

ISSN 2525-4812 (versão online) ISSN 2238-7641 (versão impressa) http://www.revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/index	Recebido em: 19/6/2019 Aprovado em: 30/2/2020 Período de publicação: jul/dez, 2020	Revista Terceira Margem Amazônia (v. 6 • n. 15 • Jul/Dez 2020)
---	--	--

Como citar o artigo:

RIBEIRO, F. F.; SARAIVA-BONATTO, E. C.; MOURA, R. P. de M.; MOURA, M. A. S. *Caracterização do resíduo agrícola da castanha-do-brasil (Bertholletia excelsa H. B. K).* Revista Terceira Margem Amazônia, v. 6, n.15, p. 61-73, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2020v6i15p61-73>.

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO AGRÍCOLA DA CASTANHA-DO-BRASIL (*Bertholletia excelsa* H.B.K)

Franciene Dias Ribeiro¹

Eyde Critianne Saraiva-Bonatto²

Rodolfo Pessoa de Melo Moura³

Marco Antônio Sabóia Moura⁴

Maria das Graças Gomes Saraiva⁵

Resumo: O setor agropecuário é responsável pela maior quantidade de resíduo sólido no país, no entanto é possível fazer o aproveitamento, transformando-os em subprodutos, agregando valor e diversificando o uso. A castanha-do-brasil apresenta rendimento médio da semente cerca de 25% do peso do fruto (ouriço), gerando grande quantidade de resíduo. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar físico-quimicamente o resíduo agroextrativista da castanha-do-brasil. As análises consistiram em métodos laboratoriais para determinar a biomassa, que se constitui no teor de cinzas, teor de voláteis, teor de carbono fixo e umidade, bem como a determinação da umidade atual, da densidade volumétrica, pH e condutividade elétrica. Os dados obtidos indicam que o resíduo tem potencial para uso energético e substrato. Sendo necessárias pesquisas aplicadas para esses fins.

Palavras-chave: Biomassa, Substrato, Georreferenciamento.

¹Engenheira Agrônoma, Mestranda no Programa de Pós-Graduação Agricultura no Trópico Úmido, Instituto de Pesquisas da Amazônia, e-mail: ribeirofranciene@gmail.com

²Engenheira Agrônoma, Doutora, Coordenadora do Laboratório de Bioenergia, Faculdade de Ciências Agrárias, Professora Associada da Universidade Federal do Amazonas, e-mail: eydesaraiva@ufam.edu.br

³Engenheiro Agrônomo, Mestre, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, e-mail: rodolfo.mmoura@yahoo.com

⁴Esp. Departamento de Pesquisa, Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado, e-mail: marco@fmt.am.gov.br

⁵Engenheira Agrônoma, Mestre, Departamento de Pesquisa Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado, Professora na Curso de Medicina da Universidade Nilton Lins, e-mail: gracasaraiva@fmt.am.gov.br

Abstract: The agricultural sector is responsible for the largest amount of solid waste in the country, however it is possible to make use of them, transforming them into by-products, adding value and diversifying their use. Brazil nuts show an average yield of about 25% of the weight of the fruit (hedge), generating a large amount of residue. The objective of the present work was to characterize physico-chemically the agroextractivist residue derived from Brazil nut cashew. The analyzes consisted of laboratory methods to determine the biomass, which consists of ash content, volatile content, fixed carbon content and humidity, as well as the determination of current moisture, volumetric density, pH and electrical conductivity. The data obtained indicate that the residue has potential for energy and substrate use. Applied research is required for these purposes.

Keywords: Biomass, Substrate, Georeferencing.

INTRODUÇÃO

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) pertence à família Lecythidaceae, apresenta grande valor socioeconômico para as populações tradicionais, assim como para o agronegócio na cadeia produtiva voltada para exportação, sendo um produto de origem extrativista, atendendo tanto o mercado interno quanto o externo. Ocorre em quase todo o território amazônico pertencente ao Brasil, em toda a Região Amazônica incluindo os estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Pará, Roraima, Tocantins e Mato Grosso, bem como na Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Guiana Inglesa e Guiana Francesa estando entre os maiores produtores mundiais, a Bolívia e o Peru (EMBRAPA, 2010).

A cadeia produtiva da castanha visa produção da amêndoa, gerando uma grande quantidade de resíduo sólido durante o processo de beneficiamento derivados do ouriço e do tegumento das sementes. Uma forma de agregar valor e minimizar impactos no meio ambiente é a destinação dos resíduos sólidos derivados da castanha em subprodutos alternativos (SANTOS, 2012).

Dentre os destinos dos resíduos sólidos gerados pela atividade humana, estão os aterros que devem ser a última opção, diminuindo assim os impactos ambientais, sendo este montante gerado anualmente de 76 milhões de toneladas, deste 40 % destinadas aos “lixões” (CANDIANI, 2015). O termo resíduo de acordo com a ABNT NBR 10004/2004 é definido como: resíduos sólidos ou semissólidos, que resultam das atividades de comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial agrícola, de serviços e de varrição. Das disposições legais ao que tange a destinação final dos resíduos de

acordo com a LEI Nº 12305, de agosto de 2010, inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, de modo a minimizar impactos ambientais adversos. A atividade agropecuária é uma das maiores fontes geradoras de resíduos, no entanto, há maior reciclagem desses subprodutos, servindo como matéria-prima/insumos para outras atividades no setor primário (ABNT, 2004).

Uma forma de reaproveitar os resíduos derivados das atividades agrícolas é a produção de substratos para mudas. Substrato para plantas corresponde à matéria-prima ou mistura de matérias-primas que substituem o solo no cultivo, servindo de suporte para as mudas e ancoragem para as raízes e possibilitando o fornecimento de quantidades equilibradas de ar, água e nutrientes. (ZORZETO, 2011). De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, Instrução Normativa Nº 14, de 15 de dezembro de 2004, no artigo segundo, os substratos para plantas serão caracterizados quanto à origem de suas matérias-primas como minerais, orgânicos, sintéticos ou mistos, e no parágrafo único define-se como substrato para plantas misto aquele constituído por duas ou mais matérias-primas que diferem quanto à sua origem (BRASIL, 2004).

Para indicar formas de uso dos resíduos é fundamental conhecer sua composição física e química. Assim, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química do resíduo agroextrativista derivado do tegumento da castanha-do-brasil, visando estimular o aproveitamento dos resíduos, de forma a valorizar os recursos naturais renováveis.

METODOLOGIA

Foram utilizados os resíduos do tegumento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) de atividades agroindustriais e de extrativismo. A preparação do material para os ensaios consistiu: na secagem dos resíduos, pesagem e trituração em moinho de rotor vertical, separação granulométrica por peneiras até que ficassem com granulometria inferior a 0,210mm e superior a 0,150mm e armazenando-os em cápsulas de alumínio e colocando-os no dessecador para utilização em outras análises.

A análise imediata (carbono fixo, cinzas, voláteis, umidade) foi realizado seguindo a metodologia descrita na NBR 8112/86.

Para obtenção do teor de cinzas: foram pesados aproximadamente 1g das amostras do resíduo madeireiro seco e colocados em cada um dos quatro cadinhos de porcelana sem tampa, previamente secos e aferidos. Em seguida foram conduzidos ao forno mufla

previamente aquecido a uma temperatura de 700°C, permanecendo 3 minutos na tampa do forno e posteriormente mais 24 minutos com o forno fechado. Após esse tempo as amostras foram retiradas e depositadas no dessecador até esfriarem para poderem ser pesadas na balança analítica para a determinação do peso final. O teor de cinzas foi determinado segundo a Equação 1:

$$CZ = \frac{m1 - m0}{m} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

CZ = teor de cinzas (%);

m0 = massa do cadinho (g);

m1 = massa do cadinho + amostra (g);

m = massa da amostra do resíduo (g)

Para determinação do teor de voláteis o processo foi semelhante ao de determinação do teor de cinzas, mas diferenciou-se no tempo de permanência, 7 minutos e, temperatura 900°C. O teor de materiais voláteis foi determinado segundo a Equação 2:

$$MV = \frac{m2 - m3}{m} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

MV = teor de materiais voláteis (%);

m2 = massa inicial do cadinho + amostra do resíduo (g);

m3 = massa final do cadinho + amostra do resíduo (g);

m = massa da amostra do resíduo(g).

O teor do carbono fixo, por ser um parâmetro de medida indireta, foi calculado conforme a Equação 3:

$$CF = 100 - (CZ + MV) \quad (3)$$

Onde:

CF = teor de carbono fixo (%);

CZ = teor de cinzas (%);

$MV = \text{teor de materiais voláteis (\%)}$.

Para obter a umidade atual do resíduo com a finalidade de utilizá-lo como substrato para mudas adotou-se a metodologia recomendada pelo Ministério da Agricultura pecuária e Abastecimento, de acordo com a Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de Maio de 2007 (MAPA, 2007), foi pesada uma alíquota 100g do resíduo sendo seca em estufa a 65 °C até que atingisse peso constante, tempo de aproximadamente 48 horas, o cálculo foi determinado pela equação 4:

$$U = [(MS - MU)/MU] \times 100. \quad (4)$$

Onde:

$U = \text{umidade atual (\%)}$;

$MU = \text{massa úmida (g)}$;

$MS = \text{massa seca (g)}$.

Para obtenção da densidade volumétrica, adotou-se o método da auto-compactação de acordo com Instrução Normativa SDA nº 31, de 23 de Outubro de 2008 descrito pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, (BRASIL, 2008), que consiste na utilização de proveta plástica de 500 mL preenchida até aproximadamente a marca de 300 mL com o substrato úmido. Em seguida, esta proveta é deixada cair, sob a ação de sua própria massa, de uma altura de 10 cm, por 10 (dez) vezes consecutivas. Com auxílio da espátula nivela-se a superfície levemente e anota-se o volume obtido (mL). Em seguida, pesa-se o material (g) descontando a massa da proveta. O valor da densidade foi obtido pela Equação 5:

$$DU = [MU / V] \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (5)$$

Onde:

$DU = \text{densidade úmida (kg/m}^3\text{)}$;

$MU = \text{Massa úmida (g)}$;

$V = \text{volume (ml)}$.

Para determinação da densidade seca utilizou-se a Equação 6:

$$DS=DU \times [100 - UA / 100] \text{ (Kg/m}^3\text{)} \quad (6)$$

Onde:

DS = densidade seca (kg/m³);

DU = densidade úmida (kg/m³);

UA = umidade atual (%).

As análises para determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) foram baseadas nos métodos descrito pelo MAPA, de acordo com Instrução Normativa SDA nº 17, de 21 de Maio de 2007 (BRASIL, 2007) que consistiu em extrair amostras em água deionizada na proporção de substrato: água igual a 1:5 respectivamente a 25°C. O Procedimento consistiu em tomar uma massa da amostra, em balança com precisão de 1g, equivalente a uma alíquota de 60 mL, calculada de acordo com a densidade, em seguida a amostra foi transferida para o frasco e adicionou-se 300 mL de água, o recipiente foi tampado e agitado no aparelho de Wagner a rotação de 40rpm por uma hora. O pH e CE foram aferidos do mesmo extrato aquoso.

O cálculo do rendimento médio do resíduo foi realizado a partir da produtividade média, de acordo com os valores de rendimento do fruto em relação à amêndoa, tendo a semente cerca de 25% do peso do fruto (ouriço), descrito por Muller (1995).

Utilizou-se os dados consolidados dos últimos cinco anos, período de 2010 a 2014, disponíveis no SIDRA/IBGE (2016) para estimar o quantitativo médio de resíduos. Os dados foram apresentados em tabela e mapa temático utilizando o programa ArcGis ®.

RESULTADOS

Para qualificar uma biomassa é necessário pesquisar alguns valores úteis no seu aproveitamento como combustível. Uma das características mais importante é a análise imediata. Esta é mais qualitativa, mas pode ser uma referência de como queimar melhor o combustível. Esta análise, como já descrito na metodologia, se constitui na determinação da umidade, materiais voláteis, carbono fixo e cinzas de um combustível sólido.

Os resultados da análise imediata são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Composição imediata da biomassa *in natura*

Nome vulgar	Composição Imediata (%)			
	Materiais voláteis	Cinza	Carbono fixo	Umidade
Resíduo da castanha-do-brasil	77,33	13,84	8,83	9,16

Os teores de voláteis da espécie estudada foi 77,33%. Os teores de cinzas foram de 13,84 %. O teor de carbono fixo foi 8,83%, e a umidade variou de 9,16% (tegumento da castanha-do-brasil).

Feitosa Netto et al, analisaram o resíduo (tegumento) da castanha-do-brasil, informando que o poder calorífico superior é 4.846,60 kcal/kg e a densidade a granel é 240 kg/m³, qualificando-o para uso energético.

Os atributos químicos para substratos de maior relevância são o pH e a condutividade elétrica (CE), pois encontram-se diretamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes para as plantas. O pH afeta tanto a disponibilidade de nutrientes quanto a solubilidade, de acordo com Abad et al (1993) os substratos devem ter valores entre 5,5 a 6,5, estando na faixa ideal para disponibilizar nutrientes à planta, esse valor para substratos de origem orgânica fica entre 5,2 a 5,5 (FARIAS et al, 2012). O resultado encontrado na pesquisa para o pH foi de 5,46 (Tabela 2) estando dentro dos parâmetros aceitáveis.

A condutividade elétrica (CE) expressa à salinidade, ou seja, a quantidade de sais solúveis contidas na solução do substrato. De acordo com Gonçalves et al. (2000), citado por Guerrini e Trigueiro (2004) a condutividade elétrica do substrato não deve ficar acima de 1,0 mS cm⁻¹, em extratos aquosos de diluição de 1:1,5, o valor medido na pesquisa foi de 1,29 mS cm⁻¹ (Tabela 2), em diluição de 1:5 (substrato:água) apresentando excessos de sais solúveis. E altos teores de sais solúveis podem ocasionar queima ou necrose das raízes.

Fermino (2002) afirma que a densidade volumétrica para substratos pode variar de 100 a 800 kg m⁻³, But (1973) estabelece valores entre 400 e 500 kg m⁻³ e Kämpf (2000) relata que esses valores podem variar de acordo com a altura do recipiente, e que materiais com baixa densidade podem ser usados como condicionantes em misturas de materiais de alta densidade. A densidade seca ou volumétrica foi calculada a partir dos valores obtidos da densidade úmida, obtendo valor de 532,97 Kg m⁻³ (Tabela 2), estando entre os valores acima citados como desejáveis.

A umidade atual do resíduo foi de 9,47% (Tabela 2), valores baixos de umidade retida indicam baixa capacidade de retenção de água. A metodologia para obtenção da umidade para substratos seguiu a recomendação que define os parâmetros e métodos oficiais de análises para substratos no Brasil, (BRASIL, 2007) em comparação com a umidade obtida por meio da análise imediata, a mesma obteve resultado aproximado de 9,16% (Tabelas 1 e 2). A umidade inicial aumenta o peso das partículas umas sobre as outras aumentando a adesão entre elas (FERMINO, 2003).

Tabela 2: Caracterização físico-química do resíduo da castanha-do-brasil

Resíduo	Caracterização físico-química				
	pH	CE mS cm ⁻¹	DS Kg m ⁻³	DU Kg m ⁻³	U %
castanha-do-brasil	5,46	1,29	532,97	576,91	9,47

Legenda: pH = potencial hidrogeniônico; CE = condutividade elétrica; DS = densidade seca; DU= densidade de úmida; U = umidade atual.

Apresentada a caracterização físico-química do resíduo, considerando a viabilidade técnica, foram pesquisados os quantitativos de produção da castanha-do-brasil no Estado do Amazonas, para analisar os municípios com volume de resíduos para aproveitamento (Tabela 3).

Tabela 3: Produção da castanha-do-brasil no Estado do Amazonas

Municípios	Produtividade Anual (ton/ano)					Produtividade e Média (ton)	Rendimento Médio dos Resíduos (ton)
	2010	2011	2012	2013	2014		
Beruri	1.350	1.350	1.500	6.100	6.600	3.380	845,00
Boca do Acre	859	1.200	1.100	1.200	1.200	1.111,8	277,95
Lábrea	720	785	980	1.250	1.300	1.007	251,75
Manicoré	1.083	1.100	660	850	1.125	963,6	240,9
Tefé	801	787	800	600	600	717,6	179,4
Novo. Aripuanã	755	751	294	683	750	646,6	161,65
Humaitá	1.260	500	200	298	625	576,6	144,15
Coari	1.200	1.000	500	40	21	552,2	138,05
Codajás	750	800	574	500	450	614,8	133,7
Alvarães	290	270	185	630	225	275	110,75
Nova Olinda do Norte	450	500	512	198	225	377	94,25
Nhamundá	615	160	350	246	202	314,6	78,65
Autazes	480	460	307	30	46	264,6	66,15
Fonte Boa	150	250	350	250	345	269	67,25
Maués	187	270	200	375	25	211,4	52,85
S. Sebastião do Uatumã	160	180	153	56	8	111,4	27,85

A produção brasileira de castanha no ano de 2014 foi de 37.499 toneladas, desse total 35.974 toneladas foram produzidas pela Região Norte, equivalendo a 95,93% da produção desse ano SIDRA/IBGE (2016). Os estados da região norte que mais produzem são o Acre, Amazonas e Pará, tendo o Amazonas no ano de 2014 a produção de 12.901 toneladas, correspondendo a 34,40 %.

Os municípios com maior produção média foram: Beruri (3.380 ton), Boca do Acre (1.111,8 ton), Lábrea (1.007 ton), Manicoré (963,6 ton) e Tefé (717,6 ton) com rendimentos médios de resíduo de 845 ton, 277,75 ton, 251,75 ton, 240,9 ton e 179,4 ton respectivamente.

A territorialidade em seres humanos é melhor compreendida como uma estratégia espacial para afetar, influenciar, ou controlar recursos e pessoas, pelo controle de uma área, e como territorialidade, pode ser ativada ou desativada (SACK, 1986, apud MONKEN, 2008).

Considerando que a geração de resíduos é uma atividade antrópica, uma forma de analisar sua geração e as formas de uso do resíduo, é associar a geografia como uma ferramenta para estudo prospectivo.

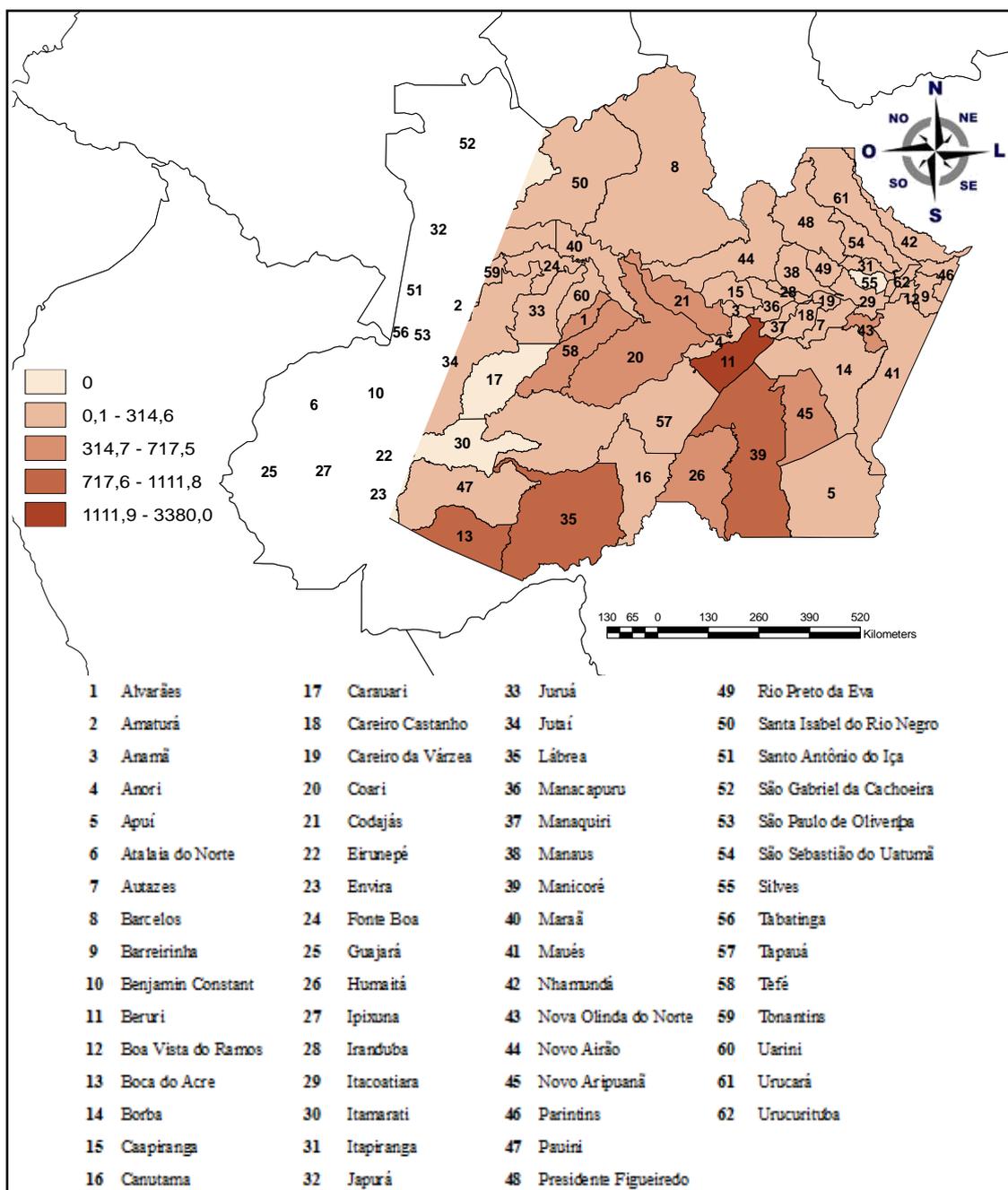
Nesse contexto, a territorialidade é representação do modo como as pessoas utilizam a terra, como elas próprias se organizam no espaço e como dão significado ao lugar. A territorialidade descrita por Sack está vinculada às relações de poder, como uma estratégia ou recurso estratégico que pode ser mobilizado de acordo com o grupo social e o seu contexto histórico e geográfico (MONKEN, 2008).

Assim, a apresentação dos dados em mapa georreferenciado, para representar o quantitativo de resíduos no espaço geográfico, consiste em uma forma didática de visualizar os recortes de possíveis fluxos de circulação e transporte dos resíduos no Estado. Sendo a geografia necessária para a compreensão da dinâmica da estrutura espacial funcional e geoambiental, e para facilitar a seleção dos critérios de construção das áreas de estudo e intervenção pelo homem, para a localização dos serviços, tendo em vista o aproveitamento dos resíduos.

Logo, pela sistematização dos dados em mapa, é possível correlacionar a ocorrência das atividades de extrativismo relacionadas com a coleta do ouriço da castanha-do-brasil. Verifica-se que as maiores produções foram registradas nos municípios localizados no sul do Estado. A cartografia digital, também pode contribuir para a definição de políticas públicas, neste caso quando a construção de bases territoriais digitais para monitoramento da produção de resíduos, e até correlacionando com outras variáveis como população,

educação, saúde, etc., para que haja o uso adequado dos resíduos, e conseqüentemente a valorização dos recursos de biomassa de forma integral e eficiente. A representação gráfica evidencia maior concentração de resíduos no município de Beruri, e em outros municípios localizados no sul do Estado (Figura 1). Com a definição de ações orientadas e/ou governamentais, para um município, a experiência poderia ser replicada para os demais.

Figura 1: Mapa georreferenciado da produção média de castanha-do-brasil no Estado do Amazonas



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os destinos que os resíduos agrícolas podem tomar, o reaproveitamento ou conversão em subprodutos vem se tornando uma alternativa para reduzir o impacto ambiental aliado a geração de renda, agregando valor e diversificando o uso. Portanto, ao caracterizar física e quimicamente o tegumento da castanha-do-brasil, constituiu-se em uma pesquisa básica para possibilitar o aproveitamento do resíduo.

A caracterização físico-química dos resíduos agroextrativistas do tegumento da castanha-do-brasil a qualificam para uso energético devido ao teor de carbono (8,83%) e teor de umidade (9,16%), sendo possível utilizá-lo como fonte geradora de energia.

Dentre os parâmetros utilizados para analisar a relação de uso do substrato, verificou-se que o pH (5,46), encontrando-se dentro da faixa considerada ideal para substratos orgânicos. A condutividade elétrica (1,29 mS cm⁻¹) apresentou valor um pouco acima da média do considerado ideal. A densidade seca apresentou um valor médio (532,97 Kg m⁻³) em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Foram registrados baixos valores em umidade retida (9,47 %), que indica baixa capacidade de retenção de água do substrato.

Sendo que o substrato pode ser formulado por uma ou mais matérias-primas, o tegumento da castanha pode ser utilizado como tal, desde que sejam realizados formulados com outras matérias primas orgânicas ou minerais, a fim de corrigir os parâmetros de condutividade elétrica, e umidade.

Considerando a existência de boa produtividade via extrativismo, os resíduos podem constituir-se em matéria-prima para formulação e comercialização de substratos, ou como biocombustível na geração de energia calorífica e ou elétrica

REFERÊNCIAS

ABAD, M.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. Evaluación agrónomica de los substratos de cultivo. **Actas de Horticultura**, Villaviciosa, Espanha, v. 11, p. 141-154, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8112/83 - Carvão vegetal: análise imediata**. 1986, p. 6

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NBR 10004/2004. Resíduos sólidos: classificação, 71p, 2004. <http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>> Acessado em: 19/04/2018.

BRASIL. LEI Nº 12305, DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >. Acessado em: 15/ 03/2016

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), Instrução Normativa SARC N.º14. Diário Oficial da União- Seção 1, n.º 242, 17 de dezembro de 2004. Definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas. Brasília, 2004.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA N.º 17. Diário Oficial da União- Seção 1, n.º 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA N.º 31. Diário Oficial da União- Seção 1, 24 de outubro de 2008. Alteração dos subitens 3.1.2, 4.1 e 4.1.2 da Instrução Normativa n.º 17 de 21/05/2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2008.

CANDIANI, G. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em Caieiras (SP) como estratégia para valorização ambiental e gestão integrada. **Sodebras**. Volume 10 – Nº 110 - Fevereiro/2015.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2010. **Aspectos do Cultivo de Castanha-do-brasil**. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47749/1/folder-castanhadobrasil.pdf> >. Acessado em: 04/03/2018.

FARIAS, A. W.; OLIVEIRO, L. L.; OLIVEIRA, T. A.; DANTAS, L. G. R.; SILVA, T. A. G. **Caracterização. Física de substratos alternativos para produção de mudas**. ACSA - AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO – ISSN 1808-6845, 2012.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. *In: Anais do II Encontro Nacional de Substratos para Plantas*, 2002, Campinas: IAC, p.29-37, 2002.

FERMINO, M.H; **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**, 2003. 104p.Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade federal do rio Grande do Sul, RS, 2003.

FEITOSA NETTO, G. B.; OLIVEIRA, A. G. P.; COUTINHO, H. W. M. Caracterização energética de biomassas amazônicas. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, 2006, Campinas. **Proceedings online...** Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000100035&lng=en&nrm=abn>. Access on: 04 May. 2018.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e

fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V., eds. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF, 2000. p.309-350.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIROS, R. M. Atributos físico-químicos de substratos compostos por casca de arroz carbonizada. **R. Bras. Ci Solo**, 28 :1069-1076, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados Sidra. 2016. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=289&z=t&o=18>> Acessado em 19/04/2018.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000b. p.139-145

MONKEN, M.; PEITER, P.; BARCELLOS, C.; ROJAS, L.I.; NAVARRO, M. B. M. A.; GORDIM, G.M.M.; GRACIE, R. O território na saúde construindo referências para análises em saúde e ambiente. In: MIRANDA, A. C.; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J. C.; MONKEN, M. (Orgs) **Território, ambiente e saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2008.

MULLER, C. H. **A cultura da castanha-do-brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília: EMBRAPA:SPI, Coleção plantar 23, 1995.

SANTOS, O. V. **Estudos das potencialidades da castanha-do-brasil: produtos e subprodutos**. 2012. 214 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímica Farmacêutica) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. SP, 2012.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria X ananasse* Duch)**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Agroambientais) - Programa de Pós-graduação em Agronomia Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo de Campinas. SP, 2011.