

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS

ALICE DE FÁTIMA FONTENELE LEÃO

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS COM BIOMASSA DO
LÍQUIDO DA CASCA DE COCO VERDE NO ESTADO DO CEARÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2019

ALICE DE FÁTIMA FONTENELE LEÃO

**POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS COM BIOMASSA DO
LÍQUIDO DA CASCA DE COCO VERDE NO ESTADO DO CEARÁ**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Profa. Dra. Dangelia Maria Fernandes

MEDIANEIRA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS COM BIOMASSA DO LÍQUIDO DA CASCA DE COCO VERDE NO ESTADO DO CEARÁ

por

ALICE DE FÁTIMA FONTENELE LEÃO

Esta Monografia foi apresentada em 03 de maio de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Dangela Maria Fernandes
Prof.(a) Orientador(a)

Felippe Martins Damaceno
Membro titular

Alessandra Freddo
Membro titular

Eduardo Eyng
Membro titular

RESUMO

LEAO, Alice de Fátima; FERNANDES, Dangelia Maria. **Potencial de Produção de Biogás com Biomassa do Líquido da Casca do coco verde no estado do Ceará.** 2019. 12. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

O estado do Ceará é considerado o segundo maior produtor de coco verde e enfrenta problemas com o acúmulo dos resíduos gerados pelo seu consumo, que cresce 20% ao ano. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o potencial de produção de biogás com biomassa do líquido da casca de coco verde no estado do Ceará. Os dados secundários foram obtidos de plataformas de informações científicas e sites especializados de órgãos sobre a atividade produtiva. Neste caso, estima-se que a quantidade de 15 mil frutos de coco verde podem gerar 15 m³ de efluente, resultando na produção de 300 m³ de biogás, o que equivale a 1.950 kWh. Portanto, a biomassa da Casca do Coco Verde está disponível em grande quantidade no estado do Ceará, e se torna uma solução na produção de energia do biogás, biofertilizantes, além de reaproveitamento em outros subprodutos como substratos agrícolas, artesanato, fabricação de telas, dentre outros, além de minimizar o passivo ambiental da atividade produtiva na região.

Palavras-chave: Efluente. Biogás. Energia

ABSTRACT

LEAO, Alice de Fátima; FERNANDES, Dangelia Maria. **Biogas Production Potential with coconut husk liquor in the state of Ceara**. 1029. 12. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2019.

The state of Ceará is considered the second largest producer of the fruit and faces problems with the accumulation of waste generated by the consumption of green coconut water. In view of the above, the present work had the objective of analyzing the biogas production potential with biomass of the green coconut shell liquid in the state of Ceará. Secondary data were obtained from scientific information platforms and specialized organ sites on productive activity. In this case, it is estimated that an amount of 15,000 green coconut can generate 15 m³ of effluent, resulting in the production of 300 m³ of biogas, equivalent to 1,950 kWh. Therefore, the biomass of Bark of the Green Cocoa (powder, fiber or liquid) exists in great quantity and availability in the state of Ceará, and becomes a solution in the biogas energy production, biofertilizers, besides reutilization in other byproducts as agricultural substrates , crafts, fabric manufacture, among others, in addition to minimizing the environmental liabilities of productive activity in the region

Keywords: Efuente. Biogas. Energy.

Sumário

RESUMO	16
ABSTRACT	17
1 INTRODUÇÃO	13
2 DESENVOLVIMENTO	14
2.1 PRODUÇÃO DE COCO VERDE	14
2.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DO COCO VERDE	16
2.3 BENEFICIAMENTO DA CASCA DO COCO VERDE	17
2.4 TRATAMENTO ANAERÓBIO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS DO LCCV	19
2.5 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS DO LCCV NO CEARÁ	21
3. CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aprovada em 2010 estabeleceu um prazo de quatro anos para o fim dos lixões nos municípios e a garantia do descarte dos rejeitos em locais ambientalmente adequados. A versão preliminar que não foi publicada refere-se ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos, e somente agora em 2019, ou seja, nove anos após a instituição da PNRS é que se tem a perspectiva de se ter um Plano Nacional aprovado e válido (MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA E CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO, 2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece princípios, objetivos, diretrizes, metas e ações, e importantes instrumentos, tais como este Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que está em processo de construção e contemplará os diversos tipos de resíduos gerados, alternativas de gestão e gerenciamento passíveis de implementação, bem como metas para diferentes cenários, programas, projetos e ações correspondentes (BRASIL, 2010).

A realidade dos resíduos sólidos no país é problemática, conforme o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, entre 2016 e 2017, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) cresceu em 1%, o que representa um total anual de 78,4 milhões de toneladas no país. Deste montante gerado foram coletados 71,6 milhões de toneladas, o que significa que 6,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos não tiveram coleta adequada e conseqüentemente, uma disposição imprópria (ABRELPE, 2017).

Dentre os tipos de resíduos sólidos se destaca o de origem agrícola, como por exemplo o proveniente do coco verde. O acúmulo das cascas de coco verde causa transtornos no ambiente urbano, principalmente nas cidades praianas, e mesmo quando transportado para locais de disposição, devido ao seu longo tempo de decomposição, diminuem o tempo de vida útil dos aterros sanitários (SILVA, 2014).

A produção total de coco verde no Brasil foi de 1.791.988 toneladas no ano de 2017. Neste caso, a região Nordeste corresponde a 74,5% da produção nacional com destaque para os estados da Bahia com 542.217 toneladas, o Ceará com 262.226 toneladas e Sergipe com produção de 230.646 toneladas (IBGE, 2017). Diante desta produção, sabe-se que 80 a 85% do peso bruto do coco é representado pela casca (ROSA et al., 2002), assim, a geração de biomassa

residual em 2017 referente a esta produção teve uma média de 1.523.189 toneladas (ROSA et al., 2002).

Diante desse cenário e como forma de aproveitar a biomassa residual da casca do coco verde para reduzir o impacto ambiental, a unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), situada em Fortaleza - CE, em 2005, apoiou o desenvolvimento de uma tecnologia para o processamento da casca de coco para obter pó e fibras que têm um alto valor agregado (LEITÃO et al., 2010).

O resíduo líquido desse processamento, denominado de Líquido da Casca do Coco Verde (LCCV), possui uma Demanda Química de Oxigênio (DQO) que varia entre 70 e 80 g/L, além de elevados teores de compostos fenólicos totais, potássio e sólidos suspensos voláteis (LEITÃO et al., 2010).

Neste contexto, o consumo de coco verde tende a crescer cada vez mais, tanto no mercado interno quanto externo devido à qualidade de vida e saúde (MARTINS e JESUS JÚNIOR 2014). O objetivo do trabalho foi estimar o potencial de produção de biogás com biomassa do líquido da casca de coco verde no estado do Ceará.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de dados secundários, por meio de pesquisas em literaturas como dissertações, teses, artigos, boletins, dentre outros, voltados à produção de coco verde, bem como, a quantificação e produção deste tipo de biomassa para a geração de biogás.

2.1 PRODUÇÃO DE COCO VERDE

Atualmente, a área mundial colhida de coco verde é de 12 milhões de hectares com uma produção de 60,8 milhões de toneladas. O maior produtor mundial de coco verde é a Indonésia, seguida da Filipinas, que possui a maior área plantada, e posteriormente a Índia, terceira em área plantada e em produção. Esses três países são responsáveis por 72,4% da área plantada e 72,5% da produção mundial. O Brasil possui apenas 2,6% da área, mas participa de 15,3% da produção, o que lhe garante a quarta colocação no ranking dos maiores produtores mundiais de coco verde (ETENE, 2017).

Dentre os dez maiores estados produtores de coco verde no Brasil, sete estão na região Nordeste. A liderança da produção é o estado da Bahia, seguido do Ceará e Sergipe, que juntos totalizam mais de 50% da produção nacional de coco (MARTINS e JESUS JÚNIOR, 2014). Na Figura 1 é apresentada o panorama da produção de coco por regiões do Brasil, na qual a Região Nordeste se destaca com a maior produção de coco com representatividade de 74,10% (IBGE, 2017).

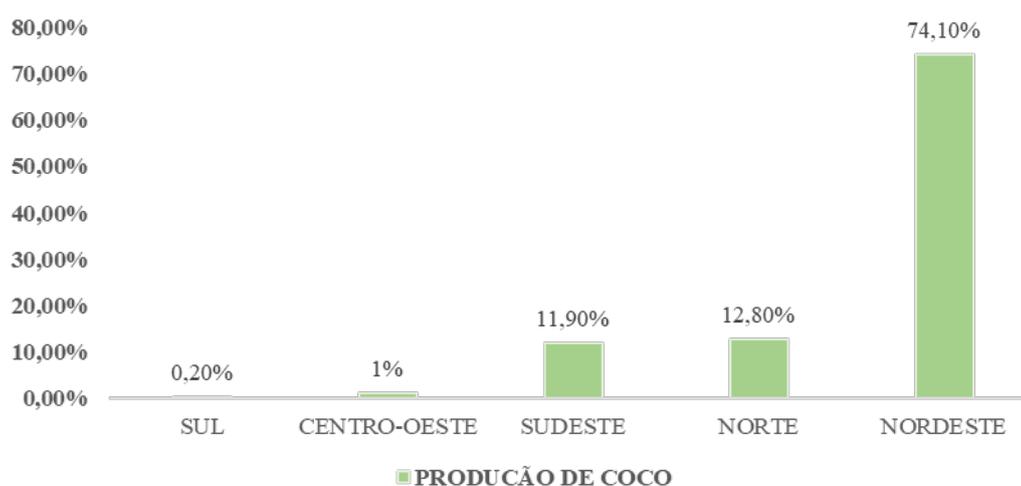


Figura 1 - Panorama da Produção de Coco no Brasil.

Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

Na Tabela 1 é apresentada a produção de coco, área plantada e produtividade do coqueiro dos três principais estados brasileiros produtores no ano de 2016.

Tabela 1 - Produção de Coco nos Estados Nordestinos do Brasil.

Estado	Produção (mil frutos)	Área Plantada (ha)	Produtividade (mil frutos/ha)
Bahia	542.217	79.610	7,8
Ceará	262.226	40.369	6,7
Sergipe	230.646	37.558	6,2

Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

Uma região importante e contínua de produção de coco (Figura 2) é formada pelos municípios do estado do Ceará como Acaraú, Amontada, Itarema, Itapipoca, Paraipaba e Trairi, que juntos concentram 56% da área plantada com coqueiros de todo o estado, e em torno de 46% do coco produzido. O cultivo do coco nesta região é uma das principais atividades econômicas dos municípios que a compõem, sendo garantia da sobrevivência de centenas de pequenos, médios e grandes produtores (CAVALCANTE, 2015).

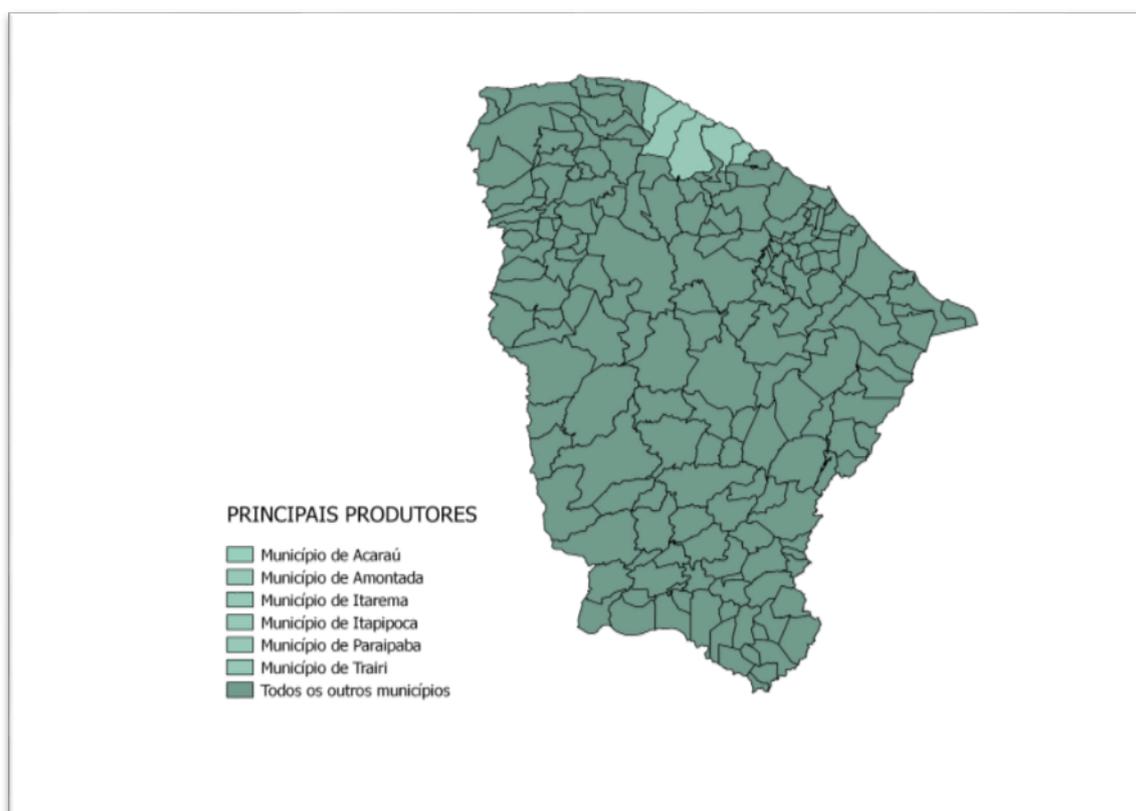


Figura 2 - Principais Municípios Produtores de Coco do Ceará.

Fonte: Adaptado de Cavalcante (2015).

2.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DO COCO VERDE

As cascas de coco verde geradas representam de 80 a 85% do peso bruto do coco e cerca de 70% de todo resíduo gerado nas regiões praianas como Fortaleza - CE (MATTOS et al., 2011). Após o consumo da água, 125 cocos descartados ocupam 1m³ de espaço nos aterros sanitários (CINTRA et al., 2009)

e, por isso, dar mais atenção a uma destinação sustentável desse material poderia ampliar a vida útil dos aterros sanitários.

Devido ao volume substancial das cascas do fruto, esse problema aumenta, principalmente, nos grandes centros urbanos, onde o material é de difícil descarte, sendo enviado diretamente aos lixões e aterros sanitários (ROSA et al., 2002).

O aumento da produção do coco verde passou a ser uma tendência natural, mediante a consequente elevação na geração de resíduos sólidos. As cascas geradas pelo coco verde não possuíam, há pouco tempo, tecnologia adequada que viabilizasse seu aproveitamento (MATTOS et al., 2011).

Assim, o desenvolvimento de alternativas de aproveitamento das cascas de coco possibilita a redução da disposição inadequada de resíduos sólidos e proporciona uma nova opção de rendimento junto aos locais de produção (MATTOS et al., 2011).

2.3 BENEFICIAMENTO DA CASCA DO COCO VERDE

Todo coco produzido no litoral oeste do estado do Ceará, importante região na produção, possui basicamente três destinos principais: as agroindústrias cearenses, outros estados brasileiros e a cidade de Fortaleza (CAVALCANTE, 2015).

Na Central de Abastecimento de Fortaleza foram comercializadas em 2016, em torno de 3,7 mil toneladas de coco verde (ETENE, 2017).

Em 2005, a unidade da EMBRAPA Agroindústria Tropical situada em Fortaleza, em parceria com a iniciativa privada, implementou uma unidade-piloto para a transformação da casca do coco verde em pó e fibras. Essa usina que foi entregue à cooperativa de catadores de lixo, hoje desativada, tinha a capacidade de processar 30 toneladas casca/dia (ARAÚJO, 2008).

O processo de beneficiamento é realizado em três etapas, isto é, trituração, prensagem e classificação (Figura 3). Durante o processo de beneficiamento da casca do coco verde na etapa de prensagem, é liberado um resíduo líquido denominado LCCV que necessita ser destinado para tratamento (ARAÚJO, 2008).



Figura 3 - Etapas Simplificadas do Beneficiamento da Casca do Coco Verde.

Fonte: Adaptado de Araújo (2008).

As possibilidades de aproveitamento da casca do coco verde como pó para ser utilizado como substrato agrícola; em fibras, que podem ser usadas na fabricação de mantas, vasos, cordas, forros de carros, estofamentos, placas, artesanato, além de ser isolador térmico e acústico; e o líquido para geração de biogás e biofertilizante (Figura 4)



Figura 4 - Formas de Aproveitamento da Casca do Coco Verde.

Fonte: Adaptado de Araújo (2008).

Para realizar o processamento na unidade da EMBRAPA Agroindústria Tropical situada em Fortaleza foi instalado um equipamento (Figura 5) para obtenção do pó e da fibra da casca do coco verde. A obtenção é de 15% de pó e 7,5% de fibra da casca do coco verde com rendimento sobre a matéria prima (ARAÚJO, 2008).



Figura 5 - Máquina de Trituração (A) e Prensagem (B) da Casca do Coco Verde para produzir o LCCV.

Fonte: Leitão et al. (2010).

2.4 TRATAMENTO ANAERÓBIO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS DO LCCV

O LCCV é resultado da desidratação (por cilindros compressíveis) seguida da trituração da casca do coco verde (LEITÃO et al., 2010).

A característica deste efluente resultante em termos de concentração de demanda química de oxigênio (DQO) varia de 60 a 70g/L, condutividade elétrica de aproximadamente 9 mS/cm, taninos totais de aproximadamente 6 g/L (TEIXEIRA, 2007), além de teores de potássio e sólidos suspensos voláteis (ARAÚJO, 2008).

Apesar da alta concentração de material orgânico, o que é desejável para o sistema de tratamento anaeróbio, a principal preocupação é referente ao teor de

tanino, que pode inibir o metabolismo de microrganismos envolvidos no processo de degradação (LEITÃO et al., 2010).

O descarte de compostos fenólicos (taninos e ligninas) no meio ambiente pode causar desequilíbrios na dinâmica de cargas no solo e conseqüente empobrecimento nutricional. Quanto aos corpos hídricos, os taninos podem inibir a fotossíntese de plantas aquáticas, acelerar os processos de assoreamento por inibir a ação microbiológica (ARAÚJO, 2008).

Os estudos atuais em andamento consideram sobre o potencial do LCCV como fonte de taninos para formulação de resinas fenólicas e para fins fitoterápicos; como fonte de açúcar em processos fermentativos e geração de biogás; e como fonte de potássio, na fertilização de cultivos agrícolas (MATTOS et al., 2011).

A concentração de açúcares no LCCV é elevada e varia de 37 g/L (reduzidos) a 43 g/L (reduzidos totais), fator que contribui para a redução de DQO (TEIXEIRA, 2007), essa redução pode ser explicada em virtude da glicose ser responsável pela remoção dos taninos, uma vez que atua como doadora de elétrons durante a degradação anaeróbica dos compostos recalcitrantes (LEITÃO et al., 2010).

No experimento da unidade da EMBRAPA Agroindústria Tropical de Fortaleza, a remoção média foi de 81% para DQO solúvel e 82% para DQO bruta (LEITÃO et al., 2010). Na Tabela 2 é demonstrada a caracterização físico-química do efluente do líquido da casca do coco verde.

Tabela 2 - Caracterização físico-química do Efluente do Líquido da Casca do Coco Verde. (continua)

Parâmetro	Unidade	Nº de Determinações	Média	Desvio Padrão
DBO	g/L	2	41,2	-
DQO	g/L	60	63,5	12,03
Fenólicos Totais	g/L	15	5,95	1,01
Açúcares	g/L	2	45,10	-
Alcalinidade Total	g/L	2	1,01	-
pH	-	60	4,91	0,38
Condutividade	mS/cm	2	8,75	-
Amônia	mg/L	2	746	-
Nitrito	mg/L	2	0,42	-

Nitrato	mg/L	2	66	-
Fósforo Total	mg/L	2	130	-
Sólidos Totais	g/L	18	65,30	1,24
Sólidos Fixos	g/L	18	6,16	438
Sólidos Voláteis	g/L	18	59,10	1,29

Fonte: Adaptado de Araújo (2008).

2.5 POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS DO LCCV NO CEARÁ

Destaca-se que ainda são raras as ações praticadas no Brasil sobre o uso da biomassa das cascas de coco verde para a produção de biogás, tendo em vista os restos da agricultura com elevado potencial de aproveitamento (BITTENCOURT, 2008).

A usina de beneficiamento da casca do coco verde implementada pela EMBRAPA Agroindústria Tropical em Fortaleza no ano de 2005, atualmente está desativada. Diante disso, todo resíduo do coco verde com potencial de aproveitamento, atualmente está sendo transportado para o aterro sanitário da cidade ou para os lixões de outras cidades litorâneas, como é o caso de Paraipaba - CE, um dos maiores produtores do fruto. Nesta cidade, também existia uma unidade de beneficiamento que está desativada.

Admitindo-se que cada coco produz, em média 1,5 kg de resíduos de cascas e que todo fruto é consumido ainda verde (MARTINS e JESUS JÚNIOR, 2014) e que a produção agrícola no Ceará em 2017, foi de mais de 188 milhões de frutos, o estado gerou 282 mil toneladas de casca de coco verde nesse ano (Figura 6) (IBGE, 2017).



Figura 6 - Resíduos de Casca de Coco Verde gerados no Ceará em 2017.

Fonte: Martins e Jesus Júnior (2014) e IBGE (2017).

Uma usina de beneficiamento da casca do coco verde, com capacidade para processar 15 mil cocos por dia, semelhante à criada pela EMBRAPA Agroindústria Tropical, produz cerca de 15 m³ LCCV por dia. Com base nos resultados desta pesquisa, estima-se que podem ser produzidos 290 m³/d de biogás em um reator UASB de 97,5 m³ que opera com uma taxa de carregamento orgânico de 10 kg DQO/m³.d e TDH de 156 h (LEITÃO et al., 2010). Conforme Araújo (2008), se pode produzir 20 m³ de biogás, ou cerca de 130 kWh, por m³ de efluente.

O poder calorífico do biogás é de 5.850 Kcal/m³, sendo que 290 m³/d de biogás são suficientes para gerar, teoricamente, 1.979 kWh. Considerando que, a eficiência global de um gerador elétrico alimentado por um motor de biogás é de aproximadamente 25%, assim, os reatores anaeróbicos podem abastecer uma unidade de processamento de coco com 62 KW por 8 horas por dia, o que é suficiente para operar os motores elétricos (LEITÃO et al., 2010).

Portanto, mediante os dados e a produção de coco no Ceará no ano de 2017, ou seja 188.587.000 (cento e oitenta e oito milhões, quinhentos e oitenta e sete mil) frutos (IBGE, 2017), calcula-se que o potencial de geração do biogás no estado foi de 3.771.740 m³ ou 24.516 MWh (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativa do Potencial de Biogás a partir da Produção de coco no Ceará no ano de 2017.

Quantidade de Frutos (unidade)	Quantidade de Efluente (m ³)	Biogás (m ³)	Energia
15.000	15	300	1.950 kWh
188.587.000	188.587	3.771.740	24.516 MWh

Fonte: Araújo (2008) e IBGE (2017).

Os resultados apresentados nesse estudo apontam para um pressuposto de que aproximadamente 24 milhões de kWh/ano, no caso do beneficiamento do LCCV no estado do Ceará, seriam suficientes para abastecer 10 mil residências com consumo médio de 200 kWh/mês.

3. CONCLUSÕES

O estudo verificou que existe uma grande quantidade de biomassa do LCCV e também muitas possibilidades do seu aproveitamento energético. Para tanto, uma solução para o processamento do resíduo da casca do coco verde já foi idealizada e colocada em prática pela unidade da EMBRAPA Agroindústria Tropical em Fortaleza, mas infelizmente a usina de beneficiamento foi desativa há três anos, por esse motivo, o problema ainda existe e precisa ser resolvido e colocado em pauta.

Considera-se que a solução pode vir da implementação de uma política pública específica em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que poderá trazer benefícios ao meio ambiente, à saúde das populações, além de promover alternativas para a geração de energia do biogás.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama 2017: Resíduos Sólidos Urbanos**. 2017.

ARAÚJO, A. M. **Tratamento anaeróbio do líquido da casca de coco verde utilizando reator UASB**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

BITENCOURT, D. V. **Potencialidades e estratégias sustentáveis para o aproveitamento de rejeitos do coco (Cocos nucifera L.)**. São Cristóvão-Sergipe, 2008. Dissertação de Mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. altera a Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 02 de Agosto de 2010.

CADERNO SETORIAL ETENE. **A Adaptação do Nordeste ao Cenário de Modernização da Cocoicultura Brasileira**. Ano 2, nº 18, outubro de 2017.

CAVALCANTE, L. V. **A Nova Geografia do Coco: Reestruturação Produtiva, Territorialização do Capital e Dinâmicas Socioespaciais**. 2015. 298f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Fortaleza, CE: UECE.

CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M; FERREIRA, J. M. S. **Fundamentos tecnológicos para a revitalização das áreas cultivadas com coqueiro gigante no nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 232 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil (LSPA)**. Rio de Janeiro v.30 n.12 p.1-82 dezembro. 2017.

LEITÃO, R. C.; ARAÚJO, A. M.; SOUSA, O. L.; FREITAS NETO, M. A.; VIANA, M. B.; BRITO, C. R. F.; SOUSA, A. B.; ROSA, M. F.; PINTO, G. A. S.; SANTAELLA, S. T. **Tratamento biológico do líquido da casca do coco verde**. CPAP - Boletim de Pesquisa EMBRAPA, v. 39, p. 1-124, 2010.

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014.

MATTOS, A. L. A.; ROSA, M. F.; CRISÓSTOMO, L. A.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; VERAS, L. G. C. **Beneficiamento da casca do coco verde**. Embrapa - Agroindústria Tropical, 2011.

MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA E CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. **Relatório de avaliação por área de gestão nº 9 - Resíduos sólidos**. p. 9, Brasília, outubro, 2017

ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; SANTOS, F. J. S.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24 p. (Documentos, 52).

SILVA, A. C. **Reaproveitamento da Casca de Coco Verde**. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.13, n.5, dez. 2014, p.4077-4086 e-ISSN 2236 1308 - DOI:10.5902/2236130815186.

TEIXEIRA, R. B. **Fermentação alcoólica utilizando o líquido da casca do coco-verde como nutrientes**. 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.