plant is a source of starch and breakage of this molecule results in fermentable sugars which are then converted into alcohol by a biochemical process. The industrialization of cassava generate waste and when it comes to producing alcohol, vinasse is produced, seen as the main wastewater generated by sugarcane mills. The process of industrialization of cassava happens in factories known as flour mills, and those that industrialize the starch. From small to large, these industries have to deal with the waste that is generated in the process. The use of waste only brings advantages to industries such as: attendance of environmental standards, sustainability and income generation, and all this create a positive image of companies that pass in front of society to gain more credibility and reach new horizons in the market. In this work, the waste bark, between bark, scrapes, cassava stillage and vinasse were evaluated by chemical analyzes. The objective was to evaluate the nutritional potential of this waste in preparing a diet for ruminant animals. The results showed that the mixture of bark, between bark and scrapes with vinasse can be regarded as an energy source, but it has considerable protein value, due to enrichment with vinasse, and can be easily used in the diets of ruminant animals.

Keywords: cassava, feed, flour, peel, waste.

¹ Recebido para publicação em 22/01/2013 e aprovado em 23/05/2013.

² Químico Industrial - CRQ IV 04200372, Mestre em Química dos Recursos Naturais (UEL-PR), Químico CRQ IV-APMESP.



1. INTRODUÇÃO

Aliar desenvolvimento com sustentabilidade tornou-se discurso universal e atualmente é um dos objetivos mais importantes para as empresas.

O setor de produção de mandioca no Brasil ocupa espaço de destaque mundial, e segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em 2011, a área plantada foi de 1,798 milhões de hectares, com produção aproximada de 26,5 milhões de toneladas, com rendimento médio de 14 ton/ha, colocando o país entre os principais produtores mundiais deste tubérculo.

A raiz da planta (*Manihotesculenta*, Crantz), conhecida popularmente como mandioca, serve como matéria prima utilizada em empresas de pequeno porte conhecidas como casas de farinha ou farinheiras. A raiz da planta (*Farinha Euforbiácea*, do gênero *Manihot*) serve como alimento para milhões de pessoas sendo que nas casas de farinha, a raiz é processada para a fabricação de farinhas de mesa, tais como: farinha fina, torrada, farofa pronta e biju. As empresas que extraem o amido são conhecidas como fecularias. Considerada a substância nobre da mandioca, a fabricação de fécula ou amido é mais sofisticada, exigindo uma tecnologia especial de extração.

Nestas empresas, assim como em todo processo industrial, acontece também à geração de resíduos. A casca, entre-casca e raspa são resíduos sólidos obtidos durante as etapas de pré-limpeza e descascamento da raiz. Nas farinheiras esses resíduos muitas vezes se acumulam ou são utilizados no trato de animais ruminantes. Em fábricas maiores, os resíduos são os mesmos, obtendo-se um acúmulo dos mesmos devido ao maior volume de mandioca processada. Outro resíduo resultante da etapa da prensagem da massa de mandioca é a manipueira, sendo líquido de coloração amarela-escuro, malcheiroso e de elevado potencial poluente.

Nos últimos anos, o que se tem observado é que estas empresas buscam por novas fontes de renda e também procuram pelo aproveitamento de subprodutos. Neste contexto, uma nova forma de aproveitamento da mandioca vem ganhando força, que é o álcool de mandioca. A composição química da raiz da planta inclui além dos 65% de água, 3% de proteína e 2% de celulose, teor de 25% de amido, que após processos químicos de hidrólise serve como matéria prima para produção do biocombustível.

Como se sabe, a produção de álcool combustível também resulta em outro resíduo, a vinhaça, que é um líquido derivado da destilação do vinho, apresenta alta concentração de matéria orgânica e minerais e tem através da ferti-irrigação a mais frequente forma de aproveitamento.

Neste contexto, uma fábrica que utiliza a mandioca como matéria prima para produção de farinhas de mesa e também de álcool combustível estaria gerando os resíduos sólidos (casca, entre-casca e raspa de mandioca) e os resíduos líquidos, manipueira (obtida na etapa da prensagem da mandioca) e vinhaça. Dentro de uma abordagem sobre gestão ambiental, estes resíduos devem passar por tratamentos físico-químicos e serem destinados de uma forma que não comprometa o meio ambiente.

No processo de fabricação da farinha de mandioca, a raiz da planta passa por algumas etapas que visam principalmente eliminar impurezas e substâncias tânicas que escurecem o produto final. O fluxograma da Figura 1 mostra quais são os resíduos resultantes do processo e a destinação de cada um.

Os resíduos sólidos, casca, entre-casca e raspa de mandioca, são gerados nas etapas de pré-limpeza e descascamento da raiz. De acordo com o Ministério de Estado da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária através da Portaria nº 554 (de 30 de Agosto de 1995), que estabelece a Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento, Armazenamento e Transporte da Farinha de Mandioca, defini a casca da mandioca como sendo a película que envolve a camada protetora da raiz denominada de entrecasca. Já a raspa é definida como pedaços ou fragmentos do cilindro central da raiz de mandioca mal moída contendo, portanto, um pouco de polpa da raiz.



Figura 1 - Tratamento dos resíduos da produção de farinha de mandioca.

A casca apresenta alto teor em celulose, sendo uma fina camada de cor marrom clara ou escura. Já a entrecasca tem coloração branca e aspecto pergaminoso. A raspa é um subproduto constituído da própria raiz picada ou triturada. Nas fábricas de farinha esses resíduos se acumulam, e antes de serem utilizados diretamente como ração para animais ruminantes (bovinos leiteiros e de corte) são deixados ao sol para secagem e assim eliminar parte do ácido cianídrico que se concentra em maior proporção nas entrecasca, evitando problemas de toxidez no sistema digestivo dos animais.

A manipueira, definida anteriormente, é rica em amido, o que justifica seu aproveitamento dentro do processo de fabricação do álcool. Apresentando elevada taxa de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e alta concentração de ácido cianídrico, este efluente não deve ser misturado as outras águas residuais nem muito menos descartado em rios ou corpos d'água. Nas farinhas, o que se percebe é que a manipueira é drenada para recuperação do amido e/ou conduzida para tratamento através de lagoas de decantação, sedimentação e de estabilização.

A produção de álcool de mandioca já foi discutida no PROALCOOL (um programa do governo de apoio aos biocombustíveis que aconteceu na década de 70), porém devido a alguns fatores, entre eles o próprio sucesso da cana-de-açúcar, poucas usinas se mantiveram. Como exemplo, no interior de São Paulo, na cidade de Ubirajara, uma indústria fabrica além das farinhas seca e temperada, o álcool combustível. Em seu processo de fabricação de álcool, além da própria raiz, utiliza-se também um resíduo líquido resultante da fabricação de farinha de mesa. Porém, sabe-se que a própria produção de álcool gera outro resíduo líquido, que é a vinhaça. De acordo com a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo), a vinhaça é o líquido derivado da destilação do vinho, que é resultante da fermentação do caldo da cana-de-açúcar ou melaço. Este resíduo é gerado em grande volume dentro das usinas alcooleiras (na média, para cada litro de álcool produzido são gerados 12 litros de vinhaça).

Portanto, assim como em todas as casas de farinha, na fábrica de farinha de mandioca e derivados Ubirajara, são gerados além dos resíduos sólidos (casca, entre-casca e raspas de mandioca), a manipueira e a vinhaça.

Conciliar desenvolvimento e sustentabilidade tornou-se discurso universal e, considerando-se a intenção do setor (fábricas de farinha de mandioca e derivados) em buscar novas fontes de renda, de se adaptar as normas ambientais e alcançar novos horizontes no mercado, neste trabalho fez-se um estudo dos resíduos gerados dentro da fábrica de farinha de mandioca e derivados Ubirajara, avaliando-se as características bromatológicas dos mesmos com a intenção de se produzir ração para o tratamento de animais ruminantes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Análises bromatológicas da vinhaça, casca, entrecasca e raspa de mandioca foram realizadas para avaliar o seu valor nutritivo. As amostras destes resíduos foram retiradas da fábrica de farinha de mandioca Ubirajara, localizada na cidade de Ubirajara, São Paulo. Os resíduos sólidos foram triturados, misturados entre si e passaram por uma pré-secagem para reduzir a umidade. Com as amostras, foram realizadas as análises dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (Cinzas), extrativo não nitrogenado (ENN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e umidade no laboratório de análises de água e alimentos CEPECI (Centro de Pesquisas e Ciências), da Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA), Estado de São Paulo. Com a vinhaça, além das análises bromatológicas foram feitas análises de pH, Brix, cálcio, fósforo, potássio e nitrogênio. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados das análises.

A Bromatologia é a ciência que estuda os alimentos e tem como finalidade, entre outras, buscar conhecer os alimentos. As análises bromatológicas são aplicáveis na avaliação das substâncias nutritivas e energéticas dos alimentos.

Tabela 1 - Composição bromatológica de subprodutos industriais da mandioca (casca, entrecasca e raspa)

Determinações	Resultados (%)
Extrativo não nitrogenado	95,23
Extrato etéreo	0,16
Fibra bruta	2,71
Matéria seca	20,90
Nutrientes digestíveis totais	80,53
Proteína bruta	0,99
Matéria mineral (cinzas)	0,91
Umidade	79,10



Tabela 2 - Composição bromatológica e características físico-químicas da vinhaça

Determinações	Resultados (g/kg)
Extrativo não nitrogenado	327,5
Extrato etéreo	355,4
Fibra bruta	58,70
Matéria seca	40,00
Nutrientes digestíveis totais	990,8
Proteína bruta	176,8
Matéria mineral (cinzas)	61,60
Umidade	960,0
pH	3,58
Brix	4,5
Cálcio	1000 ppm
Fósforo	0,10%
Potássio	350 ppm
Nitrogênio	157,6 ppm

Observações: Resultados expressos em matéria natural.

Tabela 3 - Composição bromatológica da ração resultante da mistura dos resíduos do processamento da mandioca (casca, entre-casca e raspa) e da vinhaça resultante do processo de fabricação de álcool derivado da mandioca

Determinações	Resultados (g/kg)
Extrativo não nitrogenado	68,31
Extrato etéreo	6,22
Fibra bruta	9,63
Matéria seca	91,81
Nutrientes digestíveis totais	77,37
Proteína bruta	10,94
Matéria mineral (cinzas)	4,90
Umidade	8,19

Observações: Resultados expressos em matéria natural.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados apresentados nas tabelas, pôde se perceber que o teor proteico dos resíduos sólidos (Tabela 1) é muito baixo (menos de 1%), assim como o seu teor de gordura (extrato etéreo). Em se tratando de ração animal, sabe-se que não se deve dar importância somente para o teor de proteína, embora este parâmetro quase sempre sirva como um indicativo do potencial nutritivo de um alimento, porém os valores para extrativo não nitrogenado e nutrientes digestíveis totais indicam que estes resíduos após passar por secagem e eliminar o ácido cianídrico podem servir como complemento alimentar. Teoricamente, nutrientes digestíveis totais (NDT) indicam o valor energético dos alimentos e o extrativo não nitrogenado (ENN) corresponde à fração

dos carboidratos de maior digestibilidade.

Para a vinhaça, vale antes destacar que produzir álcool de mandioca não é nenhuma novidade. Enquanto a cana-de-açúcar serve como fonte direta de açúcar para a etapa da fermentação, a mandioca é uma fonte amilácea, isto é, para a mesma etapa da fermentação, o amido precisa antes ser quebrado em moléculas menores para que possa ser transformado em álcool pelas leveduras, o que nos leva a deduzir que além das diferenças físicas e químicas de cada planta, cana-de-açúcar e mandioca, a etapa de preparo do caldo a ser fermentado deve possuir características peculiares. Observando-se a Tabela 2, os resultados obtidos são positivos para o potencial nutritivo da vinhaça. Os valores de proteína bruta, matéria seca e a presença de minerais são importantes e vem trazer boas perspectivas para o objetivo do trabalho.

Assim, após avaliar os resíduos sólidos (casca, entre-casca e raspa de mandioca) e a vinhaça, fez-se uma mistura de 50%. A vinhaça analisada apresenta alto teor de umidade e antes de se fazer a mistura precisou ser parcialmente desidratada através de um processo físico simples de separação. Para o preparo da ração, fez-se uma mistura entre os resíduos. Sobre os resíduos sólidos acrescentou-se a vinhaça. Após a mistura, o material obtido foi novamente desidratado, desta vez utilizando-se uma estufa com temperatura a 105°C durante uma hora. A Tabela 3 apresenta os resultados das análises.

É importante interpretar corretamente os parâmetros de qualidade para uma boa ração balanceada e neste caso vale enfatizar dois fatores pontuais que são a umidade e a matéria seca. A umidade indica a quantidade de água e a matéria seca é toda a fração do alimento sem a água, ou seja, é o alimento concentrado e onde está as proteínas, a gordura, enfim os nutrientes que serão absorvidos pelo animal. Para rações, a umidade é um importante fator de qualidade, pois umidade alta torna propício o desenvolvimento de fungos e infestação de insetos. Verificando-se a umidade de farelos de trigo, soja e milho, percebe-se que o teor de umidade gira em torno de 10 a 13%.

Quando comparamos os teores de proteína identificados nas Tabelas 1 e 3, percebemos a importância da utilização da vinhaça no tratamento de animais. As proteínas são importantes porque fazem parte da estrutura do organismo e são constituintes básicos dos produtos de origem animal (leite, carne). Enquanto a Tabela 1

indica menos de 1% deste parâmetro presente nos resíduos sólidos (casca, entre-casca e raspa de mandioca), observa-se que o acréscimo da vinhaça proporcionou um valor de quase 11% para proteína. Os farelos de soja e algodão são bastante utilizados na alimentação animal em fazendas de gado de leite e são considerados exemplos de alimentos protéicos, já que ambos contem na composição mais de 20% de proteínas. Outros farelos, como o farelo de trigo e a polpa cítrica apresentam na média, 13 e 10%, respectivamente, e também são utilizados nas fazendas para o tratamento de gado leiteiro e de corte. Portanto, o valor de 11% de proteína encontrada na ração elaborada pode ser considerado bom, já que a mesma foi preparada a partir de aproveitamento de resíduos.

Na Tabela 3, pode-se ainda considerar como positivos os valores para os nutrientes digestíveis totais (NDT), sendo um indicativo do valor energético dos alimentos. Sabe-se que os alimentos energéticos são aqueles ricos em carboidratos não fibrosos (extrativo não nitrogenado - ENN), tais como grãos de milho, sorgo, trigo, arroz e os farelos de mandioca.

4. CONCLUSÕES

Pôde-se perceber pelos resultados bromatológicos que o material composto de casca, entrecasca e raspa de mandioca apresenta alto valor energético, mas oferece valor proteico insignificativo. Constatou-se que nas casas de farinha esses resíduos são gerados em grande volume e que muitas vezes são desperdiçados ou utilizados de maneira incorreta, já que devem ser utilizados sobre orientação uma vez que possuem ácido cianídrico na sua composição e podem causar problemas de toxidez no sistema digestivo animal.

Nos últimos anos, uma nova forma de aproveitamento da mandioca vem ganhando força, que é o álcool de mandioca. No entanto, o processo gera como principal resíduo a vinhaça, que tem como principal destinação o aproveitamento na fertirrigação e na alimentação animal. Os resultados das análises realizadas com a vinhaça no trabalho mostram que o resíduo possui valores consideráveis de proteína e minerais. O enriquecimento

de resíduos da industrialização da mandioca, como casca, entre-casca e raspa com vinhaça, resultante da fabricação do álcool derivado, permite aumentar o teor de proteína e minerais da mistura. Os resultados bromatológicos demonstram que a ração pode ser considerada como um alimento energético, mas que possui considerado valor proteico, podendo ser facilmente utilizada no tratamento de animais ruminantes.

5. LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE AMIDO DE MANDIOCA - ABAM. (Paranavaí, PR). <http://www.abam.com.br>.

CEREDA, M.P. **Valorização de resíduos como forma de reduzir custo de produção**. In: Congresso Latino-Americano de Raízes Tropicais, 1., São Pedro. **Anais...** 1996. p.25-43.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Disponível em: <http://www.embrapa.br>. Acesso em 24 de junho de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2008)**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 de maio de 2011.

LEONEL, M.; CEREDA, M. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, Jan./Apr. 2002.

NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v.1, 3.ed, 1985.

PORTARIA Nº 554 DE 30 DE AGOSTO DE 1995. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Publicada no D.O.U. - de 01/09/95.

