



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA DA
BIOMASSA



MARIA DA CONCEIÇÃO LUZ MOREIRA

ESTIMATIVA DA DEMANDA DE BIOMASSA PARA COMBUSTÃO EM
INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO ESTADO DE ALAGOAS

MACEIÓ - AL

2021

MARIA DA CONCEIÇÃO LUZ MOREIRA

ESTIMATIVA DA DEMANDA DE BIOMASSA PARA COMBUSTÃO EM
INDÚSTRIAS DE CERÂMICA VERMELHA DO ESTADO DE ALAGOAS

Dissertação de Mestrado apresentada à
coordenação do Programa de Pós-
Graduação em energia da Biomassa da
Universidade Federal de Alagoas, como
requisito final para a obtenção do grau de
Mestre em Energia da Biomassa.

Orientadora: Prof^a Dr^a Vânia Aparecida de Sá

MACEIÓ - AL

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

M835e Moreira, Maria da Conceição Luz

Estimativa de demanda de Biomassa para combustão em indústrias de cerâmica vermelha no Estado de Alagoas. / Maria da Conceição Luz Moreira – 2021.

38 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Energia da Biomassa) - Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2021.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Vania Aparecida de Sá

Inclui bibliografia

1. Biomassa florestal. 2. Eucalipto. 3. Combustão direta. I. Título.

CDU: 620.92:67

MARIA DA CONCEIÇÃO LUZ MOREIRA

TERMO DE APROVAÇÃO

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre Profissional em Energia da Biomassa, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

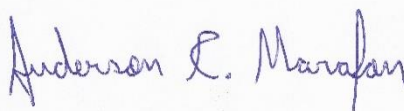
Aprovado em 04/03/2021



Prof.ª. Dr.ª. Vânia Aparecida de Sá
Orientadora (CECA/UFAL)



Prof.ª. Dr.ª. Anna Carolina de Almeida
Membro Externo (UFS)



Prof. Dr. Anderson Carlos Marafon
Membro Interno (EMBRAPA)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos na minha vida. Agradecida por sua infinita misericórdia e bondade e por sempre estar comigo e me carregar nos braços sempre que pensei em desistir. E agradecida principalmente por ter me dado uma família tão especial.

À Profa. Vânia de Sá, pela orientação, competência, profissionalismo, generosidade e dedicação tão importantes. Agradecida por acreditar em mim, não teria chegado ao fim sem o seu apoio. A senhora sempre será lembrada em minhas orações pela importância que tem na minha vida.

Aos membros da banca examinadora, que tão gentilmente participaram e contribuíram com esta dissertação.

Ao meu pai (*in memorium*) e a minha mãe deixo meu agradecimento especial, por todas as lições de amor e cuidado que tiveram e sempre terão comigo e agora também todo o amor com meus filhos. Agradeço ainda pela dedicação que sempre tiveram com minha educação e com meus valores de vida, que sempre foi minha base para viver e nunca desistir dos meus sonhos. Obrigada por sempre acreditarem em mim.

Ao meu irmão que é meu exemplo de amor e bondade, que me mostra a inocência do amor e a beleza da vida.

A minha irmã, que amo exageradamente, que sempre está comigo e me apoia em tudo nesta vida.

Aos meus filhos, que representam meu renascimento nesta vida e me fazem prometer todos os dias à Deus, seguir a minha vida nos melhores passos, tendo Jesus como inspiração e guia, pois sei que meus passos serão os passos deles e não irei vacilar nem descuidar dos meus filhos um único segundo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
1.0 INTRODUÇÃO	10
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Histórico do uso da Lenha/Carvão	12
2.2 Utilização de lenha como combustível no Brasil e no mundo	14
2.3 Os locais de maior uso	15
2.4 Atividade cerâmica.....	17
2.4.1 Histórico	17
2.4.2 Segmentos do setor.....	18
2.4.3 O setor ceramista e o meio ambiente	20
3.0 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Área de estudo	22
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.0 CONCLUSÃO.....	30
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXO I.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estado de Alagoas (fonte: FIEA,2014).....	223
Figura 2. Consumo mensal médio (m3) de biomassa pelas cerâmicas em Alagoas. ..	255
Figura 3. Produção mensal em milheiros, de cinco cerâmicas em Alagoas.....	266

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação da participação de diversas fontes de energia: Brasil, OECD e mundo	13
Tabela 2. Principais países importadores do carvão vegetal brasileiro	17
Tabela 3. Segmento da Indústria Cerâmica	18
Tabela 4. Distribuição das empresas cerâmicas existentes no polo Alagoas	21
Tabela 5. Tipos, procedências e valores das biomassas utilizadas pelas Indústrias Cerâmicas em Alagoas	24
Tabela 6. Enquadramento, tempo de atividade, licença ambiental e produtos fabricados pelas 5 cerâmicas analisadas em Alagoas	26
Tabela 7. Características das 5 cerâmicas analisadas em Alagoas	27
Tabela 8. Estimativa de área necessária para atender o consumo de madeira de cada empresa cerâmica do estado de Alagoas	28

RESUMO

A lenha é um recurso energético que vem sendo cada vez mais escasso, devido principalmente a falta de áreas de reflorestamentos das indústrias que se utilizam desse recurso e o uso descontrolado de lenha proveniente de espécies nativas. A biomassa de origem florestal é uma fonte importante de energia na matriz energética brasileira. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o consumo e a procedência da lenha e de outras biomassas utilizadas por indústrias cerâmicas do Estado de Alagoas. Foram avaliadas um total de 5 indústrias de cerâmicas que estão ativas, cadastradas junto ao SINDICER (Sindicato da Indústria de Produtos Cerâmicos do Estado de Alagoas), as quais foram identificadas como cerâmicas A, B, C, D e E. Foi aplicado um questionário, de forma direta, com objetivo de identificar algumas características de cada cerâmica estudada. A descrição da empresa foi feita através de letras a fim de ser mantido o sigilo em relação ao resultado de cada empresa. Os dados coletados foram tabulados por meio de planilhas e análises descritivas. Todas as cerâmicas analisadas nesta pesquisa utilizaram mais de uma fonte de biomassa, sendo as mais utilizadas: eucalipto (madeira e costaneiras), lenha de fruteiras (mangueira, jaqueira, entre outras), acácia (*Acacia* sp.), folhas de coqueiro, aveloz (*Euphorbia tirucalli*), bambu (*Bambusa vulgaris*), algaroba (*Prosopis juliflora*), casca de coco, pó de serragem. A procedência da biomassa utilizada nas cerâmicas foi praticamente toda do Estado de Alagoas, com exceção do eucalipto que procedeu, parcialmente do Estado da Bahia. As indústrias (cerâmicas) entrevistadas expressaram a necessidade de utilizar mais de uma fonte de biomassa, com fins de baratear o custo do produto final e melhorar a qualidade da madeira quanto à umidade e heterogeneidade do material, que normalmente variam a cada lote recebido. O estudo também revela a necessidade de plantio de cultivos dedicados à biomassa (eucalipto, bambu, capim-elefante, entre outros) em áreas degradadas, bem como do aproveitamento de outros resíduos agroindustriais (bagaço e palha de cana, casca de arroz, entre outros) para fins de obtenção de biomassa voltada para produção de energia.

Palavras-chave: Biomassa florestal; eucalipto; setor ceramista; consumo; combustível sólido; combustão direta.

ABSTRACT

Firewood is an energy resource that is becoming increasingly scarce, mainly due to the lack of reforestation areas in the industries that use this resource and the uncontrolled use of firewood from native species. Biomass of forest origin is an important source of energy in the Brazilian energy matrix. The aim of this work was to characterize the consumption and origin of firewood and other biomasses used by ceramic industries in the State of Alagoas. A total of 5 active ceramic industries were evaluated, registered with SINDICER (Union of the Ceramic Products Industry of the State of Alagoas), they were identified as ceramics A, B, C, D and E. An analysis was carried out through a questionnaire conducted directly in order to identify some characteristics of each ceramic distributed throughout the state of Alagoas. The description of the company was made using letters in order to maintain confidentiality in relation to the results of each company. The collected data were tabulated using spreadsheets and descriptive analyzes. All the ceramics analyzed in this research used more than one biomass, the most used ones being: eucalyptus, eucalyptus coast, firewood (mango trees), acacia, coconut palm, hazelnuts, bamboo, mesquite, coconut shell, sawdust. The origin of the biomass used in the ceramics was practically all from the State of Alagoas, with the exception of eucalyptus, part of which came from Bahia. The (ceramics) companies interviewed expressed the need for more species used as biomass, in order to lower the cost of the final product, and to improve the quality of the wood in terms of the moisture content of the material and its heterogeneity, which normally vary with each cargo received. The study also reveals the need to plant degraded areas for the purpose of obtaining biomass for energy production.

Keywords: Forest biomass; eucalyptus; ceramics sector; consumption; solid fuel; direct combustion.

1 INTRODUÇÃO

A lenha é o recurso energético mais antigo usado pelo homem e continua tendo grande importância na Matriz Energética Brasileira (CERPCH, 2007). Devido a legislação ambiental imposta para a utilização da lenha proveniente de espécies nativas, e a falta de áreas de reflorestamento, este recurso energético tem ficado cada vez mais escasso (LAL, 2018). Contudo, a preocupação com a sustentabilidade vem tomando espaço cada vez maior nas decisões individuais, empresariais e governamentais. Com isso a utilização de energia renovável no Brasil por meio da biomassa, hidráulica, eletricidade e lenha tem crescido de forma substancial (EPE, 2012).

A produção energética por meio de fontes não renováveis, como por exemplo, o petróleo, além de emitir grandes quantidades de GEE e contribuir com as mudanças climáticas, compromete a segurança energética global (SILVA e GERÔNIMO, 2012). Dessa forma, surge à necessidade eminente da produção de energia e combustíveis oriundos de fontes renováveis (CABRAL, 2015). Nesse sentido, tem aumentado o interesse pela produção energética através da biomassa vegetal (CORTEZ et al., 2009; ROCHA et al., 2015; ANDRADE et al., 2017; PAZ et al., 2017)

A produção de lenha do extrativismo apresentou, em 2015, uma queda de 7,4% em relação a 2014. O total obtido foi de 25,0 milhões m³, dos quais a Bahia participou com 20,1%, seguida por Ceará (12,5%) e Maranhão (8,4%) que produziram, juntos, 41,0% do total nacional. Na Bahia, a maior produção municipal foi em Xique-Xique; no Ceará, em Santa Quitéria (IBGE, 2015). O estado de Alagoas, apresenta tipos de biomassa que podem ser aproveitados com fins energéticos, entre eles, o eucalipto surge com grande potencial para alavancar a matriz energética brasileira, principalmente na produção de lenha. De acordo com Simioni (2009), a biomassa de origem florestal representa uma importante fonte de energia na matriz energética brasileira, ratificando que o eucalipto é a principal espécie cultivada para suprir a demanda de lenha. Tradicionalmente, a lenha é transformada em carvão vegetal e como fonte de energia, principalmente por indústrias e residências.

O setor de cerâmica é um forte consumidor de lenha que vem aumentando ao longo dos anos, além de apresentar um importante papel socioeconômico. Porém, junto

ao aumento do consumo de lenha do setor, aumenta também a preocupação com os impactos ambientais gerados por ele. Sendo assim, surge a necessidade do plantio de floresta voltada para a produção de madeiras para este fim. Considerando-se a média de produção mundial de madeira, o Estado deveria ter cerca de 72 mil hectares de florestas plantadas com produtividade anual em torno de 35 m³/ha, produzindo 2,55 milhões de m³ para abastecer o mercado local (FLORIANO, 2018). Com isso, objetivou-se com o presente trabalho caracterizar o consumo de lenha e de outras biomassas, identificando as suas procedências e, com isso, estimar a área necessária de cultivo de Eucalipto para abastecer os produtores de cerâmicas em Alagoas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do uso da Lenha/Carvão

No século XX, o uso em excesso dos insumos como petróleo e carvão mineral provocou um desequilíbrio das condições climáticas do planeta, principalmente devido à alta liberação dos gases causadores do efeito estufa (GEE), o qual tem elevado o aumento da temperatura global (MATSUOKA et al., 2012). Brito (2007) em seu estudo afirma que o desenvolvimento do consumo mundial de energia, com base em combustíveis fósseis, levou a humanidade para uma matriz energética insegura, cada vez mais cara e agressiva para o meio ambiente. Neste sentido, surge a necessidade de estudos em fontes de energia renovável na construção de um futuro energético mais sustentável como, por exemplo, o uso da lenha ou carvão vegetal de forma racional (KUMAR et al., 2016).

A lenha (ou carvão vegetal) é o energético mais antigo usado pelo homem, o carvão é o produto resultante da queima ou carbonização de madeira, sendo utilizado no cotidiano como combustível de aquecedores, lareira, churrasqueiras e fogões a lenha, o carvão vegetal também abastece alguns setores industriais, como as siderúrgicas (ABRAF, 2010). Farias et al. (2011) afirmam que o carvão foi o combustível utilizado em grande escala, ao substituir a lenha e ser usado na combustão direta para a produção de vapor nas máquinas de Watt. Formado por troncos, raízes, galhos e folhas de árvores gigantes que cresceram há mais de 250 milhões de anos em pântanos rasos, essas partes vegetais, após morrerem, depositaram-se no fundo lodoso e ficaram encobertas.

Foi no estado de Minas Gerais que o carvão surgiu em escala comercial no Brasil, sendo responsável na década de 1950 e 1960 por 90% da produção de ferro-gusa do país e na década de 1970 o estado tornou-se o maior produtor polo siderúrgico a carvão vegetal do mundo (REZENDE e SANTOS, 2010). A partir de 1960 com os incentivos fiscais do Governo Federal surgiram os plantios florestais, elevando o aumento na produção de carvão vegetal (VITAL e PINTO, 2011).

Diante da crise do petróleo, surgiram várias indicações para o uso de opções energéticas novas e renováveis, e então a biomassa foi caracterizada como um grande potencial energético. Em 1975 foi criado o Programa Nacional do Alcool - Proálcool, um programa de substituição em larga escala dos derivados de petróleo. Esse programa visava evitar o aumento da dependência externa de divisas quando dos choques de preço de petróleo (CORTEZ, 2018). Ainda na década de 70 houve várias propostas para o uso de

biomassa florestal para fins energéticos e como consequência surge à importância da madeira como fonte de energia no Brasil. O principal aspecto foi o reconhecimento da expressiva participação da madeira na história do consumo energético nacional até o ano de 1972, que representava a primeira fonte de energia do país. Somente em 1973 foi perdida a sua liderança para a energia derivada do petróleo e em 1978 é que ela foi suplantada pela hidroeletricidade (VITAL e PINTO, 2011). Porém, o consumo de carvão vegetal de matas nativas foi precursor de desmatamentos e consequentemente perturbação do meio ambiente. Notou-se a necessidade de substituir esse consumo por carvão de florestas plantadas. Juvenal e Matos (2002) afirmam que para que haja suprimento do carvão vegetal são necessários novos plantios de florestas, mesmo que exista tendência de estabilização no consumo e na produção vegetal. Isso se deve ao fato da diminuição da matéria prima próxima às indústrias consumidoras e às exigências restritivas ao uso de madeira proveniente de matas nativas, conforme a legislação em vigor. Na tabela 1, mostra a comparação entre diversas fontes de energia.

Tabela 1. Comparação da participação de diversas fontes de energia: Brasil, OECD e mundo.

FONTE	Brasil	OECD*	Mundo
Petróleo (%)	37,4	40,6	35,0
Biomassa (%)	31,1	4,2	10,5
Hidráulica (%)	14,9	2,0	2,2
Lenha (%)	6,0	20,4	25,3
Gás Natural (%)	9,3	21,8	20,7
Urânio (%)	1,4	11,0	6,3
Milhões de tep	226,1	5.506	11.435
Renováveis (%)	45,1	6,2	12,7

*Organization for Economic Cooperation and Development – Organização Para Cooperação Econômica e Desenvolvimento.

Fonte: Balanço Energético Nacional, 2007.

O Brasil, por exemplo, é um dos maiores produtores e consumidores de lenha do mundo, respondendo aproximadamente por 30% da produção mundial, em que cerca de 80% é centrada no uso siderúrgico para a produção de ferro gusa, ferro ligas e aço. Além da siderurgia a lenha possui inúmeras funcionalidades, dentre elas o uso doméstico,

carvão metalúrgico, carvão para gasogênio, carvão, carvão para a indústria química e carvão para a indústria de cimento, além de geração de energia elétrica. Porém, apesar de o Brasil ser um gigante na produção do carvão, no país a maioria das indústrias não adotam novas tendências à inovação e adoção de tecnologias aperfeiçoadas nas atividades de carbonização, prevalecendo processos produtivos primitivos, com baixa eficiência energética e operacional (TACCINI, 2010). Mesmo assim a produção do carvão vegetal no País responde por cerca de 1/3 da produção mundial, porém é utilizada em sua quase totalidade para a siderurgia, mas produzida ainda, em sua grande maioria, como há um século, sem as preocupações básicas com a preservação do meio ambiente e com as condições de trabalho inadequadas (PINHEIRO et al., 2006; SANTOS et al., 2012).

Atualmente o segmento siderúrgico brasileiro, usuário de redutor bioenergético ou de seus derivados, evidencia crescimento expressivo na produção de aço a partir de carvão vegetal, o que pode ser observado pelo aumento de 86% do consumo de carvão vegetal originado de plantações florestais para produção de ferro gusa no País, um índice crescente nos últimos três anos. Em termos de área plantada destinada à produção de carvão vegetal, as empresas produtoras de aço possuem 842,4 mil hectares de árvores plantadas para uso econômico, além de apoiar técnica e financeiramente o plantio por terceiros, em fomento à atividade de silvicultura. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2015).

2.2 Utilização de lenha como combustível no Brasil e no mundo

De acordo com dados da FAO (2017) cerca da metade da população da América Central, aproximadamente 22,5 milhões de pessoas, dependem da lenha para atender as necessidades energéticas básicas. Ainda de acordo com a FAO, o consumo de lenha na América Central em 2013 foi de 42,5 milhões de metros cúbicos. A maior porcentagem de consumo de lenha vai para o cozimento de alimentos e em menor proporção é utilizada como calefação e na pequena indústria. A lenha é a fonte primária de energia para as famílias rurais da Guatemala, Honduras e Nicarágua, com aproximadamente 18 milhões de habitantes dependendo desse recurso. Segundo o Perfil Ambiental e Sistema de Contas Ambientais da Guatemala, 95% da madeira consumida no país é extraída de forma não controlada. Desse volume, 76% se usa para lenha e 24% para outros usos.

Sgarbi (2013) analisando a situação do Brasil afirma que a utilização da lenha no país contraria com o perfil observado em economias emergentes, como China, Índia,

África do Sul e México. Enquanto que nesses países a lenha é mais utilizada no setor residencial, no Brasil, grande parcela de lenha é utilizada pelo setor industrial.

Dados do Ministério de Minas e Energia apontam que a lenha reduziu sua participação no consumo final de energia no Brasil de 8,2% em 2005 para 6,1% em 2016. O consumo total de lenha passou, no período de 2005 a 2016, de 91.676 mil para 77.768 mil toneladas, sendo que a transformação em carvão e o consumo final em residências respondem atualmente por 30,1% e 22,7% do consumo total de lenha, respectivamente. Enquanto esses dois setores reduziram sua participação percentual, o consumo industrial aumentou seu consumo de lenha (BRASIL, 2015). De acordo com IBGE (2018), o Brasil tem apresentado crescente substituição da lenha da extração vegetal de origem nativa pelo suprimento via florestas plantadas, cuja participação da lenha da silvicultura em relação ao total consumido passou de cerca de 20% em 1990 para mais de 70% em 2013.

2.3 Os locais de maior uso da Lenha

No Brasil, os principais polos produtores de lenha estão localizados no estado de Minas Gerais, Pará, Maranhão, Mato Grosso do Sul e Espírito Santo. Estes estados destacam-se também pelo consumo de carvão vegetal para suprir as siderúrgicas instaladas nessas regiões (RESENDE e SANTOS, 2010; VITAL e PINTO, 2011).

De acordo com dados do IBGE (2017) a produção de lenha do extrativismo apresentou, em 2016, uma queda de 7,4% em relação a 2015. O total obtido foi de 25,0 milhões m³, dos quais a Bahia participou com 20,1%, seguida por Ceará (12,5%) e Maranhão (8,4%) que produziram, juntos, 41,0% do total nacional. Na Bahia, a maior produção municipal foi em Xique-Xique; no Ceará, em Santa Quitéria. A produção de carvão vegetal extrativo foi de 544,5 mil t, com redução de 31,7%. Os principais produtores foram Maranhão (161,2 mil t) e Bahia (100,5 mil t).

A produção de lenha oriunda de silvicultura em 2016 foi 8,0% inferior ao ano anterior, com 5,0 milhões t. Desse total, 98,9% foi oriundo de plantios de eucaliptos. Minas Gerais e Maranhão, juntos, respondem por 91,4% da produção nacional. Dos 20 maiores municípios produtores, 17 são mineiros, com destaque para João Pinheiro, líder nacional de produção, Três Marias e Buritizeiro. Açailândia, Bom Jardim e Grajaú são os três municípios maranhenses que fecham a lista. O total de lenha produzido em 2016 foi de 53,3 milhões m³, uma queda de 2,3% em relação a 2015. O Paraná, mesmo apresentando redução de 8,9%, foi o principal produtor, seguido por Rio Grande do Sul

(23,8%), Santa Catarina (14,5%), São Paulo (11,6%) e Minas Gerais (11,0%). Rancharia (SP), Telêmaco Borba (PR) e Butia (RS) destacaram-se entre os maiores produtores municipais. A produção de lenha de eucalipto responde por 85,8% do total obtido em áreas plantadas, enquanto a lenha de pinus representa 5,6% (IBGE, 2015).

Em Alagoas, a produção florestal no ano de 2015 foi de 47,5 mil toneladas considerando todos os produtos (lenha, carvão, toras, Licuri, Mangaba e Umbú), num valor de 2,3 milhões de Reais, tendo contribuído com a produção 49 dos 102 municípios do Estado. No Estado, a produção florestal no ano de 2015 foi de 47,5 mil toneladas considerando todos os produtos (lenha, carvão, toras, Licuri, Mangaba e Umbú), num valor de 2,3 milhões de Reais, tendo contribuído com a produção 49 dos 102 municípios do Estado. O Estado de Alagoas tem áreas próprias para silvicultura, apresentando grandes áreas onde é a atividade rural recomendável pelas condições ambientais que apresenta, tanto de restrições para outras culturas quanto à adequação de espécies conhecidas ao ambiente regional (FLORIANO, 2018).

Atualmente a principal forma econômica do Estado de Alagoas é a agricultura, sendo acrescida com a participação da agroindústria com cerca de 22% do PIB estadual. Em meados de 1850 foi iniciada a produção de cana, a implantação de engenhos e a indústria sulcroalcooleira, que vieram a se tornar a base da economia do Estado até a década de 1960 (FIEA, 2015; FLORIANO, 2018).

Outro grande polo produtor e consumidor de lenha é a região Amazônica, situado na região dos Carajás, no estado do Pará. Nessa região, encontra-se o segundo polo guseiro do Brasil na fabricação de ferro - gusa. O processo de ocupação foi semelhante ao que ocorreu no estado de Minas Gerais, influenciado pela possibilidade de madeira “gratuita”, e reservas de minério de ferro, várias empresas produtoras de gusa instalaram na região, e não apresentavam certificação de florestas e de seus produtos (VITAL e PINTO, 2011).

Os principais importadores de madeira para o uso da lenha brasileira estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Principais países importadores de madeira brasileira para produção de lenha-US\$ FOB-2018.

País	2017	2018
Estados Unidos	1.119.967.625	1.247.451.819
México	211.525.279	225.977.644
China	163.014.211	160.204.628
Reino Unido	109.032.954	126.320.340

Fonte: Adaptado Remade (2018).

2.4 Atividade cerâmica

2.4.1 Histórico

A palavra cerâmica vem do grego “Kéramos” e significa “terra queimada” ou “argila queimada”. A história da cerâmica está diretamente relacionada à história evolutiva das civilizações. A cerâmica é um dos mais antigos materiais produzidos pelo homem e existe há cerca de 10 a 15 mil anos, sendo identificada pelos estudiosos como a mais antiga das indústrias. Quando saiu das cavernas e se tornou um agricultor, o homem necessitava não apenas de um abrigo, mas de vasilhas para armazenar a água, alimentos colhidos e sementes para a próxima safra. Por ser um material impermeável, resistente e de fácil fabricação, a cerâmica passou a ter diversos usos, inclusive como expressões artísticas de diversas civilizações ao longo da história. Essas facilidades foram encontradas na argila, deixando pistas sobre civilizações e culturas que existiram milhares de anos antes da Era Cristã (GRIGOLETTI, 2003).

De acordo com Anicer (2011), no Brasil a cerâmica tem seus primeiros dados na Ilha de Marajó, no estado do Pará. Esta evidencia a avançada cultura indígena que floresceu na ilha. Estudos arqueológicos indicam a presença de uma cerâmica mais simples, sendo possível afirmar que tenha sido criada na região amazônica por volta de cinco mil anos atrás. Nas primeiras peças decoradas, os motivos artísticos eram geralmente o dia a dia das comunidades: a caça, os animais, a luta, etc. (ANICER; 2011). Diversos produtos do setor de cerâmica vêm atingindo um patamar apreciável nas exportações do país devido a evolução das indústrias, em função da abundância de

matérias-primas naturais, fontes de energia e disponibilidade de tecnologias embutidas nos equipamentos industriais (OLIVEIRA et al., 2006).

2.4.2 Segmentos do setor

Os segmentos que compõem o setor de cerâmica possuem características diferentes, devido às matérias-primas empregadas, propriedades e utilização dos produtos fabricados. O ramo é dividido em segmentos que se diferenciam em função de fatores tais como: matérias-primas, propriedades, aplicação de seus produtos, além de outros fatores técnicos e/ou econômicos (MACEDO et al., 2012; SANTOS et al., 2017). As classificações desses segmentos e seus produtos característicos são mostrados na tabela 3.

Tabela 3. Segmentos da Indústria Cerâmica.

Classificação	Descrição
Cerâmica branca	Produtos obtidos a partir de uma massa de coloração branca, em geral recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor (louça de mesa, louça sanitária e isoladores elétricos).
Cerâmica de revestimentos	Responsável pela produção de materiais na forma de placas, usados na construção civil para revestimento de paredes, pisos, piscinas de ambientes internos e externos, etc.
Cerâmica vermelha	Materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas), e também utensílios de uso doméstico e de decoração. Segmento formado em geral pelas olarias e fábricas de louças de barro.
Materiais refratários	Abrange os produtos com finalidade de suportar temperaturas elevadas em condições específicas de processo e/ou de operação. Usados basicamente em equipamentos industriais, estão geralmente sujeitos a esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura entre outras adversidades.

Isolantes térmicos	Produtos isolantes térmicos não refratários, incluindo produtos como, sílica diatomácea, silicato de cálcio, lã de vidro e lã de rocha, que podem ser utilizados, a temperaturas de até 11 00°C; e fibras ou lãs cerâmicas que apresentam composições tais como sílica, sílica alumina, e zircônia e que, dependendo do tipo, podem chegar a temperaturas de até 2000°C ou mais.
Cerâmica de alta tecnologia/cerâmica avançada	Produtos desenvolvidos a partir de matérias-primas sintéticas de altíssima pureza, por meio de processos rigorosamente controlados e classificados, de acordo com suas funções.

Fonte: (SEBRAE, 2008; adaptado por SANTOS et al., 2017)

De acordo com o INT (2014), o setor de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil é formado por 1.714 empresas de cerâmica e olarias, o que corresponde a cerca de 25% do total de empresas no Brasil (aproximadamente 6.903 empresas), distribuídas nos 9 estados da região. Em relação ao combustível utilizado, a fonte energética principal é a lenha, tanto de origem nativa como a de origem legal. A mata nativa compreende uma série de espécies da caatinga. A lenha legal pode ser: algaroba (*Prosopis juliflora*), poda de Cajueiro (*Anacardium occidentale*), eucalipto e a própria caatinga extraída através de planos de manejo florestal. Além destes tipos de lenha algumas cerâmicas também empregam podas de árvores, resíduos de pó de serra, bagaço, casca de coco, entre outros.

No estado de Alagoas, em 2014, operavam 33 indústrias cerâmicas e 37 olarias, microempresas de pequeno e médio porte. O principal combustível usado nos processos térmicos de secagem e queima dos produtos cerâmicos é a lenha, das quais a preferência de consumo baseia-se nas espécies de menor custo, tais como as de origem frutífera (cajueiro, mangueira, jaqueira, etc.). Outras biomassas são utilizadas, entre elas o bambu, a algaroba, o eucalipto e a casca de coco. Dos resíduos disponíveis no Estado de Alagoas, os mais adequados aos fornos predominantes nas cerâmicas do polo, o tipo Hoffmann, são o pó de serragem e a casca de coco. Nas olarias, a maior utilização é a de casca de coco. A casca de coco é o resíduo gerado em maior volume no Estado de Alagoas, neste estado, particularmente, a casca de coco é usada de maneira bastante significativa pelo setor da cerâmica vermelha. Em 2014, o consumo médio anual estimado de casca de coco foi estimado em 2560 metros cúbicos (INT, 2014).

2.4.3 O setor ceramista e o meio ambiente

O setor de cerâmica tem sua importância para humanidade, além da sua importância socioeconômica, que vem aumentando ao longo dos anos. Porém, junto ao aumento do setor, aumenta também os impactos ambientais gerados por ele. Estes impactos ocorrem desde a extração das matérias-primas, passando pelos processos industriais, comercialização, consumo até a disposição final destes produtos (NUNES, 2012).

Dentre as várias matérias-primas utilizadas em sua composição a principal é a argila, material natural, terroso e fino, que ao ser misturado com a água adquire plasticidade e pode ser moldado de acordo com o produto pretendido. Sua remoção é feita por retroescavadeiras que acabam deixando "cavas" no solo, o que acelera seu processo de erosão. O resultado é um cenário de devastação na área explorada. O acúmulo de água da chuva nessas "cavas" também favorece a proliferação de vetores como o mosquito da dengue. (OLIVEIRA; MAGANHA, 2006). O desmatamento de áreas para remoção de argila é outro grave problema, além do mais, tem-se constatado que a lenha utilizada nos fornos para a queima da argila também é proveniente de desmatamento, inclusive em áreas de florestas nativas.

Devido ao alto potencial de poluição e utilização dos recursos naturais, o setor cerâmico deve seguir rigorosamente as legislações ambientais. A legislação ambiental no setor de cerâmica exige documentação para liberar a instalação e operação da indústria e para a extração da argila, onde inclusive as normas de licenciamento ambiental deverão ser conhecidas e seguidas (NUNES, 2012).

As empresas que funcionam sem a licença ambiental estão sujeitas às sanções previstas em lei, incluindo as punições relacionadas na Lei de Crimes Ambientais, instituída em 1998: advertências, multas, embargos, paralisação temporária ou definitiva das atividades (SEBRAE, 2008).

O segmento da cerâmica vermelha é qualificado pela existência de várias empresas pulverizadas no mercado nacional, em sua maioria, de micro, pequeno e médio portes (SEBRAE, 2008), que utilizam processos produtivos tradicionais, com base em tecnologias desenvolvidas há mais de 30 anos. Uma quantidade relativamente pequena de empresas, porém, crescente, utiliza em seus processos produtivos tecnologias mais

atuais, como sistemas semiautomáticos de carga e descarga e fornos túneis (BRASIL, 2007).

O setor de cerâmica vermelha do Estado de Alagoas está constituído por cerca 70 unidades fabris divididas em empreendimentos industriais de pequeno e médio portes e conta com microempresas, olarias, especializados na produção de blocos de vedação, telhas, lajes, tijolos maciços e peças artesanais decorativas e utilitárias domésticas (SOUSA, 2011). O Polo cerâmico de Alagoas possui 33 indústrias de pequeno e médio porte, fabricantes de blocos de vedação (95%) e outros produtos, como telha, lajes e blocos estruturais, distribuídas em 13 municípios do Estado, relacionados na tabela 4.

Tabela 4. Distribuição das empresas cerâmicas existentes no polo Alagoas.

INDÚSTRIAS		
Municípios	Números	%
Arapiraca	06	18
Atalaia	01	3
Capela	02	6
Major Isidoro	03	9
Maragogi	01	3
Matriz de Camaragibe	04	12
Palmeira dos índios	04	12
Passo de Camaragibe	02	6
Penedo	01	3
Porto Calvo	04	12
Porto Real do Colégio	03	9
São Miguel dos Campos	01	3
Santana de Mundaú	01	3
TOTAL	33	100

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do consumo de lenha pela atividade cerâmica

O Estado de Alagoas tem uma área de aproximadamente 27.848 km² (Figura 1), e possui uma população superior a 3,4 milhões de habitantes.

Figura 1. Estado de Alagoas (fonte: FIEA,2014).



Inicialmente foi feito um levantamento das empresas produtoras de cerâmicas no Estado de Alagoas a partir de consulta na secretaria do estado de Alagoas e revisão de literatura. De posse da lista das empresas, foram feitos contatos para participação da pesquisa. O levantamento foi feito por meio de questionário distribuído nas referidas unidades industriais e de consultas informais aos responsáveis pelas respostas do questionário, além de outras questões de caráter geral. Para preservar os nomes das empresas, foi utilizada a denominação A, B, C, D e E.

Para a coleta dos dados foi aplicado um questionário contendo 4 perguntas objetivas e 9 dissertativas. O questionário teve como objetivo obter informações sobre o porte das empresas, enquadramento jurídico, certificação ambiental, tempo de atividade, quais espécies nativas, quais espécies exóticas (origem da madeira exótica), quais as outras biomassas utilizadas, quantidade de cerâmica produzida por mês, custo dos diferentes tipos de biomassa utilizadas (em reais) e os tipos de fornos da cerâmica.

Também foram levantados os índices de desperdício de peças na queima no inverno e no verão (%) com base em consulta direta ao SINDICER/AL. A partir da produção média mensal (milheiros) e do consumo médio mensal (m^3) de cada uma das indústrias cerâmicas foram calculadas as eficiências de uso da biomassa para combustão (milheiros produzidos/ m^3 consumido).

Foram entrevistadas 5 empresas locais. A escolha das empresas baseou-se na sua disponibilidade em participar do presente estudo. Com base nos dados obtidos foi realizada uma análise estatística descritiva.

Os cálculos de estimativa da área necessária para atender à demanda de lenha, das 5 indústrias analisadas em função da empresa cerâmica, foram realizadas a partir da divisão do consumo de lenha pela produtividade do eucalipto (em m^3 estéreo de madeira por hectare). O cálculo foi feito para determinar em m^3 estéreo de madeira, em que o fator de conversão foi baseado pelo trabalho de Berti (2019) e Envalma (2014). A produtividade foi calculada a partir da média nacional ($211,8 \text{ m}^3/\text{ha}$), fornecida pelo IBÁ (2020). Os cálculos foram baseados em plantios de *Eucalyptus* sp. com ciclo médio de 6 anos, idade considerada ideal para o máximo aproveitamento de lenha.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as cerâmicas analisadas nesta pesquisa utilizaram mais de uma biomassa, sendo as mais utilizadas: eucalipto, costaneira de eucalipto, lenha de espécies frutíferas (mangueiras), acácia, folhas de coqueiro, avelós, bambu, algaroba, casca de coco, pó de serragem, sendo que, 60% destas biomassas são de origem residual e o restante proveniente de reflorestamento (Tabela 5).

Tabela 5. Tipos, procedências e valores das biomassas utilizadas pelas Indústrias Cerâmicas em Alagoas.

PRINCIPAIS BIOMASSAS			
Biomassa	Origem	Procedência	Preço m ³ (R\$)
Eucalipto	Reflorestamento	Alagoas, Bahia	80,00
Costaneira de eucalipto	Residual	Alagoas	45,00
Lenha de frutíferas	Reflorestamento	Alagoas	40,00
Acácia	Reflorestamento	Alagoas	35,00
Folhas de coqueiro	Residual	Alagoas	30,00
Avelós	Residual	Alagoas	30,00
Bambu	Reflorestamento	Alagoas	30,00
Algaroba	Residual	Alagoas	30,00
Casca de coco	Residual	Alagoas	30,00
Pó de serragem	Residual	Alagoas	25,00

Esses resíduos geralmente são deixados no campo por não possuírem aproveitamento, como galhos e ramos, parte superior da árvore, partes quebradas da árvore e toretes que não atingem dimensões mínimas de uso, cujo valor comercial é insuficiente para justificar sua remoção pelas empresas de painéis, papel e celulose (PINCELLI, 2011).

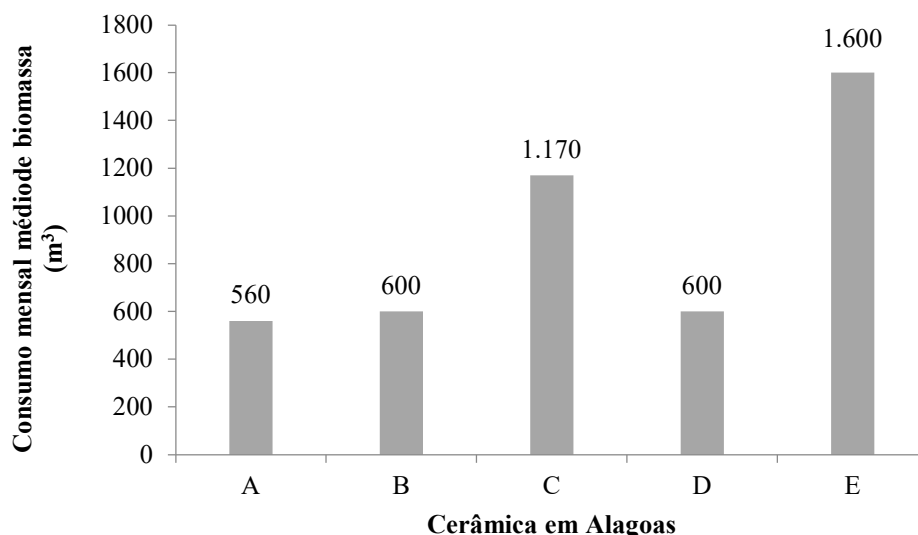
A procedência da biomassa utilizada nas cerâmicas foi praticamente toda do Estado de Alagoas, com exceção do eucalipto que uma parte veio da Bahia. De acordo com Silva (2008) a biomassa oriunda do eucalipto é uma das mais eficientes para o uso de celulose, carvão e lenha. Entre as biomassas utilizadas pelas cerâmicas, o Eucalipto é o que possui o maior valor de custo por m³ (R\$ 80,00), e o pó de serragem o menor valor

(R\$ 25,00). Todas as cerâmicas avaliadas compram a lenha de fornecedores, ou seja, nenhuma delas produz sua própria lenha. A biomassa vegetal possibilita a produção de energia, por meio da queima de madeira, carvão, aproveitamento de resíduos, etc. (GOLDEMBERG, 2017).

As vantagens do uso da biomassa é o seu aproveitamento direto através da combustão em fornos e caldeiras, dessa forma, reduz os impactos socioambientais. Já a desvantagem está relacionada à baixa eficiência. Entretanto, diversas pesquisas estão sendo desenvolvidas para aperfeiçoar as técnicas de conversão em energia (GOLDEMBERG, 2017).

De acordo com a figura 2, o consumo de biomassa nas 5 cerâmicas analisadas nesta pesquisa apresentaram valores diferentes. Enquanto as cerâmicas A, B e D apresentaram valores semelhantes (560, 600 e 600 m³, respectivamente), as cerâmicas C e E apresentaram maiores consumo de biomassa (1.170 e 1.600 m³, respectivamente), valores bastantes superiores às três cerâmicas citadas acima. Com base nestas informações foi possível estimar o consumo anual de biomassa das cerâmicas e calcular a média de consumo mensal e anual das 5 indústrias.

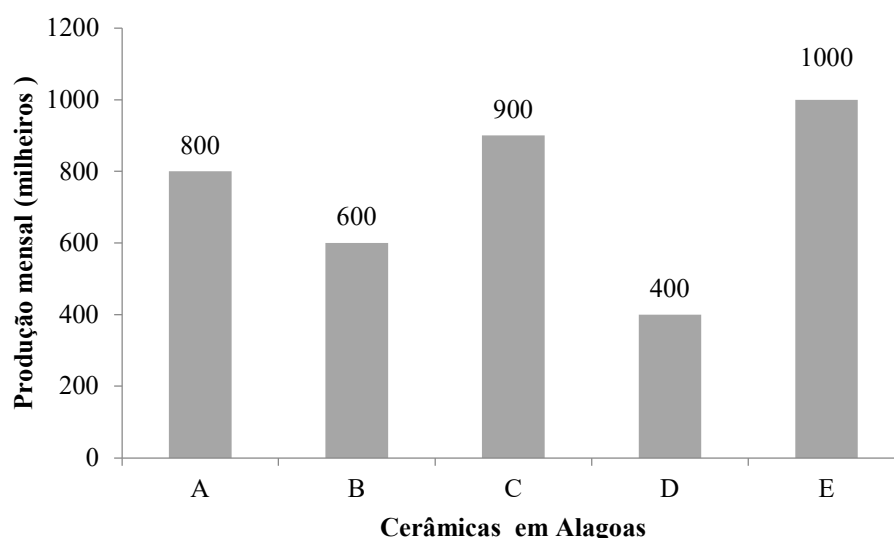
Figura 2. Consumo mensal médio (m³) de biomassa de indústrias cerâmicas em Alagoas.



A cerâmica D e B apresentaram menor valor na produção de blocos e telhas (400 e 600 milheiros, respectivamente) (Figura 3), A cerâmica E apresentou maior produção de blocos e telhas (1000 milheiros). Estes valores de produção são fundamentais para a classificação da cerâmica quanto ao seu porte. De acordo com Lopes et al. (2016), uma

micro empresa (cerâmica) produz até 100 mil peças, uma pequena empresa produz entre 100 e 300 mil peças, uma cerâmica de médio porte produz entre 300 a 800 mil peças e uma cerâmica grande produz acima de 800 mil peças ou 800 milheiros.

Figura 3. Produção mensal em milheiros, de cinco cerâmicas em Alagoas.



Nenhum entrevistado comprovou a procedência da lenha obtida de matas nativas como proveniente de áreas com plano de manejo. De acordo com a Tabela 6, a única cerâmica considerada grande é a cerâmica E, as cerâmicas A, B e D são consideradas pequenas e a cerâmica C foi considerada de porte médio, os critérios utilizados para a classificação dessas cerâmicas são explicados acima.

Quanto ao tempo de atividade, as cerâmicas A, B, C e E possui mais de 10 anos no mercado. Apenas a cerâmica D possui de 6 a 8 anos de atividade no mercado. Todas as cerâmicas analisadas nesta pesquisa apresentaram licença ambiental de operação. As cerâmicas A, B, D e E produzem blocos (tijolos) de vedação e furos prismáticos, apenas a cerâmica C produz blocos de vedação e furos cilíndricos.

Tabela 6. Enquadramento, tempo de atividade, licença ambiental e produtos fabricados pelas 5 cerâmicas analisada em Alagoas.

Cerâmicas	Enquadramento (porte)	Tempo da atividade	Licença ambiental de operação	Produtos fabricados
A	Pequena	Acima de 10 anos	Sim	Bloco de vedação furos prismáticos

B	Pequena	Acima de 10 anos	Sim	Bloco de vedação furos prismáticos
C	Média	Acima de 10 anos	Sim	Bloco de vedação furos cilíndricos
D	Pequena	6 a 8 anos	Sim	Bloco de vedação furos prismáticos
E	Grande	Acima de 10 anos	Sim	Bloco de vedação furos prismáticos

As cerâmicas B, C e E possuem secagem natural em galpões, já a cerâmica A possui secagem artificial em secador autoviajante e a cerâmica D possui secagem artificial em secador estático (Tabela 7). Quanto ao tipo de fornos, a cerâmica A possui forno intermitente tipo abóbada, cerâmica B possui forno intermitente tipo chão de fogo, cerâmica C e E possui forno semicontínuo tipo Hoffmann e a cerâmica D forno intermitente tipo móvel. A eficiência dessas cerâmicas pode ser considerada média/baixa, compatível com a desempenho obtido em fornos do tipo “abóbada/redondo”, de acordo com a classificação apresentada por Henriques Junior, Schwob e Rodrigues (2013). Este é um indicativo de que existe oportunidade para melhorias nas tecnologias de combustão utilizadas nas cerâmicas de uma forma geral.

Com relação aos desperdícios com a queima de peças, é possível verificar que no inverno ocorreu um maior desperdício quando comparados com o verão. Apenas a cerâmica A conseguiu manter o desperdício nas duas estações (1%), nas demais ocorreu um incremento de até 50% a mais de desperdício no verão. Um dos motivos para este desperdício pode ser devido ao clima local, já que acumulado em alguns meses pode chegar a 400 mm ao mês (Souza, 2004).

Tabela 7. Características das 5 cerâmicas analisadas em Alagoas.

Cerâmicas	Secagem das peças	Forno utilizado	Desperdício de peças na queima no inverno (%)	Desperdício de peças na queima no verão (%)
A	Secagem artificial em	Forno intermitente tipo abóbada	1	1

	secador autoviajante			
B	Secagem natural em galpão	Forno intermitente tipo chão de fogo	10	6
C	Secagem natural em galpão	Forno semicontínuo tipo hoffmann	15	10
D	Secagem artificial em secador estático	Forno intermitente tipo móvel	10	6
E	Secagem natural em galpão	Forno semicontínuo tipo Hoffmann	15	10

Tendo em vista que o uso da lenha proveniente de florestas nativas ainda seja representativo e com uma degradação ambiental expressiva, a implantação de povoamentos florestais pode diminuir a extração de madeira de uma só formação florestal. Dessa forma, apresenta-se como uma alternativa socioambiental de oferecer às indústrias cerâmicas maior competência de produzir sua própria matéria-prima, logo, ter capacidade de se autossustentar produzindo sua lenha por plantios florestais de eucalipto.

Considerando estimativas e dados do setor florestal, podemos observar que no ano de 2019, o Brasil possui uma produtividade média para os plantios de *Eucalyptus* de 35,3 m³/ha ao ano (IBÁ, 2020). O fator de empilhamento para conversão da madeira sólida (m³) para estéreo (st), de acordo com Berti (2019), foi de cerca de 1,43, logo, uma floresta com um ciclo de 6 anos, estima-se uma produtividade média de madeira de 211,8 m³/ha (ou 302,87 est/ha). A tabela 8 apresenta as estimativas de área necessária para atender o consumo de madeira de cada empresa cerâmica do estado de Alagoas.

Tabela 8. Estimativas de área necessária para atender o consumo de madeira de cada empresa cerâmica do estado de Alagoas.

Cerâmica	Consumo m ³ madeira/ano	Consumo m ³ estéreo/ano	Area necessária hectare/ano
A	6720,00	9609,60	31,73
B	7200,00	10296,00	33,99
C	14040,00	20077,20	66,29

D	7200,00	10296,00	33,99
E	19200,00	27456,00	90,65

As maiores deficiências das indústrias estão associadas à estrutura física inadequada; tecnologia de produção atrasada; falta de segurança no trabalho; manutenção dos maquinários e equipamentos insuficientes; e, mão de obra desqualificada. Em termos de gestão, a maioria das empresas executam suas atividades produtivas sem o planejamento e controle dos processos e produtos, e nem mesmo, desconhecendo seus desperdícios e o custo final da produção. Já em termos de tecnologia de produção, o setor é considerado ultrapassado em função dos métodos adotados, os quais influenciam na baixa produtividade e competitividade das empresas.

De acordo com o SINDICER-AL (2019), as dificuldades enfrentadas pelos empresários do setor são principalmente fatores externos: Elevada tarifa de energia elétrica; Concorrência desleal com os produtos cerâmicos advindos dos Estados vizinhos de Sergipe e Pernambuco que entram em Alagoas com preços 15% inferior, em média; Burocracia dos Órgãos ambientais para expedição das licenças; e, a Implantação do sistema de envio de informações da folha de pagamento e encargos trabalhistas ao governo (Social), devido à quantidade de informações exigidas e aumento dos custos.

5.0 CONCLUSÃO

As empresas (cerâmicas) entrevistadas expressaram a necessidade de mais espécies utilizadas como biomassa, com fins de baratear o custo do produto final, e melhorar a qualidade da madeira quanto a umidade do material e a sua heterogeneidade, que normalmente variam a cada carga recebida.

O estudo também revela a necessidade de plantio de áreas degradadas com árvores mais precoces com fins para obtenção de biomassa voltada para produção das cerâmicas.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANICER. O suprimento de matérias-primas para a indústria de cerâmica vermelha no Brasil **Revista da ANICER**. Ano 14, ed. 73, 2011.

ARNT, Ricardo. Sequestro legal. **Revista Exame**, p. 98-106, 18 out. 2000.

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF – Ano base 2009**. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF. Brasília, DF. 2010.

ANDRADE, R. G. S. A.; MELO, K. R. B.; SOLETTI, J. I.; CARVALHO, S. H. V.; MEILI, L. Caracterização do biocarvão obtido a partir da pirólise do endocarpo do coco (*Cocos Nucifera* L.). In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2017, São Carlos, SP. **Anais...** Universidade de São Carlos - UFSCar - São Carlos, 2017.

BERTI, A. L. **Determinação do fator de empilhamento em materiais de Eucalyptus spp. com diferentes sortimentos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa e Energia – EPE. **Balanco Energético Nacional: relatório final**. Rio de Janeiro: RJ, 2017. 291 p.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.

CABRAL, M.M.S. **Aproveitamento da casca do coco verde para a produção de etanol de segunda geração**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió - AL.

CERPCH. Centro Nacional de Referência em Pequenas Hidrelétricas. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/>>. Acesso em: 07.mar.2007.

CORTEZ, Luís Augusto Barbosa (Ed.). **Proálcool 40 anos: Universidades e empresas: 40 anos de ciência e tecnologia para o etanol brasileiro**. Editora Blucher, 2018.

EPE – **Empresa de Pesquisa Energética. Análise de conjuntura dos biocombustíveis** - janeiro a dezembro de 2011. Brasília-DF, 2012.

FARIAS, Leonel Marques; SELLITTO, Miguel Afonso. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. **Revista Liberato**, v. 12, n. 17, p. 01-106, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Global Forest Resources Assessment** (2017).

FIEA. Matriz de insumo produto: Alagoas 2014. 2015.

FLORIANO, Eduardo Pagel. Potencialidades de produção florestal em Alagoas. 2018.

GOLDEMBERG, J. Atualidade e Perspectivas no Uso de Biomassa para Geração de Energia. **Revista Virtual de Química**, v.9, n.1, p.15-28, 2017.

GRIGOLETTI, G.C; SATTLER, M. A.. Estratégias ambientais para indústrias de cerâmica vermelha do Estado do Rio Grande do Sul. Ambiente Construído, **Revista da ANTAC**, v.3, n.3, 2003.

HENRIQUES JUNIOR, M. F.; SCHWOB, M. R. V.; RODRIGUES, J. A. P. Manual de eficiência energética na indústria de cerâmica vermelha. Rio de Janeiro: INT/MCTI, 2013. 28 p.

INT - INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA - Programa de Eficiência Energética en Ladrilleras Artesanales de America Latina para Mitigar el Cambio Climático – EELA. Diagnóstico Inicial da Região Nordeste. (**Relatório Técnico**) Dezembro 2014. 46 p.

IBÁ. 2020. Indústria Brasileira de Árvores: RELATÓRIO 2020 - REPORT 2020. Disponível em: . Acesso em: 10 Jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/233OG>>. IBGE, 2015. Acesso em: 26 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/233OG>>.

JUVENAL, T.L.; MATTOS, R.L.G. O Setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento. BNDS Setorial, Rio de Janeiro, n. 16, p. 3-30, set. 2002.

KUMAR, P; ANDRADE, M. F.; YNOUE, R. Y.; FORNARO, A.; FREITAS, E. D.; MARTINS, J.; MARTINS, L.; ZHANG, Y.; MORWASKA, L. **New directions: From biofuels to wood stoves: The modern and ancient air quality challenges in the megacity of São Paulo**. Atmospheric Environment. Guilford, United Kingdom, v. 140, p. 364 – 369, 2016.

LAL, R., Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. **Global Change Biology**, v.24, p.1-17, 2018.

MATSUOKA, S.; BRESSIANI, J. A.; MACCHERONI, W.; FOUTO, I. Bioenergia da Cana. In: **Cana-de-açúcar: Bioenergia, Açúcar e Alcool**. (Eds. Santos, F.; Borém, A. e Caldas, C.)2 ed.Viçosa: UFV, v.1. p 487-517, 2012.

MACEDO, R.J.F.; SANTOS, R.S.; ARAÚJO, M.S.G.; OLIVEIRA, J.F.; MARINHO, R.M.M. Caracterização dos resíduos das indústrias cerâmicas estruturais da Região do Cariri. **Caderno de Cultura e Ciência**, Ano VII, v.11, n.2, Dez, 2012.

MME, 2002, **Plano de Longo Prazo - Projeção da Matriz 2022** (sumário executivo). Brasília: Ministério de Minas e Energia.

NUNES, Mônica Belo Impactos ambientais na indústria da cerâmica vermelha Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro - REDETEC 17/2/2012.

MOTA, Fabrícia Conceição Menez. Análise da cadeia produtiva do carvão vegetal oriundo de Eucalyptus sp. no Brasil. 2013.

OLIVEIRA, M. C; Maganha, M.F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos**. São Paulo: CETESB, 2006. 84p.

PAZ, E. C. S.; PEDROZA, M. M.; OLIVEIRA, L. R. A.; PAZ, R. R. S. Alternativa de exploração sustentável dos resíduos do coco verde para a produção de energia. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.6, n.2, p.318-345, 2017.

PINCELLI, A. L. P. S. M. Características dos resíduos da colheita de madeira de eucalipto e pinus, submetidos ao tratamento térmico, com foco na aplicação energética. 2011. 127 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/ USP, 2011.

PINHEIRO, P. C. C. et al. A produção de carvão vegetal: teoria e prática. Belo Horizonte, 2006.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). Banco de dados – carvão vegetal. Disponível em [http://www.remade.com.br/br/bd_carvao_vegetal.php?num=7&title=Principais%20pa%EDse s%20importadores%20do%20carv%20E3o%20vegetal%20brasileiro%20-%20US\\$%20FOB](http://www.remade.com.br/br/bd_carvao_vegetal.php?num=7&title=Principais%20pa%EDse s%20importadores%20do%20carv%20E3o%20vegetal%20brasileiro%20-%20US$%20FOB). Acesso em: 19 setembro 2012.

REZENDE, J.B.; SANTOS, A.C.D. A cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais: pontos críticos e potencialidades. viçosa: EPAMIG. Boletim Técnico, 2010.

RESENDE, D. R. et al. Avaliação das propriedades energéticas da madeira de clones jovens de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla. **Primeira Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (SEAFLORE)**, Paraná, 2017.

ROCHA, A. M.; SILVA, M. S.; FERNANDES, F. M.; SOARES, P. M.; KONISHI, F. Aproveitamento de fibra de coco para fins energéticos: revisão e perspectivas. In: 10º CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 2015, São Paulo, SP. **Anais...** Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2015.

SANTOS, Sueli de Fátima de OM; HATAKEYAMA, Kazuo. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. **Production Journal**, v. 22, n. 2, p. 309-321, 2012.

SANTOS JR, E. L. et al. Avaliação de Impacto Ambiental da Indústria Cerâmica Estrutural como Ferramenta da Produção Mais Limpa. 2017 in international Workshop Advances in cleaner production. São Paulo.

SEBRAE. Cerâmica vermelha: estudo de mercado SEBRAE/ESPM 2008:relatório completo. [S.I.], 2008.

SGARBI, F. A. **Modelos de transição energética residencial e o acesso a serviço energéticos limpos**: uma análise a partir de dois estudos de caso. 77 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Energia) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, G. O.; JERÔNIMO, C. E. Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco. **Monografias Ambientais**, v.10, n.10, p.2193-2208, 2012.

SILVA, L. D. **Melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage visando a produção de madeira serrada em áreas de ocorrência de geadas severas**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. 275p. 2008.

SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Cadeia produtiva de biomassa de origem florestal no planalto sul de Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 501 - 510, 2009.

SIMIONI, FLÁVIO JOSÉ. Cadeia produtiva de energia de biomassa florestal: o caso da lenha de eucalipto no polo produtivo de Itapeva-SP. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 310-323, 2018.

SOUZA, J.L.; NICÁCIO, R.M.; MOURA, M.A.L. Global solar radiation measurements in Maceió, Brasil. **Renewable Energy**, v.30, p.1203-1220, 2005.

TACCINI, M.M. Estudo de metodologias da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, referentes à avaliação de emissões de gases de efeito estufa na produção de carvão vegetal. 86 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

VITAL, M.H.F.; PINTO, M.A.C. Condições para a sustentabilidade da produção de carvão vegetal para fabricação de ferro-gusa no Brasil. BNDS setorial 30, p. 237-297. 2011.

Anexo I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA DA BIOMASSA - PPGEB

Anexo 1

Utilização de lenha para queima pela atividade de cerâmica no estado de Alagoas.

Identificação da empresa

a) Razão social:

b) Endereço: _____

QUESTIONÁRIO

1) Qual o principal tipo de Biomassa utilizada na empresa? Qual outra biomassa é utilizada?

A) () Bambu

B) () Casca de coco

C) () Briquetes de cana

D) () Briquetes de madeira

E) () Capim elefante

2) Qual o tipo de Floresta?

() reflorestamento

() resíduo

3) Qual a procedência da lenha?

4) Qual o preço médio por m³ da lenha?

5) Qual o consumo mensal médio de biomassa?

6) Qual a produção mensal em milheiros da empresa?

7) Qual o porte da empresa?

☐ Pequena

☐ Média

☐ Grande

8) Qual o tempo de atividade da empresa?

A) ☐ 0 a 2 anos

B) ☐ 2 a 4 anos

C) ☐ 4 a 6 anos

D) ☐ 6 a 8 anos

E) ☐ 8 a 10 anos

F) ☐ acima de 10 anos

9) Possui certificação ambiental?

A) ☐ Sim

B) ☐ Não

Obs:

10) Quais os principais produtos fabricados na empresa?

1-

2-

3-

4-

5-

11) Como é feita a secagem dos produtos?

12) Quais os tipos de fornos utilizados na cerâmica?

13) Qual a percentagem de desperdício no inverno e verão das empresas?