ENGINEERING & TECHNOLOGY SCIENTIFIC JOURNAL

ORIGINAL

2023, VOL. 01, N°. 01, e023004
DOI: 10.55977/etsjournal.v01i01.e023004

Utilização de Resíduo Têxtil e Cepa de Mandioca na Confecção de Briquetes

Rafael Candido Mateus Bastida [1], Gabriel Cuareli Felix Santos [1], Matheus Almeida Conceição [1], Nanci Keiko Matsumoto [1], Carlos Toshiyuki Hiranobe [1], Marcos Paulo Patta Granado [1], Andrea Cressoni De Conti [1]

[1] Faculdade de Engenharia e Ciências (FEC), Departamento de Engenharia - Campus de Rosana. Rosana, 19274-000, São Paulo, Brasil.

Received 2022-12-29
Revised 2023-05-13
Accepted 2023-06-26
Published 2023-10-10

***Corresponding author**
Andrea C. De Conti
andrea@rosana.unesp.br

***ORCID**
0000-0002-5433-3295

Page e-location ID
e023004

Distributed under
CC BY-NC 4.0

Copyright: Authors
OPEN ACCESS

RESUMO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais é uma solução para um grande problema da humanidade que é o descarte de resíduos. A densificação energética é uma forma muito eficiente de mitigar esse problema, pois ela transforma um resíduo de descarte em energia útil. Resíduos como os têxtis e os agroflorestais possuem em sua grande maioria um poder calorífico interessante. Neste estudo foi realizada a confecção de briquetes utilizando misturas de resíduo têxtil e de cepa de mandioca. Quanto aos parâmetros de qualidade, no teste de durabilidade todas as blendas obtiveram resultados satisfatórios obtendo valores de durabilidade superiores a 97%, porém em resistência ao impacto o briquete feito de 100% têxtil obteve o pior resultado o que indica que ele não tem uma resistência a quedas desejável, já as outras blendas foram excelentes neste teste também, com destaque a blenda de 25% têxtil e 75% cepa que obteve o melhor desempenho. Dessa forma, pode se afirmar que as misturas de material têxtil e cepa de mandioca, são adequadas para a obtenção de energia e para a confecção do combustível sólido através do processo de briquetagem. Dentre todas a blendas a que se mostrou melhor foi a blenda de 25% têxtil e 75% cepa, pois apresentou poder calorifico (PCS) de 18,24 MJ.kg^{-1}, sendo o maior PCS de todas as misturas.

Palavras-Chave Briquetes; Densificação Energéticas; Resíduo Textil; Cepa de Mandioca.

How to cite this article (APA): Candido Mateus Bastida, R.., Cuareli Felix Santos, G.., Almeida Conceição, M.., Keiko Matsumoto, N.., Toshiyuki Hiranobe, C.., Paulo Patta Granado, M.., & Cressoni De Conti, A. Utilização de resíduo têxtil e cepa de mandioca na confecção de briquetes. *Engineering & Technology Scientific Journal, 01(01)*, e023004.

1. INTRODUÇÃO

A tendência de se utilizar energias provenientes do aproveitamento de biomassa no Brasil é evidente quando analisamos o Balanço Energético Nacional (BEN) no qual uma grande quantidade da oferta interna de energia é oriunda da biomassa (cerca de 25,1%) (EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2022). Isso se dá pela enorme quantidade de resíduos no país. Entretanto, toda essa utilização de biomassa ainda deixa muitos resíduos, seja pelo seu baixo teor de energia ou dificuldade se de manusear *in natura*.

A indústria têxtil é responsável por cerca de 10% das emissões de carbono no mundo e apenas 1% do material produzido é reciclado, além disso cerca de 85% dos resíduos são destinados a aterros sanitários, o que evidencia um grande dispêndio de um potencial aproveitamento energético (Calvo & Williams, 2019). Uma forma de aproveitar energeticamente esses resíduos seria pela densificação energética.

A cultura da mandioca contempla as mais variadas regiões do Brasil, desde o sertanejo das pequenas regiões mais pobres do Nordeste até grandes fazendas no Sul, isso porque ela tem muitas aplicações nacionais como a produção de farinha, amido e produtos de higiene (Petricoski, 2017). A mandioca gera uma quantidade significativa de resíduos, quase um terço do seu proveito, sendo assim o aproveitamento energético do mesmo pode ser muito eficiente uma vez que não compete com nenhum mercado (alimentício, industrial)(Veiga et al., 2016).

Para que um briquete seja considerado bom é necessário que ele se adeque aos chamados "parâmetros de qualidade" como o teste de durabilidade e o teste de resistência ao impacto. O teste de durabilidade consiste em um método para avaliar a capacidade que o briquete tem de resistir ao seu transporte, manuseio e armazenamento (Souza & Vale, 2017). O "tamboriamento" é uma das formas de se comprovar a durabilidade de um briquete, trata se de um tambor rotativo no qual se submete os briquetes a uma rotação e tempo específico e ao final se determina a diferença de massa, sendo a mesma um indicador de durabilidade conforme a norma ASAES 269.4 (Coates, 2000).

O teste de resistência ao impacto como o nome sugere consiste em determinar o quanto um briquete se quebra ou perde pedaços quando submetido a uma queda de alguns metros de altura, o método de Richards (1990), é uma forma de mensurar essa resistência, baseia-se no número médio de vezes que um briquete de biomassa cai de uma altura especificada de 2 m em um piso de concreto até que se quebre como uma porcentagem do número médio de pedaços em que o briquete se quebra. Segundo Sunnu et al. (2023) se o pedaço que se parte do briquete for inferior a 5% de sua massa, ele é desconsiderado nos cálculos.

Como o briquete tem a finalidade de se produzir energia térmica, um parâmetro primordial é justamente o poder calorífico superior (PCS), que é a soma das energias liberadas da massa seca (com 0% de umidade) na forma de calor. Desta forma quanto maior a PCS mais desejável é a matéria prima (Barros, 2012). A análise imediata é um importante parâmetro a se observar em uma biomassa, pois

How to cite this article (APA): Candido Mateus Bastida, R.., Cuareli Felix Santos, G.., Almeida Conceição, M.., Keiko Matsumoto, N.., Toshiyuki Hiranobe, C.., Paulo Patta Granado, M.., & Cressoni De Conti, A. Utilização de resíduo têxtil e cepa de mandioca na confecção de briquetes. *Engineering & Technology Scientific Journal, 01(01)*, e023004.

o teor de cinzas, umidade e carbono fixo são cruciais para entender a qualidade da combustão da biomassa (Silva et al., 2022).

Através da utilização de misturas de diferentes compostos em briquetes é possível mitigar muitos deficientes das biomassas, a fim de melhorar seu desempenho de ignição, combustão e quaisquer outras características desejáveis no processo de manuseio, transporte, armazenamento e queima de um briquete. Portanto, o objetivo deste trabalho é produzir briquetes a partir de misturas de resíduo têxtil e cepa de mandioca, e então determinar seus parâmetros de qualidade, teor de extrativos, voláteis, cinzas e carbono fixo, bem como seu PCS, verificando seu potencial para produção de energia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Densidade a granel

Com o auxílio de um béquer foi colocado cepa de mandioca em um volume de 250 mL, e em seguida bate-se levemente o béquer sobre a mesa para o assentamento do material, após confirmar o volume, o material foi pesado em uma balança analítica, esse procedimento foi realizado com mais 2 repetições. E o mesmo procedimento foi feito com o resíduo têxtil e as demais blendas (75% têxtil e 25% cepa, 50% têxtil e 50% cepa, 25% têxtil e 75% cepa). Através do peso médio de cada blenda é determinada a densidade a granel (DG) usando a **Equação 1**:

$$DG = \frac{massa\ da\ blenda}{volume\ da\ blenda} \quad [kg.m^{-3}] \qquad \textbf{Eq. (1)}$$

Onde DG é a densidade a granel e os valores de massa e volume foram calculados em quilogramas(kg) e metro cúbicos(m^3) respectivamente.

2.2. Confecção dos Briquetes

Foram utilizados moldes de aço para a confecção dos briquetes, sendo o pistão com 50 mm de diâmetro, já o cilindro tem 50,05 de diâmetro interno. As amostras foram submetidas em porções de 0,05 kg (50 g) em uma prensa hidráulica manual, a uma força de 15 toneladas durante 1 minuto. Foram produzidos 3 briquetes de cada amostra, sendo que a amostra 50/50 teve 3 repetições.

2.3. Expansão Volumétrica e Densidade Aparente

Imediatamente após a confecção de cada briquete foi aferido com auxílio de um paquímetro digital, as dimensões de diâmetro e comprimento de cada briquete, e aferidas novamente após 1,3,5,7,24,48 e 72 horas, para que se possa determinar a expansão volumétrica do briquete.

Após a última aferição das dimensões dos briquetes as 75 horas depois de sua confecção, é possível determinar usar densidade aparente que é a razão entre sua massa e seu volume.

2.4. Teste de Durabilidade

Para determinar a durabilidade, foi utilizado o método de "tamboreamento" seguindo a norma CENTS 15210-2-2005. Foi coletado 2 briquetes de cada amostra e aferido suas massas previamente, após isso foi colocado em um tambor rotativo em uma rotação de 26 rpm durante aproximadamente 1 minuto. Depois foi colocado em uma peneira para verificar se algum pedaço pequeno se descolou do briquete, após isso foi aferida a massa novamente para determinar a durabilidade utilizou-se a **Equação 2**:

$$Durabilidade = \frac{massa\ final}{(massa\ inicial)} \times 100\% \qquad \textbf{Eq. (2)}$$

2.5. Teste de Resistencia ao Impacto

Para avaliar a performance dos briquetes em relação à resistência ao impacto, empregou-se a metodologia de Richards (1990). O seguinte procedimento foi realizado.

Em um local com piso de concreto, posicionou-se o briquete de teste a uma altura de 2 metros, de forma manual, e soltou-se o briquete. Repetiu-se este procedimento até ocorrer a fratura do briquete, anotou-se a quantidade de quedas e a quantidade de pedaços originados da fratura. Por fim calculou-se o Índice de Resistência ao Impacto (IRI), expresso pela **Equação 3**:

$$IRI = \frac{Quantidade\ de\ Quedas}{Quantidade\ de\ Pedaços} \times 100\% \qquad \textbf{Eq. (3)}$$

2.6. Análise de Extrativos

Para determinação de extrativos foi utilizada uma bateria de extração do tipo Sebelin com etanol e acetona como solventes (proporção acetona: etanol 2:1 (v/v)), foi utilizado papel filtro para confecção dos cartuchos contendo 5 gramas de cada amostra, tendo uma extração com 5 horas de duração. Após isso, as amostras foram secas em uma estufa a 100 °C por 1 hora e depois das amostras terem esfriado naturalmente no dessecador foram pesadas novamente em uma balança analítica, assim para determinar os extrativos foi utilizada a **Equação 4**:

$$TEX = (massa\ final - massa\ inicial) \times 100\% \qquad \textbf{Eq. (4)}$$

2.7. Análise Química Imediata

Para a determinação do teor de voláteis, foram separados 3 cadinhos para cada amostra contendo 1 grama do material. Em uma mufla previamente aquecida a 900 °C cada cadinho foi submetido a 7 minutos. E após 24 horas no dessecador para o resfriamento natural, os cadinhos foram aferidos novamente em uma balança analítica. o teor de voláteis (TV) e determinada pela **Equação 5**:

$$TV = \left(massa\ final - \frac{massa\ inicial}{massa\ final}\right) \times 100\% \qquad \textbf{Eq. (5)}$$

Após isso, para a determinação do teor de cinzas, os cadinhos são submetidos novamente à mufla, só que desta vez a uma temperatura de 600 °C por 8 horas, depois disso os cadinhos foram colocados dessecador para resfriar e novamente foram aferidos em uma balança analítica. O cálculo do teor de cinzas (TC) foi determinado conforme a **Equação 6**:

$$TC = \frac{massa\ inicial}{massa\ final} \times 100\% \qquad \textbf{Eq. (6)}$$

Para o cálculo do teor de carbono fixo utilizou-se a **Equação 7**:

$$TCF = (1 - TV - TC) \times 100\% \qquad \textbf{Eq. (7)}$$

Onde:
TCF = teor de carbono fixo, em %;
TV = teor de voláteis, em %;
TC = teor de cinzas, em %.

O poder calorífico superior (PCS) foi determinado utilizando uma bomba calorimétrica, usando amostras de 1 g de cada uma das blendas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Densidade a Granel

A densidade a granel foi calculada a partir da massa da blenda, em um determinado volume, como observado na **Tab. 1**, o resíduo têxtil é pouco denso, tendo apenas 35,5 kg.m^{-3}, enquanto a cepa possui 238,2 kg.m^{-3}.

Tabela 1. Densidade a granel

Número de blenda	Composição da Blenda	Densidade a granel (kg.m^{-3})
1	100% cepa	238,22
2	100% têxtil	35,53
3	75% têxtil 25% cepa	44,30
4	25% têxtil 75% cepa	67,22
5	50% têxtil 50% cepa	44,22
6	50% têxtil 50% cepa	42,66
7	50% têxtil 50% cepa	42,31

Pode-se notar, que pela **Tab. 1**, a blenda mais interessante em termos de densidade aparente, é a 4 (25% têxtil 75% cepa), que possui uma densidade de 67,22 kg.m^{-3}, o maior valor entre as misturas. De acordo comCabral et al. (2012), os

How to cite this article (APA): Candido Mateus Bastida, R.., Cuareli Felix Santos, G.., Almeida Conceição, M.., Keiko Matsumoto, N.., Toshiyuki Hiranobe, C.., Paulo Patta Granado, M.., & Cressoni De Conti, A. Utilização de resíduo têxtil e cepa de mandioca na confecção de briquetes. *Engineering & Technology Scientific Journal, 01(01)*, e023004.

valores para a densidade a granel de briquetes, dificilmente ultrapassam o valor de 500 kg.m^{-3}. A densidade da blenda 100% têxtil de 35,53 kg.m^{-3} está de acordo com os encontrados por Avelar (2012) de 37,46 kg.m^{-3}.

3.2. Confecção dos Briquetes

Na confecção dos briquetes, foi utilizado um molde de aço cujo diâmetro é de 50 mm, porém, mesmo visivelmente não sendo possível observar, ele tem um formato cônico, onde a sua parte inferior do pistão mede 49,26 mm. Com o valor do diâmetro do pistão na parte inferior (parte na qual entra em contato com a blenda, e toda força é transferida por ela), foi possível calcular a pressão, através da razão Força/Area, e os resultados obtidos foram dispostos na **Tab. 2.**

Tabela 2. Pressão Aplicada

Força aplicada (ton.F)	Área Pistão (m²)	Pressão (N.m^{-2})	Pressão (kPa)	Pressão (MPa)
15	0,00190581	7870685,566	7870,6856	7,87069

A pressão aplicada sobre o briquete foi de 7,87 MPa, ou 7,87 milhões N.m^{-2}. O valor da pressão aplicada é extremamente alto, devido à pressão ser a razão da força e da área, pois a pressão é inversamente proporcional a área, é diretamente proporcional à força, sendo assim, uma mesma força aplicada em áreas diferentes, a área que tiver menor valor, terá uma pressão maior aplicada. A **Fig. 1** mostra um briquete confeccionado.



Figura 1. Briquetes Confeccionados.

3.3. Expansão Volumétrica

Com todos dados de medidas dos briquetes, foi calculado o volume de cada um, e com esses valores foi feito uma média aritmética dos volumes de cada respectiva blenda e esboçado o gráfico de expansão volumétrica, onde pode ser observado o volume do briquete (em mm^3) ao decorrer do tempo.

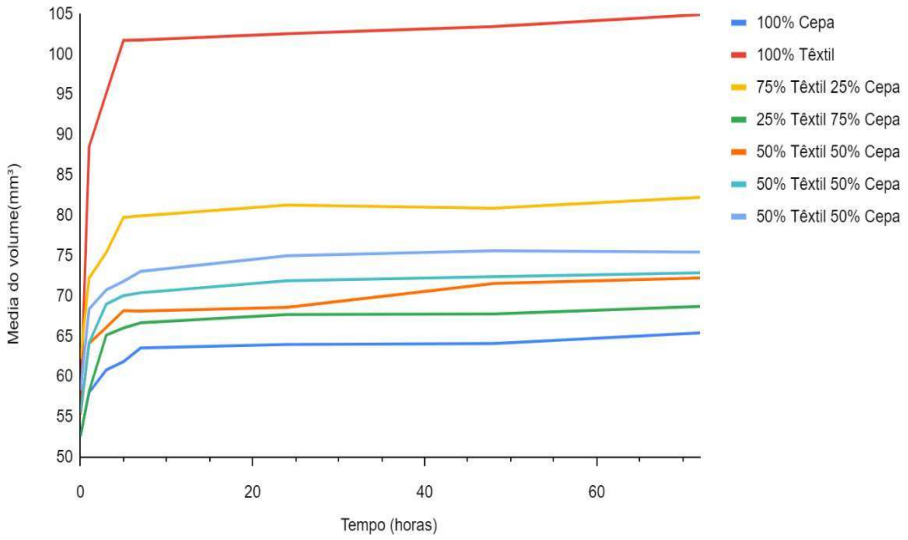


Figura 2. Média Volumétrica *x* Horas.

Nota-se que há uma expansão considerável no seu volume nas suas primeiras horas após a confecção, e com o decorrer do tempo a velocidade de expansão diminui e tende a se manter estável. A expansão ocorre de forma exponencial, como já era esperado, e pode ser observado que o briquete referente a composição somente de resíduo têxtil, teve a maior expansão volumétrica, e a medida que foi adicionado cepa de mandioca na mistura, essa expansão diminuiu consideravelmente, isso se dá devido ao aglutinante natural presente na cepa, o amido, que naturalmente cria a liga entre as moléculas, e quanto maior vai se tornando sua concentração nas blendas, maior o efeito dele sobre a expansão do briquete e sobre sua resistência mecânica.

Com os dados da expansão foi calculado, percentualmente, o aumento volumétrico para cada briquete, utilizando o valor volumétrico do momento da confecção, e o valor após as 72 horas, onde ele já havia estabilizado seu volume (**Tab. 3**).

Tabela 3. Aumento Volumétrico Percentual

	100% Cepa	**100% têxtil**	**75% Têxtil e 25% Cepa**	**25% Têxtil e 75% Cepa**	**50% Têxtil e 50% Cepa (5)**	**50% Têxtil e 50% Cepa (6)**	**50% Têxtil e 50% Cepa (7)**
Média volumétrica na hora 0 (cm²)	52,62	56,29	62,24	52,65	55,30	55,49	58,29
Média volumetria na Hora 72 (cm²)	65,41	104,91	82,23	68,71	72,23	72,88	75,44
Aumento volumétrico percentual	24,32%	86,37%	32,11%	30,49%	30,62%	31,33%	29,43%

How to cite this article (APA): Candido Mateus Bastida, R.., Cuareli Felix Santos, G.., Almeida Conceição, M.., Keiko Matsumoto, N.., Toshiyuki Hiranobe, C.., Paulo Patta Granado, M.., & Cressoni De Conti, A. Utilização de resíduo têxtil e cepa de mandioca na confecção de briquetes. *Engineering & Technology Scientific Journal, 01(01)*, e023004.

Como já observado, a blenda composta somente de resíduo têxtil, foi a qual houve maior expansão volumétrica, quase dobrando seu volume, chegando a 86,37% de expansão, porém apesar da expansão diminuir com o aumento da concentração de cepa nas blendas, se tratando em porcentagem, as variações não são tão significativas, ainda mais quando estamos considerando cm², sendo as blendas com 75% Têxtil / 25% Cepa, 25% Têxtil / 75% Cepa,50% Têxtil / 50% Cepa, tem seu aumento percentual na média dos 30%. Contudo, quando observado os valores do volume, o valor volumétrico do briquete de 75% Têxtil / 25% Cepa, é em torno de 10cm² maior que a mesma medida volumétrica referente aos demais briquetes com cepa e resíduo têxtil em sua composição, e o mesmo se aplica ao resultado do valor volumétrico referente a hora 72, o que sugere, que a mistura com a cepa, implica diretamente na expansão inicial do briquete, onde quanto maior a concentração, maior a liga, logo, menor o tamanho volumétrico final do briquete, e consequentemente, a resistência. Isso também identifica que o briquete está tendo uma boa formação, já que está tendo pouco expansão volumétrica.

3.4. Densidade Aparente

A densidade aparente, é basicamente a densidade do briquete, sendo ela a razão entre massa e volume. De acordo com Cabral et al. (2012), as densidades aparentes dos briquetes, normalmente variam entre 500 $kg.m^{-3}$ a 1200 $kg.m^{-3}$. Adotando a massa do briquete a 50 gramas (massa pesada antes da confecção), e utilizando o volume que o briquete apresento após as 72 horas de expansão, foi calculado uma densidade aparente média entre os briquetes confeccionados a partir da mesma blenda, e os resultados obtidos foram tabulados na **Tab. 4**.

Tabela 4. Densidade Aparente

Número de blenda	Composição da Blenda	Densidade aparente ($kg.m^{-3}$)
1	100% cepa	764,35
2	100% têxtil	476,59
3	75% têxtil 25% cepa	608,06
4	25% têxtil 75% cepa	727,74
5	50% têxtil 50% cepa	692,24
6	50% têxtil 50% cepa	686,09
7	50% têxtil 50% cepa	662,79

O maior valor para a densidade aparente foi o da blenda composta somente por cepa, enquanto o menor valor pela composta apenas por resíduo têxtil, porém, enquanto a blenda de cepa teve sua densidade aparente 3,2 vezes maior que a densidade a granel, a blenda de resíduo têxtil teve um aumento de 13,4 vezes. Por se tratar de uma prensa hidráulica manual é esperado que a compactação do

briquete não seja tão grande, como podemos ver em relação ao resíduo têxtil que obteve uma densidade aparente de 476,59 kg.m^{-3} contra os 1180 kg.m^{-3} obtidos por Avelar (2012).

3.5. Teste de Durabilidade

Para briquetes produzidos com resíduos têxteis não foram encontradas comparações na literatura, entretanto e possível concluir-se que os resultados dele foram ótimos devido a sua alta durabilidade. A cepa de mandioca foi muito bem, com seus 98,15% de durabilidade, ele fica muito próximo ao obtido por De Conti et al. (2022) de 97,92% de durabilidade (**Tab. 5**).

Tabela 5. Teste de Durabilidade

Número de blenda	Massa (g)	Massa após a Tombagem	Durabilidade (%)
1	101,0148	99,1469	98,15
2	103,1757	102,9908	99,82
3	102,0394	101,4981	99,47
4	100,2296	99,1423	98,92
5	101,253	100,5888	99,34
6	100,4127	99,6864	99,28
7	101,043	99,9993	98,97

3.6. Teste de resistência ao impacto

O teste de resistência pode ser analisado a partir da **Tab. 6**.

Tabela 6. Teste de Resistência ao Impacto Planejamento

Número de blenda	Composição da Blenda	Quedas	Pedaços
1	100% cepa	1	2
2	100% têxtil	3	2
3	75% têxtil 25% cepa	3	2
4	25% têxtil 75% cepa	4	2
5	50% têxtil 50% cepa	1	2
6	50% têxtil 50% cepa	3	2
7	50% têxtil 50% cepa	3	2

A partir dos dados da **Tab. 6**, foram calculados os índices de resistência ao impacto dispostos na **Tab. 7**.

Tabela 7. Índice de Resistência ao Impacto

Número de blenda	Composição da Blenda	IRI
1	100% cepa	150
2	25% têxtil 75% cepa	200
3	50% têxtil 50% cepa	116,67
4	75% têxtil 25% cepa	150
5	100% têxtil	50

Para o IRI do briquete 50% têxtil 50% cepa, aplicou-se a média dos IRI 's obtidos nos testes com os briquetes 5, 6 e 7. Richards (1990) determina o IRI de 50 como o mínimo aceitável em trabalhos de laboratório, antes de iniciar trabalhos para aplicação industrial ou doméstica dos briquetes. Sendo assim a única blenda que teve uma baixa resistência é a 100% têxtil, já todas a demais tiveram um bom resultado.

3.7. Análise de Extrativos

A **Tab. 8** apresenta o teor de extrativos em cada blenda, onde pode se notar que todas as análises obtiveram um baixo teor de extrativos. O teor de extrativos para cepa 100% se apresentou abaixo do esperado, comparando com Pattiya (2011) que obteve um teor de 10,8% de extrativos. Para o resíduo têxtil não foram encontrados teores de extrativos na literatura para comparação dos resultados.

Tabela 8. Teores de Extrativos.

Recipiente	Teor de extrativos (TE%)	Teor de extrativos corrigido (TEC%)
Branco	2,24	2,24
100% Têxtil	3,88	3,37
100% Cepa	3,55	3,13
50% Têxtil 50% Cepa	3,71	3,36
75% Têxtil 25% Cepa	3,74	3,40
25% Têxtil 75% Cepa	3,63	3,24

3.8. Análise Química Imediata

A blenda de 100% têxtil foi a amostra com o maior teor de voláteis com 91,89% valor condizente ao encontrado por Avelar (2012) de 90,2%, Miranda et al. (2007) de 91,43% e Costa et al. (2020) de 90,55%, seguido da mistura 75% têxtil 25% cepa e assim vai conforme a quantidade de resíduo têxtil diminui na blenda. Sendo assim a com

menor teor de voláteis é a cepa de mandioca com 81,58%, valor muito próximo ao obtido por Granado et al. (2022) de 81,5%, porém abaixo do obtido por (Paulo & Veiga, 2012) de 86,52%. Ambos os valores de amostras puras estão de acordo com os encontrados na literatura.

A blenda de 100% cepa obteve o maior teor de cinzas com 3,59%, valor esse, que está abaixo do valor obtido por (Paulo P. Granado et al., 2022) de 4,2 e acima do obtido por Paulo & Veiga (2012) de 2,79 % de cinzas. Já o resíduo têxtil obteve o menor valor com 0,29% de teor de cinzas, entretanto esse valor se distancia bastante do obtido por Avelar (2012) de 8,93% e Miranda et al. (2007) de 2,64%, porém próximo do obtido por Costa et al. (2020) 0,415%, é esperado que esses valores tenham discrepâncias uma vez que por se tratar de resíduos têxteis a composição exata do material é desconhecida o que justifica a diferença.

Para o carbono fixo a banda de 100% cepa foi a que obteve a melhor teor com 14,84% valor muito próximo do obtido por (Paulo P. Granado et al., 2022) porém muito acima do obtido por Paulo & Veiga (2012) de 10,69%. O resíduo têxtil teve um resultado de 7,84% bem acima do valor obtido por Avelar (2012) de 0,86%, Miranda et al. (2007) de 3,50% e Costa et al. (2020) de 2,98% (**Tab. 9**).

Tabela 9. Resultados da Análise Imediata

Material	Teor de voláteis (%)	Teor de cinzas (%)	Teor de Carbono Fixo (%)
100% cepa	81,58 % ± 0,11%	3,59% ± 0,03%	14,83% ± 0,07%
100% têxtil	91,89% ± 0,46%	0,27% ± 0,12%	7,84% ± 0,53%
75% têxtil / 25% cepa	88,18% ± 1,25%	1,26% ± 0,39%	10,56% ± 0,94%
25% têxtil / 75% cepa	83,38% ± 0,56%	2,32% ± 0,67%	14,31% ± 1,20%
50% têxtil / 50% cepa	86,53% ± 1,38%	1,75% ± 0,73%	11,73% ± 0,88%

3.9. PCS

O resíduo têxtil obteve um PCS médio de 17,88 MJ/kg, valor muito próximo ao encontrado por (Avelar, 2012) de 17,89 MJ/kg e abaixo do obtido por Leite & Medeiros (2017) de 21,28 MJ/kg. Já a cepa de mandioca obteve um PCS médio de 17,11 MJ/kg, que é um valor acima do obtido por Granado et al. (2022) de 16,3 MJ/kg, porém abaixo dos 18,95 MJ/kg encontrados por Paulo & Veiga (2012) (**Tab. 10**).

Tabela 10. Resultados do PCS em $MJ.kg^{-1}$

Amostra	100% Têxtil	75% Têxtil 25% Cepa	50% Têxtil 50% Cepa	25% Têxtil 75% Cepa	100% Cepa
1-4	17,88 ± 0,37	18,24 ± 1,71	17,16 ± 0,34	18,06 ± 2,31	17,11 ± 0,93

How to cite this article (APA): Candido Mateus Bastida, R.., Cuareli Felix Santos, G.., Almeida Conceição, M.., Keiko Matsumoto, N.., Toshiyuki Hiranobe, C.., Paulo Patta Granado, M.., & Cressoni De Conti, A. Utilização de resíduo têxtil e cepa de mandioca na confecção de briquetes. *Engineering & Technology Scientific Journal, 01(01)*, e023004.

4. CONCLUSÃO

O resultado obtido demonstra que o resíduo têxtil possui características desejáveis de combustão, pois seu PCS é elevado (superior a 4 $MJ.kg^{-1}$), já para a confecção de briquetes ele apresentou uma expansão volumétrica muito alto (dobrou de volume após 72 horas), porém ao fazer uma mistura com apenas 25% de cepa de mandioca sua expansão foi significativamente menor. Na cepa de mandioca os resultados foram excelentes, PCS alto, baixa expansão volumétrica. Entretanto o objetivo de se fazer misturas na produção de briquetes é justamente para mitigar as deficiências individuais de cada material como por exemplo o baixo teor de cinzas do resíduo têxtil que ao misturar com a cepa de obter um briquete com características melhores, como a mistura de 25% têxtil e 75% cepa que obteve um PCS elevado, baixa expansão volumétrica, e alto teor de voláteis, cinzas e carbono fixo. Quanto aos parâmetros de qualidade, no teste de durabilidade todas as blendas obtiveram resultados satisfatórios obtendo valores de durabilidade superiores a 97%, porém em resistência ao impacto o briquete feito de 100% têxtil obteve o pior resultado o que indica que ele não tem uma resistência a quedas desejável, já as outras blendas foram excelentes neste teste também, com destaque a blenda de 25% têxtil e 75% cepa que obteve o melhor desempenho. Dessa forma, pode se afirmar que as misturas de material têxtil e cepa de mandioca, são adequadas para a obtenção de energia e para a confecção do combustível sólido através do processo de briquetagem. Dentre todas a blendas a que se mostrou melhor foi a blenda de 25% têxtil e 75% cepa.

5. INFORMAÇÃO DO AUTOR

Andrea Cressoni De Conti
Corresponding author. E-mail address: andrea@rosana.unesp.br

REFERÊNCIAS

Avelar, Nayara V. (2012). *Potencial dos resíduos sólidos da indústria têxtil para fins energéticos*.

Barros, L. de O. (2012). *Densidade energética de briquetes produzidos a partir de resíduos agrícolas*.

Cabral, J. M., Dias, S., Tatiane De Souza, D., Braga, M., Mitiko, M., Cesar, O., Behling, H., Patrícia, M., Dias, F., José, B., & Rocha, D. (2012). *Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustrais e florestais*. www.cnpae.embrapa.br

Calvo, S., & Williams, G. (2019). *Reutilización de residuos textiles: Industria, contexto, situación en Chile y legislación comparada*.

Coates, W. (2000). Using cotton plant residue to produce briquettes. *Biomass and Bioenergy*, *18*(3), 201–208. https://doi.org/10.1016/S0961-9534(99)00087-2

Costa, G. B. C., Luis Lopes Moriyama Coorientadora, A., & Oliveira Nunes, A. (2020). *Carvão ativado a partir de resíduo têxtil: síntese, caracterização e aplicação na remoção de corante reativo em efluente sintético*.

De Conti, A. C., Granado, M. P. P., Padilla, E. R. D., Nakashima, G. T., De Conti, C., &

Yamaji, F. M. (2022). Binderless Briquetting of Mixed Cassava Rhizome, Sugarcane Bagasse, and Sugarcane Straw for Producing Solid Biofuel with High Durability. *BioEnergy Research*, *15*(1), 507–516. https://doi.org/10.1007/s12155-021-10300-5

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). (2022). *Balanço Energético Nacional (BEN) 2022: Ano base 2021, 2022*.

Fernanda Felippe Silva, M., Santos da Silva, N., Vítor Felippe Silva, J., Cláudio Caraschi, J., Manuel Romero Luna, C., Inácio de Campos, C., & da Silva Viana, R. (2022). Energy Potential Evaluation of Agroindustrial Waste. *Revista Virtual de Química*, *14*(1), 46–49. https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210097

Leite, B. F., & Medeiros, E. P. (2017). *Detecção e quantificação de açúcares entomológicos e fisiológicos associados à pegajosidade em algodão utilizando imagens hiperespectrais no infravermelho próximo e calibração multivariada*.

Miranda, R., Sosa_Blanco, C., Bustos-Martínez, D., & Vasile, C. (2007). Pyrolysis of textile wastes. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, *80*(2), 489–495. https://doi.org/10.1016/j.jaap.2007.03.008

Pattiya, A. (2011). Thermochemical Characterization of Agricultural Wastes from Thai Cassava Plantations. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, *33*(8), 691–701. https://doi.org/10.1080/15567030903228922

Paulo, J., & Veiga, S. (2012). *Caracterização mandioca (Manihot esculenta avaliação do potencial de energia no processo de produção de etanol*.

Paulo P. Granado, M., T. Machado, G., R. D. Padilla, E., M. Yamaji, F., & C. De Conti, A. (2022). Cassava Waste Torrefaction for Energy Purposes. *Revista Virtual de Química*, *14*(1), 35–39. https://doi.org/10.21577/1984-6835.20210095

Petricoski, S. M. (2017). *Briquetes produzidos com mistura de podas urbanas, glicerina e resíduos de processamento de mandioca*. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Richards, S. R. (1990). Physical testing of fuel briquettes. *Fuel Processing Technology*, *25*(2), 89–100. https://doi.org/10.1016/0378-3820(90)90098-D

Souza, F. De, & Vale, A. T. do. (2017). Densidade energética de briquetes de biomassa lignocelulósica e sua relação com os parâmetros de briquetagem. *Pesquisa Florestal Brasileira*, *36*(88), 405. https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.879

Sunnu, A. K., Adu-Poku, K. A., & Ayetor, G. K. (2023). Production and Characterization of Charred Briquettes from Various Agricultural Waste. *Combustion Science and Technology*, *195*(5), 1000–1021. https://doi.org/10.1080/00102202.2021.1977803

Veiga, J. P. S., Valle, T. L., Feltran, J. C., & Bizzo, W. A. (2016). Characterization and productivity of cassava waste and its use as an energy source. *Renewable Energy*, *93*, 691–699. https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.078