

Resumo

A industrialização dos processos agropecuários nas propriedades rurais, dentre eles a avicultura, vem resultando em aumentos significativos na capacidade de produção. A criação de aves através do confinamento tem gerado resíduos de produção, a exemplo da cama de aviário, que, ao ser descartada "in natura", pode causar danos ambientais e, por isso, faz-se necessário um manejo diferenciado. Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica da produção de briquetes com uso de cama de aves, a partir de análises físicas e químicas do produto final obtido, bem como da cinza resultante. Com o uso de uma prensa hidráulica compactou-se briquetes de oito substratos compostos de camas de frango e peru misturados com serragem e bagaço de cana em proporções pré-estabelecidas. As análises mostraram que a cama de peru pura apresentou a maior umidade (53.89%). O briquete de cama de peru com serragem apresentou o maior poder calorífico (3,61 kcal g⁻¹). As cinzas da queima dos briquetes apresentaram na sua composição nutrientes essenciais para a produção vegetal, como fósforo, potássio, cálcio, manganês e nitrogênio, propiciando o seu uso como fertilizante. Demonstra-se, dessa forma, que os compostos existentes nas camas de aviários de frango e peru, queimados na forma de briquetes para geração de energia calorífica apresentam viabilidade técnica, bem como a cinza resultante pode ser empregada como fertilizante.

Palavras-chave: : biomassa, avicultura, resíduos, energia.

Technical feasibility of briquette production from poultry litter

Abstract

With the industrialization of agricultural processes in rural properties, including poultry has had significant increases in production capacity. The breeding of birds through confinement has generated production residues, such as poultry litter, which, when discarded "in natura", causes environmental damage, and therefore, a differentiated management is necessary. There is a need for the study for a new destination for these wastes, taking advantage for the production of heat energy. This work aimed to evaluate the technical viability of the production of briquettes with poultry litter, from physical and chemical analysis of the final product obtained, as well as the resulting ash. Using a hydraulic press, briquettes from eight substrates composed of chicken and turkey beds mixed with sawdust and sugarcane bagasse were compressed in pre-established proportions. The analyzes showed that the pure turkey bed presented the highest humidity (53.89%). The sawdust turkey bed briquette had the highest calorific value [3.61 kcal g⁻¹ (kilocalories per gram)]. The ash from the burning of the briquettes presented in its composition essential components such as phosphorus, potassium, calcium, manganese and nitrogen in amounts, providing its use as fertilizer. The results of the study showed that the compost in chicken and turkey poultry litter burned by briquettes for heat generation proved to be technically feasible. Moreover, the ashes resulting from the burning process have potential as fertilizer can be used on plantations.

Keywords: : biomass, aviculture, residue, energy.

Viabilidad técnica de la producción de briquetas a partir de basura avícola

Resumen

La industrialización de los procesos agrícolas en las propiedades rurales, incluidas las aves de corral, ha resultado en aumentos significativos en la capacidad de producción. La creación de aves a través del confinamiento ha generado residuos de producción, como la basura de aves de corral, que, cuando se desechan "in natura", pueden causar daños ambientales y, por lo tanto, es necesario un manejo diferenciado. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica de producir briquetas utilizando arena para aves de corral, con base en análisis físicos y químicos del producto final obtenido, así como las cenizas resultantes. Con el uso de una prensa

1 - Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Campus Chapecó. Email: alexandre.grando@unochapeco.edu.br.

hidráulica, se compactaron briquetas de ocho sustratos compuestos de lechos de pollo y pavo mezclados con aserrín y bagazo de caña de azúcar en proporciones preestablecidas. Los análisis mostraron que el lecho de pavo puro tenía la humedad más alta (53.89%). La briketa de pavo con aserrín mostró el mayor valor calorífico (3,61 kcal g⁻¹). Las cenizas provenientes de la quema de las briquetas presentaron en su composición nutrientes esenciales para la producción vegetal, como fósforo, potasio, calcio, manganeso y nitrógeno, permitiendo su uso como fertilizante. De esta manera, se demuestra que los compuestos existentes en la arena para aves de corral y pavo, quemada en forma de briquetas para generar energía térmica, tienen viabilidad técnica, y la ceniza resultante puede usarse como fertilizante.

Palabras clave: biomasa, aves de corral, residuos, energía.

Introdução

No desenvolvimento de suas atividades, os setores agropecuário e agroindustrial produzem grandes quantidades de resíduos orgânicos, sendo que esses resíduos precisam retornar à natureza sem impactar o ambiente (CORRÊA e MIELE, 2011). Diante disso, há a necessidade de proporcionar recursos tecnológicos para o reaproveitamento dos resíduos de produção, tendo como critério o princípio da sustentabilidade, pois tais atividades como pecuária, avicultura, piscicultura etc., contribuirão para o desenvolvimento do país.

A lenha pode ser considerada um dos principais biocombustíveis da madeira e pode ser produzida e obtida de maneira sustentável a partir de florestas plantadas ou nativas. Pode-se também obter estes combustíveis através de atividades que processam ou utilizam a madeira com finalidade não exclusivamente energética, como por exemplo, em serrarias e indústrias de celulose. Outros exemplos mais complexos de combustíveis de origem florestal são: carvão vegetal, licor negro (sub-produto da indústria de celulose), metanol ou álcool metílico, produzido a partir da madeira (MADALENA; OLIVEIRA; ROCHADELLI, 2013).

A briquetagem consiste no processo de densificação do resíduo através da compactação utilizando uma prensa. Os resíduos passam por homogeneização, tanto da composição quanto do tamanho de partícula, adição de um aglomerante, quando necessário, e compactação, resultando em um sólido com características combustíveis mais definidas. O uso da biomassa em forma de briquetes traz como vantagem o aumento da eficiência da gaseificação, pois proporciona forma e granulometria mais adequadas ao processo térmico (MORAIS et al., 2006).

Cabe ainda destacar que estudos da Embrapa (2003) revelam que um briquete de capim libera 34%

mais calor que o cavaco de madeira, durante a queima em caldeira e, ainda, que o baixo teor de umidade do briquete de capim, cerca de 20% menos que o cavaco, o torna uma das melhores alternativas de biomassa para queima em alto-forno. Outras vantagens do uso de briquete são: fácil estocagem, melhoria significativa na ergonomia dos funcionários que alimentam a caldeira, diminuição da insalubridade na alimentação da caldeira, pois o funcionário fica menos tempo exposto ao calor (ROCHA; SOUZA; DAMASCENO, 2009).

Outro fator importante a ser considerado, é a presença de pragas nos aviários, sendo uma bem conhecida, a *Alphitobius diaperinus*, também conhecida por cascudinho. O cascudinho é um inseto, onde sua presença é comum em aviários de criação de aves de corte. Nesses locais, o inseto encontra condições favoráveis como temperatura alta, alimento em abundância e abrigo, o que favorece sua procriação resultando em populações elevadas (UEMURA et al., 2018). Como bem salienta (ALVES et al., 2005), pode-se dizer que a presença do cascudinho em populações elevadas, é um dos maiores problemas que a avicultura brasileira enfrenta. Esse fato se deve ao inseto infestar os aviários, disseminar doenças às aves e quando ingerido no lugar da ração, prejudica o desenvolvimento das aves. O mais preocupante, contudo, é constatar que devido a constante presença das aves e hábitos crípticos do inseto, seu controle fica dificultado. Sob essa ótica, fica evidente a necessidade de controlar essa praga através da inserção de seres entomopatogênicos ou pelo manejo mais adequado do ambiente de produção ou até pela troca mais frequente da cama de aviário, destinando a mesma para geração de energia calorífica.

Desse modo, objetivou-se avaliar a viabilidade técnica da produção de briquetes a partir de cama de aviário para fins de produção de energia e um aproveitamento sustentável dos resíduos gerados na cadeia produtiva de aves.

Materiais e métodos

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios da Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó e do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Chapecó. Esses laboratórios foram utilizados no preparo do material e na confecção dos briquetes. Os experimentos foram realizados no período de julho de 2017 até novembro de 2018.

Inicialmente, foram coletados resíduos da produção de aves visando produzir briquetes. Para a realização desta etapa foram coletadas amostras de camas de aviários da criação de frangos em propriedades do município de Xaxim - Santa Catarina, sendo uma propriedade localizada nas coordenadas 26.925787° S, 52.556987° W e a outra localizada nas coordenadas 26.920357° S, 52.549207° W.

Para confecção dos briquetes foram coletados cinco quilogramas de cama de aviário da criação de frangos em cada propriedade. As amostras foram recolhidas em dias de tempo seco, em pontos aleatórios dentro dos aviários. Para a obtenção de amostras de cama de aviário da criação de perus, foi

escolhida uma propriedade localizada no interior do município de Caxambu do Sul - Santa Catarina, localizada nas coordenadas 27.131710° S, 52.931635° W. Nessas propriedades foram coletados 10.0 kg dos resíduos da criação de perus.

Além da cama de aviário, foram utilizados outros resíduos fibrosos para confecção dos briquetes, como o papelão. A adição do papelão visa melhorar a adesão dos componentes dos briquetes. Para isso o papelão foi triturado até se obter uma massa com a adição de água.

Outro componente dos briquetes foi o bagaço de cana de açúcar, resíduo esse coletado em uma propriedade rural localizada nas coordenadas 27.215575° S, 52.732269° W, no interior do município de Chapecó - Santa Catarina. Para o estudo foram coletados 8.0 kg de bagaço. A serragem utilizada neste trabalho foi obtida do estoque de serragem mantido nas propriedades rurais, as quais são utilizadas para reposição da cama de aviário.

Após a coleta do material, primeiramente foram realizadas misturas desses materiais, nas proporções apresentadas na tabela 1. Nessa etapa não foi adicionado o bagaço de cana de açúcar.

Tabela 1. Composições dos briquetes fabricados com substratos puros e com adição de serragem

Composição dos briquetes	(1) g	(2) g	(3) g	(4) g	(5) g
CFP	360	-	-	30	300
CPP	-	480	-	28.2	300
CF + M1	385.5	-	128.5	27.6	300
CP + M1	-	356.1	118.7	27.6	300

CFP: Cama de frango pura

CPP: Cama de peru pura

CF + M1: Mistura com 75% cama de frango + 25% de serragem

CP + M1: Mistura com 75% cama de peru + 25% de serragem

(1) Cama de frango, (2) Cama de peru, (3) Serragem, (4) Pasta de papelão, (5) Água

Unidades em gramas

Fonte: Autor, (2018).

Em um segundo instante foram realizadas adições de bagaço de cana de açúcar aos resíduos contidos na tabela 1. Essas misturas estão apresentadas na tabela 2. Para a prensagem dos briquetes confeccionados com camas de aviários misturados com bagaço de cana, não foi necessário a adição de massa de papelão, mas foi indispensável a utilização de fibras de bagaço de cana triturados em moinho de facas.

Para a compressão dos briquetes foi aplicada uma força de 9.81 kN (quilonewtons) resultando numa pressão de 1.39 MPa (Megapascais). Os briquetes produzidos possuem formato tubular, com

dimensões aproximadas, 15.0 cm (centímetros) de comprimento, 10.0 cm de diâmetro externo e 3.2 cm de diâmetro interno, sendo 3.4 cm de espessura. Todos os briquetes, após o processo de prensagem, ficaram secando em temperatura de 35 °C por oito horas.

Após o processo de secagem, foram retiradas três amostras de cada briquete para a realização dos ensaios. Cada amostra foi triturada em um moedor analítico, para então ser pesada e submetida à secagem em estufa na temperatura de 105 °C durante 12 horas (IUPAC, 1991) Para determinação da umidade foi realizada a pesagem de cada amostra

em balança analítica, antes e após serem colocadas na estufa na temperatura de 105 °C. A diferença entre as amostragens permitiu determinar os teores de umidade em porcentagem (%).

Tabela 2. Composição dos briquetes com mistura de bagaço de cana (g)

Composição dos briquetes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) g
CF + BC1	180	-	120	50	300
CF + BC2	225	-	75	50	300
CP + BC1	-	180	120	50	300
CP + BC2	-	225	75	50	300

CF + BC1: Mistura com 60% cama de frango + 40% de bagaço de cana
 CF + BC2: Mistura com 75% cama de frango + 25% de bagaço de cana
 CP + BC1: Mistura com 60% cama de peru + 40% de bagaço de cana
 CP + BC2: Mistura com 75% cama de peru + 25% de bagaço de cana
 (1) Cama de frango, (2) Cama de peru, (3) Bagaço de cana, (4) Água
 Unidades em gramas

Após a determinação da umidade, foi avaliado o poder calorífico de oito briquetes confeccionados com camas de aviários de frango e peru misturados com serragem e bagaço de cana nas composições apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Para a determinação do poder calorífico inferior (PCI) foi utilizada uma bomba calorimétrica convencional (Norma STM D-2015). Para isso foram coletadas amostras de cada um dos briquetes, trituradas num moinho analítico e desidratadas numa estufa, para então separar 1.0 cm³ (centímetro cúbico), na forma de grãos processados, possibilitando o ensaio em um calorímetro (LIMA, 2010).

Para a realização de análises das cinzas provenientes da queima dos briquetes, foram selecionados os seguintes substratos: cama de frango pura, mistura com 75% cama de frango + 25% de serragem, mistura com 60% cama de frango + 40% de bagaço de cana, cama de peru pura, mistura com 75% cama de peru + 25% de serragem, mistura com 60% cama de peru + 40% de bagaço de cana. A análise dos minerais foi realizada conforme Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos (MAPA, 2014).

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias, considerando-se um nível de significância $P \leq 0,05$.

Resultados e discussão

Na figura 1, pode-se observar uma amostra dos briquetes obtidos de acordo com a metodologia descrita.



Figura 1. Briquete produzido com cama de aviário com adição de serragem

Na tabela 3 podem ser observadas as médias dos oito tratamentos referentes aos valores da umidade encontrados para as amostras das camas de aviário (in natura), misturadas com serragem e bagaço de cana em diferentes proporções.

Com relação aos dados apresentados, referente à umidade, o substrato CPP apresentou a maior média (53.89%) e diferiu dos demais substratos que apresentaram uma umidade média de 40.9%. Este resultado pode decorrer do fato de que, no dia da coleta, mesmo as amostras tendo sido colhidas em diferentes áreas do aviário, algum desses locais tinha maior presença de líquidos, como água e urina. Já o substrato CFP apresentou a menor umidade média

(27.3%), diferindo dos demais substratos, isso pode ser ligado a vários fatores, como a diferença do tipo de ave, bem como do manejo das aves no ambiente de produção.

Os valores médios encontrados são superiores, por exemplo, à umidade de briquetes produzidos com resíduo de madeira misturados com casca de arroz (10.4%) (CAVALCANTE et al., 2012). Briquetes fabricados com outros substratos também apresentaram uma umidade mais baixa do que os fabricados com cama de aviário.

Tabela 3. Níveis de umidade – dados representam a média seguida do desvio padrão

Misturas realizadas	Umidade (%)
CFP	27.30±1.45 D*
CP + BC2	39.83±1.89 C
CP + BC1	42.29±3.45 B
CF + BC2	42.45±0.35 B
CF + M1	44.20±2.23 B
CF + BC1	44.48±0.34 B
CP + M1	45.74±2.43 B
CPP	53.89±1.56 A

CFP: Cama de frango pura

CF + M1: Mistura com 75% cama de frango + 25% de serragem

CF + BC1: Mistura com 60% cama de frango + 40% de bagaço de cana

CF + BC2: Mistura com 75% cama de frango + 25% de bagaço de cana

CPP: Cama de peru pura

CP + M1: Mistura com 75% cama de peru + 25% de serragem

CP + BC1: Mistura com 60% cama de peru + 40% de bagaço de cana

CP + BC2: Mistura com 75% cama de peru + 25% de bagaço de cana

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O briquete fabricado com casca de arroz apresentou uma umidade de 4.28 %, já o carvão de casca de arroz apresentou 4.66 % de umidade e a casca de arroz (in natura) apresentou uma umidade de 10.61 % (MORAIS et al., 2006). Já Schütz, Anami e Travessini (2010) determinaram o teor de umidade de briquetes fabricados com uma amostra de resíduos de soja misturados com serragem (8.56 %). Briquetes fabricados com resíduos da produção de banana, como as folhas e o tronco da planta, apresentaram valores de umidade entre 8 % e 15 % (SELLIN et al., 2013). Dentre valores de umidade encontrados

por outros autores que fabricaram briquetes com vários tipos de materiais, grande parte apresentaram valores bem abaixo dos briquetes fabricados com camas de aviários de frango e peru. Observa-se que o resíduo da produção animal leva maior quantidade de água por agregar a urina e a água derramada de bebedouros e de sistemas de controle da temperatura.

Há casos em que a umidade dos briquetes é uma característica não desejável. Autores americanos, ainda na década de 1990, desenvolveram processos patenteados para retirar a umidade dos briquetes, esses processos envolvem etapas onde são misturados à massa para confecção de briquetes substâncias fenol, paraformaldeído e óxido de chumbo. O acréscimo desses aditivos irá formar uma camada protetora contra a entrada de umidade nos briquetes (SARDESSAI; POLLOK, 1993).

Em relação ao poder calorífico, pode-se observar na Tabela 4 que as médias dos oito tratamentos para os valores do poder calorífico encontrado para as amostras das camas de aviários (in natura), misturadas com serragem e bagaço de cana em duas proporções apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$).

Tabela 4. Poder calorífico dos briquetes – dados representam as médias seguidas do desvio padrão

Legenda	Poder calorífico (kcal g ⁻¹)
CP + M1	3.61±0.18A*
CF + M1	3.40±0.27A
CF + BC1	3.29±0.17AB
CP + BC1	3.28±0.25AB
CP + BC2	3.09±0.18B
CPP	3.04±0.24B
CF + BC2	3.03±0.07B
CFP	2.77±0.72C

CFP: Cama de frango pura

CF + M1: Mistura com 75% cama de frango + 25% de serragem

CF + BC1: Mistura com 60% cama de frango + 40% de bagaço de cana

CF + BC2: Mistura com 75% cama de frango + 25% de bagaço de cana

CPP: Cama de peru pura

CP + M1: Mistura com 75% cama de peru + 25% de serragem

CP + BC1: Mistura com 60% cama de peru + 40% de bagaço de cana

CP + BC2: Mistura com 75% cama de peru + 25% de bagaço de cana

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O briquete formado pela mistura de cama de aviário de peru com serragem (CP + M1) foi o que apresentou o maior poder calorífico (3.61 kcal g⁻¹) e o briquete formado por cama de aviário de peru (CPP) pura apresentou o menor poder calorífico (2.77 kcal g⁻¹).

Em referência à propriedade física poder calorífico, o substrato CP + M1 apresentou a maior média (3.61 kcal g⁻¹) e diferiu estatisticamente dos substratos CFP, CPP, CP + BC2 e CF + BC2 que apresentaram um poder calorífico médio de 2.99 kcal g⁻¹. O substrato CF + M1 (3.40 kcal g⁻¹) ficou em segundo lugar, o que mostra que a serragem aumenta o poder calorífico dos briquetes. Já o substrato CFP apresentou o menor poder calorífico médio (2.77 kcal g⁻¹) e diferiu dos demais substratos CPP, CF + M1, CP + M1, CP + BC1, CP + BC2, CF + BC1 e CF + BC2 que apresentaram um valor médio de 3.25 kcal g⁻¹.

Através da observação dos resultados do poder calorífico inferior das amostras, verifica-se que os briquetes produzidos com cama de aviários misturados com serragem e bagaço de cana apresentam valores semelhantes a outros materiais utilizados como combustíveis.

Gonçalves, Sartori e Leão (2009) determinaram o poder calorífico de briquetes feitos com serragem de madeira de eucalipto do tipo grandis, sendo que o valor ficou em 4.33 kcal g⁻¹.

Já Cavalcante et al. (2012) determinaram o poder calorífico de algumas espécies de madeiras: *Eperua falcata* (4.49 kcal g⁻¹), *Eperua schomburgkiana* (4.23 kcal g⁻¹), *Eperua purpúrea* (4.52 kcal g⁻¹) e *Eperua leucanta* (4.38 kcal g⁻¹).

Há outras pesquisas também que trazem o poder calorífico da casca de arroz (in natura) (3.09 kcal g⁻¹), do carvão de casca de arroz (3.66 kcal g⁻¹) e do briquete de casca de arroz (4.23 kcal g⁻¹) (MORAIS et al., 2006). Sellin et al. (2013), em seus estudos para a reutilização dos resíduos da produção de banana, determinou o poder calorífico de briquetes fabricados com folhas e troncos de bananeiras em 4.08 kcal g⁻¹ e 3.27 kcal g⁻¹, respectivamente. Há pesquisas tendo como foco pellets fabricados com cama de aviários, sendo que o poder calorífico superior encontrado foi de 3.22 kcal g⁻¹ (NEITZKE; VERAS; DE ALENCAR, 2010).

Com relação a esses dados, podem ser observados na tabela 5 os valores nutricionais das amostras queimadas e que foram submetidas a análises de nutrientes.

Em trabalhos relacionados a análise da composição de camas de aviários com diversos substratos, destacam-se o trabalho de ÁVILA et al., (2007), onde analisaram os teores médios de nutrientes na cama de frango constituída de serragem e verificou-se presença de 2.36% de nitrogênio, 1.68% de cálcio, 0.92% de fósforo e pH de 8.81. Já Silva (2008), em seus estudos, encontrou 2.5-5.4% de nitrogênio, 5.1% de cálcio, 1.3-4.2% de fósforo e 0.9-1.1% de magnésio. Também, Valadão et al., (2011) encontraram 4.0% de nitrogênio, 6.42% de cálcio, 3.77% de fósforo e 0.78% de magnésio, salientando que esses resultados se referem à composição química da cama de frango (in natura).

Tabela 5. Análise de resíduo orgânico e fertilizante das cinzas

Legenda	pH*	Umidade 65 °C %	P2O5**%	K2O****%	Ca**%	Mg**%	N**%
CFP	11.7	0.00	5.34	9.90	17.48	5.42	0.14
CF + M1	10.9	0.60	4.83	6.47	10.79	3.94	0.17
CF + BC1	10.4	0.74	5.02	5.81	13.96	4.85	0.17
CPP	10.8	0.15	5.26	11.35	10.48	2.96	0.17
CP + M1	11.4	0.00	4.94	5.54	16.15	7.46	0.12
CP + BC1	10.7	0.10	5.36	10.96	12.93	3.36	0.19

CFP: Cama de frango pura; CF + M1: Mistura com 75% cama de frango + 25% de serragem; CF + BC1: Mistura com 60% cama de frango + 40% de bagaço de cana; CPP: Cama de peru pura; CP + M1: Mistura com 75% cama de peru + 25% de serragem; CP + BC1: Mistura com 60% cama de peru + 40% de bagaço de cana.

*pH em CaCl2 0.01mol L-1; **Teor total; ***Teor em CNA + água; **** Teor solúvel em água; Obs:material analisado em base seca. Fonte: Epagri, (2019).

Realizando uma comparação dos componentes das camas encontrados pelos autores citados com os valores médios encontrados nas cinzas dos briquetes apresentados na tabela 7, verificou-se que os dados de pH das cinzas do presente trabalho são 24.6% maiores, o teor de nitrogênio é 95.0% menor, o teor de cálcio é, em média, 330.29% maior, o teor de fósforo também é 202.6% maior e o teor de magnésio é 414.05% maior nas amostras desta pesquisa.

Conclusões

Após a realização deste trabalho e com os dados obtidos, foi possível concluir que:

Para confecção de briquetes mais consistentes, tanto com amostras de camas puras de aviários quanto com mistura de serragem, se mostra necessário acrescentar água, em média 38% da mistura e pasta de papelão numa proporção de

3,64% da mistura para melhorar o processo de aglutinação. Tais briquetes após 24 horas de secagem apresentam uma consistência adequada que facilitou o armazenamento sem risco de quebras.

Os combustíveis usados tradicionalmente na geração de calor (gás liquefeito de petróleo, óleo diesel, gás natural) apresentam calor específico muito superior ao dos diversos tipos de briquetes, mas não podem ser classificados como recursos renováveis. Já os briquetes confeccionados com os mais diversos tipos de resíduos de produção apresentam valores satisfatórios de poder calorífico justificando seu uso como fonte de geração de calor.

Após o processo de combustão dos briquetes confeccionados com cama de aviários de frango e peru, as cinzas resultantes do processo apresentam teores baixos de componentes fertilizantes como nitrogênio, fósforo e potássio. Ao se colocar quantidades elevadas no solo, possibilita o seu uso como fertilizante.

Referências

- ALVES, L. F. A. et al. Ocorrência Natural de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuilleman (Moniliales: Moniliaceae) Sobre o Cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Co-leoptera: Tenebrionidae), em Aviário Comercial de Cascavel, PR. **Neotropical Entomology**, v. 3, n. 34, p. 507-510, 2005.
- CAVALCANTE, C. M. et al. Poder calorífico de casca e madeira de espécies de Epe-rua: *E. falcata* AUBL., *E. leucantha* BENTH., *E. pururea* BENTH. e *E. schomburgkia*-na BENTH. In: Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq - PAIC/FAPEAM, 01. 2012, Manaus, Amazonas. **Anais...** Manaus, AM: INPA, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.inpa.gov.br/handle/123/535>>. Acesso em: 25 set. 2018.
- CORRÊA, J. C.; MIELE, M. A cama de aviário e os aspectos agrônômicos, ambientais e econômicos. Capítulo 3. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). **Manejo ambiental na Avicultura**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 125-152, 2011 (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 149).
- EMBRAPA. **Sistemas de produção de frangos de corte**. Jan/2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaodeFrangodeCorte/index.html>>. Acesso em: 25 set. 2017.
- GONÇALVES, J. E.; SARTORI, M. M. P.; LEÃO, A. L. Energia de briquetes produzi-dos com rejeitos de resíduo sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande: AGRI-AMBL, v. 13, n. 5, p. 657-661, jan. 2009.
- IUPAC. **Assessing the credibility of the calorific content of municipal solid waste**, 1991. Disponível em: <<http://old.iupac.org/publications/pac/1991/pdf/6310x1415.pdf>>. Acesso em: 22 setembro 2012.
- LIMA, E. A. L. **Alternativa para estimar o preço da madeira para energia**. Comunicado técnico 260. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.
- MADALENA, L. C. S.; OLIVEIRA, A. F.; ROCHADELLI, R. Lenha: o dendrocombustível na avicultura de corte. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 2, n. p. 48-60, 2013.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, or-ganominerais e corretivos**. Brasília, 2014. 220 p.
- MORAIS, M. R. et al. Obtenção de briquetes de carvão vegetal de cascas de arroz utilizando baixa pressão de compactação. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000200019&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 22 Set. 2017.

Grando (2020)

NEITZKE, G.; VERAS, C. A. G.; DE ALENCAR, D. R. C. Gaseificação de peletes de cama de aviário para geração de energia elétrica. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 06, 2010, Campina Grande, Paraíba. **Anais...** Campina Grande, PB: 2010.

ROCHA, E. P. A.; SOUZA, D.F.; DAMASCENO, S. M. Estudo da viabilidade da utilização de briquete de capim como fonte alternativa de energia para queima em alto-forno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7, 2009, Uberlândia, MG. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.cobeqic2009.feq.ufu.br/index.php?id=59>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

SARDESSAI, K. S.; POLLOK, T. S. **Process for making moisture resistant bri-quettes**. United States Patents, US5244473, 14 sep. 1993.

SILVA, C.A. **Uso de resíduos orgânicos na agricultura**. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2ª ed. Porto Alegre, 2008. p.597-624.

SCHÜTZ, F. C. A.; ANAMI, M. H.; TRAVESSINI, R. Desenvolvimento e ensaio de briquetes fabricados a partir de resíduos lignocelulósicos da agroindústria. **Inovação e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2010.

SELLIN, N.; OLIVEIRA, B. G.; MARANGONI, O. S.; OLIVEIRA, A. P. N.; OLIVEIRA, T. M. N. Use of banana culture waste to produce briquettes. **Chemical Engineering Transactions**, v. 32, p. 349-354, 2013.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. atual. e ampl. Porto Alegre: UFRGS - Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

UEMURA, D. H. et al. Distribuição e dinâmica populacional do cascudinho *Alphito-bius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em aviários de frango de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 75, n. 4, p. 429-435, out./dez. 2008.

VALADÃO, F. C. A.; MAAS, K. D. B.; WEBER, O. L. S.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; SILVA, T. J. Variação nos Atributos do Solo em Sistemas de Manejo com Adição de Cama de Frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2073-2082, 2011.

WOLSCHICK, N. H. et al. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.2, p.134-143, 2016.