

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



RESÍDUOS DE MANDIOCA: um estudo sobre a destinação da massa de mandioca pelas fecularias brasileiras

Thamires da Silva Peixoto,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
thamirespeixoto@yahoo.com.br

Sibelly Resch,
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
sibelly.resh@ufms.com.br

RESUMO

Na produção da fécula de mandioca (*Manihot esculenta*Crantz), são gerados resíduos líquidos (manipueira) e sólidos (bagaço ou massa úmida) de mandioca. A tecnologia de processamento desses resíduos não se desenvolveu completamente, sendo objeto de pesquisas em diferentes áreas. Atualmente, geração de resíduos que ainda não se constituem em subprodutos, sendo comumente descartados de forma inadequada. Assim o presente trabalho avaliou através de questionário eletrônico a realidade de algumas indústrias para saber a destinação dos resíduos e suas dificuldades e estratégias de reaproveitamento. As empresas pontuaram como principal dificuldade a secagem e comercialização do resíduo sólido, entre elas algumas utilizam a manipueira para produção de biogás, mas a maioria do resíduo sólido ainda é destinado com baixo valor agregado, sem retirar a umidade, para a alimentação de animais, especialmente de bovinos.

Palavras-chave: Mandioca; Fecularias; Massa úmida; Resíduos; Destinação.

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



1 INTRODUÇÃO

A mandioca é uma planta nativa do Brasil classificada como uma cultura perene de alta produtividade, baixo custo de produção, resistente a pragas, de fácil adaptação às condições climáticas e elevado valor energético, sendo este último, um fator de subsistência nutricional e segurança alimentar como forma de principal fonte de carboidratos na dieta alimentar de muitos brasileiros (SEBRAE, 2012; MARTINEZ, 2016).

A importância econômica da cultura está associada às suas raízes ricas em amido, utilizadas na alimentação humana e animal, além da versatilidade de processamento e produção de derivados de valor agregado, de uso na fabricação de produtos alimentícios (féculas, polvilhos, farinhas de vários tipos) e de outros ramos industriais (têxtil, mineração, química, dentre outros) (MARQUES *et al.*, 2000; DÓSEA *et al.*, 2010).

Segundo o levantamento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) referente ao ano de 2016, a produção mundial de raiz de mandioca atingiu 277,1 milhões de toneladas, sendo a Nigéria o maior produtor (57,13 milhões de ton.), seguido pela Tailândia e Indonésia. O Brasil ocupa o posto de 4º maior produtor e atingiu o total de 21,08 milhões de toneladas de raiz, cultivada numa área de 1,4 milhões de hectares (CONAB, 2018).

Em relação ao destino da produção interna, parte concentra-se no Nordeste, que abriga centenas de casas de farinha dedicadas à produção de pequenos volumes de farinha de mandioca; e a maior parte, concentra-se na região Sul/Sudeste, destinada ao processamento industrial, para a fabricação de farinhas, féculas e outros derivados utilizados em inúmeros setores de atividades industriais. A utilização do amido de mandioca é alavancada pelos preços mais baixos da mandioca em relação a outras fontes de amido; por outro lado, a baixa escala e a grande pulverização de sua produção freiam esse potencial de crescimento (SEBRAE, 2012).

O processamento industrial das raízes de mandioca para produção de farinhas e extração da fécula gera muitos subprodutos sólidos (casca marrom, entrecasca, descarte, fibra, farelo, varreduras) e líquidos (água de lavagem e a manipueira), sendo este último, um resíduo líquido extremamente tóxico e poluente devido ser constituído de ácido cianídrico (MARTINS *et al.*, 2000).

Os subprodutos e resíduos do processamento da mandioca podem causar sérios problemas de contaminação quando lançados no meio ambiente sem os devidos tratamentos,

uma vez que, apresentam elevada carga orgânica e compostos passíveis de liberação de cianeto, composto altamente tóxico para a maioria dos seres de respiração aerobia. Portanto, alternativas para a utilização desses subprodutos na alimentação animal, adubação e biofertilizantes, vêm sendo propostas, com o objetivo de minimizar impactos ambientais (CASTIGLIONI *et al.*, 2013).

Dentre os resíduos do processamento industrial da mandioca pelas fecularias, o farelo, massa ou bagaço, que consiste em material fibroso da raiz, contendo parte da fécula que não foi extraída no processamento, soma grande volume de resíduos para as fecularias. Dados apresentados por Leonel e Cereda (2000), indicam que para cada tonelada de mandioca processada, gera-se 257,7kg de fécula e 928,6kg de farelo úmido.

Segundo Souza *et al.* (2013), entre 10 a 20% do peso das raízes é a massa ou bagaço, um subproduto volumoso com alto teor de umidade, contendo a parte do amido que não foi extraída durante o processamento. Por isso, pode-se considerar esse item como um problema para as fecularias, devido seu alto teor de umidade, aproximadamente 85% de água, superior a própria matéria prima. A massa é considerada um subproduto de baixo valor que costuma ser vendida para a alimentação de animais (CEREDA, 1994; LEONEL 2001).

Segundo Jasko *et al.* (2011) o custo para o processo de secagem e consequentemente do transporte do bagaço de mandioca é alto em razão da grande capacidade de retenção de água do material fibroso-amiláceo. Destacam ainda que “não há atualmente, um processo empregado em grande escala pelas empresas processadoras de amido de mandioca no Brasil que seja amplamente aceito como viável do ponto de vista econômico” (idem, p. 428).

Considerando que estão sendo desenvolvidas pesquisas visando a aplicabilidade da massa da mandioca e o volume que esse resíduo representa para as fecularias, surgiu o questionamento que norteou esta pesquisa: Como as fecularias estão lidando com a massa de mandioca? Ou seja, trata-se de compreender se como este resíduo tem sido utilizado/destinado pelas empresas, constituindo-se como objetivo principal do estudo. Além disso, buscou-se identificar se esta massa tem agregado algum tipo de valor para as empresas do ramo, bem como os principais desafios para a comercialização da massa de mandioca. Também investigou-se se as empresas estão realizando o processo de secagem desses resíduos e quais as dificuldades para implementar a secagem.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) é cultivada em todos os estados do país e apresenta grande importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais (CARDOSO, 2004). As raízes geralmente são de coloração branca, podendo apresentar cor amarelada ou avermelhada dependendo da variedade. A polpa, rica em fécula (também chamada de amido de mandioca, polvilho doce ou goma), é a parte da planta mais utilizada tanto na alimentação humana como na alimentação animal, cujas múltiplas aplicações vão além do mercado interno, prestando-se à exportação para fins industriais. Em algumas regiões, as folhas também são utilizadas para alimentação humana ou animal (SEBRAE, 2012).

Os processos agroindustriais de beneficiamento das raízes, para posterior produção de farinha de mesa geram grandes quantidades de resíduos sólidos e líquidos, que por sua vez, são constituídos de matéria orgânica putrescível que podem causar danos aos recursos naturais e à saúde pública, caso sejam descartados no meio ambiente sem os devidos cuidados. Além disso, estes resíduos apresentam potencial nutritivo (ARAUJO *et al.*, 2014) devido à presença de carboidratos, açúcares solúveis, matérias graxas e mucopolissacarídeos; e potencial poluente, devido a presença do ácido cianídrico proveniente da hidrólise dos glicosídeos cianogênicos presentes nas raízes (PINTO, 2008).

Segundo Cereda (2001), tanto a quantidade dos subprodutos gerados do processamento de mandioca utilizados na elaboração de farinha de mesa, quanto a qualidade variam bastante e dependem de fatores como a cultivar, idade da planta, tempo após colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial, dentre outras variáveis. Nos resíduos sólidos, encontram-se basicamente a casca da mandioca, fibras e a massa (CEREDA, 1994).

A mandioca pode, ainda, ser usada para consumo animal, seja na forma in natura ou através dos restos culturais, folhas e caule (TIESENHAUSEN, 1987) e subprodutos. Os resíduos agroindustriais da mandioca, como a casca, farinha de varredura e massa de fecularia podem ser usados na alimentação de ruminantes (MARQUES e CALDAS NETO, 2000).

Entretanto, pesquisas têm sido realizadas para utilização da massa de mandioca para alimentação de animais através de silagem, misturada à alimentação de diferentes animais bovinos, suínos, ovinos e aves de cortes. De acordo com ensaio de Silva e Menezes (2000), a utilização de ração com 60% de resíduo de mandioca e 40% de concentrado protéico,

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



apresentou os melhores resultados na alimentação de suínos em fase de crescimento. O processo de extrusão do farelo de mandioca úmido viabiliza a adição de uréia (amireia) na alimentação animal, obtendo produto que pode substituir total ou parcialmente o farelo de soja (ANDRÉ e SANTOS, 2012).

Amorim *et al* (2015) avaliou o efeito dos níveis de inclusão (0, 10, 20 e 30%) do bagaço de mandioca (BM) nas rações sobre os parâmetros físicos e químicos da carne crua e cozida da coxa, sobrecoxa e peito de frangos de corte tipo caipira da linhagem Label rouge®. Como resultado, identificou-se que houve um aumento da deposição de proteína na carne da coxa e ainda recomenda-se, com base na composição química da carne, utilizar até o nível de 20% de inclusão do bagaço de mandioca.

A utilização de resíduos do processamento da mandioca não seria unicamente uma fonte alternativa para produção de ração e sim uma busca por menor descarte de resíduos, tornando-se assim, uma via de mão dupla, onde se diminui o descarte e consequentemente aproveita-se os nutrientes ainda presentes nos mesmos, sendo empregados como parte dos ingredientes na elaboração de ração, reduzindo assim o custo das mesmas.

Muito tem se pesquisado a respeito da composição do resíduo de mandioca úmida para utilização em produto alimentício, porém esses teores podem variar devido às condições genéticas das cultivares de mandioca, condições ambientais e grau de extração da fécula, durante o processamento, que refletem, principalmente, nos teores de fibras e carboidratos obtidos.

Camargo, Leonel e Mischan (2008) caracterizaram o bagaço de mandioca para uso na produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo. Já Fiorda *et al* (2013) compararam a composição centesimal da fécula de mandioca e a farinha de bagaço, que apresentou teores elevados de fibra alimentar total, sendo interessante como fonte de fibras, para o enriquecimento de vários produtos alimentícios. Constatou-se a viabilidade da utilização do bagaço de mandioca e do amido de mandioca (30:70) na produção de salgadinhos e farinhas pré-gelatinizadas, uma tecnologia importante para o uso industrial alternativo deste produto (FIORDA *et al*, 2013). Em um estudo recente pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, utilizou-se resíduo da mandioca em elaboração de massa alimentícia, produto que foi submetido ao patenteamento (GUIMARÃES *et al*, 2017).

Apesar do potencial dos alimentos alternativos, subprodutos, coprodutos e resíduos, estes possuem uma série de fatores antinutricionais que dificultam sua inclusão nas dietas

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



humana e animal. Entre eles, estão principalmente os compostos tóxicos como ácido clorogênico, ácido cianídrico, taninos e fitatos e componentes como os polissacarídeos não amiláceos (PNA's), que interferem, de uma maneira geral, na absorção dos nutrientes (FERNANDES *et al.*, 2012).

Outras alternativas para aproveitamento do bagaço da mandioca estão sendo estudadas, por exemplo, em embalagens. Oliveira e Marim (2013) aplicaram as fibras do bagaço de mandioca e álcool polivinílico como embalagem em alimentos, como presunto fatiado, queijo fatiado e torradas. A pesquisa apontou que as bandejas estudadas podem ser empregadas em produtos que não exsudem água. Também estão sendo pesquisadas alternativas com o uso de nanofibras de diversos materiais, como, por exemplo, o bagaço de mandioca, estudado como material de reforço natural, com o objetivo de reforçar biofilmes, melhorando a sua hidrofobicidade e propriedades finais (TEIXEIRA *et al.*, 2012; LEITE, 2016).

Apesar do potencial dos resíduos, existem algumas limitações para a utilização dos mesmos, uma vez que após processamento apresentam elevada umidade, aproximadamente 90%, segundo Vilhalva *et al* (2014). O processamento da mandioca demanda o uso de grande quantidade de água, consequentemente seus subprodutos apresentam umidade elevada. A fim de se evitar a contaminação microbiana, facilitar o transporte, reduzir a massa e o volume a ser transportado, faz-se necessário realizar o processo de secagem, sendo possível realizá-la artificialmente com o auxílio de estufas, ou naturalmente, por exposição ao sol (ANDRADE *et al.* 2006; CASTIGLIORI *et al.*, 2013). Vilhalva *et al* (2011) apontam que para aumentar a vida útil destes resíduos é necessária a redução para aproximadamente 14% de umidade. Portanto, o elevado teor de umidade torna estes resíduos rapidamente fermentescíveis por microrganismos, fazendo-se necessário processá-los imediatamente após sua obtenção, sendo a secagem artificial uma alternativa para resolver este problema (VILHALVA *et al*, 2011).

O processo de redução de umidade através de secagem é utilizado para garantir maior estabilidade dos alimentos, uma vez que consiste na remoção da água contida no produto a determinado nível, gerando assim condições desfavoráveis às atividades biológicas e às reações químicas e físicas que, por ventura, possam ocorrer durante o armazenamento, permitindo assim a preservação e aproveitamento dos resíduos do processamento da mandioca (MARTINAZZO *et al.*, 2007; CORRÊA *et al.*, 2008).

As condições de secagem dependem da matéria prima, além de suas propriedades,

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



como composição química e tamanho das partículas. Outras variáveis vinculadas ao processo de secagem são as propriedades do ar utilizado e a forma com que se faz o contato ar-matéria prima, sendo necessários estudos de seleção e otimização das condições de processo (CASTIGLIORI *et al.*, 2013). No processo de secagem dos resíduos, pode ser aproveitado o próprio equipamento envolvido no processo de fabricação da fécula de mandioca, com o intuito de reduzir o teor de umidade inicial, o que por sua vez, os tornaria estáveis durante o armazenamento à temperatura ambiente (VILHALVA *et al.*, 2011).

O processo de fabricação da fécula segue se as etapas de recepção, lavagem/descascamento, Trituração/ralação, prensagem, peneiramento/esfarelamento, torração/secagem, resfriamento, peneiramento/classificação, acondicionamento e estocagem. O processo de secagem dos resíduos do processo pode ser realizado semelhante ao processo de secagem da fécula, ou seja, após o peneiramento, em fornos à lenha mecanizados, a fim de reduzir o resíduo de manipueira ainda presente na massa após o processo de prensagem. A matéria prima deve ser colocada manualmente no forno aquecido para que ocorra sua secagem (VILHALVA *et al.*, 2011). A despeito dessa sugestão, entende-se que esse processo é inviável em escala industrial.

Alguns autores têm estudado opções para realizar a secagem da massa fibrosa. Castigliori *et al.* (2013), ao realizar um trabalho com objetivo de elaborar um modelo matemático para predizer os resultados de umidade das amostras de massa fibrosa de mandioca usando como variáveis a temperatura e a vazão de ar durante o processo de secagem, utilizou secador de bandeja. Vilhalva *et al.*, (2011) realizaram a secagem das cascas de mandioca por meio de secador convectivo de bandejas (dimensões do secador: 1,90 m de altura por 0,80 m de largura; capacidade de 5 bandejas metálicas de 55 x 57 cm cada) com ar na temperatura de 60 °C por 48h, ou até as cascas atingirem teor de umidade ao redor de 14% (base úmida).

Entretanto, como destacam Vilhalva *et al.* (2011), secadores convencionais podem ser desenvolvidos em parceria com universidades ou laboratórios para serem empregados nas fecularias. Contudo, deve se lembrar que as taxas de secagem devem ser relacionadas para um determinado produto e para uma determinada operação (processo e equipamento), podendo ser estabelecidas mediante estudos de transferência de calor e massa, além dos possíveis mecanismos de migração interna de umidade. Sendo assim, devem-se realizar testes para ajustar as condições do secador convencional.

Existem estudos que tentam melhorar a extração máxima de amido para redução de resíduos. Uma possibilidade seria a adição de substâncias auxiliares na água de lavagem da massa, facilitando a extração (LEONEL e CEREDA, 2001). Betiol (2016) explica que usaram o bagaço de mandioca como substrato em processos microbiológicos e no desenvolvimento de bandejas como suporte biodegradáveis para plantas, visando principalmente reduzir o impacto ambiental do plástico. Todavia, o método convencional de secagem consome muita energia resultando em aumento do custo do produto final. A alternativa proposta por Jasko *et al* (2011), após ensaios de secagem com o bagaço de mandioca em estufa de circulação e renovação de ar, é a disposição em finas camadas num período entre uma e três horas dependendo do pré-tratamento ao qual é submetido e da temperatura em que é realizada a secagem. Segundo os autores, os resultados são de interesse para a secagem e armazenamento desse material.

Em relação à manipueira, embora não seja foco desta pesquisa, ressalta-se que, devido à presença de cianetos, possui potencialidade nematicida, inseticida e acaricida. O enxofre garante eficiência como fungicida, podendo ser utilizado na fertirrigação (OLIVEIRA e MORAES, 2009). Atualmente muitas empresas estão adotando produção de biogás a partir de manipueira, uma vez que o líquido provindo da produção de farinha e fécula é rico em materiais orgânicos em que alguns microrganismos anaeróbicos conseguem converter em gás inflamável (metano). De acordo com Santos *et al.*, (2011) a produção de biogás se dá por meio de tratamento da manipueira em Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA), visando a decomposição anaeróbica do substrato em diferentes etapas para produção de metano, além disso produção de biogás diminui a poluição com o descarte do resíduo e ainda permite a utilização do mesmo evitando o uso de outros combustíveis.

No âmbito mais geral, segundo Silva (2015), que realizou um estudo prospectivo dos resíduos gerados no processamento da mandioca, ainda há falta de investimento e interesse para o reaproveitamento de resíduos, em especial o da mandioca, que é responsável por contaminação ambiental. Sendo assim, um dos maiores desafios da sociedade contemporânea é a busca por uma gestão adequada dos resíduos sólidos, uma vez que o crescimento populacional e os modernos padrões de consumo, cada vez mais acentuados, induzem os sistemas agropecuários e agroindustriais a aumentarem a sua produção.

Considerando o exposto, entende-se que o processo de secagem é um dos desafios para o processamento dos resíduos de mandioca, especificamente, a massa fibrosa, que se

constitui como o principal volume dentre os resíduos gerados. Para além das questões ambientais relacionadas à disposição dos resíduos, o esgotamento dos recursos, especialmente dos alimentos, preocupa toda a sociedade. Neste contexto, faz-se *mister*, aprimorar o desenvolvimento tecnológico, visando contribuir com os objetivos do desenvolvimento sustentável. Para isso, é necessário o aprofundamento de estudos e pesquisas que busquem compreender quais são os problemas e necessidades das empresas, não somente em termos de desenvolvimento tecnológico, mas em termos de gestão, a viabilidade das soluções apresentadas por diferentes pesquisadores, bem como, os gargalos para que essas soluções possam ser efetivamente implementadas.

3 METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como qualitativo, de caráter exploratório. Na revisão da literatura realizada no Google acadêmico e no Portal CAPES não foram encontrados trabalhos que tenham realizado pesquisa similar à que se propôs.

A pesquisa foi realizada através de um questionário eletrônico estruturado composto de 26 questões fechadas e abertas, elaboradas a partir dos objetivos da pesquisa e considerando a revisão de literatura realizada. As questões abordavam 4 principais parâmetros de avaliação: perfil da empresa, produção e tecnologia, destinação do resíduo e busca de alternativas para uso desse resíduo, conforme Quadro 01.

Quadro 01 - Questionário e parâmetros avaliados

Questionário	Classificação
Qual é o seu cargo na empresa? Em qual cidade e estado está localizada sua unidade? Há quanto tempo a unidade de processamento de mandioca está em funcionamento? <u>Quantos colaboradores têm a sua empresa?</u> Quais tipos de derivados de mandioca são processados em sua unidade? Qual é a média de processamento diário de mandioca (toneladas)? Qual é a média diária de resíduo de mandioca (massa/manipueira) gerado (toneladas)? A empresa faz a secagem desse resíduo? Se sim, qual tecnologia emprega na secagem? Se não, quais as principais dificuldades para secagem dos resíduos?	Perfil da empresa
Qual é a destinação do resíduo de mandioca? (Selecione a opção que representa a destinação da maior parte dos resíduos de mandioca). Se o resíduo é comercializado, você sabe informar em quais produtos/processos produtivos é utilizado?	Produção e Tecnologia
	Destinação do Resíduo

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



Qual é o valor de comercialização desse resíduo (tonelada)?

Quais são os principais desafios para a empresa comercializar os resíduos de mandioca?

A empresa está buscando estratégias para a utilização/comercialização dos resíduos de mandioca? Se sim, poderia citar quais são?

Que outras informações você julga importantes que possam contribuir para o desenvolvimento do trabalho?

Busca de alternativas

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Dados do CEPEA (2016) indicam que em 2015 havia 78 fecularias instaladas no Brasil e destas, 73 encontravam-se em operação, processando 2,55 milhões de toneladas de mandioca por ano, sendo que “deste total, 42 empresas estão no Paraná (57,5%), 14 em Mato Grosso do Sul (19,2%), nove no estado de São Paulo (12,3%), sete em Santa Catarina (9,6%) e uma na Bahia (1,4%)” (CEPEA, 2016, p. 2). O questionário foi encaminhado para 25 fecularias. Os dados das empresas (e-mails e telefones) foram localizados por meio do buscador Google e extraídos a partir dos portais das empresas. O questionário foi disponibilizado por meio da ferramenta Google Docs e ficou disponível durante o período aproximado de um mês (agosto de 2018). Em razão da baixa taxa de resposta, utilizou-se como procedimento auxiliar a ligação telefônica, visando contactar os responsáveis pelos setores produtivos das fecularias. Com esse procedimento, obteve-se o total de nove empresas respondentes, cujos nomes serão mantidos em sigilo, preservando também a identidade dos respondentes. Todas as empresas concordaram em participar da pesquisa e aquelas que solicitaram, receberão cópia do resultado final. A maioria dos respondentes atua na área técnica, conforme se observa no Quadro 02.

Quadro 02 – Cargo dos Respondentes

Engenheira Química

Gerente da Fecularia

Coordenador da qualidade

Gerente de Operações Industriais

Gerente de garantia da qualidade

Supervisora de produção

Supervisor Administrativo, responsável pelo fomento agrícola

Assessora de Controle de Qualidade

Gerente de laboratório

Fonte: elaborado pelos autores

4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

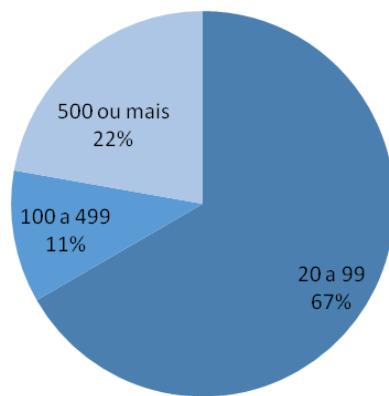
Por meio da pesquisa, foi possível identificar o perfil das empresas respondentes, além

de observar a preocupação socioambiental das mesmas, o interesse em buscar novas tecnologias e alternativas para a destinação dos resíduos sólidos (massa) e líquido (manipueira) do processamento de mandioca.

Das 9 empresas que responderam o questionário, 67% (6) empresas são do estado do Paraná, seguido por 22% (2) do Mato Grosso do Sul e 11 % (1) do estado de São Paulo. Apesar da quantidade de empresas entrevistadas não representar o montante das fecularias brasileiras, o percentual da amostra em termos de localização geográfica se assemelha com os dados do CEPEA (2016).

Quanto ao tempo de funcionamento das empresas, estas apresentaram de 5 a 53 anos, em que a maioria 67% (6) está em funcionamento num período de 15 a 25 anos. Também buscou-se compreender a classificação quanto ao porte, sendo caracterizadas como empresa de pequeno porte (20 a 99 colaboradores), médio (100 a 499 colaboradores), grande porte (500 ou mais). Essa classificação é utilizada de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) que adota para critério o porte, o número de trabalhadores e elo setor de atividade econômica exercida pela empresa. Conforme ilustrado na Figura 01, observa-se que a maioria das empresas é de pequeno porte (6 das 9), constituindo 67% da amostra, duas de médio porte e uma de grande porte, conforme se destaca na Figura 01.

Figura 01 - Quantidade de colaboradores nas empresas



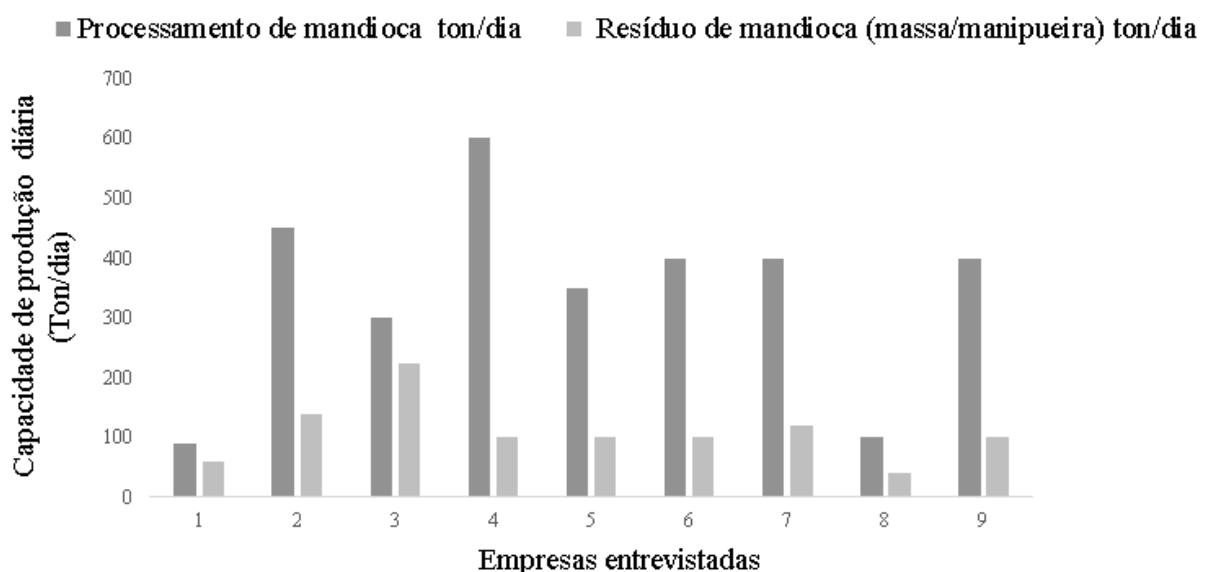
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de pesquisa

Dentre as empresas respondentes, apenas uma produz exclusivamente fécula de mandioca as demais indústrias produzem outros itens de valor agregado, tais como amidos modificados, amidos pré gelatinizados, dextrina, xarope de glucose, polvilho azedo industrial,

polvilho doce, misturas para pão de queijo, chipa, tapioca e mandioca desidratada. Castro e Moreira (2016) relatam que das empresas que processam mandioca, 50% são para a produção de farinha, 40% para ração animal e outros consumos, e 9,5% para fécula. Esses diferentes usos distinguem as regiões brasileiras em relação ao complexo agroindustrial da raiz.

A capacidade produtiva de processamento diário de mandioca nas empresas pesquisadas corresponde a um volume de 90 a 600 ton/dia (Figura 02), ressaltando que, a despeito da amostra se caracterizar como pequeno porte, 44% delas processam uma média de 400 ton/dia. Essa diferença de produtividade possivelmente se explica pelas tecnologias adotadas pelas feculárias.

Figura 02 - Produção diária e resíduos da indústria de mandioca



Fonte: elaborado pelas autoras com base nos dados de pesquisa

A Figura 02 também indica a relação de produção/resíduo. Identifica-se que essa relação não é proporcional. Segundo os dados das empresas, os resíduos gerados variaram de 60 a 225 ton/dia, resultando em uma média de 115 ton/dia (produção/resíduo gerado). É preciso destacar que estes números não classificam exatamente o tipo de resíduo gerado, em razão do tipo de questionamento realizado, podendo a resposta conter resíduo sólido e líquido. Conforme Camargo, Leonel e Mischan (2008), mesmo as pequenas unidades fabris, como as casas de farinha e polvilheiras, podem gerar quantidades significativas de resíduos sólidos (casca, entrecasca e bagaço) ou líquidos (manipueira e água vegetal). Todavia, comparando os resultados com o apontado por Leonel e Cereda (2000), identifica-se uma divergência em relação à relação processamento/resíduo, que precisa ser melhor investigada.

Quanto a tecnologia empregada para a secagem dos resíduos sólidos gerados (massa) apenas 3 empresas (33%) utilizam secagem para comercialização do insumo, sendo que dentre essas, uma empresa é de grande porte. Dentre as justificativas para não realização da secagem, a maioria das empresas apontou o custo elevado para os investimentos em equipamentos como prensas (tipo placa) e secadores rotativos, além da disponibilidade de tecnologia para larga escala, corroborando com os achados de Jasko *et al.* (2011).

Foram apresentados outros argumentos, tais como a falta de espaço e a utilização em biogás, nesse caso, estritamente para o resíduo de manipueira, o qual não requer o tratamento de secagem. Outro ponto importante apontado pelas empresas se refere à destinação do resíduo seco, ou seja, o processo de secagem demanda alto valor de investimento e, portanto, não seria possível obter retorno para este investimento em razão de que o valor de comercialização da massa é baixo, conforme será apresentado e discutido mais adiante.

Todavia, a maioria (8 de 9) das empresas pesquisadas comercializa o resíduo de mandioca e duas empresas realizam doação da massa de mandioca. Portanto, uma das empresas pesquisadas realiza tanto comercialização quanto doação da massa. Quanto ao resíduo líquido (manipueira), uma das empresas apontou que esse resíduo é utilizado para geração de energia térmica, através da geração de biogás.

Quando questionados sobre a destinação da massa da mandioca, 8 dentre as 9 empresas pesquisadas apontaram que a destinação do resíduo vai para alimentação de animais, seja em natura ou para a fabricação de ração. Uma indústria apontou que o resíduo é utilizado em indústrias químicas e alimentícias.

Além da alimentação de bovinos, muitos estudos estão sendo desenvolvidos para o uso de subprodutos da mandioca em ração de outros tipos de animais. Souza *et al.* (2014), por exemplo, utilizou esse bagaço de mandioca seco na dieta de frangos de corte de 1 a 42 dias. Com o uso de enzimas, obteve-se bons resultados na fase inicial.

Além disso, pesquisas vêm sendo realizadas para o aproveitamento e utilização em produtos alimentícios. Fiorda *et al* (2013) sugeriram sua aplicação em mingaus, cremes, alimentos infantis e, principalmente, em alimentos diet ou light.

O valor de comercialização desse item não é muito uniforme e variou entre 5,00 até 20,00 para 5 empresas, enquanto uma empresa comercializa a tonelada por 42,00 reais, uma não soube informar e a outra mencionou somente que o valor era irrisório. Essa diferença não pôde ser explicada por meio das informações obtidas, considerando que a empresa que

informou que recebe maior valor, não realiza secagem dos resíduos, o que seria a hipótese inicial. Dentre os desafios de comercialização, as empresas citaram o custo de secagem do resíduo (massa), baixo valor agregado, sazonalidade de valor e de demanda, volume e receio de compra devido a possibilidade de intoxicação dos animais.

Também questionou-se se as empresas estão buscando novas estratégias para destinação desses resíduos. Cinco empresas responderam positivamente, uma negativamente e duas não responderam a questão. As estratégias citadas foram: produção de energia, produção de ração, busca de parceiras com universidades para o desenvolvimento de farinhas e aplicações em produtos alimentícios. Uma das empresas apontou que “a literatura é rica em citar seu emprego como coadjuvante na flotação de minérios, perfuração de petróleo para tecnologia em poços rasos (redutor de filtrado, e composição de lamas para suporte e resistência das paredes do poço e lubrificação da borca perfuratriz), fonte de fibra alimentar, e outras”.

Por fim, questionou-se sobre outras informações, que os respondentes julgassem importantes relacionados ao tema da pesquisa. Além de demandar pesquisas com foco em visão de mercado para este subproduto, considerando especialmente os custos de produção, os respondentes também apontaram a necessidade de estudos relacionados às propriedades físico-químicas, análise de toxicidade e pesquisas relacionadas à composição de rações.

CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa realizada, a despeito da amostra não ser representativa da população, apontaram que as fecularias estão comercializando os resíduos (massa de mandioca), com baixo valor agregado, muito mais como uma forma de dar destinação ao resíduo, do que com potencial para obter retorno econômico sobre este subproduto.

Um dos principais desafios postos aos gestores se relaciona às tecnologias disponíveis para secagem em escala industrial, bem como, os custos para aquisição de equipamentos de secagem, considerando que o volume de massa de mandioca gerado é alto. Neste caso, o que se denota é a inadequação das tecnologias disponíveis para as fecularias, observada a viabilidade econômica do processamento.

Outro ponto importante detectado na pesquisa se relaciona ao desenvolvimento de subprodutos a partir da massa de mandioca, muito concentrado em ração animal. Diante da

pesquisa realizada é possível concluir que, apesar de haver muitas pesquisas em processamento e diferentes produtos de mandioca, ainda é necessário o emprego de tecnologia e incentivo para novas pesquisas de reaproveitamento dos resíduos, principalmente em uso de produtos alimentício visto que pesquisas ressaltam o alto teor de fibra alimentar total e ainda a possibilidade de incorporação em embalagens, podendo ser esta uma área prospectiva para investimentos a longo prazo.

A farinha de bagaço de mandioca tem maior valor nutricional, com elevados teores de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel e maiores teores de proteínas, cinzas e lipídios, apresentando, também, propriedades tecnológicas desejáveis, bem como maiores índices de absorção e solubilidade em água, em relação à fécula de mandioca. A farinha de bagaço de mandioca, por ser um subproduto da produção de fécula, constitui-se em matéria-prima de baixo custo, com características tecnológicas diferenciadas, podendo ser considerada um ingrediente alternativo para a indústria de alimentos, principalmente em alimentos diet e light, e para portadores de doença celíaca.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Aline Ferreira *et al.*. Níveis de inclusão do bagaço de mandioca na ração de frangos de crescimento lento: características físico-químicas da carne. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1685-1700, maio/jun. 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1685.

ANDRADE, E. T. et al. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engevista**, Niterói, v. 8, n. 2, p. 83- 95, 2006.

ANDRÉ, Tiago Barbalho; SANTOS, Antonio Clementino dos. Uso de produtos da cultura da mandioca (*manihot*) na produção animal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; 2012.

ARAÚJO, N.C et al., Quantificação da geração de resíduos em uma casa de farinha no Estado da Paraíba. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.13, n.5, p.3793-3799, 2014.

ARAÚJO, Narcísio Cabral de et al. Quantificação da geração de resíduos em uma casa de farinha no Estado da Paraíba. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.13, n.5, dez. 2014, p.3793-3799. DOI:10.5902/2236130814984

BETIOL, Lilian Fachin Leonardo. Estudo das isotermas de adsorção do bagaço de mandioca proveniente da indústria de fécula. Dissertação. Programa de pós-graduação em engenharia e ciência de alimentos. UNESP, São José do Rio Preto, 2016, 87 f.

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação 20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



CALDAS NETO, S. F. *et al.* Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.2099-2108, 2000.

CAMARGO K. F.; LEONEL M.; MISCHAN M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 586-591, 2008.

CARDOSO, Carlos Estevão Leite. **Restrições à Melhoria da Competitividade da Cadeia Agroindustrial de Fécula de Mandioca** [recurso eletrônico]. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004.

CASTIGLIONI, G. L. *et al..* Modelagem matemática do processo de secagem da massa fibrosa de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.9, p.987-994, 2013.

CASTRO, Juscelino Emanoel Gomes de.; MOREIRA, Américo Leite Moreira. Aspectos econômicos e sociais da cadeia produtiva da mandioca no Brasil. **Revista Científica FACPED**, v. 2, n. 2, p. 23-30, 2016.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Expansão industrial e maior oferta de raiz sustentam produção recorde de fécula em 2015. (2016). Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/expansao-industrial-e-maior-oferta-de-raiz-sustentam-producao-recorde-de-fecula-em-2015.aspx> (acesso em 23/07/2018).

CEREDA, M. P. (Coord.). Culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas: propriedades gerais do amido. Campinas: Fundação Cargill, 2001.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; PIZA I. T. Identification and Development of Suitable Varieties of Cassava for Food Security for Guiana's Hinterland. Brazil-Guyana, technical cooperation program. Cassava technology. Botucatu, SP: Fundação Cargill, 2003

CEREDA, Marney P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. São Paulo: Paulicéia, 1994.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Preços da mandioca em raiz, fécula e farinha. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca>. Acesso em 16 de outubro de 2018.

CORRÊA, J. L. G. et al. Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 35-42, 2008.

DOSEA, Raquel Resende *et al* . Qualidade microbiológica na obtenção de farinha e fécula de mandioca em unidades tradicionais e modelo. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 40, n. 2, p. 411-416, Fev. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000241>.

FERNANDES, Raimunda Thyciana Vasconcelos *et al*. Aspectos gerais sobre alimentos alternativos na nutrição de aves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento**

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação

20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



Sustentável. v.7, n.5, p.66-72, 2012.

GUIMARÃES, Rita de Cássia Avellaneda *et al.* Massa alimentícia elaborada com resíduo de mandioca. Disponível em: <https://aginova.ufms.br/nit/patente/049-2> (acesso em 25/09/2018).

JASKO, Ariana Crasnhan *et al.* Caracterização físico-química de bagaço de mandioca *in natura* e após tratamento hidrolítico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 05, suplemento: p. 427-441, 2011. DOI: 10.3895/S1981-36862011000100006S1

LEITE, Anna Letícia Moron Pereira. Obtenção e caracterização de nanofibras de celulose a partir de subprodutos da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Unicamp, 2016.

LEONEL, M. O Farelo, Subproduto da Extração de Fécula de Mandioca. In: CEREDA,M.P. Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização daMandioca. Vol.4, **Fundação Cargill**, São Paulo, 2001, p.211-216.

LEONEL, Magali; CEREDA, Marney Pascoli. Extração da fécula retida no resíduo fibroso do processo de produção de fécula de mandioca. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas , v. 20, n. 1, p. 122-127, Apr. 2000 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612000000100023&lng=en&nrm=iso>. access on 17 Nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612000000100023>.

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S. F. Mandioca na alimentação Animal: **Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.

MARQUES, Jair de Araújo et al . Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 29, n. 5, p. 1528-1536, Out. 2000 . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000500035>

MARTINAZZO, A. P. *et al.* Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.301-306, 2007.

MARTINEZ, Daiana Gotardo. Produção de etanol a partir de resíduos do processamento da mandioca. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2016.

MARTINS, A.S. *et al.* Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000100035>

II Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação 20 a 23 de novembro de 2018 - Naviraí - MS



OLIVEIRA, M. A; MORAES, P. S. B. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. Ciência e agrotecnologia, Lavras, Mg, Vól. 33, Nº. 3, Pág. 837-843, maio/junho, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000300024>

OLIVEIRA, Suzana Mali de; MARIM, Beatriz Marjorie. Emprego de Bandejas Biodegradáveis de Bagaço de Mandioca e Álcool Polivinílico Como Embalagem de Alimentos. **BBR – Biochemistry and Biotechnology Reports**, Número Especial v. 2, n. 3, p. 343-346, 2013.

PINTO, P. H. M. Tratamento de manipueira de fecularia em biodigestor anaeróbio para disposição em corpo receptor, rede pública ou uso em fertirrigação. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Energia na Agricultura. UNESP: Botucatu. 2008.

SANTOS, Millane Barbosa dos *et al.* **Avaliação da produção de biogás e redução de DBO5 através do tratamento de manipueira em reator UASB.** (2011). Disponível em: <http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1137/71> (acesso em 25/08/2018).

SEBRAE-SERVIÇO BRASILEIRO DE APÓIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS.Mandioca (Farinha e Fécula, 2012). Disponível em :<www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/.../Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20.html>

SILVA, A. C. M.. Estudo prospectivo dos resíduos gerados no processamento da mandioca. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 265-271, abr./jun. 2015.

SILVA, M. J da; MENEZES, G. P. de. O Uso da Ração Alternativa de Resíduo de Mandioca (Casca+Ponta) na Alimentação de Suínos em Crescimento. Campo Grande, MS: UCDB – Universidade Católica Dom Bosco, 2000.

SOUZA, J. P. L. *et al.* Bagaço de mandioca com ou sem complexo enzimático em dietas de frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n.244, p.657-664, 2014.

SOUZA, T. S. C. *et al.* Propriedades funcionais tecnológicas de farinhas pré-gelatinizadas de bagaço e fécula de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 63., 2013, Pernambuco. **Anais...** São Paulo: SBPC/UFSC, 2013

TEIXEIRA, E. de M. *et al.*. Anais do VI Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio 2012. São Carlos: Embrapa Instrumentação; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

TIESENHAUSEN, M.V. von. O feno e a Silagem de Rama de Mandioca na Alimentação de Ruminantes. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. v.13. n.145. p.42-47. 1987.

VILHALVA, D. A. A; SOARES-JÚNIOR, M. S; MOURA, C. M. A; CALIARI, M; SOUZA, T. A. C; SILVA, F. A; Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. Revista Inst. Adolfo Lutz (Impr.) vol.70 no.4, 2011.