



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAROLINE TOURINHO ROCHA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE USO DOS RESÍDUOS DE
MADEIRA E BORRA OLEOSA PARA PRODUÇÃO DE
BRIQUETES**

CAROLINE TOURINHO ROCHA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE USO DOS RESÍDUOS DE
MADEIRA E BORRA OLEOSA PARA PRODUÇÃO DE
BRIQUETES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, para obtenção do título de Mestre.
Orientador: Prof. Dra. Carmen Luisa Barbosa Guedes

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Rocha, Caroline Tourinho.

Avaliação do potencial de uso dos resíduos de madeira e borra oleosa para produção de briquetes / Caroline Tourinho Rocha. - Londrina, 2017.
86 f. : il.

Orientador: Carmen Luisa Barbosa Guedes.

Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Biocombustíveis - Tese. 2. Resíduos de madeira - Tese. 3. Briquetes (Combustível) - Tese. I. Guedes, Carmen Luisa Barbosa. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Título.

CAROLINE TOURINHO ROCHA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE USO DOS RESÍDUOS DE
MADEIRA E BORRA OLEOSA PARA PRODUÇÃO DE BRIQUETES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Londrina, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Carmen Luisa Barbosa Guedes
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. João Carlos Alves.
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Pedro Ramos da Costa Neto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR

Londrina, 23 de outubro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus, energia maior que rege o universo e onde encontro a paz para entender que tudo o que acontece tem seu motivo maior de aprendizado, tudo está certo.

Agradeço muito os meus pais e namorado pelo incentivo e apoio em tudo que busco desenvolver, a me ajudar a acreditar em mim mesma.

A todos os professores que de alguma forma contribuíram para minha formação como Mestre em Bioenergia e para o desenvolvimento deste trabalho.

A minha orientadora, pela paciência, pelas exigências e críticas construtivas que me fizeram crescer, amadurecer.

Aos colegas do mestrado e de laboratório que me auxiliaram em nossas rotinas, me incentivaram.

Aos colegas de turma que também fizeram parte do desenvolvimento de atividades para meu aprendizado mais efetivo dos temas estudados durante o curso.

Agradeço aos meus amigos de coração que estão comigo nas alegrias e que sempre me levantam nos momentos difíceis da mesma forma.

Agradeço a Capes pelo auxílio financeiro durante o mestrado em bioenergia, que proporcionou o acesso as disciplinas em outras universidades fora de Londrina.

A natureza pode suprir todas as necessidades
do homem, menos a sua ganância.

Mahatma Gandhi

ROCHA, Caroline Tourinho. **Avaliação do potencial de uso dos resíduos de madeira e borra oleosa para produção de briquetes**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

Existe uma grande variedade de biomassa lignocelulósica sendo gerada no Brasil e que pode ser reaproveitada em processos de compactação para produção de briquetes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial quantitativo e qualitativo dos resíduos de madeira de origem industrial, de origem urbana e dos resíduos oleosos para utilização na produção de briquetes. A partir das informações contidas nas licenças ambientais vigentes disponibilizadas pelo Instituto Ambiental do Paraná foi estimada a quantidade de resíduos de madeira gerados em indústrias com atividade madeireira e resíduos oleosos de indústrias do processamento de óleo vegetal e de biodiesel gerados em municípios da mesorregião Norte Central do Paraná. Os órgãos públicos municipais responsáveis pelo gerenciamento da arborização urbana dos municípios de Apucarana, Arapongas, Cambé, Maringá, Londrina e Rolândia disponibilizaram as informações sobre a quantificação do resíduo do corte de árvore. A caracterização dos resíduos de madeira amostrados foi feita através de análises do teor de umidade, cinzas, matéria volátil, carbono fixo e o poder calorífico. Para os resíduos oleosos foi feito o teor de umidade e voláteis. Foi contabilizado um total de 212 toneladas diárias de resíduos de madeira industrial, além de 59 toneladas de borra proveniente de indústrias do processamento do óleo vegetal. A quantidade de resíduos de corte de árvore urbana foi estimada em 601 toneladas mensais. O percentual de umidade nos resíduos de madeira de origem urbana variou de, 18,51 a 50,91 %, de cinzas de 1,67 a 8,29 %, de matéria volátil de 30,22 a 67,26 % e de carbono fixo de 10,88 a 15,53 %. Para os resíduos de madeira de origem industrial a variação foi de 7,12 a 36,18 % para umidade, de 0,32 a 2,29 para cinzas, 43,63 a 77,69 % para matéria volátil e de 12,83 a 18,10 % para carbono fixo. A média do Poder Calorífico Superior entre os resíduos de madeira de origem urbana foi de 12,15 MJ kg⁻¹ e para os de origem industrial foi de 16,27 MJ kg⁻¹. O percentual de umidade e voláteis na borra foi de aproximadamente 45 % e na emulsão 41 %. A quantidade de resíduos de madeira gerado na região Norte Central do Paraná foi considerada expressiva, o que torna necessária a destinação adequada, sendo uma delas a utilização na produção de briquetes, agregando valor ao produto final. Através das análises físico-químicas das amostras trabalhadas identificou-se o potencial dos materiais para a produção de briquetes, inclusive da mistura desses materiais como uma possível alternativa de melhorar as características do produto final.

Palavras-chaves: Resíduo de madeira industrial. Corte de árvore urbana. Resíduos oleosos. Briquete.

ROCHA, Caroline Tourinho. **Evaluation of potential use of wood residues and soapstock from vegetable oil for briquette production.** 2017. 86 p. Dissertation (Master's degree in Bioenergy). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

There is a large variety of lignocellulosic biomass generated in Brazil that can be reused in compaction processes for briquette production. The objective of this work was to evaluate quantitative and qualitative potential of industrial wood residues, tree pruning waste and oily residues for briquettes production. Based on the information contained in the current environmental licenses made available by Environmental Institute of Paraná was estimated the amount of wood waste in industries with wood activity and oil residues from industries of vegetable oil processing and biodiesel generated in municipalities of the mesoregion North Central of Paraná. The municipal public statement responsible for the management of urban tree from Apucarana, Arapongas, Cambé, Maringá, Londrina e Rolândia made available information about quantitative tree cutting waste. The characterization of the wood residue sampled was done through analyzes of the moisture content, ash, volatile matter, fixed carbon and calorific value. For oils residues the analyses made was moisture and volatile. A total of 212 tons of industrial wood waste plus 59 tons of soapstock from vegetable oil processing industries was accounted daily. The amount of urban tree cutting waste was estimated at 601 tons per month. The percentage of moisture in wood waste of urban origin ranged from 18,51 to 50,91 %, ash from 1,67 to 8,29 %, volatile matter from 30,22 to 67,26 % and fixed carbon from 10,88 to 15,53 %. For wood waste from industrial origin it ranged from 7,12 to 36,18 % for moisture, from 0,32 to 2,29 for ash, from 43,63 to 77,69 % for volatile matter and from 12,83 to 18,10 % for fixed carbon. The average of High Calorific Value among the wood residues of urban origin was 12,15 MJ kg⁻¹ and for industrial origin wood waste was 16,27 MJ kg⁻¹. The moisture and volatiles of soapstock was approximately 45% and for emulsion was 41%. The amount of wood waste generated in Central North of Parana was considered expressive and a suitable destination is necessary, one of the alternatives are for briquette production, taking value to the final product. Through the physical-chemical analysis of the sample was identified the potential of materials for briquettes production, including the mixing of these materials as a possible alternative to improve the characteristics of the final product.

Keywords: Industrial wood waste. Cutting urban tree. Oily residues. Briquette.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Classificação dos resíduos de madeira, sua origem e os tipos de resíduos gerados.....	22
Figura 2 – Classificação morfológica dos resíduos de madeira industrial - Cavaco (a), Maravalha (b), Serragem (c), Pó de Lixa (d).....	23
Figura 3 – Resíduos de madeira industrial de tamanhos variados: rolete (a), casca (b), apara (c); processo de destopo (d).....	23
Figura 4 – Fluxograma de parte do processo do refino de óleo vegetal.....	25
Figura 5 – Mapa do estado do Paraná contendo as mesorregiões geográficas.....	34
Figura 6 – Base SGA de Consulta de Processo de Licenciamento encontrado no portal da transparência <i>online</i> do Instituto Ambiental do Paraná.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de resíduos de madeira gerados por indústrias de atividade madeireira em cidades do Norte do Paraná	45
Tabela 2 – Quantidade dos resíduos de corte de árvores gerados no Campus da Universidade Estadual de Londrina entre 2013 e 2016	47
Tabela 3 – Quantidade de árvores podadas e erradicadas na região urbana de Londrina no período de janeiro a dezembro 2016.....	48
Tabela 4 – Quantidade dos resíduos de corte de árvore urbana gerados na cidade de Maringá de 2014 a 2017	49
Tabela 5 – Quantidade média de resíduos de corte de árvore urbana gerados mensalmente nas maiores cidades da região Norte Central do Paraná	50
Tabela 6 – Quantidade diária de óleo de soja degomado refinado e da borra gerada em indústrias do processamento da soja no norte do Paraná	52
Tabela 7 – Produção de Biodiesel a partir do óleo vegetal e estimativa da quantidade de Borra gerada diariamente na BSBIOS.....	53
Tabela 8 – Quantidade de Emulsão Oleosa gerada por empresas que fazem a acidulação da borra na região norte do Paraná no ano de 2016	53
Tabela 9 – Percentual de umidade, cinzas e matéria volátil nos resíduos de madeira de origem urbana	54
Tabela 10 – Percentual de umidade, cinzas e matéria volátil nos resíduos de madeira de origem industrial	55
Tabela 11 – Percentual de Carbono Fixo e Poder Calorífico Superior nos resíduos de madeira de origem urbana.....	58
Tabela 12 – Percentual de Carbono Fixo e Poder Calorífico Superior nos resíduos de madeira de origem industrial	58
Tabela 13 – Percentual de Umidade e Voláteis nos resíduos oleosos coletados em indústria de biodiesel e do processamento da soja.....	60

Tabela 14 – Quantidade estimada de resíduos de corte de árvore gerados diariamente nas maiores cidades da região Norte Central do Paraná.....	62
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AOCS	<i>American Oil Chemists' Society</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BIOWARE	Desenvolvimento de Tecnologia de Energia e Meio Ambiente
BRITEX	BRITEX Indústria e Comércio de Resíduos de Madeira LTDA.
BSBIO	BSBIOS Indústria e Comércio de Biodiesel LTDA.
CETEC	Centro de Tecnologia em Ação e Desenvolvimento Sustentável
CMTU	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização
CTR -	Central de Tratamento de Resíduos
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
KRM	KRM Indústria e Comércio de Resíduos de Madeira LTDA
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
NBR	Norma Brasileira
SEASPMA	Secretaria Municipal de Agricultura, Serviços Públicos e Meio Ambiente
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
SEMUSP	Secretaria Municipal de Serviços Públicos
SINDIMOV-MG	Sindicato das Indústrias do Mobiliário e Artefatos de Madeira do Estado de Minas Gerais
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
UEL	Universidade Estadual de Londrina

LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

%	porcentagem
°C	Graus Celsius
CF	Carbono Fixo
g	Grama
h	Hora
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
km	Quilômetro
m ³	Metro cúbico
mg	Miligrama
MJ	Megajoule
mm	Milímetro
mol	Quantidade de matéria
MV	Matéria Volátil
PCS	Poder Calorífico Superior
t	Toneladas
TC	Teor de cinzas
TU	Teor de umidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.2	OBJETIVO	17
1.2.1	Objetivo Geral	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
1.3.1	Biomassa.....	18
1.3.1.1	Biomassa lignocelulósica: madeira.....	19
1.3.2	Classificação dos Resíduos	21
1.3.3	Origem e Destinação dos Resíduos de Madeira	21
1.3.4	Resíduos Oleosos do Processamento de Óleo Vegetal.....	25
1.3.5	Briquetagem para o Reaproveitamento de Resíduos	27
1.3.6	Caracterização do Resíduos para Produção de Briquete.....	29
1.3.7	Viabilidade Técnico-Econômica da Produção de Briquetes	31
2	METODOLOGIA	33
2.1	MATERIAIS.....	33
2.1.1	Resíduos de Madeira e Resíduos Oleosos Avaliados no Levantamento Quantitativo	33
2.1.2	Coleta das Amostras dos Resíduos de Madeira e Resíduos Oleosos para as Análises Físico-Químicas	35
2.2	MÉTODOS	36
2.2.1	Levantamento Quantitativo dos Resíduos de Madeira.....	36
2.2.2	Levantamento Quantitativo dos Resíduos Oleosos.....	37
2.2.3	Armazenamento das Amostras Coletadas.....	39
2.2.4	Caracterização Físico-Química dos Resíduos de Madeira.....	39
2.2.4.1	Teor de umidade	40
2.2.4.2	Teor de cinzas.....	40
2.2.4.3	Matéria volátil	41
2.2.4.4	Carbono fixo	42
2.2.4.5	Poder calorífico superior	42
2.2.5	Percentual de Umidade e Voláteis nos Resíduos Oleoso	42
2.2.6	Viabilidade Técnica da Produção do Briquete de Resíduos de Corte de Árvore Urbana	43

3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.1	RESÍDUOS DE MADEIRA INDUSTRIAL GERADOS NA REGIÃO NORTE CENTRAL DO PARANÁ	44
3.2	RESÍDUOS DO CORTE DE ÁRVORE URBANA GERADOS NA UEL, EM LONDRINA E OUTRAS CIDADES DA REGIÃO NORTE CENTRAL DO PARANÁ	47
3.3	RESÍDUOS OLEOSOS DO PROCESSAMENTO DO ÓLEO VEGETAL	52
3.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS RESÍDUOS DE MADEIRA	54
3.5	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA COM OS RESÍDUOS OLEOSOS	60
3.6	ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DO BRIQUETE DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORE URBANA	61
4	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXOS	72
ANEXO A -	Relatório elaborado pelo IAP referente a quantificação do resíduo emulsão oleosa gerada por empresas no Norte Central do Paraná, em resposta ao ofício nº 815/2016	73
ANEXO B -	Ficha de Informação de Segurança do produto Borra da indústria de produção de biodiesel BSBIOS	76
ANEXO C -	Resposta da prefeitura do campus da Universidade Estadual de Londrina referente ao quantitativo de resíduos de corte de árvore gerados de 2013 a 2016	79
ANEXO D -	Relatório de Serviços de erradiação e poda de árvore executados pela SEMA de Londrina conforme processo nº 91464/2016	80
ANEXO E -	Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda e remoção de árvores da cidade de Maringá	81
ANEXO F -	Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda e remoção de árvores da cidade de Apucarana	83

ANEXO G - Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda de árvores da cidade de Arapongas	84
ANEXO H - Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda de árvores da cidade de Cambé.....	85
ANEXO I - Ofício de Resposta nº 133/2017 referente a solicitação sobre as quantidades dos resíduos de corte de árvores gerados na cidade de Rolândia.....	86

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis e seu alto custo, juntamente com os problemas de degradação do meio ambiente e aumento dos gases de efeito estufa têm feito com que vários países promovessem pesquisas relacionadas a bioenergia, com o objetivo de fazer crescer o uso de energias renováveis na matriz energética e desenvolver novas tecnologias para otimizar sua utilização.

As fontes de energia renovável são provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar e são repostas pela natureza. Dentre elas estão a força das águas (hidráulica) e do vento (eólica), a radiação solar e o calor do fundo da Terra (geotermal). A biomassa também é considerada uma fonte renovável e engloba diversas subcategorias, desde as mais tradicionais (a lenha, os resíduos animais e vegetais) até as mais modernas, o etanol para automóveis, biodiesel, bagaço de cana para cogeração energética e gás de aterros sanitários utilizados para a geração de eletricidade (GOLDEMBERG e LUCON, 2007).

Uma possível alternativa para o uso da biomassa residual como fonte de energia renovável é a compactação ou densificação de resíduos vegetais através da briquetagem ou peletização. Ambos são processos físicos que melhoram as características da biomassa, proporcionando um aumento da densidade energética, redução de custos com transporte e praticidade no armazenamento. O produto final da densificação, conhecido como briquete, é considerado um combustível uniforme, limpo, e estável, importante substituto para o carvão mineral e a lenha na geração de energia em forma de calor (GRANADA et al., 2002).

A variedade e quantidade de resíduos gerados no Brasil é bastante expressiva. Dois resíduos de origem vegetal, de interesse no presente trabalho, são os resíduos de poda de árvore urbana e os resíduos da indústria com atividade madeireira. Os primeiros, segundo Meira (2010), se gerenciados inadequadamente, trazem problemas econômicos e ambientais para o município, como o alto custo para destinação, saturação de áreas de descarte, poluição do ar, da água e do solo, maiores riscos de incêndio em aterros e terrenos baldios e degradação da paisagem, além do desperdício de matéria prima com potencial energético.

Já os resíduos de madeira da indústria madeireira são gerados em grandes quantidade no Brasil, isso devido à baixa porcentagem de aproveitamento

da madeira que está entre 55 a 65 % para as coníferas e de 45 a 55% para as folhosas (REMADE, 2003). Estes resíduos geram impactos ambientais tanto no ar, como na água e no solo, se não tratados adequadamente. A briquetagem desse material pode ser uma alternativa para o seu reaproveitamento agregado aos resíduos de poda de árvore urbana.

A mistura de matérias primas vem sendo uma alternativa bastante viável nos processos de compactação de biomassa pela disponibilidade e aproveitamento de matérias primas, pela não dependência por um único material, além do melhoramento das características briquete produzido.

Um terceiro resíduo, de interesse no presente estudo, como potencial aglutinante para briquetagem em associação com os resíduos de madeira é a borra oleosa provenientes do processamento do óleo vegetal nas indústrias de biodiesel e alimentícia. Um resíduo que não pode ser ignorado devido ao aumento da quantidade gerada em decorrência do aumento da porcentagem de biodiesel no diesel comum de 7 % em 2016 para 8 % em 2017 e aumento de 9 e 10 % nos anos seguintes (BRASIL, 2016).

Estudos voltados à caracterização desses resíduos, visando a compactação e aproveitamento com fim energético, contribuem para agregar conhecimento científico com vistas a reciclagem e reutilização de resíduos encontrados no norte do Paraná, além de chamar a atenção para novas políticas públicas de reaproveitamento em benefício do meio ambiente, dos trabalhadores e empresários da região.

Um grande problema associado aos resíduos gerados no Brasil, segundo Cortez, Lora e Gómez (2008) é a deficiência da cadeia produtiva para seu reaproveitamento, sendo uma delas a defasagem das quantidades disponíveis, tornando relevante o levantamento quantitativo dos resíduos apontados no presente trabalho.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial quantitativo e qualitativo dos resíduos de madeira industrial, de corte de árvore urbana e dos resíduos oleosos para utilização na produção de briquetes.

1.2.2 Objetivos Específicos

Realizar o levantamento sobre as quantidades dos resíduos de madeira provenientes das indústrias madeireiras e do corte de árvores urbanas na região Norte Central do Paraná.

Fazer o levantamento quantitativo dos resíduos oleosos provenientes do processamento da soja em indústrias alimentícias e indústrias de produção de biodiesel.

Determinar características físico-químicas dos resíduos de madeira de origem industrial e de origem urbana, além dos resíduos oleosos com a finalidade de indica-los como potenciais matérias primas no processo de briquetagem.

Desenvolver uma breve análise de viabilidade técnica da produção de briquetes de resíduos de corte de árvore urbana dos maiores municípios da região Norte Central do Paraná.

1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.3.1 Biomassa

O termo Biomassa tem sido utilizado para identificar o material orgânico originado pelos seres vivos, principalmente animais e vegetais, em seus diferentes processos. Essa biomassa contém uma energia química que, para as plantas, provém da conversão da energia luminosa graças à fotossíntese (COUTO et al., 2004).

O aproveitamento energético da biomassa disponível foi essencial para a evolução humana, sendo que seu próprio meio de obtenção e uso progrediram juntos, desde a lenha catada para cocção, proteção e aquecimento, até as modernas práticas de produção silvo-agropecuárias e industriais, de transformação e uso de biocombustíveis para geração de calor, força motriz e eletricidade (TOLMASQUIM, 2016).

As vantagens da utilização da biomassa são várias, dentre elas a diversificação da matriz energética brasileira face à dependência externa do país com relação aos combustíveis fósseis; contribuição para um desenvolvimento sustentável, em particular com a utilização de mão de obra local, podendo colaborar na garantia de suprimento de energia a comunidades isoladas; vantagens ambientais quando comparada aos combustíveis fósseis, principalmente em termos de emissões de gases do efeito estufa; além da redução significativa do volume de resíduos destinados incorretamente, em aterros e lixões (AFFONSO et al., 2004).

O Brasil dispõe de grande potencial na utilização da biomassa residual, atendendo à localização, características regionais e recursos naturais do seu território. A Madeira, os produtos e resíduos agrícolas, resíduos florestais, excrementos animais, carvão vegetal, álcool, óleos animais, óleos vegetais, biogás são tipos de biomassa utilizadas como combustível. Seu aproveitamento pode ser feito na sua forma bruta ou através de seus derivados (PACHECO, 2006).

A utilização dos resíduos como biomassa energética, necessita ainda de avaliações acuradas e precisas sobre o seu potencial de recuperação economicamente viável, além de análises completas de seus ciclos de vida (OLIVEIRA, 2015).

Segundo Rossilo-Calle et al. (2007), documentar o suprimento de

biomassa residual teoricamente disponível para conversão energética é um problema em si mesmo, particularmente se forem necessários dados detalhados.

1.3.1.1 Biomassa lignocelulósica: madeira

A biomassa vegetal é formada através das reações de fotossíntese que produzem fibras vegetais construídas pela celulose mantida por uma matriz de lignina e hemicelulose que tem a função de agir como uma barreira natural à degradação microbiana e ainda servir como uma proteção mecânica. Além desses componentes são encontrados em suas composições lipídeos, proteínas, açúcares simples, água, componentes inorgânicos e outros metabólitos secundários (RAVEN, EVERT; EICHHORN, 2007).

Em termos químicos, a madeira é melhor definida como um composto de biopolímeros tridimensional formado por uma rede interligada de celulose, hemiceluloses e lignina com pequenas quantidades de extrativos e inorgânicos. O principal componente químico de uma árvore viva é a água, já a madeira é constituída de cerca de 65 - 75 % de polissacarídeos que são combinados com lignina, de 15 – 35 % (KLOCK e ANDRADE, 2013).

Em geral, a madeira seca tem uma composição elementar de cerca de 50% de carbono, 6% de hidrogênio, 44% de oxigênio e vestígios de compostos inorgânicos. A quantidade de enxofre, na madeira, é muito baixa, não causando poluição do ar com compostos sulfurosos, ao contrário da maioria dos carvões minerais e óleos pesados (BRITO e BARRICHELO, 1979).

A madeira é um material bastante heterogêneo, com proporção aproximada de celulose, hemicelulose e lignina de, respectivamente, 50:20:30. Raven, Evert e Eichhorn (2007) e Klock e Andrade (2013) definem os componentes da madeira em:

- Celulose é considerada o principal componente da parede celular, molécula orgânica mais abundante na biosfera. É um polissacarídeo que se apresenta como um polímero de alto peso molecular e de cadeia linear, constituído por monômeros de celulose que se agrupam em microfibrilas que apresentando propriedades cristalinas, seu peso molecular varia de 300.000 a 500.000 g mol⁻¹.

- Hemicelulose é um polissacarídeo específico da parede celular, menos organizado que a celulose e constituído por tipos de polímeros de açúcares

variados, seu peso molecular é baixo, variando de 25.000 a 35.000 g mol⁻¹. A hemicelulose se liga a celulose por meio de pontes de hidrogênio, limitando a extensibilidade da parede celular tendo um papel significativo na expansão celular.

- Lignina é o componente da madeira considerado o segundo composto orgânico mais abundante na Terra, logo após a celulose, é um polímero de constituição difícil de ser estabelecida, amorfo, formado por três tipos de monômeros os álcoois p-cumarílico, coniferílico e sinapílico. A principal importância das ligninas é a resistência a compressão e a rigidez, além de impermeabilizar a parede celular, facilitando o transporte de água. Uma outra função das ligninas é apontada pela sua deposição em resposta a vários tipos de injúria e ataques por fungos.

Fazendo parte dos componentes acidentais da madeira aparecem os extrativos, que compõe uma diversidade de compostos químicos de baixo peso molecular, responsáveis por determinadas características da madeira como cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. Os extrativos podem ser classificados em substâncias alifáticas (graxas e ceras), substâncias aromáticas, fenóis, terpenos, esteroides, substâncias nitrogenadas e alguns outros tipos de compostos orgânicos. Apesar de ser encontrado na madeira em baixos teores em relação aos demais componentes, sua presença pode influir na escolha da madeira para determinados fins (KLOCK e ANDRADE, 2013).

Browning (1963) apud Quirino et al. (2004) afirma que o poder calorífico é mais alto quanto maior o teor de lignina e extrativos, porque eles contêm menos oxigênio que os polissacarídeos presentes na celulose e hemicelulose

O rendimento energético de um processo de combustão da madeira depende de sua constituição química, devendo-se ressaltar que os teores de celulose, hemicelulose, lignina, extrativos e substâncias minerais variam de acordo com a espécie, sendo eles de grande importância para a escolha adequada da madeira a ser utilizada (Quirino et al, 2004).

1.3.2 Classificação dos Resíduos

A definição de resíduos sólidos dada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, por meio da Norma Brasileira 10.004 (2004):

“Resíduos no estado sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Apresentam-se ainda nesta definição todos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

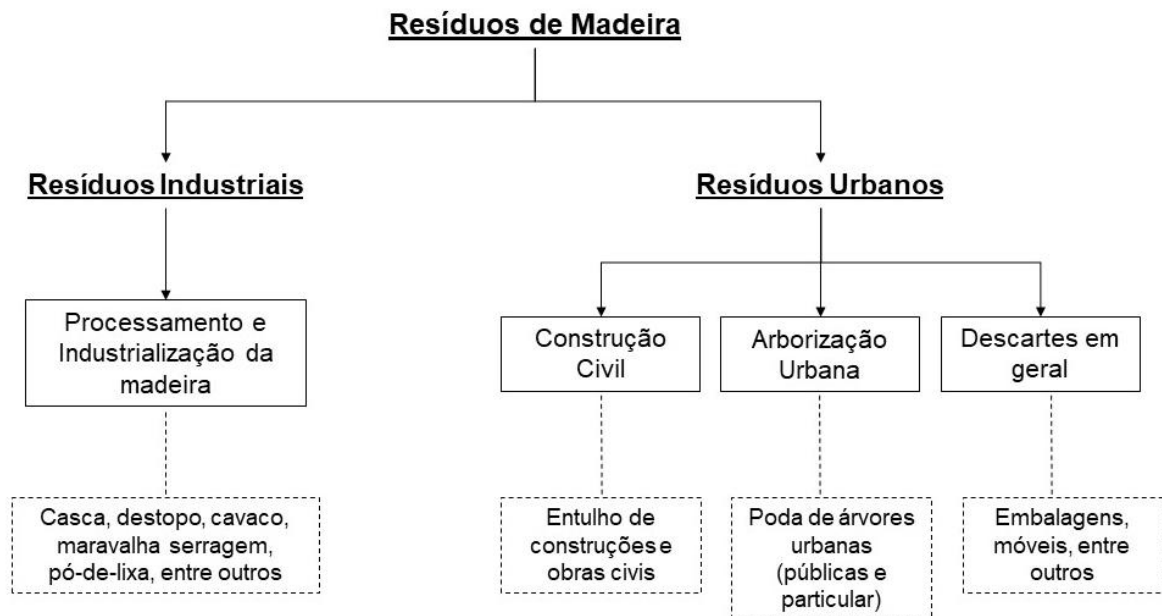
A classificação dos resíduos sólidos envolve a identificação da material e do processo ou atividade que lhe deu origem e de suas características e constituintes. Identifica os riscos potenciais desses resíduos para o meio ambiente e para a saúde pública.

Para efeito da norma ABNT NBR 10.004 (2004), os resíduos são classificados, quanto a sua periculosidade, em duas classes maiores: Classe I – Resíduos Perigosos são aqueles que apresentam periculosidade ou uma das características seguintes: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade; Classe II – Resíduos Não Perigosos que são subdividido em duas classes, II A - Não Inertes: são aqueles que não se enquadram na Classe I e II B e podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água e II B – Inertes: são aqueles que quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, executando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

1.3.3 Origem e Destinação dos Resíduos de Madeira

Os resíduos de madeira, são classificados, segundo a ABNT NBR 10.004 (2004), como resíduos não perigosos da Classe II A, não inertes. Dentro da classificação quanto a origem os resíduos de madeira podem ser divididos em Resíduos Industriais e Resíduos Sólidos Urbanos, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Classificação dos resíduos de madeira, sua origem e os tipos de resíduos gerados



Fonte: Wiecheteck (2009)

As principais indústrias que geram resíduos de madeira são a Madeireira (Serrarias e Compensado), Papel e Celulose, Painéis de Madeira e Moveleira. Estes resíduos são gerados desde o transporte da madeira em tora para indústria, até seu manuseio e processamento, finalizando no produto acabado (WIECHETECK, 2009).

Segundo Casagrande Junior et al. (2004) e Oliveira (2015), os resíduos de madeira podem ser classificados de acordo com suas características morfológicas:

Cavacos: partículas com dimensões máximas de 50 x 20 mm, em geral provenientes do uso de picadores (Figura 2a).

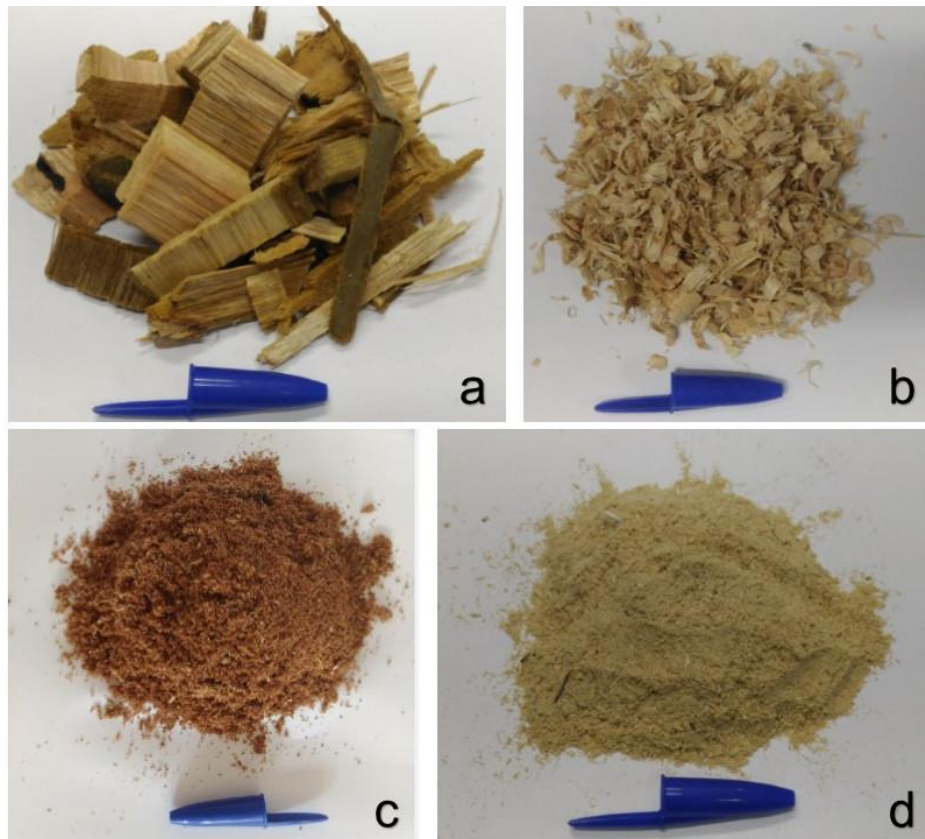
Maravalha: aparas de madeira com mais de 2,5 mm, provenientes do aplainamento de peças de madeira após seu desdobro (Figura 2b).

Serragem: pequenas partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 a 2,5 mm (Figura 2c).

Pó de Lixa: Apresenta-se como um pó muito fino, granulometria menor que 0,5 mm, proveniente do processo de lixamento na fase de acabamento de uma peça de madeira (Figura 2d).

A lenha apresenta tamanho variado, engloba os resíduos maiores como roletes, casca, refilos ou aparas, destopo entre outros e também pode ser encontrada em todas as indústrias de madeira (Figura 3).

Figura 2 – Classificação morfológica dos resíduos de madeira industrial - Cavaco (a), Maravalha (b), Serragem (c), Pó de Lixa (d)



Fonte: O próprio autor (2017)

Figura 3 – Resíduos de madeira industrial de tamanhos variados: rolete (a), casca (b), aparas (c); processo de destopo (d)



Fonte: ROLETES (2017); MFRURAL (2017); PORTAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS (2017); JJ ZONTA (2017)

Os resíduos de madeira gerados pelas Indústrias Madeireira (Serraria e compensado) e Moveleira são, geralmente, destinados para fabricação de produtos com maior valor agregado (carvão, cavacos, briquetes, embalagens),

sendo uma parte aproveitada na queima direta em caldeiras e fornos artesanais (olarias), e até mesmo como cama na criação intensiva de frangos de corte. Na indústria de papel e celulose e fabricantes de painéis de madeira reconstituída o aproveitamento dos resíduos é melhor organizado, a madeira é comumente utilizada como biomassa na cogeração de energia, além de ser comercializada em diferentes empresas do ramo madeireiro, o lodo industrial feito compostagem para produção de adubo (WIECHETECK, 2009).

Os resíduos de madeira de origem urbana da construção civil; restos de poda de árvore, compostos por folhas, ramos, galhos, troncos, sementes, frutos, fustes e raízes; móveis e descartes geralmente se misturam e muitas vezes são destinados inadequadamente. Os principais destinos identificados para as podas de árvore urbana são: a disposição direta no solo (em regiões de mata); disposição em aterros sanitários; disposição em lixões; compostagem; queima descontrolada e menos frequente a reciclagem, como cavaco e peças artesanais (CORTEZ, 2011).

O fator limitante para a reciclagem da madeira utilizada na construção civil é o fato desta estar geralmente “contaminada” com outros materiais como concreto/argamassa, metais (pregos, arames, grampos, parafusos, dobradiças, etc.) e ainda agentes desmoldantes. Quando ocorre a segregação da madeira no local da obra, estes resíduos são enquadrados na categoria dos resíduos destinados preferencialmente à reutilização, reciclagem ou armazenagem temporária (WIECHETECK, 2009).

Além dos resíduos resultantes das podas em árvores públicas (troncos, toras, galhos, tocos e raízes), os resíduos vegetais de centros urbanos incluem ainda o material orgânico resultante da manutenção de parques e jardins (incluindo grama e matérias lenhosos diversos). O melhor reaproveitamento desses resíduos permitiria gerar um faturamento para a prefeitura e redução de custos de manutenção de acúmulo de material orgânico em aterros sanitários (WIECHETECK, 2009).

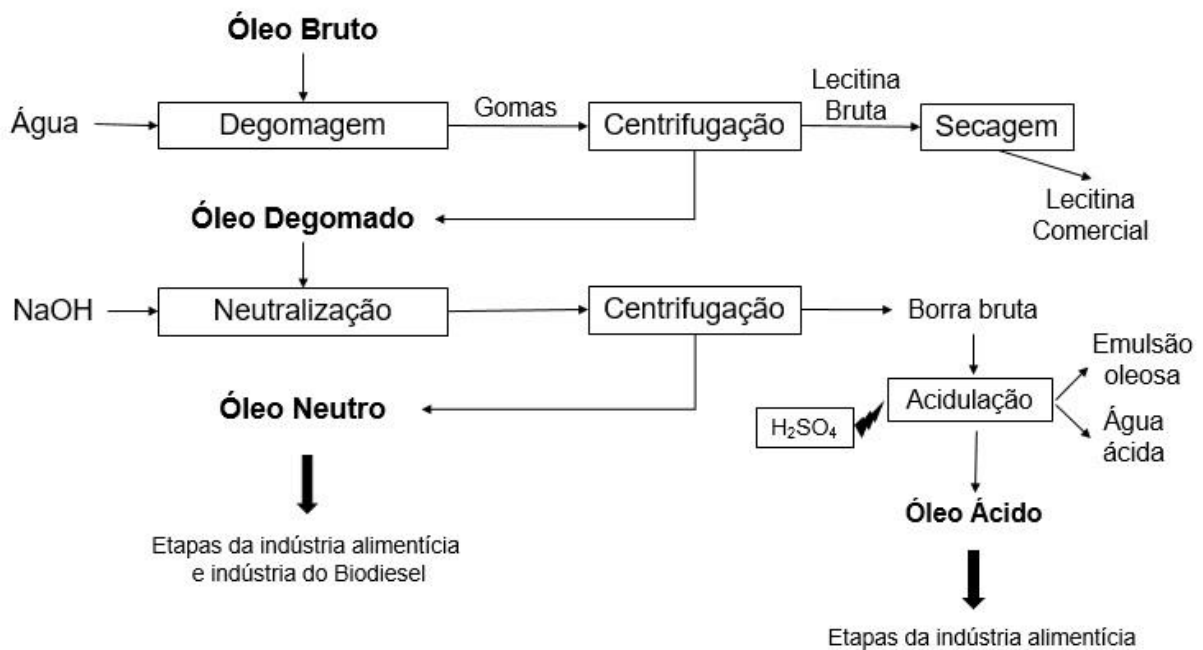
No Brasil, o desconhecimento da logística para coleta de biomassa residual de madeira a partir de diversas fontes geradoras como é o caso de resíduos provenientes de podas, tem imposto dificuldades a implantação de novos locais que permitam uma destinação final adequada a tais materiais e, conseqüentemente, no seu aproveitamento econômico. Tal fato está associado a características e a complexidade da destinação da poda urbana, com inúmeras fontes geradoras,

diferentes capacidades de geração, dispersão da localização geográfica das fontes geradoras e grande heterogeneidade do material coletado (WIECHETECK, 2009).

1.3.4 Resíduos Oleosos do Processamento de Óleo Vegetal

No processo convencional de refino do óleo de soja são gerados vários subprodutos (Figura 3) constituídos por misturas de fosfatídeos, glicerídeos, matéria insaponificável, ácidos graxos livres, sabão e água. O subproduto resultante da neutralização dos óleos vegetais era denominado *refining byproducts lipid* (subprodutos do refino de lipídeos) e, em 1992, passou a ser chamado de *soapstock* (borra) pela NOPA (National Oilseed Processors Association) (WOERFEL, 2015).

Figura 4 – Fluxograma de parte do processo do refino de óleo vegetal



Fonte: WOERFEL (2015) e REANEY (2002)

A borra bruta da neutralização, proveniente do refino alcalino do óleo de soja, é um material complexo, heterogêneo e difícil de manusear. Contém normalmente de 35 a 50% de ácidos graxos totais (FRÉ, 2009). Estima-se que, do volume total de óleo vegetal bruto a ser beneficiado, aproximadamente 6% é convertido em borra (HASS, 2005).

Sabe-se que a indústria de biodiesel é outra fonte de obtenção dessa borra durante o preparo da matéria-prima. Em muitas situações, este

subproduto (borra) pode ser considerado problemático, mas tornara-se um produto valioso quando eficientemente recuperado e processado (WOERFEL, 1981). São várias as publicações com propostas para agregar valor às borras e redução dos efluentes gerados no processamento de óleos vegetais. Uma das alternativas bem estudada e economicamente viável é a recuperação do material graxo a partir da acidulação dessa borra. Laoretani, Fischer e Iribarren (2017) relatam esse processo como sendo fácil de implementar, o produto primário sendo o óleo ácido, muito versátil, e a geração da água ácida como efluente de fácil biodegradação após ajuste de pH.

O óleo ácido extraído apresenta de 85 - 90% de ácidos graxos totais (FRÉ, 2009). Entre os usos do óleo ácido incluem-se a utilização na composição de ração animal, principalmente de aves e porcos (DUMONT e NARINE, 2007), na indústria de minério como coletores aniônicos para o processo de flotação da apatita e outros minerais (OLIVEIRA, 2005), e como matéria prima para produção de biodiesel (HASS, 2005).

A acidulação da borra se dá pela mistura, em batelada ou contínua, com excesso de um ácido forte, geralmente ácido sulfúrico, que hidrata o sabão e liberta o ácido graxo como uma camada insolúvel e mais leve (WOERFEL, 1981). Algumas indústrias que fazem esse tipo de processamento do óleo vegetal geram outro resíduo, além da água ácida, colocado por Reaney (2002) como uma emulsão intratável que ocorre entre os ácidos graxos acidulados (óleo ácido) e a água residual. Atualmente, o tratamento desse resíduo, comumente denominado de emulsão oleosa, é custoso, mas apresenta grande potencial para geração de energia. Seu poder calorífico superior encontrado por Fré, Rech e Marcílio (2013) é quase duas vezes maior do que o da lenha com 20% de umidade.

Frente a grande variedade de resíduos gerados no Brasil, a possibilidade de estudos envolvendo tecnologias para seu reaproveitamento é ampla, dentre elas a de utilização como combustível. “A utilização energética desses resíduos apresenta grandes vantagens, como mudança na matriz energética, ampliação na geração de renda, diminuição dos gases de efeito estufa, redução dos volumes de resíduos depositados em aterros sanitários e, conseqüentemente, redução de custos” (QUIRINO, 2002). Uma das tecnologias com potencial para utilização energética desses resíduos é a sua compactação ou densificação, conhecida como briquetagem.

1.3.5 Briquetagem para o Reaproveitamento de Resíduos

Nos dias atuais, praticamente todos os tipos de resíduos orgânicos (biomassa) podem ser reutilizados para a produção de energia e são diversas as tecnologias conhecidas para tal. Uma delas é a briquetagem:

“Forma bastante eficiente para concentrar a energia disponível da biomassa, 1 m³ de briquetes contém pelo menos 5 vezes mais energia que 1 m³ de resíduos. Isso, levando-se em consideração a densidade a granel e o poder calorífico médio desses materiais” (QUIRINO e BRITO, 1991).

No Brasil são produzidos cerca de 1,2 milhão de toneladas de briquetes por ano. “A taxa de crescimento da demanda de briquete, no Brasil, é de 4,4% ao ano, o que demonstra a importância potencial no mercado de energia renovável” (SOUZA DIAS et al., 2012) e coloca, em destaque, a briquetagem com uma das tecnologias para o reaproveitamento de resíduos.

A briquetagem é uma das várias técnicas de aglomeração que são amplamente caracterizadas como tecnologias de densificação (GROVER e MISHRA, 1996), altera apenas a conformação física da matéria prima e não sua composição química, que é dependente da biomassa de origem.

Borges de Souza (2017) identifica que o processo de briquetagem envolve as seguintes etapas: trituração, secagem, prensagem (compactadora) a alta temperatura e embalagem, resultando em um produto final de forma cilíndrica ou retangular.

A densificação melhora o valor calorífico volumétrico de um combustível, reduz o custo do transporte o que pode auxiliar na expansão da utilização da biomassa na produção de energia (GENTIL, 2008). O produto formado, denominado de briquete, apresenta Poder Calorífico Superior (PCS) na faixa de 16.92 a 17.64 MJ kg⁻¹ e umidade entre 7 e 12 % (SOUZA DIAS et al., 2012).

Existem dois tipos de prensas para produção de briquetes: as que atuam por pressão e as que atuam por extrusão. Para cada processo e tipo de máquina são necessários observar certas variáveis da matéria prima tais como o tamanho das partículas, o teor de umidade e densidade aparente, bem como as variáveis do processo de compactação, pressão, temperatura e uso de aglutinante. A escolha certa otimiza o processamento e qualidade dos briquetes produzidos (SOUZA DIAS et al., 2012).

Os aglutinantes (adesivos, colas ou ligantes) funcionam como adesivos entre as partículas e são utilizados quando o material a ser aglomerado não possui, após a compactação, resistência à compressão e ao impacto. A lignina, as proteínas, amido, gorduras e carboidratos solúveis são adesivos naturais da biomassa (SOUZA DIAS et al., 2012).

A escolha do uso final e a exportação de briquete é que determinam a utilização ou não de ligantes, alguns países não permitem seu uso. O mercado brasileiro de briquetes é principalmente o de pizzarias com fornos a lenha, as quais embora usem pequenas quantidades em relação às indústrias, pagam melhor pelos briquetes. No setor industrial, esse produto é usado como combustível de caldeiras e em alguns casos é utilizado o ligante, como nas indústrias siderúrgicas (SOUZA DIAS et al., 2012).

Uma forma de diversificar os briquetes é a de estudar outros subprodutos para processar a briquetagem, tais como bagaço de cana-de-açúcar, resíduos da indústria coureira, resíduos urbanos de podas de árvores e jardins públicos. Todos esses materiais podem ser briquetados e, desde que encontrado com antecedência possíveis consumidores, poderão se tornar mais uma fonte de processamento e venda (BORGES DE SOUZA, 2017).

A biomassa vegetal têm características como o alto teor de umidade, baixa densidade, formatos e tamanhos irregulares que podem interferir negativamente no aproveitamento do potencial energético dos resíduos provenientes dessa biomassa. Esse tipo de característica indesejada pode ser adequada através do processo de briquetagem, produzindo um material de maior valor agregado com características mais interessantes como o baixo teor de umidade, alto poder calorífico, maior densidade energética, volume reduzido para transporte e armazenagem (GENTIL, 2008).

A utilização de resíduos de madeira de origem urbana, industrial, agrícola e florestal é complexa em função das suas características físico-químicas desiguais (em especial a baixa densidade aparente) e problemas de armazenamento, manuseio e transporte. Essas dificuldades podem ser superadas através do processo mecânico de compactação dos resíduos em formas regulares com alta densidade, denominado de briquetes ou peletes (BHATTACHARYA, SETT e SHRESTHA, 1989).

Os briquetes podem ser produzidos a partir da mistura de uma ou

mais biomassas. A mistura de matérias primas, segundo Quirino et al. (2004) e Gentil (2008), subtrairia os custos de produção na briquetagem e evitaria a dependência de um único tipo de biomassa, especialmente, nos períodos de escassez de algum delas.

Atualmente, uma série de estudos vêm avaliando briquetes produzidos utilizando variadas matérias primas e suas misturas, com ou sem aglutinantes. A maioria dos estudos são com a compactação de resíduos secos de madeira e outros resíduos também secos, como os da agroindústria, os resíduos sólidos urbanos (rejeitos e lodo). Rodrigues et al., 2010, em seu estudo com biomassa residual, observou que o lodo de esgoto seco sendo utilizados juntamente com material lignocelulósico possibilitou a otimização das características de cada material, além de ser uma alternativa para disposição mais adequada desses resíduos.

Poucos são os estudos de produção de briquetes com misturas de resíduos de características diferenciadas, voltados ao seu reaproveitamento. Um desses estudos é o de Raslavicius (2012) que trabalhou com a compactação da mistura de resíduos de corte de madeira e glicerol bruto, com a finalidade de aumentar o poder calorífico do briquete produzido e encontrar uma forma alternativa para a destinação do glicerol, subproduto da indústria do biodiesel.

Buscando a não dependência de um único material e melhoramento das características energéticas do produto final, a briquetagem a partir das misturas tem se mostrado viável. Com vistas a tornar esta alternativa sustentável, é necessária a caracterização desses resíduos para se identificar materiais que possam ser agregados juntos encontrando uma forma de utilização mais eficiente.

1.3.6 Caracterização dos Resíduos para Produção de Briquete

A caracterização física, química e mecânica é muito relevante quando se trabalha com combustíveis sólidos. Segundo McKendry (2002), as propriedades combustíveis da biomassa têm influência direta na escolha da tecnologia de conversão energética, devido à especificidade de cada processo em termos de matéria seca, tamanho, forma e consistência.

Quando se trata de produção energética, as análises em torno da composição química da biomassa são essenciais, pois os resultados poderão

qualificar a biomassa com relação ao potencial de energia disponível (PROTÁSIO et al., 2011). Dentre os processos de análise química, encontra-se a análise imediata que, por sua vez, está relacionada à avaliação da porcentagem de carbono fixo, de materiais voláteis, de cinzas e de umidade, todos contidos na biomassa energética (NOGUEIRA e LORA, 2003). Segundo Sant'Anna et al. (2012) estas análises podem determinar a potencialidade de um combustível e, portanto, avaliar se este está sendo utilizado dentro de sua plena capacidade.

Brito e Barrichelo (1979), indicaram o poder calorífico, o teor de umidade, a densidade e a análise imediata como as propriedades mais importantes da madeira para sua utilização como combustível. Já para Protásio et al. (2011) os aspectos considerados essenciais para potencializar a produção de compactados da biomassa com finalidade energética são o teor de umidade, o teor de cinzas, a densidade e o poder calorífico.

O teor de umidade é relativo a quantidade de água livre ou combinada disponível no material, relacionado a produção de energia, quanto menor o teor de umidade maior será a produção de calor por unidade de massa. Neste sentido, Gonçalves, Sartori e Leão (2009) sugerem um teor de umidade máximo de 20% para a queima, visto que os valores superiores reduzem o valor do calor de combustão, a temperatura da câmara de queima e a temperatura dos gases de escape.

O teor de cinzas corresponde à porcentagem de material inerte, que não produz calor, então quanto menor a quantidade de cinzas que sobra da queima de um material, maior seu potencial produtor de calor. Segundo Strehler (2000) a madeira pura tem apenas 0,5% e palha de trigo até 6% de teor de cinzas. A diferença no teor de cinzas leva a diferentes valores caloríficos.

O percentual de carbono fixo refere-se à fração de carbono que se queima no estado sólido. Combustíveis com teores mais elevados de carbono fixo são preferíveis, porque queimam mais lentamente. Em contrapartida, os voláteis compreendem a parte do combustível que se evapora quando ele é aquecido a altas temperaturas e têm um importante papel na combustão. Após a evaporação, misturam-se com o oxigênio do ar e entram em combustão. De um modo geral, as madeiras com altos teores de voláteis queimam mais rapidamente (PEREIRA et al., 2000).

O poder calorífico é definido como a quantidade de energia na forma

de calor liberada pela combustão de uma unidade de massa da madeira (QUIRINO et al., 2004). No Sistema Internacional pode ser expresso em MJ kg^{-1} , kcal kg^{-1} . Esta propriedade depende, de uma maneira geral, principalmente da composição elementar e da umidade presente na biomassa. Segundo Quirino (2002) o calor oferecido pela combustão da madeira vai variar de acordo com seus constituintes, se apresenta em torno de 4.700 a 5.000 kcal kg^{-1} da madeira seca a 0% de umidade, independentemente de sua espécie.

A utilização de resíduos da biomassa vegetal para fins energéticos já é uma realidade (RAMOS e PAULA et al., 2011). O processo de compactação é recomendado pois aumenta a densidade, diminui o teor de umidade, minimiza a grande variedade de formas e granulometria dos resíduos lignocelulósicos, corrigindo os problemas inerentes aos resíduos como a baixa densidade, heterogeneidade, alto teor de umidade entre outros (QUIRINO, 2002).

Segundo Nakashima et al. (2017), para produzir um combustível sólido com maior eficiência e maior valor agregado, é preciso que o briquete apresente um alto poder calorífico, densidade elevada, baixo teor de cinzas, tenha uma boa resistência mecânica e estabilidade dimensional.

1.3.7 Viabilidade Técnico-Econômica da Produção de Briquetes

Para avaliar a viabilidade econômica de uma planta de produção de briquetes devem ser considerados vários aspectos, como por exemplo, o preço do combustível que os briquetes vão substituir (lenha e carvão), custo de produção dos briquetes, custos e características da matéria prima, distância de transporte. A complexidade da planta de briquetagem influencia significativamente nos custos de investimento e deve ser avaliada em função dos volumes de produção previstos (FILIPPETTO, 2008).

Uma análise da viabilidade econômica da implantação de três tipos de briquetadeiras, duas tipo parafuso sem fim com capacidades de 120 kg/h e 250 kg/h e uma pistão com capacidade de 250 kg/h para uma empresa que processou madeira e produziu aproximadamente 60 toneladas de serragem mensais foi desenvolvida por Filippetto (2008). Ele chegou a conclusão de que a briquetadeira de parafuso sem fim foi a mais rentável para produção de briquetes, esta é tipicamente dimensionadas para produzir entre 50 e 500 kg/h, enquanto as

briquetadeiras de pistão são geralmente viáveis economicamente com capacidades acima de 1000 kg/h. As briquetadeiras de parafuso sem-fim, portanto, poderiam encontrar um mercado favorável em indústrias de pequeno e médio porte, cuja produção de resíduos não ultrapasse a quantidade de 1000 kg/h, pois para tais indústrias seria inviável a introdução de briquetadeiras de pistão, que no caso se tornariam subutilizadas (FILIPPETTO, 2008).

Os custos para a produção de briquetes variam de acordo com diversos fatores: tipo, umidade inicial e granulometria da matéria prima; capacidade produtiva dos equipamentos; número de dias trabalhados por mês; número de turnos trabalhados por dia; nível de automação dos equipamentos.

Fazendo o levantamento das indústrias produtoras de briquete no Brasil, Filippetto (2008) encontrou uma variação de preços médio de venda oscilando entre 200 e 420 R\$/t dependendo do cliente consumidor, em sites da internet com consumidores preocupados em utilizar a “lenha ecológica” o preço de venda pode variar de 450 a 560 R\$/t. Entre as empresas que exportam briquetes para o exterior, uma declarou conseguir negócios com preços acima de 300 \$/t.

Para Oliveira (2015) a produção de briquete de resíduos de madeira é viável, e quanto maior a capacidade produtiva da planta de briquetagem, menor o custo por tonelada produzida.

2 METODOLOGIA

A metodologia proposta no trabalho foi desenvolvida em duas fases: na primeira realizou-se a quantificação de resíduos de madeira da indústria moveleira, corte de árvore urbana e resíduos oleosos do processamento do óleo vegetal em campo, ou seja, junto ao Órgão Ambiental Municipal responsável pelo serviço de corte de árvore e ao órgão Ambiental Estadual Instituto Ambiental do Paraná.

A segunda fase, consistiu em análises laboratoriais referentes a caracterização físico-química dos resíduos de madeira e borra oleosa coletados em unidades geradoras de resíduos ou unidades que atuam no gerenciamento de resíduos urbanos ou industriais.

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Resíduos de Madeira e Resíduos Oleosos Avaliados no Levantamento Quantitativo

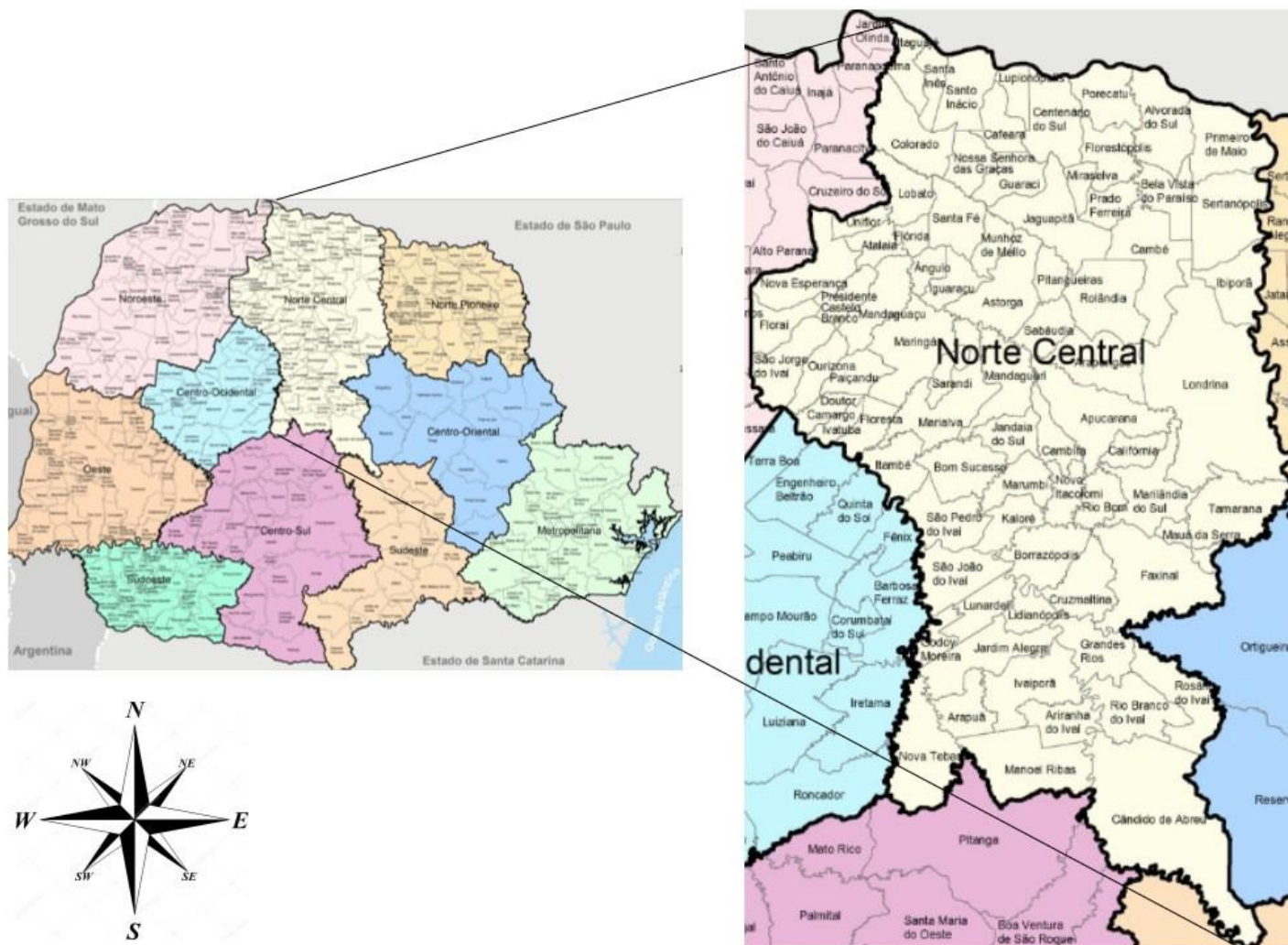
Resíduos de madeira gerados em unidades industriais com atividade madeireira em cidades da mesorregião Norte Central do Paraná (Figura 4): Alvorada do Sul, Apucarana, Araongas, Bela Vista do Paraíso, Bom Sucesso, Cafeara, Califórnia, Cambé, Centenário do Sul, Florestópolis, Guaraci, Ibiporã, Jaguaptã, Jandaia do Sul, Londrina, Lupionópolis, Miraselva, Pitangueiras, Porecatú, Prado Ferreira, Primeiro de Maio, Rolândia, Sabáudia, Sertanópolis, Tamarana, Cambira.

Resíduos do corte de árvore urbana (poda ou erradicação) gerados no campus da Universidade Estadual e Londrina e nas principais cidades, mais populosas, da Região Norte Central do Paraná: Apuracara, Araongas, Cambé, Londrina, Maringá e Rolândia.

Óleo degomado e borra de neutralização de óleo vegetal de duas indústrias alimentícias de processamento de óleo vegetal no município de Cambé e de uma indústria produtora de biodiesel em Marialva.

Emulsão oleosa (lodo) em indústrias da mesorregião Norte Central do Paraná, identificadas pelo Escritório Regional de Londrina do Instituto Ambiental do Paraná.

Figura 5 – Mapa do estado do Paraná contendo as mesorregiões geográficas



Fonte: IPARDES (2017)

2.1.2 Coleta das Amostras dos Resíduos de Madeira e Resíduos Oleosos para as Análises Físico-Químicas

As amostras dos resíduos de madeira e resíduos oleosos foram disponibilizadas por instituições e identificadas no Quadro 1. Os resíduos de madeira de origem industrial foram coletados no pátio do Centro de Tecnologia em Ação e Desenvolvimento Sustentável - CETEC e na empresa KRM Indústria e Comércio de Resíduos de Madeira Ltda., na primeira o resíduo coletado foi a serragem de madeira e na segunda o pó-de-lixo e a maravalha. Os resíduos de madeira de origem urbana: uma mistura de restos de móveis, compensado, paletes e madeira da construção civil foi coletados na BRITEX; uma amostra do resíduo poda de árvore urbana com mistura de galhos, troncos picados e folhas foi coletada na Kurica Ambiental e outra amostra na Universidade Estadual de Londrina. Pela BSBIOS, foi disponibilizada uma amostra da borra de neutralização do óleo de vegetal e na Giovani Aparecido Cogo - Óleos Rico uma amostra de Emulsão Oleosa proveniente da acidulação da bora.

A empresa BLOWARE, de Campinas – São Paulo, tem parceria com o programa de pós-graduação em Bioenergia da Universidade Estadual de Londrina, e cederam amostras dos materiais provenientes de madeira de eucalipto e pinus.

Quadro 1 – Resíduos de madeira e resíduos oleosos coletados para análise físico-química

Amostras	Nome da empresa	Localidade	Ramo de atividade
Madeira Eucalipto; Madeira Pinus;	BIOWARE Desenvolvimento de Tecnologia de Energia e Meio Ambiente Ltda.	Campinas, SP.	Fornecimento de soluções tecnológicas aplicadas ao uso de resíduos para produção de combustíveis, energia e insumos.
Madeira Construção Civil	BRITEX – Indústria e Comercio de Resíduos de Madeiras Ltda.	Londrina, PR.	Indústria, comércio e transporte de resíduos de madeira e reciclagem de produtos de madeira.
Serragem de madeira	CETEC – Centro de Tecnologia em Ação e Desenvolvimento Sustentável.	Arapongas, PR.	Recebimento, tratamento e reciclagem de resíduos de madeira.
Pó-de-lixia; Maravalha	KRM – Indústria e Comercio de Resíduos de Madeira Ltda.	Rolândia, PR.	Comércio atacadista de resíduos e sucatas não metálicas.
Poda de árvores	Kurica Ambiental	Londrina, PR	Central de tratamento de resíduos - coleta, tratamento e destinação final.
Poda de árvores	UEL	Londrina, PR	Instituição Pública de Ensino Superior.
Borra	BSBIOS Indústria e Comércio de Biodiesel.	Marialva, PR	Fabricação de biocombustíveis, exceto álcool.
Emulsão oleosa	Giovani Aparecido Cogo Óleos Rico – ME.	Miraselva, PR	Produção de óleos/gorduras e ceras vegetais e animais – indústria de ácido graxo.

Fonte: O próprio autor (2017)

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Levantamento Quantitativo dos Resíduos de Madeira

As quantidades de resíduos de madeira industrial, gerados por unidades industriais com atividade madeireira foram levantadas através da Consulta de Processo de Licenciamento Ambiental disponível no Portal *online* da Transparência Pública no site do Instituto Ambiental do Paraná – IAP (IAP, 2017a). A consulta foi feita, separadamente, para cada município seguindo os passos identificados na Figura 5. A partir disso, foram analisados os Relatórios das Licenças Ambientais de cada estabelecimento, e com os dados de interesse foram desenvolvidas tabelas.

O levantamento sobre a geração de resíduos provenientes do corte

de árvores, poda ou erradicação, em áreas urbanas foi realizado através de informações disponibilizadas pelos órgãos municipais responsáveis ligados a prefeitura de cada uma das cidades consultadas. No quadro 2 apresentam-se as informações referentes aos órgãos públicos consultados em cada cidade.

Foi realizado um levantamento da quantidade de resíduos de corte de árvore, junto à Prefeitura do Campus, gerados dentro da Universidade Estadual de Londrina – UEL.

Quadro 2 – Prefeitura dos maiores municípios da região Norte Central do Paraná e órgão público responsável pelos resíduos de corte de árvore urbana

Prefeitura do Município	Órgão Público
Apucarana	Secretaria do Meio Ambiente
Arapongas	Secretaria Municipal de Agricultura, Serviços Públicos e Meio Ambiente – SEASPMA
Cambé	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente
Londrina	Secretaria Municipal do Ambiente – SEMA
	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização - CMTU
Maringá	Secretaria Municipal de Serviços Públicos - SEMUSP
Rolândia	Secretaria Adjunta da Agricultura e Meio Ambiente

Fonte: O próprio autor (2017)

2.2.2 Levantamento Quantitativo dos Resíduos Oleosos

O levantamento quantitativo da borra de neutralização foi realizado através da Consulta de Processo de Licenciamento Ambiental disponível no Portal *online* da Transparência Pública no site do Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2017a), nas licenças ambientais vigentes das indústrias de óleo vegetal para alimentação e da indústrias de biodiesel. Em ambos os casos, as unidades industriais com licença ambiental vigente foram identificadas por funcionário do Escritório Regional de Londrina do IAP.

As informações referentes a emulsão oleosa foram obtidas por intermédio do Instituto Ambiental do Paraná, que disponibilizou um Relatório Técnico, apresentado no Anexo A, contendo as quantidades desse resíduo geradas mensalmente por cada empreendimento.

Figura 6 – Base SGA de Consulta de Processo de Licenciamento encontrado no portal da transparência *online* do Instituto Ambiental do Paraná

SGA
GESTÃO AMBIENTAL

Consulta de Processo de Licenciamento

Pesquisar

Estado e Município: PR Seleccione **1º Passo: seleção da cidade de interesse**

Nº Protocolo: Nº Documento:

CPF / CNPJ:

Nome / Razão Social: Informe pelo menos 3 caracteres

Modalidade: Seleccione

Grupo: Industrial **2º Passo: seleção do grupo - Industrial**

Atividade: Ind. da madeira **3º Passo: seleção da atividade - Ind. da Madeira**

Período de Emissão (De/até): -

Pesquisa Avançada

4º Passo: Pesquisar

Relatórios

Exibir	Nº Protocolo	Nome / Razão Social	Atividade	Atividade Específica	Município / UF	Modalidade	Nº Documento
Página 0 de 0							

Fonte: Adaptado de IAP (2017a)

2.2.3 Armazenamento das Amostras Coletadas

Os resíduos de madeira foram armazenados em sacos de polietileno de baixa densidade com tamanho de 25 cm x 35 cm com fecho hermético. Os resíduos de poda de árvore urbana foram previamente secos em estufa com circulação e renovação de ar a 55 °C durante 72 horas.

A borra de neutralização foi armazenada em galão de 5 litros de polietileno em temperatura ambiente, conforme a ficha de informação de segurança de produtos químicos da própria empresa BSBIOS (ANEXO B).

O acondicionamento da emulsão oleosa foi feito em frasco de polietileno sob refrigeração de 4 °C, baseado na descrição de Fré (2009) para acondicionamento da emulsão oleosa após processo experimental.

2.2.4 Caracterização Físico-Química dos Resíduos de Madeira

O material utilizado nos ensaios foi parte das amostras dos resíduos de madeira que passaram pela peneira de 40 mesh e ficaram retidas de 60 mesh, utilizando a descrição feita por Nakashima et al. (2017), feito em triplicata.

Os resíduos de poda de árvore urbana e madeira da construção civil passaram por redução do tamanho do material, sendo utilizado para tal um Desintegrador Vencedora Maqtron®, modelo M.630, com peneira de 2 mm acoplada e posteriormente por picador MR Metalúrgica Roma Irmãos Rizza LTDA® modelo MR340, com peneira de 1 mm acoplada.

A caracterização dos resíduos de madeira foi feita através dos ensaios em triplicata do teor de umidade, teor de cinzas e matéria volátil, foi desenvolvido o cálculo para determinar o teor de carbono fixo através da norma ASTM E870-82 - *Standard Test Methods for Analysis of Wood Fuels* (ASTM, 2006). Para o cálculo do Poder Calorífico Superior baseou-se na correlação encontrada por Parikh, Channiwalab e Ghosalc (2005).

2.2.4.1. Teor de umidade

O percentual de umidade foi calculado através da equação 1, a partir dos procedimentos contidos na norma ASTM E871-82 - *Standard Test Method for Moisture Analysis of Particulate Wood Fuels* (ASTM, 2013b), utilizado por Nakashima et al. (2017).

Para determinação do Teor de umidade (%) nos resíduos de madeira, foi pesado aproximadamente 2 g de amostra em cadinho de porcelana de peso previamente anotado, colocado em estufa a 103 ± 2 °C. Após uma hora retirado o cadinho e deixado esfriar em dessecador sem agente dessecante, a amostra fria foi pesada em balança analítica e anotada a massa. Esse procedimento foi repetido até variação de peso menor que 0,2% e então anotado o peso final da amostra seca.

O cálculo para determinar o teor de umidade (%) foi representado na equação 1, onde W_c = peso do cadinho vazio, W_i = peso inicial do cadinho com amostra úmida e W_f = peso final do cadinho com amostra seca.

$$TU(\%) = \left[\frac{(W_i - W_f)}{(W_i - W_c)} \right] * 100$$

(Eq. 1)

2.2.4.2 Teor de cinzas

O percentual de cinzas foi determinado de acordo com a norma ASTM D1102-84 – *Standard Test Methods for Ash in Wood* (ASTMA, 2013a).

Após retirada da umidade das amostras conforme norma ASTM E871-82 (2013b), pesou-se aproximadamente 2 g em cadinho com tampa previamente calcinado e anotou-se o peso. Em seguida o cadinho foi depositado em forno mufla microprocessado, descoberto, aquecido lentamente até temperatura final recomendada de 580 a no máximo 600 °C até todo carbono ser eliminado. Retirou-se o cadinho, recolocada a tampa e deixou-se esfriar em dessecador até atingir temperatura ambiente. O cadinho frio, com tampa foi pesado em balança analítica e anotado a massa. O procedimento de aquecimento foi repetido por intervalos de 30 minutos até peso constante aproximado em 0,2 mg e anotado. O teor de cinzas nas

amostras foi calculado de acordo com a equação 2, onde W_1 = peso das cinzas e W_2 = peso da amostra seca.

$$TC (\%) = \left[\frac{W_1}{W_2} \right] * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

2.2.4.3 Matéria volátil

O percentual de matéria volátil foi determinado com base na norma ASTM E872-82 - *Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis of Particulate Wood Fuels* (ASTM, 2013c).

A retirada da umidade das amostras foi feita seguindo os procedimentos da norma ASTM E871-82 (2013b). Em seguida, aproximadamente 1 g de amostra seca foi pesada em cadinho calcinado com tampa e anotado, inserido em forno mufla a 950 ± 20 °C e mantido por 7 minutos. Após esse tempo, o cadinho foi retirado e deixado esfriar em dessecador até temperatura ambiente, pesado e anotado a massa final. As equações 3 e 4 foram utilizadas para obtenção da porcentagem de matéria volátil nas amostras de madeira.

$$A (\text{perda de peso } \%) = \left[\frac{(W_i - W_f)}{(W_i - W_c)} \right] * 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde W_c = peso cadinho vazio com tampa, W_i = peso inicial do cadinho com amostra e tampa e W_f = peso final do cadinho com amostra e tampa

$$MV\% = A - TU\% \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde A = perda de peso em porcentagem e $TU\%$ = Teor de umidade da amostra.

2.2.4.4 Carbono fixo

O Carbono Fixo nos resíduos de madeira foi determinado através da equação 5, baseado na normativa ASTM E870-82 - *Standard Test Methods for Analysis of Wood Fuels* (ASTM, 2006). O valor calculado é resultante da soma das porcentagens de Umidade Total, Teor de Cinzas e Teor de Voláteis, subtraída de 100.

$$CF(\%) = 100 - (UT\% + TC\% + MV\%) \quad (\text{Eq. 5})$$

2.2.4.5 Poder calorífico superior

O Poder Calorífico Superior (PCS) ou Higher Heating Value (HHV) foi determinado através da análise imediata pela correlação encontrada por Parikh, Channiwalab e Ghosalc (2005) descrita na equação 6, onde CF = carbono fixo; MV = Matéria Volátil e TC = Teor de Cinzas.

$$PCS = 0,3536 * CF + 0,1559 * MV - 0,0078 * TC \quad (\text{Eq. 6})$$

2.2.5 Percentual de Umidade e Voláteis nos Resíduos Oleoso

O ensaio para determinação de Umidade e Voláteis, foi baseado no estudo de Fré, Rech e Marcílio (2013), utilizando o método gravimétrico da American Oil Chemist's Society AOCS Ca 2c-25 – *Moisture and Volatile Matter Air Oven Method* (AOCS, 1997), através de secagem em estufa a 130 ± 1 °C, períodos de 30 minutos, até perda de peso não exceder 0,05%. A equação 7 foi utilizada para calcular o percentual de umidade e voláteis nos resíduos oleosos.

$$U e V (\%) = \frac{\text{Perca de peso}}{\text{Peso da amostra}} * 100 \quad (\text{Eq. 7})$$

2.2.6 Viabilidade Técnica da Produção do Briquete de Resíduos de Corte de Árvore Urbana

A Viabilidade técnica relacionada a quantidade de material processado para produção do briquete de corte de árvore urbana foi determinada com base nas quantidades dos resíduos gerados diariamente nas cidades de Apucarana, Araçongas, Cambé, Londrina, Maringá e Rolândia. Essa viabilidade foi baseada no processamento diário em uma briquetadeira BIOMAX B-95/210, com capacidade produtiva de 1.400 kg/h (DINIZ, 2017), que trabalhou 8 horas por dia, 22 dias por mês, de acordo com Augusto Silva et al. (2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESÍDUOS DE MADEIRA INDUSTRIAL GERADOS NA REGIÃO NORTE CENTRAL DO PARANÁ

Foram consultados 269 licenças ambientais vigentes de indústrias com atividade madeireira na região Norte do Paraná. Dessas, 91 unidades industriais apresentaram a quantidade e descrição do tipo de resíduo gerado, dentre eles Serragem, aparas, fitas de aplainamento, madeira, aglomerados e folheados; resíduos do descasque da madeira; madeira não abrangida e outros resíduos não anteriormente especificados, estes dois últimos identificados na Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2017).

As indústrias de madeira identificadas se enquadraram nas atividades: fabricação de estrutura de madeira e móveis; beneficiamento de madeira (Serrada, Resserrada); fabricação de artefatos diversos de madeira, exceto móveis; fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada.

As quantidades de resíduos de madeira gerados nas 91 unidades industriais com atividade madeireira nos municípios de Arapongas, Apucarana, Bela Vista do Paraíso, Bom Sucesso, Cambé, Ibiporã, Jaguapitã, Jandaia do Sul, Londrina, Pitangueiras, Rolândia e Sabáudia foram apresentadas na tabela 1. A quantidade total aproximada de resíduos de madeira gerados diariamente nessas cidades foi de 213 toneladas.

Maffessoni e Meneguizi (2012) fizeram uma pesquisa elencando 299 empresas moveleiras em Bento Gonçalves, dentre elas, 104 apresentaram licença ambiental, destas, 84 apresentaram informações referentes à quantidade de matéria-prima consumida e de resíduos gerados na fabricação de móveis. O que também foi observado no presente trabalho, uma defasagem entre as quantidades de estabelecimentos pesquisados e aqueles que, em suas licenças vigentes, apresentaram informações a respeito dos resíduos gerados.

Tabela 1 – Quantidade de resíduos de madeira gerados por indústrias de atividade madeireira em cidades do Norte Central do Paraná

Cidades com indústrias que apresentaram licença ambiental vigente	Número de indústrias com atividade madeireira	Quantidade de resíduos de madeira (kg/dia)
Arapongas	45	188.588
Apucarana	8	2.512
Bela Vista do Paraíso	1	5
Bom Sucesso	1	720
Cambé	4	375
Ibiporã	1	170
Jaguapitã	2	42
Jandaia do Sul	1	22
Londrina	17	1.824
Pitangueiras	1	500
Rolândia	3	14.509
Sabáudia	7	3.661
Total		212.929

Fonte: IAP (2017a)

Em seu estudo, Maffessoni e Meneguizi (2012) obtiveram um total de resíduos de madeira gerados por indústrias moveleiras do município de Bento Gonçalves de 10.630 m³/ano, a partir da utilização de aglomerado, MDF - *Medium Density Fiberboard*, madeira bruta, compensado e fórmica. Utilizando a conversão de 1 m³ para 0,680 toneladas de madeira para energia determinada pela Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS (2008), constatou-se uma geração de aproximadamente 7.228 t/ano, valor bem abaixo do estimado para o presente trabalho em aproximadamente 56.000 t/ano.

Já Corrêa, Duarte e Abreu (2016), em seu estudo, das 84 indústrias de móveis associadas ao Sindicato das Indústrias do Mobiliário e Artefatos de Madeira do Estado de Minas Gerais – SINDIMOV-MG, 39 participaram da pesquisa. Na projeção simples da quantidade de resíduos de madeira, feita pelos autores, para as 84 indústrias, identificou-se uma geração total de 13 t/dia, 16 vezes menor do que a estimativa de geração diária observada no presente estudo.

As indústrias moveleiras do Polo da Serra Gaúcha geraram uma significativa quantidade de resíduos de madeira e derivados, estimou-se a quantidade mensal em 2.922 toneladas (HILLIG; SCHNEIDER e PAVONI, 2009). No presente estudo a geração de resíduos de madeira no Polo Moveleiro de Arapongas foi 1,6 vezes maior do que no Polo Moveleiro da Serra Gaúcha.

Através da Consulta de Processos de Licenciamento das unidades industriais em atividade madeireira (Tabela 1), foi observado que as maiores quantidades de resíduos geradas diariamente foram em Arapongas (188 t), seguido de Rolândia com (14 t), Sabáudia (3,7 t), Apucarana (2,5 t) e Londrina (1,8 t).

Destaca-se a maior quantidade gerada (188 t) no município de Arapongas, a cidade com maior quantidade de indústrias de atividade madeireira do Polo Moveleiro do Norte do Paraná. Por conta da elevada geração de resíduos de madeira em Arapongas, o Sindicato das Indústrias implantou O Centro de Tecnologia em Ação e Desenvolvimento Sustentável - CETEC, que hoje é uma empresa particular e recebe grande parte desses resíduos de chapas, aglomerados, compensados e serragem de madeira, também reutilizam as sobras do corte de eucalipto de reflorestamento. Os pedaços maiores como cepilhos e destopos, passam por um picador através de uma esteira trepidante, sendo misturados ao pó de madeira que vem direto dos silos das indústrias, e então transformados em briquetes por um sistema de prensas (LIMA e SILVA, 2005).

Comparando-se as quantidades de resíduos de madeira de origem industrial levantadas no presente estudo com a dos trabalhos encontrados na literatura foi possível comprovar uma geração bastante expressiva desses resíduos na região Norte Central do Paraná.

Os resíduos de madeira, se descartados de maneira irregular, podem acarretar graves problemas ambientais tais como: se estocados de maneira inadequada, próximos à instalações ou aglomerações urbanas, tendo a propriedade de combustibilidade, podendo gerar incêndios na região; fonte de alimento para insetos xilófagos (térmitas ou cupins) e com isso esse depósito irá funcionar como foco de atração e disseminação desses insetos, infestando a área, e até mesmo a edificação; entre outros como a própria contaminação do solo (BRITO e CUNHA, 2009).

Apesar da representatividade do setor moveleiro na economia nacional e da quantidade de empresas neste setor, são poucas as iniciativas de programas de gerenciamento de resíduos ou de algum tipo de reaproveitamento (CORRÊA, DUARTE e ABREU, 2016).

Com exceção de Arapongas, que já possui uma empresa responsável pelo gerenciamento de resíduos de indústria com atividade madeireira, as demais cidades, dentre elas Londrina, apresentam menores quantidades do

resíduo de madeira, mas que também podem ser reaproveitados na cadeia produtiva da madeira sendo umas das alternativas, a briquetagem.

3.2 RESÍDUOS DO CORTE DE ÁRVORE URBANA GERADOS NA UEL, EM LONDRINA E OUTRAS CIDADES DA REGIÃO NORTE CENTRAL DO PARANÁ

As quantidades de resíduos de corte de árvore gerados mensalmente dentro da Universidade Estadual de Londrina de 2013 a 2016, foram determinadas através de Relatório emitido pelo responsável da Divisão de Jardinagem e Paisagismo da Prefeitura do Campus e apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade dos resíduos de corte de árvore gerados no Campus da Universidade Estadual de Londrina entre 2013 e 2016

	Quantidade do resíduo de corte de árvore (kg)			
Período: ano	2013	2014	2015	2016
Quantidade resíduo	25.730	80.890	59.500	68.600

Fonte: MASSARO (2017); ANEXO C

No ano de 2016 foi gerado 68.600 kg de resíduos de corte de árvore no campus da Universidade Estadual de Londrina (Tabela 2). A partir desses dados, estimou-se a quantidade média mensal, para o ano de 2016, desse resíduo gerado dentro da universidade em 11.400 kg, essa estimativa foi feita contabilizando os dados de 7 meses, de janeiro a julho, disponibilizados pelo responsável da Divisão de Jardinagem e Paisagismo da UEL.

O Diagnóstico de Manejo de Resíduos da Universidade Estadual de Londrina (2010) identificou que os resíduos de poda de árvore e jardins foram equivalentes a 3,32 % do total de 15,3 t/mês de resíduos urbanos gerados pela instituição de ensino, contabilizando aproximadamente 508 kg mensais. Percebe-se um aumento de aproximadamente 22 vezes na geração de resíduos do corte de árvore do ano base do Diagnóstico de Manejo de 2010 para o ano de 2016.

A partir do Relatório de Serviços Executados, disponibilizado pela Secretaria Municipal do Ambiente da cidade de Londrina, foi possível verificar as quantidades de indivíduos podados e erradicados, por mês, no município, durante o ano de 2016 (Tabela 3).

Tabela 3 – Quantidade de árvores podadas e erradicadas na região urbana de Londrina no período de janeiro a dezembro 2016

Serviço executado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Indivíduos Podados	37	107	77	54	83	252	74	191	67	71	38	46
Indivíduos Erradicados	316	575	277	443	257	1032	349	287	260	234	325	457

Fonte: Relatório de Serviços Executados pela SEMA conforme processo 91464/2016 (Anexo D)

Através dos dados disponibilizados pela Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina - CMTU, Rocha et al. (2017) observou que foram destinados, à Central de Tratamento de Resíduos de Londrina, um total de 347.890 kg de resíduos de corte de árvore urbana, de agosto a dezembro de 2016, sendo estimada uma média mensal de 49,7 toneladas.

Esse levantamento da quantidade dos resíduos de corte de árvore urbana foi feito em dois órgãos públicos do município de Londrina. Isso porque, através de estudos do Plano de Saneamento Municipal de Londrina, de 2009, percebeu-se a importância de ambos os órgãos para o presente estudo. Nesse plano foi identificado que a oferta de informação à sociedade deve ser mantida pela Secretaria Municipal do Ambiente - SEMA em conjunto com a Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização - CMTU e conteria informações objetivas, quanto à oferta dos serviços de coleta, transporte, tratamento, armazenamento, destinação final e, especialmente, reciclagem e reuso de resíduos, bem como outras práticas e técnicas para a gestão dos resíduos sólidos (LONDRINA, 2009).

As informações disponibilizadas pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos de Maringá foram organizadas na tabela 4 e identificam a quantidade de resíduos de corte de árvore, contabilizando galhos, troncos e lenha, gerada em Maringá. Os dados referentes a 2016 são de janeiro a outubro, o órgão público não apresentou as informações referentes a quantidade de resíduos gerada em novembro e dezembro de 2016 com a justificativa de mudança na equipe de gestão da arborização. As informações do ano de 2017, contabilizados de janeiro a novembro, apresentaram lacunas na pesagem dos resíduos para alguns meses. Com os dados disponibilizados foi feita uma estimativa mensal da geração dos resíduos de poda de árvore para os quatro anos.

Tabela 4 – Quantidade dos resíduos de corte de árvore urbana gerados na cidade de Maringá de 2014 a 2017

Ano	Quantidade gerada (t/ano)	Quantidade estimada (t/mês)
2014	4.049	338
2015	4.202	350
2016	2.180	218
2017	1.773	222
Total	12.842	1.128

Fonte: SEMUSP (2016); ANEXO E

Maringá é considerada uma das cidades mais arborizada do Paraná, o que implica em uma geração elevada de resíduos de poda de árvore urbana. A média anual de geração desses resíduos está em torno de 3 mil toneladas, estimando-se uma quantidade média de 282 toneladas mensais. O setor da Gerência de Arborização da Prefeitura de Maringá tem um programa de destinação das podas: os galhos são triturados e encaminhados às hortas comunitárias e as lenhas e troncos são armazenados e posteriormente leiloados gerando renda para o município (SEMUSP, 2016).

Os municípios de Londrina e Maringá apresentam áreas de zona urbana similares, respectivamente 128 km² e 164 km², entretanto, Maringá gera uma quantidade aproximadamente seis vezes maior de resíduo de corte de árvore urbana. Mesmo com a grande quantidade de resíduos gerados, os impactos são minimizados, pois são destinados para compostagem e venda da lenha em função dos planos de arborização propostos pela prefeitura do município.

Londrina busca projetos na mesma vertente, no relatório de diagnóstico de saneamento do município, disponibilizado pela Prefeitura do Município de Londrina identificou-se a utilização do processo biológico de compostagem, com parte do resíduo de madeira de poda de árvore destinado a Central de Tratamento de Resíduos – CTR (LONDRINA, 2009).

Na renovação do Plano de Saneamento Básico de Londrina – PR, de 2015, foi inserida uma proposta para limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, o Projeto Lixo Zero, definido como um conjunto de leis, programas, técnicas, ações, metas e tecnologias que, conjuntamente objetivam coletar e destinar de forma ambientalmente adequada, socialmente justa e economicamente viável os RESÍDUOS gerados diariamente pela sociedade de Londrina (LONDRINA, 2015).

Dentro da proposta de 2015, da Prefeitura do Município de Londrina, existe o aproveitamento dos materiais sem valor econômico, dentre eles as podas de árvore, que hoje são destinados ao aterro controlado e será permitido, somente na primeira fase de 5 anos do projeto Lixo Zero que sejam enterrados. Na segunda fase, estes materiais deverão ser processados e transformados em outros produtos, tais como adubo, briquetes de madeira reciclada. O que ressalta a importância do presente estudo para a viabilidade da utilização de resíduos de poda na produção de briquetes.

As quantidades de resíduos de corte de árvore urbana geradas mensalmente nos maiores municípios da região Norte Central do Paraná foram indicadas na tabela 5. As informações referentes as quantidades desses resíduos fornecidas pelos órgãos públicos responsáveis de cada município não estavam padronizadas com relação a massa a ao período de geração, para comparar os dados fez-se necessário a padronização em toneladas mensais.

Tabela 5 – Quantidade média de resíduos de corte de árvore urbana gerados mensalmente nas maiores cidades da região Norte Central do Paraná

Cidade geradora de resíduos de corte de árvore	Quantidade Resíduo Corte de Árvore (t/mês)
Apucarana	176 ^{a; 2}
Arapongas	12,0 ^{b; 3}
Cambé	38,0 ^{c; 4}
Londrina	49,7 ^d
Maringá	282 ^{e; 1}
Rolândia	50,0 ^{f; 5}
Total	601

Fonte: SEMA APUCARANA (2017)^a; SEASPMA (2017)^b; SAMA (2017)^c; ROCHA et al. (2017)^d; SEMUSP (2016)^e; ROLÂNDIA (2017)^f

Nota: ANEXO E¹; ANEXO F;² ANEXO G³; ANEXO H⁴; ANEXO I⁵.

No presente estudo, observou-se uma certa dificuldade na obtenção de informações, além de uma deficiência na padronização dos dados referentes a quantificação dos resíduos de poda de árvores urbanas de responsabilidade dos órgãos municipais da região Norte Central do Paraná. Em seu trabalho Cortez (2011) observou uma carência no fornecimento de informação das quantidades de poda de árvores pelos órgãos municipais, de 40 municípios do Estado de São Paulo consultados, apenas 7 forneceram dados sobre a quantidade e destinação dada a

esses resíduos.

Com base nessas afirmações, percebe-se que trabalhos voltados a alternativas para utilização desses resíduos de forma viável, que possam gerar alguma renda aos municípios, tornar-se-iam um incentivo para os órgãos públicos desenvolverem um controle mais efetivo da quantificação dos resíduos de poda de árvore urbana.

Através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento identificou-se que de aproximadamente 89% dos resíduos de poda urbana ainda são destinados em aterros, lixões e locais indefinidos, o que representa um desperdício tanto de material orgânico como energético. Apenas 11% são destinados a locais de transformação para sua reutilização ou reciclagem, central de podas 8% e compostagem 3% (BRASIL, 2010). No Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2015, identificou-se o recebimento de 28 mil toneladas dos resíduos de poda de árvores, pelas unidades de manejo de galhada e poda de árvore, nos 78 % dos municípios da região sul do Brasil que aderiram a pesquisa (BRASIL, 2017).

Tendo como base o diagnóstico apresentado anteriormente e as informações coletadas no presente estudo sobre a quantificação dos resíduos de corte de árvore, percebe-se que, mesmo não contabilizando os resíduos de madeira proveniente do corte de árvore urbana de todos os municípios sul brasileiros, a quantidade apresentada foi significativa, principalmente quando se trata da disposição inadequada desses resíduos.

Existe uma preocupação crescente com a destinação dos resíduos de poda de árvore urbana. Neste contexto, estudos sobre alternativas ambientalmente e economicamente viáveis para a utilização das podas de árvore urbana pode ser um incentivo aos órgãos públicos trabalharem de forma a otimizar o gerenciamento de resíduos para Londrina e região. Este estudo em questão se torna importante pois visa a caracterização desses resíduos com a finalidade de produzir briquetes como forma de agregar valor.

3.3 RESÍDUOS OLEOSOS DO PROCESSAMENTO DO ÓLEO VEGETAL

A quantidade de borra gerada em indústrias de óleo vegetal e biodiesel foram determinadas através de consulta as licenças ambientais vigentes, no Portal da Transparência *online* do IAP, de duas unidades industriais do processamento da soja com fins alimentícios, no município de Cambé, e de uma unidade produtora de Biodiesel, no município de Marialva.

Tabela 6 – Quantidade diária de óleo de soja degomado refinado e da borra gerada em indústrias do processamento da soja no norte do Paraná

Indústria	Óleo vegetal degomado (t/dia)	Borra (t/dia)
Granosul Agroindustrial LTDA ¹	220	13,2*
IMCOPA Importação, Exportação e Indústria de Óleos S.A. ²	450	25
TOTAL	670	38,2

Fonte: IAP (2017b)¹ e IAP (2017c)²

Nota: * taxa de conversão da geração da borra sendo de 6% do volume total de óleo vegetal a ser beneficiado (HASS, 2005).

As informações referentes a quantidade de óleo degomado produzida e de borra gerada, diariamente, nas duas indústrias de óleo vegetal com fins alimentícios foram identificadas na tabela 6. A quantidade diária de borra gerada na região Norte Central do Paraná foi de aproximadamente 38 toneladas, a estimativa mensal gira em torno de 1150 toneladas.

Na tabela 7 foram apresentadas as informações, contidas na licença de operação vigente da única indústria de biodiesel em funcionamento no Norte do Paraná, referentes a quantidade das matérias primas utilizadas, do biodiesel produzido e de resíduos gerados.

A quantidade de borra gerada diariamente foi estimada em 21,6 toneladas. Uma projeção mensal foi feita, estimando-se a geração em aproximadamente 640 toneladas.

Tabela 7 – Produção de Biodiesel a partir do óleo vegetal e estimativa da quantidade de Borra gerada diariamente na BSBIOS

Descrição do material	Quantidade diária
Óleo vegetal degomado	360 t
Biodiesel produzido	580 m ³
Estimativa da Geração de Borra	* 21,6 t

Fonte: IAP (2017d)

Nota: * taxa de conversão da geração borra sendo de 6% do volume total de óleo vegetal a ser beneficiado (HASS, 2005).

A Borra proveniente do processo de neutralização do óleo bruto para a produção de biodiesel foi fornecida pela indústria BSBIOS. Na Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos cedida pela própria empresa (ANEXO B) consta que a borra não é considerada um produto classificado como perigoso e é solúvel em água. Atualmente, a borra proveniente da indústria do biodiesel é considerada um coproduto e está sendo comercializada em fábricas de produtos de limpeza, pode ser usada para fazer sabão em pó ou em barra (FRÉ, 2009).

A quantidade do resíduo Emulsão Oleosa gerado, na produção de ácidos graxos, por indústrias do Norte do Paraná, no ano de 2016, foi disponibilizado pelo IAP, embasado no Plano de Gerenciamento de Resíduos de cinco indústrias licenciadas, os resultados aparecem na tabela 8.

Tabela 8 – Quantidade de Emulsão Oleosa gerada por empresas que fazem a acidulação da borra na região Norte Central do Paraná no ano de 2016

Empresa	Quantidade gerada (t/mês)	Quantidade estimada (t/ano)
10.883.906/0001-55	0,20	2,40
01.998.797/0001-20	0,13	1,56
08.889.462/0001-13	0,16	1,92
03.743.823/0001-03	3,79	45,48
06.031.187/0001-77	0,33	3,96
Total	4,61	55,32

Fonte: Relatório IAP em resposta ao Ofício nº 815/2016 (ANEXO A)

A quantidade mensal gerada foi de 4,61 toneladas. Segundo os dados disponibilizados pelo Instituto Ambiental do Paraná em resposta ao ofício nº 815/2016 (ANEXO A) a destinação desse resíduo, em alguns casos é por reuso, ou seja, o lodo gerado vai para compostagem na própria empresa e como fertilizantes

na agricultura, ou pelo pagamento de empresas terceirizadas que fazem a coleta e destinação final do resíduo.

Dumont e Narine (2007), através de um trabalho de revisão, identificaram vários métodos para conversão de ácidos graxos a partir de resíduos do processamento da soja, como a borra, e que mostraram resultados favoráveis. Um deles é a acidulação da borra produzindo o óleo ácido. Deste processo é gerado uma emulsão oleosa, considerada um lodo contendo ácido sulfúrico de tratamento custoso. Uma alternativa para utilização dele seria mistura-lo com resíduos de madeira para briquetagem já que Fré, Rech e Marcílio (2013) observaram que o elevado poder calorífico e baixo teor de enxofre da emulsão oleosa tornam esse resíduo um combustível adequado, para o uso em caldeiras.

3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS RESÍDUOS DE MADEIRA

Foram caracterizadas três amostras de resíduos de madeira de origem urbana, a poda de árvore proveniente da Universidade Estadual de Londrina - UEL, a poda de árvore de Londrina, proveniente da empresa Kurica Ambiental, e os resíduos de madeira da construção civil da cidade de Londrina. Além de cinco amostras de resíduos de madeira de origem industrial, a maravalha, a serragem de madeira, o pó-de-lixia, a madeira de pinus e a madeira de eucalipto.

Os valores percentuais médios \pm desvio padrão de umidade, cinzas e matéria volátil obtidos através dos ensaios laboratoriais para os resíduos de madeira de origem urbana foram identificados na tabela 9 e para os de origem industrial, na tabela 10.

Tabela 9 – Percentual de umidade, cinzas e matéria volátil nos resíduos de madeira de origem urbana

Resíduos de Madeira – Urbana			
Amostra do Resíduo	Teor umidade (%)	Teor cinzas (%)	Matéria Volátil (%)
Poda de árvore - UEL	50,91 \pm 0,03	8,29 \pm 0,17	30,22 \pm 1,18
Poda de árvore - Londrina	32,88 \pm 0,05	5,48 \pm 0,22	46,99 \pm 0,40
Madeira Construção Civil	18,51 \pm 0,25	1,67 \pm 0,00	67,26 \pm 0,25

Fonte: O próprio autor (2017)

Tabela 10 – Percentual de umidade, cinzas e matéria volátil nos resíduos de madeira de origem industrial

Resíduo de Madeira – Industrial			
Amostra do Resíduo	Teor umidade (%)	Teor cinzas (%)	Matéria Volátil (%)
Maravalha	10,77 ± 0,55	0,32 ± 0,01	77,13 ± 0,18
Serragem de madeira	36,18 ± 0,26	2,29 ± 0,13	43,63 ± 0,36
Pó-de-Lixa	7,12 ± 0,18	0,53 ± 0,01	75,74 ± 1,36
Madeira de Pinus	8,28 ± 0,04	1,95 ± 0,05	75,45 ± 0,36
Madeira de Eucalipto	7,43 ± 0,06	2,21 ± 0,07	77,69 ± 0,17

Fonte: O próprio autor (2017)

As amostras que apresentaram maiores teores de umidade foram as de resíduos de poda de árvore e a serragem de madeira, variando de 32,88 a 50,91 %, as demais amostras apresentaram menores teores de umidade, entre 18,51 e 7,12 %. Na média, a madeira recém cortada apresenta teor de umidade variando entre 45 e 50 %, e madeira cortada e seca ao ar por 6 meses ou 1 ano abrigada das intempéries apresenta teor de umidade variando entre 15 e 25 % (BRITO E BARRICHELO, 1979).

São poucos os trabalhos voltados a caracterização do material proveniente de corte da arborização urbana. Barros (2013) identificou umidade de 10,42 % para a poda de árvore, valor abaixo do encontrado no presente estudo, provavelmente devido ao tempo de corte e secagem do material. Já na revisão feita por Vassilev et al. (2010) foi encontrado teor de umidade para o resíduo de madeira de poda de jardim em torno de 38,1 %. Dias de Souza, Alencar e Mazzonetto (2016) encontraram teor de umidade em 36,62 % para poda de árvore do município de Piracicaba, São Paulo. Teores mais altos de umidade foram encontrados como por Rodrigues et al. (2010), para resíduos fino de madeira em 45 %, sendo o material utilizado para produção de briquetes.

A amostra do resíduo de poda de árvore da cidade de Londrina apresentou teor de umidade de 32,80 %, próximo ao resultado encontrado para a serragem de madeira (36,06 %), resíduo este utilizado juntamente com outros resíduos de madeira industrial para produção de briquete no CETEC.

De acordo com Oliveira (2015), dependendo do tipo de matéria prima e do processo de compactação, existe uma faixa de teor de umidade na qual o material pode ser compactado adequadamente, um excesso de umidade pode

provocar explosões devido a formação de vapor, por outro lado um material muito seco dificulta os mecanismos de ligação entre as partículas de lignina, sendo a faixa ideal para briquetagem entre 8 a 15% de umidade.

Os resíduos de madeira de origem industrial, exceto a serragem de madeira, apresentaram teor de umidade próximo a faixa ideal para o processo de briquetagem. Já os de origem urbana e a serragem de madeira tiveram a umidade acima do limite máximo para briquetagem, o que pode ser revertido através da secagem do material que, em regiões mais quentes e secas como no norte do Paraná, pode ser desenvolvido através de secagem ao ar livre em pátios, reduzindo custos de produção.

O percentual de cinzas encontrado para resíduos de madeira de origem urbana variou de 1,67 % na madeira de construção civil a 5,48 % e 8,29 % nos resíduos de poda de árvore. Para os resíduos de madeira de origem industrial, o teor de cinzas variou de 0,32 a 2,29 %. De acordo com Souza Dias et al. (2012) o teor de cinzas deve ser inferior a 4 % para não gerar corrosão do queimador e desgaste de equipamentos, apenas os resíduos de poda de árvore não se encaixaram no valor ideal para quantidade de cinzas.

Segundo Pereira et al. (2000), o teor de cinzas varia de 0,5 a mais de 5 %, dependendo da espécie vegetal, da quantidade de casca e da presença de terra e areia na madeira. Brito e Barrichelo (1979) observaram que o corte e manuseio dos toros de madeira normalmente fazem com que haja incrustações de terra na casca, o que pode resultar num aumento do teor de cinzas. O percentual de cinza mais elevado em ambas as amostras de resíduos de poda de árvore identificado no presente estudo pode ser explicado pela presença de casca e/ ou poeira nos materiais amostrados, situação similar foi observada por Barros (2013), que encontrou teor de cinza de 5,23 % para a poda de árvore.

Outros autores encontraram um valor de teor de cinza em 4,58 % para poda de jardim próximo ao encontrado no presente trabalho, como foi o caso de Nakashima et al. (2017), enquanto que Vassilev et al. (2010) identificou um valor mais elevado de porcentagem de cinzas para resíduos de madeira de jardim, em 12,6 %.

Observando os resultados de análise imediata obtidos por Aló et al. (2017), identificou-se uma tendência na redução na porcentagem de cinzas quando houve aumento da proporção da biomassa na mistura com teor de cinzas mais

baixo. Tratamento similar poderia ser feito com as amostras analisadas no presente estudo, tendo como base a mistura de pó-de-lixo ou maravalha com a poda de árvore para redução do teor de cinzas nos briquetes.

O percentual de matéria volátil nos resíduos de madeira de origem urbana (Tabela 9) foi de 30,22 % para poda da UEL, 46,99 % poda de árvore de Londrina e 67,26 % para construção civil. Já para os resíduos de madeira de origem urbana variou de 75,45 a 77,69 %, exceto para serragem de madeira (43,63%).

O teor de matéria volátil, para as variadas biomassas trabalhadas na revisão de Vassilev et al. (2010), variou de 48 a 86 %. Ele observou que entre os materiais com menor matéria volátil está a biomassa contaminada, e sugeriu uma ordem decrescente da porcentagem de matéria volátil de herbáceas e ervas agrícolas para madeira e biomassa lenhosa seguido das herbáceas e biomassa agrícola, herbáceas e resíduos agrícolas, biomassa contaminada e, por fim, a biomassa aquática.

Os materiais analisados no presente estudo que apresentarem porcentagem de matéria volátil fora da abrangência esperada foram os resíduos de poda de árvore e a serragem de madeira, o que pode ter sido influenciado pela contaminação dos materiais com o solo, visto que a biomassa contaminada, segundo Vassilev et al. (2010), apresenta teor de voláteis menores do que outras biomassas lignocelulósicas. Alguns outros autores encontram o teor de matéria volátil variado para resíduo de madeira de jardim em 40,9 %, resíduo florestal em 35,5 % e resíduo de madeira em 57,4 % (VASSILEV et al., 2010), para poda de árvore em 77,87 % (BARROS, 2013) e para poda de jardim 82,01% (NAKASHIMA et al., 2017).

Os materiais voláteis têm papel importante durante a ignição e as fases iniciais de combustão da biomassa, as madeiras com altos teores de voláteis tendem a queimar mais rapidamente (CORTEZ, LORA E GOMEZ, 2008). Sendo interessante, para a produção de briquetes, madeiras com menores teores de voláteis, objetivando uma queima mais lenta.

A porcentagem de carbono fixo calculada e o Poder Calorífico Superior, dado em MJ kg^{-1} , para os resíduos de madeira de origem urbana foram apresentados na tabela 11, enquanto que os de origem industrial, na tabela 12.

Tabela 11 – Percentual de Carbono Fixo e o Poder Calorífico Superior nos resíduos de madeira de origem urbana

Resíduo de Madeira – Origem Urbana		
Amostra do Resíduo	Carbono Fixo (%)	PCS (MJ kg⁻¹)
Poda de árvore - UEL	10,88	8,59
Poda de árvore - Londrina	15,53	12,74
Madeira Construção Civil	13,12	15,11

Fonte: O próprio autor (2017)

Tabela 12 – Percentual de Carbono Fixo e o Poder Calorífico Superior nos resíduos de madeira de origem industrial

Resíduo de Madeira – Origem Industrial		
Amostra do Resíduo	Carbono Fixo (%)	PCS (MJ kg⁻¹)
Maravalha	12,83	16,56
Serragem de madeira	18,10	13,16
Pó-de-Lixa	17,13	17,86
Madeira de Pinus	14,95	17,03
Madeira de Eucalipto	13,16	16,75

Fonte: O próprio autor (2017)

Nos resíduos de madeira de origem urbana, a porcentagem de carbono fixo encontrada variou de 10,88 %, a 15,53 %, média de valores mais baixos do que os encontrados nos resíduos de origem industrial, que variaram de 12,83 a 18,10%. A madeira apresenta, em média, carbono fixo na faixa de 15 a 25 % (PEREIRA et al., 2000). Já o teor de carbono fixo da biomassa em base seca pode variar de 7 a 20 % (YANG et al., 2005 apud OLIVEIRA, 2015).

O teor de carbono fixo encontrado na literatura para a poda de árvore foi de 16,90% (BARROS, 2013), e para a poda de jardim 13,41% (VASSILEV et al., 2010). A porcentagem encontrada no presente trabalho de 15,53%, proveniente da poda do município de Londrina, ficou entre os valores observados na literatura.

Filippetto (2008) observou que a briquetagem de casca de arroz quase não mudou a composição da biomassa trabalhada, houve apenas uma pequena redução do teor de voláteis da matéria prima para o briquete produzido, respectivamente de 68,42% para 66,2%, devido ao aquecimento sofrido durante a

extrusão. Consequentemente essa redução fez aumentar percentualmente o teor de carbono fixo de 16,02% para 17,2% e o teor de cinzas de 15,56 para 16,6%.

Visto que o percentual de carbono fixo se refere à fração de carvão que se queima no estado sólido. Combustíveis com teores mais elevados de carbono fixo são preferíveis, porque queimam mais lentamente (PEREIRA et al., 2000). A redução da matéria volátil e o aumento do carbono fixo na briquetagem propiciam uma queima mais lenta do briquete do que a da própria matéria prima tornando-o uma ótima alternativa para o processamento dos resíduos lignocelulósicos.

Em consequência do elevado teor de umidade dos resíduos mais recentemente cortados, as podas de árvore e a serragem de madeira, apresentaram menor poder calorífico, variando de 8,59 a 13,16 MJ kg⁻¹, comparando com os resíduos de madeira de origem industrial, estocados a mais tempo, variando de 16,56 a 17,86 MJ kg⁻¹. Isso se explica devido ao fato de que quanto maior a umidade menor será a produção de calor por unidade de massa, pois parte da energia liberada na combustão é gasta na vaporização da água (SOUZA DIAS et al., 2012).

Para Brito e Barrichelo (1979), no caso de madeira, pode-se encontrar valores de Poder Calorífico Superior desde 3.000 kcal/kg (12,54 MJ kg⁻¹) até 5.400 kcal/kg (22,57 MJ kg⁻¹), em média 4.200 kcal/kg (17,56 MJ kg⁻¹). Quirino et al. (2004) determinou o Poder Calorífico Superior de algumas espécies florestais que variou de 3.350 kcal/kg (14,02 MJ kg⁻¹) no limite inferior a 5.260 kcal/kg (22,02 MJ kg⁻¹) no limite superior. Os valores de PCS encontrados no presente estudo, exceto poda de árvore da UEL, se encontram dentro dos valores encontrados na literatura.

Nakashima et al. (2017) encontrou o valor de 16,65 MJ kg⁻¹ para o Poder Calorífico Superior de resíduo de poda de jardim e Dias de Souza, Alencar e Mazzonetto (2016) o valor de 16,35 MJ kg⁻¹ para poda de árvore de Piracicaba, São Paulo. Uma média de valores mais elevada do que os encontrados para os resíduos de madeira de origem urbana analisados no presente estudo.

Nakashima et al. (2017) encontrou uma média de PCS em 19,56 MJ kg⁻¹ para serragem de madeiras, para resíduos finos de madeira foi de 4630 cal/g (19,35 MJ kg⁻¹) (RODRIGUES et al., 2010). Para o pó-de-lica analisado por Aló et al. (2017) determinou-se o PCS em 4115 kcal/kg (17,20 MJ kg⁻¹), valor semelhante ao PCS encontrado para o mesmo resíduo no presente estudo (17,86 MJ kg⁻¹).

Em seu estudo sobre a produção de briquetes de bagaço de cana-de-açúcar e pó-de-lixia, Aló et al. (2017) observaram que a mistura dessas biomassas foi uma alternativa eficiente para corrigir o teor de umidade, evitando o processo de secagem para posterior produção dos briquetes, além de demonstrar que a proporção de pó-de-lixia nas blendas influenciou diretamente o aumento do Poder Calorífico nos briquetes. Com base neste estudo e observando as características físico-químicas das amostras analisadas no presente estudo, identificou-se o potencial da mistura dos resíduos de poda de árvore com a maravalha ou o pó-de-lixia como uma alternativa para produção de briquetes viabilizando o melhoramento de suas características.

3.5 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA COM OS RESÍDUOS OLEOSOS

A porcentagem de Umidade (U) e Voláteis (V) foi determinada nas amostras de borra e emulsão oleosa, identificando-se o teor de água e matéria orgânica volátil que volatilizam a 130 ± 1 °C, de acordo com o método analítico utilizado no trabalho. A porcentagem encontrada para a borra foi de 45,45 % e para emulsão oleosa foi de 41,34 % (Tabela 13).

Tabela 13 – Percentual de Umidade e Voláteis nos resíduos oleosos coletados em indústria de biodiesel e do processamento de óleos

Tipo de resíduo (Local de Coleta)	Umidade (%) e Voláteis (%)				
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Desvio Padrão
Borra	45,62	45,45	45,36	45,45	0,13
Emulsão Oleosa	41,40	41,25	41,34	41,34	0,07

Fonte: O próprio autor (2017)

Outros três autores que trabalharam com a utilização da borra de neutralização do óleo de soja para obtenção de óleo ácido, encontraram valores de Umidade e Voláteis de 44,2% (HASS, 2005), 47% (WANG et al., 2007) e 69% (FRÉ, RECH e MARCÍLIO, 2013). Os dois primeiros, similares ao encontrado no presente estudo.

Alguns estudos encontrados na literatura se utilizaram da mistura de biomassa residual em processos de compactação com o objetivo de controlar as características físicas e químicas de briquetes a serem produzidos e sua posterior

utilização. Alguns exemplos foram citados a seguir:

Sannt'anna et al. (2012) constatou que os briquetes produzidos a partir da mistura de biomassas, a torta de mamona, torta de girassol e casca de moringa com a glicerina bruta como aglutinante, apresentaram características favoráveis em relação ao alto poder calorífico, baixa umidade e baixo teor de cinzas.

Raslavicius (2012) chegou a conclusão de que o glicerol bruto foi um material adequado como substituto parcial de resíduos de corte de madeira para produção de briquetes. Os briquetes produzidos com a proporção de 10:90, respectivamente para glicerol e resíduos de madeira, apresentaram melhores características energéticas, maior poder calorífico e menor porcentagem de cinzas comparado aos briquetes produzidos apenas com os resíduos de madeira.

Observando estes estudos identificou-se a possibilidade da produção de briquetes utilizando biomassas residuais com os subprodutos da indústria do processamento de óleos vegetais, a borra de neutralização e emulsão oleosa, como aglutinantes entrando no sistema como uma alternativa de consumo para o excedente desse material. Tal iniciativa viria colaborar com a não dependência de um único material para a produção de briquetes, bem como para o melhoramento das características energéticas do produto final da briquetagem.

3.6 ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA PRODUÇÃO DO BRIQUETE DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORE URBANA

Uma estimativa com a quantidade total de poda de árvore gerada por dia pelos municípios contemplados na pesquisa foi feita e determinada em 28,52 t/dia (Tabela 13). A quantidade desse resíduo que poderia ser processada no processo de briquetagem, em um dia de trabalho, baseando-se no regime de produção de 8h diárias descrito por Augusto Silva (2006), foi de 3.565 kg/h de material.

Tabela 14 – Quantidade estimada de resíduos de corte de árvore gerados diariamente nas maiores cidades da região Norte Central do Paraná

Unidade geradora das podas de árvore	Resíduo de corte de árvore (t/dia)
Município de Apucarana	8,00
Município de Araongas	0,54
Município de Cambé	1,73
Município de Londrina	2,25
Município de Maringá	13,73
Município de Rolândia	2,27
Total	28,52

Fonte: O próprio autor (2017)

Existe uma variedade muito grande de briquetadeiras no mercado brasileiro utilizadas para processar vários tipos de matéria prima, a utilizada no CETEC em Araongas é uma BIOMAX B-95/210 com capacidade produtiva de 1.400 kg/h de resíduos de madeira (DINIZ, 2017). Torna-se viável tecnicamente a produção de briquetes de resíduos de poda de árvore, no modelo de briquetadeira disponível no CETEC, com a quantidade total (20.520 kg) gerada pelos maiores municípios da região Norte Central do Paraná.

Uma sugestão para estudo futuro voltado a produção de briquetes de resíduos de poda de árvore seria a avaliação da viabilidade técnico-econômica, partindo da associação das prefeituras dos municípios em questão no presente trabalho, para implantação de um centro de briquetagem específico para o processamento desse material.

4 CONCLUSÃO

Apesar de certa carência e disparidade no fornecimento de informação quantitativas sobre o corte de árvore urbana pelos órgãos municipais, também observada na literatura, identificou-se uma quantidade expressiva destes resíduos gerada por seis municípios da região Norte Central do Paraná.

A quantidade total de resíduos de poda de árvore gerados pelos maiores municípios da Região Norte Central do Paraná é suficiente para rodar a briquetadeira do Centro de Tecnologia em Ação e Desenvolvimento Sustentável – CETEC de Arapongas, sendo viável tecnicamente a utilização desses resíduos para produção de briquetes.

Os resíduos de madeira de origem industrial são gerados em grandes quantidades nas indústrias do Polo Moveleiro de Arapongas e já vêm sendo reaproveitados, com sucesso, em processos de briquetagem.

A porcentagem de umidade dos resíduos de poda de árvore de Londrina (32,88 %) se apresentou próxima aos valores encontrados na literatura para materiais similares, e também para a serragem de madeira atualmente utilizada para produção de briquetes no CETEC, necessitando de uma secagem para utilização na produção de briquetes.

Os valores da análise imediata, cinzas, matéria volátil e carbono fixo, dos resíduos de poda de árvore obtidos através dos ensaios laboratoriais se apresentaram dentro da faixa encontrada na literatura, identificando seu potencial para produção de briquetes.

Através da busca na literatura por trabalhos envolvendo a mistura de materiais no processo de briquetagem, percebeu-se o potencial de se agregar aos resíduos de poda de árvore outros resíduos de madeira de origem industrial, bem como os resíduos do processamento de óleo vegetal como forma de melhorar as características finais do produto.

Estudos sobre a utilização de diferentes fontes de biomassa residual para produção de briquetes são uma realidade. Sendo a caracterização inicial dos resíduos, bem como a produção dos briquetes em escala laboratorial uma forma de nortear as melhores alternativas para compactação desses materiais, além de estabelecer os limites de utilização de cada constituinte. Para tanto, sugere-se que sejam trabalhados em estudos futuros a produção e caracterização de briquetes de

resíduos do corte de árvore agregado aos resíduos oleosos, com a finalidade de caracterizar o produto final identificando seu potencial com vistas a otimizar sua utilização.

REFERÊNCIAS

- AFFONSO, Octavio Ferreira; PELEGRINI, Marcelo Aparecido; GALVÃO, Luiz Claudio Ribeiro e UDAETA, Miguel Edgar Morales. Recursos Energéticos Naturais. In: GRIMONI, José Aquiles Baesse; GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro e UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**. Virtual Ebook. São Paulo: Edusp, 2004. p. 99-126. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Inicia%C3%A7%C3%A3o_a_Conceitos_de_Sistemas_Ener.html?hl=pt-BR&id=EJS3ipinXsUC&redir_esc=y>. Acesso: 15/03/2016.
- ALÓ, Livia Lanzi; KONISHI, Paula Ayumi; BELINI, Gabriela Bertoni; SILVA, Juliette Pereira; MARTINS, Mariana Provedel; NAKASHIMA, Gabriela Tami; CARASCHI, José Cláudio; YAMAJI, Fábio Minoru. Briquetes de Bagaço de Cana-de-Açúcar e Pó de Lixa de *Eucalyptus* spp: Caracterização e Equilíbrio Higroscópico. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, no prelo. 2017.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY – AOCS. **Oficial Method Ca 2c-25 – Moisture and Volatile Matter Air Oven Method**, 1997.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. ASTM D1102-84. **Standard Test Methods for Ash in Wood**. West Conshohocken, Estados Unidos, 1984 (2013a).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. ASTM E870-82. **Standard Test Methods for Analysis of Wood Fuels**. West Conshohocken, Estados Unidos, 1982 (2006).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. ASTM E871-82. **Standard Test Method for Moisture Analysis of Particulate Wood Fuels**. West Conshohocken, Estados Unidos, 1982 (2013b).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. ASTM E872-82. **Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis of Particulate Wood Fuels**. West Conshohocken, Estados Unidos, 1982 (2013c).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004:2004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- AUGUSTO SILVA, Claudinei; FELFLI, Felix Fonseca; PÉREZ, Juan Miguel Mesa; ROCHA, José Dilcio; SIMÕES, André Felipe. Estudo da viabilidade técnico - econômica de uma fábrica de briquetes para fins de geração energética. In: **6º Encontro de Energia no Meio Rural**, 2006, Campinas: NIPE, 2006. 10p. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/063.pdf>>. Acesso: 15/09/2017
- BARROS, Vanessa Cabral Costa. **Briquetes Produzidos com resíduos de poda urbana e embalagem cartonada**. 2013. 44f. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- BHATTACHARYA, Sasanka Chandra.; SETT, Sivasakthy.; SHRESTHA, Ram. State of the art for biomass densification. **Energy Sources**, v. 11, n. 3, p. 161-183, 1989.
- BORGES DE SOUSA, P. C. **Ideias de negócios**: Como montar uma fábrica de briquetes-SEBRAE. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-briquetes>>. Acesso em: 23/09/2017.

BRASIL. Lei nº 13.263 de 23 de março de 2016. **Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, D.F., 24 mar. 2016. Seção1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13263.htm#art1>. Acesso em: 20/08/2017.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2008: Parte 2 – Tabela de Informações e Indicadores.** Brasília: MCIDADES.SNSA, 2010. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2008>>. Acesso em: 13/05/2017.

BRASIL, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos -2015.** Brasília: MCIDADES.SNSA, 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2015>>. Acesso: 15/05/2017.

BRITO, José Otávio e BARRICHELO, Luiz Ernesto G. Usos diretos e propriedades da madeira para a geração de energia. **Circular Técnica**, n. 52. ESALQ-USP: IPEF, 1979.

BRITO, Leandro de Souza e CUNHA, Magda Elisa Turini. Reaproveitamento de Resíduos da Indústria Moveleira. **Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 8, n. 1, p. 23-26, 2009.

CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi; SILVA, Maclovia Corrêa; CASSILHA, Antonio Carlos; PODLASEK, Celso Luiz e MENGATTO, Suzete Nancy Filipak. Indústria Moveleira e Resíduos Sólidos: Considerações para o Equilíbrio Ambiental. **Revista Educação & Tecnologia**, v.8, p. 209 - 228, 2004.

CORRÊA, Glaucinei Rodrigues; DUARTE, Adriana Luisa; ABREU, Lucimar Guimarães. Resíduos da Indústria Moveleira: Diagnóstico nas Empresas Associadas ao SINDIMOV-MG. **Blucher Desing Proceedings**. v.2, n.2, p. 4214 – 4225. 2016.

CORTEZ, Cristiane Lima. **Estudo do Potencial de Utilização da Biomassa Resultante da Poda de Árvores Urbanas para a Geração de Energia: Estudo de Caso: AES Eletropaulo.** 2011. 246 p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

CORTEZ, Luiz Augusto Barbosa; LORA, Electo Eduardo Silva e GÓMEZ, Edgardo Olivares. **Biomassa: para energia.** Campina, SP: Editora da UNICAMP, 2008. 732 p.

COUTO, Luiz Carlos; COUTO, Laércio; WATZLAWICK, Luciano Farinha e CÂMARA, Daniel. Vias de Valorização Energética da Biomassa. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p. 71–92. 2004.

DIAS DE SOUZA, Nariê Rinke; ALENCAR, Lemuel Soares; MAZZONETTO, Alexandre Witier. Potencial Energético do Resíduo das Podas de Árvores no Município de Piracicaba – SP. **Energia na Agricultura**, v. 31, n.3, p.237 - 245, 2016.

DINIZ, Marcelo Garcia. **Especificações Briquetadeira.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por marcelogarcia@cetecbr.com, em 13, nov., 2017.

DUMONT, Marie-Josée e NARINE, Suresh S. Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. **Food Research International**, v. 40, p. 957–974, 2007.

FILIPPETTO, Daniel. **Briquetagem de resíduos vegetais: viabilidade técnico-econômica e potencial de mercado**. 2008. 61f. Dissertação (Mestrado Planejamento de Sistemas Energéticos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FRÉ, Nicéia Chie. **Obtenção de Ácidos Graxos a partir da Acidulação da Borra de Neutralização de Óleo de Soja**. 2009. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FRÉ, Nicéia Chie; RECH, Rosane e MARCÍLIO, Nilson Romeu. Otimização do processo de obtenção de ácidos graxos a partir da borra do refinamento do óleo de soja, subproduto das indústrias de refino de óleo e biodiesel. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v.14, n.22, p.113-238, 2013

GENTIL, Luiz Vicente Bocorny. **Tecnologia e Economia do Brique de Madeira**. 2008. 195p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal). Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GOLDEMBERG, José e LUCON, Oswaldo. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, n.72, p.6-15, 2007.

GONÇALVES, José E.; SARTORI, Maria M. P. e LEÃO, Alcides L. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.5, p.657–661, 2009.

GRANADA, Enrique; LÓPEZ GONZÁLEZ, Luis Maria; MÍGUEZ, J. L.; MORAN, J.. Fuel lignocellulosic briquettes die design and products study. **Renewable Energy**, n.27, 561-573, 2002.

GROVER, P. D. e MISHRA, S. K. **Biomass briquetting: technology and practices**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996.

HILLIG, Éverton; SCHNEIDER, Vania Elisabete; PAVONI, Elóide Teresa. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. **Production**, v. 19, n. 2, p. 292 – 303, 2009.

HASS, Michael J.. Improving the economics of biodiesel production through the use of low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock. **Fuel Processing Technology**, v. 86, p. 1087– 1096. 2005.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **SGA Gestão Ambiental: Consulta de Processo de Licenciamento**. 2017a. Disponível em: <<http://www.sga.pr.gov.br/sga-iap/consultarProcessoLicenciamento.do?action=iniciar>>. Acesso: 16/05/2017.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Renovação de Licença de Operação da Granosul Agroindustrial LTDA**. 2017b. Disponível em: <file:///C:/Users/Carol/Downloads/15815_116974.pdf.pdf>. Acesso: 05/08/2017.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Renovação de Licença de Operação da IMCOPA – Importação, exportação e Indústria de Oleosos S/A**. 2017c. Disponível em: <[file:///C:/Users/Carol/Downloads/2964_109637.pdf%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Carol/Downloads/2964_109637.pdf%20(1).pdf)>. Acesso: 05/08/2017.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. **Renovação de Licença de Operação da BSBIOS Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A**. 2017d. Disponível em: <file:///C:/Users/Carol/Downloads/33543_125113.pdf.pdf>. Acesso: 28/07/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis**. 2017. Disponível em: <http://ibama.gov.br/component/phocadownload/file/1127-ibama-lista-brasileira-de-residuos-solidos>. Acesso: 9/07/2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPARDES. 2017. **Base Física e Política: Mesorregiões Geográficas (IBGE) – Paraná**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/mesorregioes_geograficas_base_2010.jpg. Acesso: 20/08/2017.

JJ Zonta. **Propriedades de destopo**. Altura: 713 pixels. Largura: 400 pixels. 96 dpi. 53,7 Kb. Formato JPE. Disponível em: <http://www.jjzonta.com.br/images/processo/Fotos-SITE-146.jpg>.

KLOCK, Umberto; ANDRADE, Alan Sulato. **Química da Madeira**. Universidade Federal do Paraná, 4ª edição revisada. Curitiba, 2013. p. 1 – 87.

LAORETANI, Daniela S.; FISCHER, Carlos D.; IRIBARREN, Oscar A. Selection among alternative processes for the disposal of soapstock. **Food and Bioproducts Processing**, v. 101, p. 177-183, 2017.

LIMA, Elaine Garcia e SILVA, Dimas Agostinho. Resíduos Gerados em Indústrias de Móveis de Madeira Situadas no Pólo Moveleiro de Arapongas-PR. **Floresta**, v.35, n. 1, abr. 2005.

LONDRINA, Prefeitura do Município de Londrina. **Plano Municipal de Saneamento Básico: Relatório de Diagnóstico da situação do saneamento e de seus impactos nas condições de vida da população conforme contrato nº. DGLC-0145/2008**. Londrina, 2009. Disponível em: <http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/gabinete/PMSB/diagnostico_londrina_completo_corrigido29out09.pdf>. Acesso:21/05/2017.

LONDRINA. Prefeitura do Município de Londrina. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina – PR: Renovação do PMSB - 2015**. Londrina, 2015. Disponível em: <http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/gabinete/PMSB/pmsb_completo_corrigido_2015.pdf>. acesso: 22/05/2017.

MASSARO, Fernando. **Quantitativo poda**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por MASSARO@uel.br, em 23, ago., 2017.

MAFFESSIONI, Daiana e MENEGUZZI, Alvaro. Diagnóstico da gestão dos resíduos de madeira e de chapas nas indústrias do Pólo Moveleiro de Bento Gonçalves. In: **3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente**. Bento Gonçalves – RS, 2012.

MCKENDRY, Peter. Energy production from biomass (Part 2): Conversion technologies. **Bioresource Technology**, v. 83, n. 1, p. 47–54, 2002.

MEIRA, Ana Maria de. **Gestão de Resíduos da Arborização Urbana**. 2010. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MFRural. **Casca de Pinus**. Altura: 640 pixels. Largura: 480 pixels. 71 dpi. 53,4 Kb. Formato JPE. Disponível em:

<<https://www.mfrural.com.br/mobile/ClassificadosAnuncio.aspx?id=122645&titulo=casca-de-pinus>>. Acesso: 02/12/2017.

NAKASHIMA, Gabriela Tami; ADHMANN, Isis C. S.; HANSTED, Ana L. S.; BELINI, Gabriela Bertoni; WALDMAN, Walter R. e YAMAJI, Fabio Minoru. Materiais Lignocelulósicos: Caracterização e Produção de Briquetes. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, no prelo. 2017.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta e LORA, Electo Eduardo Silva. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2º ed., 200 p. 2003.

OLIVEIRA, Celso Marcelo. **Biomassa, Briquete e Woodpellets**. ABIB Brasil: Curitiba. 1ª ed., 534p., 2015.

OLIVEIRA, Jardel Alves de. **Grau de saponificação de óleos vegetais na flotação seletiva de apatita de minério carbonático**. 2005. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

PACHECO, Fabiana. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador: SEI, v. 149, p.4-11, out. 2006.

PARIKH, Jigisha; CHANNIWALAB, S.A. e GHOSALC, G.K. A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels. **Fuel** v.84, p. 487–494, 2005.

PEREIRA, José Carlos Duarte; STURION, José Alfredo; HIGA, Antônio Royei; HIGA, Rosana Clara Victória; SHIMIZU, Jarbas Yukio. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. v. 1, 114 p.

PORTAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Biomassa: Conceitos – fonte: biomassa sólida**. Altura: 550 pixels. Largura: 366 pixels. 350 dpi. 262 Kb. Formato JPE. Disponível em: <http://energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=64&ID_area=2&ID_sub_area=2>. Acesso: 02/12/2017.

PROTÁSIO, Thiago de Paula; BUFALINO, Lina; TONOLI, Gustavo Henrique Denzin; COUTO, Allan Motta; TRUGILHO, Paulo Fernando; Guimarães Júnior, Mário. Relação entre o Poder Calorífico Superior e os Componentes Elementares e Minerais da Biomassa Vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n. 66, p.122-133, 2011.

QUIRINO, Waldir Ferreira e BRITO, José Otávio. Características e Índice de Combustão de Briquetes de Carvão Vegetal. **Laboratório de Produtos Florestais (LPF/IBAMA)**. Brasília, DF. Série técnica, n.13, 16 p. 1991. Disponível em: <<http://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/indice.pdf>>. Acesso:23/12/2015.

QUIRINO, Waldir Ferreira. Utilização energética de resíduos vegetais. **Laboratório de Produtos Florestais (LPF/IBAMA)**. Brasília: DF, 31 p. 2002. Disponível em: <<http://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/aproveitamento.pdf>>. Acesso: 05/11/2016.

QUIRINO, Waldir Ferreira; VALE, Ailton Teixeira; ANDRADE, Ana Paula Abreu; ABREU, Vera Lúcia Silva e AZEVEDO, Ana Cristina dos Santos. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004. Disponível em: < <http://www.renabio.org.br/06-B&E-v1-n2-2004-173-182.pdf>>. Acesso: 18/05/2016.

RAMOS e PAULA, Luana Elis; TRUGILHO, Paulo Fernando; NAPOLI, Alfredo e BIANCHI, Maria Lúcia Characterization of Residues from Plant Biomass for Use in Energy Generation. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 237-246, 2011.

RASLAVICIUS, Laurencas. Characterization of woody cutting waste briquetes containing absorbed glycerol. **Biomass and Bioenergy**, v. 45, p. 144-151, 2012.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray, F.; EICHHORN, Susan E. Seção 1: Biologia da Célula Vegetal. In: RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray, F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. p. 16 – 95.

REANEY, Martin J. T. **Method for soapstock acidulation**. U.S. Patent n. 6399802 B2. 21 mar. 2001, 4 jun. 2002. Disponível em: <<https://www.google.com/patents/US6399802>>. Acesso: 28/03/2016.

REMADE. Desdobro da madeira de eucalipto na serraria. **Revista da Madeira**, n. 75, 2003. Disponível em: <http://remade.com.br/br/revistadamadeira_capa.php?edicao=75>. Acesso: 23/08/2017.

ROCHA, Caroline Tourinho; BRANCO, Isadora Guilherme; POLANÍA, Oscar Andrés Goyeneche; Guedes, Carmen Luisa Barbosa. Levantamento sobre geração de resíduos de madeira e oleosos com potencial para produção de briquetes e biodiesel. **Revista Sodebras**, v. 12, n. 141, p. 110 – 114, 2017.

RODRIGUES, Valéria Antônia Justino; CARNEIRO, Angélica de Cássia Oliveira; SANTOS, Leidiane Santana; IKAWA, Gabriela Alvarenga e SILVA, Claudio Mudado. Produção de briquetes a partir de finos de madeira e lodo biológico e avaliação das características de densidade e compressão para estocagem e transporte. In: **XII Econtro Brasileiro em Madeiras e em Estrutura de Madeira**, Lavras-MG, 2010.

ROLÂNDIA. Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente. **Ofício nº 113/2017: Solicitação de Informações**. Rolândia, PR, 23 de novembro de 2017. Anexo I.

ROLETES de Pinus. Altura: 236 pixels. Largura: 152 pixels. 72 dpi. 17,7Kb. Formato JPE. Disponível em: <<http://www.parmacenter.com.br/5.html>>. Acesso 02/12/2017.

ROSSILO-CALLE, Francisco; GROTTTO, Petter; HEMSTOCK, Sarah L. and WOODS, Jeremy. **The Biomass Assessment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment**. London: Earth Scan, 2007. 269 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Jmuz3rysSpAC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Brazil+Status+Report+2012:+bioenergy+%E2%80%93+biomass+%E2%80%93>>. Acesso: 25/07/2016.

SANT'ANNA, Mikele Cândida Souza; LOPES, Danilo Francisco Corrêa; CARVALHO, João Bosco Ribeiro e DA SILVA, Gabriel Francisco. Caracterização de Briquetes Obtidos com Resíduos da Agroindústria. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, n. 3, p. 289-294, 2012.

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE – SAMA. **Enc: Resposta a solicitação de resíduos de arvores**. [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por meioambiente@cambe.pr.gov.br, em 22, set., 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA, SERVIÇOS PÚBLICOS E MEIO AMBIENTE DE ARAPONGAS – SEASPM. **Re: Aos cuidados de Juliane**. [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por meio-ambiente@arapongas.pr.gov.br, em 19, set. 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE APUCARANA - SEMA. **Re: Material lenhoso proveniente de poda e abates.** [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por meioambiente.apucarana.pr@gmail.com, em 05, out., 2017.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE MARINGÁ – SEMUSP. *Gerencia de Arborização*. **Re: Aos cuidados de André.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por semusp_arborizacao@maringa.pr.gov.br, em 28, nov., 2016.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Fatos e Números do Brasil Florestal.** 2008. p. 83. Disponível em: <www.sbs.org.br>. Acesso: 31/09/2017.

SOUZA DIAS, José Manuel Cabral de; SOUZA, Daniela Tatiane; BRAGA, Melissa; ONOYAMA, Marcia Mitiko; MIRANDA, Cesar Heraclides Behling; BARBOSA, Patrícia Flávio Dias; ROCHA, José Dilcio. **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais.** Brasília, DF: Embrapa Agroenergia. 130 p., 2012.

STREHLER, Arno, Technologies of wood combustion. **Ecological Engineering**, vol. 16, s.1, p.25 – 40, 2000.

TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.** Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452 p. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso: 01/03/2017.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL. **Diagnóstico do manejo de resíduos no Campus Universitário.** 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/proplan/Plano_residuos_%20final.pdf>. Acesso: 15/06/2017.

VASSILEV, Stanislav V.; BAXTER, David; ANDERSEN, Lars K. e VASSILEVA, Christina G.. An overview of the chemical composition of biomass. **Fuel**, v. 89, p. 913–933, 2010.

WANG, Zhong-Ming; LEE, Jin-Suk; PARK, Ji-Yeon; WU, Chuang-Zhi and YUAN, Zhen-Hong. Novel biodiesel production technology from soybean soapstock. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 24, i. 6, p. 1027–1030, 2007.

WIECHETECK, Marcelo. Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos: Projeto PNUD BRA 00/20-Apoio às Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. **Ministério do Meio Ambiente.** Curitiba, 2009.

WOERFEL, John B. Processing and Utilization of By-Products from Soy Oil Processing. **Journal American Oil Chemistry Society**, v. 58, p. 188-191, 1981.

WOERFEL, John B. Soybean Oil Processing Byproducts and their Utilization. In: David. R. Erickson (Ed.). **Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization.** United States of America: Elsevier, 2015. p. 297-313. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-R&lr=&id=irF3CgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=pratical+handbook+of+soybean+processing+and+utilization&ots=vZqtLzli9&sig=1P37FQw6-MC1JRa3f8NVwso6Bol#v=onepage&q&f=false>>. Acesso: 17/04/2017.

ANEXOS

ANEXO A

Relatório elaborado pelo IAP referente a quantificação do resíduo emulsão oleosa gerada por empresas no Norte Central do Paraná, em resposta ao Ofício nº 815/2016



Ofício nº 851/2016 - IAP/ERLON

Londrina-PR, 28 de Novembro de 2016

Caroline Tourinho Rocha

Mestranda do Programa de Pós – Graduação em Bioenergia
Universidade Estadual de Londrina
Londrina/PR
Protocolo: 14.362.249-5/ IAP

Prezada Caroline:

Em atendimento contido no protocolo citado acima, encaminho em anexo a resposta referente à quantificação do lodo (emulsão oleosa) gerado pelas empresas atendidas pelo Escritório Regional de Londrina – ERLON, nos anos de 2014 a 2016.

Em caso de necessidade de esclarecimento nos colocamos a disposição, sendo mais interamos votos de estima e apreço.

Atenciosamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ronaldo Deber Siena', is written over a horizontal line.

Ronaldo Deber Siena
Chefe do Escritório Regional de Londrina.

Quantidade de lodo gerado na produção de Ácidos graxos

O levantamento foi baseado na quantificação expresso no PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) dos anos 2014, 2015 e 2016, presente nos processos de Licença de Operação e sua Renovação de Licença de Operação. A destinação em algumas empresas é por reuso, ou seja, o lodo gerado vai para a compostagem, já em outras empresas, uma terceira é responsável por coletar e fazer a destinação final do lodo.

Segue abaixo as tabelas com a quantidade mensal expresso em toneladas de lodo gerado pelos CNPJ descrito.

Tabela 1.0

EMPRESA	2014		
	CONSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	DESTINAÇÃO FINAL
10.883.906/0001-55	0,24	ton/mês	Incorp. Solo agrícola
01.998.797/0001-20	0,44	ton/mês	Reut./incop. interna
08.889.462/0001-13	0,12	ton/mês	TERCEIROS*
03.743.823/0001-03	5,00	ton/mês	TERCEIROS**
TOTAL	5,80	ton/mês	X

Tabela 2.0

EMPRESA	2015		
	CONSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	DESTINAÇÃO FINAL
10.883.906/0001-55	0,22	ton/mês	Incorp. Solo agrícola
01.998.797/0001-20	0,28	ton/mês	Reut./incop. interna
08.889.462/0001-13	0,14	ton/mês	TERCEIROS*
03.743.823/0001-03	4,39	ton/mês	TERCEIROS**
TOTAL	5,04	ton/mês	X

Tabela 3.0

EMPRESA	2016		
	CONSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	DESTINAÇÃO FINAL
10.883.906/0001-55	0,2	ton/mês	Incorp. Solo agrícola
01.998.797/0001-20	0,13	ton/mês	Reut./incop. interna
08.889.462/0001-13	0,16	ton/mês	TERCEIROS*
03.743.823/0001-03	3,79	Ton/mês	TERCEIROS**
06.031.187/0001-77	0,33	ton/mês	TERCEIROS***
TOTAL	4,62	ton/mês	X

(*) Empresa terceira: Sem informações sobre a empresa responsável pela destinação final do resíduo.

(**) Empresa terceira: Norte Visual Serviços Ambientais Ltda.

(***) Empresa terceira: Sem informações sobre a empresa responsável pela destinação final do resíduo.

Relação de CNPJ com as Razões Sociais:

10.883.906/0001-55: Giovani Aparecido Cogo Óleos Rico - ME.

01.998.797/0001-20: Romagnoli Oleos Vegetais Ltda - EPP.


08.889.462/0001-13: Porecatu - Industria de Óleos Graxos Ltda ou Libélula Óleos Vegetais

03.743.823/0001-03: Indústria e Comércio de óleos Vegetais Pirapora

06.031.187/0001-77: JRF de Andrade Neto Indústria e comércio de Óleos LTDA

ANEXO B

Ficha de Informação de Segurança do produto Borra da indústria de produção de biodiesel BSBIOS

	FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS		
	PRODUTO: BORRA		
	Código: FISPQ-005	Data revisão: 30.11.2012	Nº revisão: 00

1 - Identificação do produto e da empresa

Nome Comercial do Produto:	Borra
Nome da Empresa:	BSBIOS - Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil S/A.
Endereço:	Estrada da Fruteira, s/n lote 212A, 212B – Marialva/PR – CEP86990-000
Telefone da Empresa:	(44) 3112 1062 ou 3112 1065 Fax: (44) 3112 1000
Página na web:	www.bsbiosmarialva.com e-mail: lcq@bsbiosmarialva.com
Telefone de emergência:	(44) 3025 7005 – Salvar Emergências

2 - Identificação de perigos

Identificação:	Produto não classificado como perigoso
Efeitos potenciais a saúde	
Inalação:	Não aplicado à temperatura ambiente.
Contato com os olhos:	Pode causar irritação.
Ingestão:	Pode causar náusea e diarreia.
Efeito de Exposição prolongada:	Pode causar sensibilidade da pele.

3 - Composição e informações sobre os ingredientes

Nome comercial:	Borra
Nome comum da substância:	Borra de óleo vegetal constituída de água, sais de sódio de ácidos graxos, triglicerídeos, fosfolípidios, matéria insaponificável e produtos de degradação.
Natureza Química:	Sabões de sódio são formados durante a etapa de neutralização do refino químico de óleos através da reação de remoção de ácidos graxos livres com hidróxido de sódio. Os sabões e a maioria do material não oleoso incorporado no sistema são separados do óleo por centrifugação e denominados de borra.

4 - Medidas de primeiros-socorros

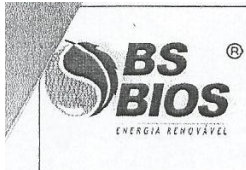
Inalação:	Não se espera efeitos prejudiciais a saúde.
Contato com os olhos:	Lavar com água corrente em abundância pôr 15 minutos. Caso apareça irritação procurar avaliação médica.
Contato com a pele:	Lavar a pele com água abundante e sabão neutro.
Em caso de ingestão acidental:	Encaminhar a vítima para avaliação médica.
Informações ao Médico:	Não existe antídoto específico.

5 - Medidas de combate a incêndio

Meios adequados de extinção:	Névoa úmida, espuma, CO ₂ ou pó químico.
Procedimentos especiais:	O produto não é classificado como inflamável, porém deve-se evitar o contato com chamas ou fontes de calor.

6 - Medidas de controle para derramamento ou vazamento

Precauções especiais:	A superfície onde ocorreu o vazamento poderá estar lisa e escorregadia. Tomar cuidado para evitar quedas.
-----------------------	---

	FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS	
	PRODUTO: BORRA	
	Código: FISPQ-005	Data revisão: 30.11.2012

Precauções com o Meio Ambiente: O produto é solúvel em água. Impedir que o vazamento atinja os cursos naturais de água.

Métodos para remoção e limpeza: O material deverá ser coletado e armazenado em recipientes para posterior descarte e/ou recuperação. Lavar o local do derramamento com água e sabão.

7 - Manuseio e armazenamento

Manuseio: Manusear o produto usando luvas e óculos de segurança.

Condições de armazenamento: Armazenar em temperatura ambiente, em local com área de contenção contra vazamentos. Para o caso de estocagem a granel, assegurar-se que o tanque está limpo e seco. Para o caso de armazenamento em tambores, manter as embalagens fechadas e em local seco e ventilado. Conservar longe de fontes de ignição.

8 - Controle de exposição e proteção individual

Limites de exposição: Nenhum limite estabelecido.

Tipo de ventilação: Natural.

Proteção respiratória: O produto não emite vapores na temperatura ambiente, não sendo necessário o uso de proteção respiratória em condições normais de trabalho.

Proteção dos olhos: Recomendado o uso de óculos de segurança contra respingos.

Proteção das mãos: Recomendado o uso de luvas impermeáveis durante o manuseio.

Outro equipamento de proteção: Chuveiro de emergência e lava olhos.

9 - Propriedades físicas e químicas

Aspecto: Pastoso à 25°C, cor amarelo mostarda.

Odor: Característico.

pH: Não disponível.

Ponto de fusão/congelamento: Não disponível.

Ponto de ebulição: Não disponível.

Ponto de fulgor: Não disponível.

Taxa de evaporação: a 25 °C não há.

Inflamabilidade: Não disponível.

Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade: Não disponível.

Pressão de vapor: Não disponível.

Densidade do vapor: Não disponível.

Densidade relativa (25°C): Não disponível.

Solubilidade: Solúvel em água.

Coefficiente de partição – n-octanol/água: Não disponível.


Temperatura de autoignição: Não disponível.

Temperatura de decomposição: Não disponível.

Viscosidade cinemática 40°C: Não disponível.

Quantidade de água: < 50,0 g/100g (ou %)

Matéria graxa total: > 30,0 g/100g (ou %)

	FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS	
	PRODUTO: BORRA	
	Código: FISPQ-005	Data revisão: 30.11.2012

10 - Estabilidade e reatividade

Estabilidade:	Estável em condições normais de uso.
Condições a evitar:	Calor, chamas e faíscas.
Materiais a evitar:	Evitar contato com agentes oxidantes fortes.

11 - Informações toxicológicas

Concentração e doses letais:	
Inalação:	Não se aplica a temperatura ambiente.
Pele:	Contato prolongado pode causar irritação em peles sensíveis.
Ingestão:	Pode causar irritação ao trato digestivo, náuseas e diarreia.
IDLH:	Não disponível.
Limite de tolerância (TLV):	Não disponível.

12 - Informações ecológicas

Ar:	Não causa danos ao meio ambiente em condições normais de manuseio e estocagem.
Solo:	Produto biodegradável no solo, não causa danos ao solo.
Água:	É biodegradável e solúvel em água.

13 - Considerações sobre destinação final

Tratamento / Disposição final:	Sempre que possível reciclar o material recuperado. O resíduo deve ser descartado de acordo com as normas de regulamentações locais.
--------------------------------	--

14 - Informações sobre transporte

Número da ONU:	Não consta
Classe de risco:	Não aplicável
Número de Risco:	Não aplicável

15 - Informações sobre regulamentações

Produto não classificado como perigoso pela legislação de transporte de produtos perigosos.

16 - Outras Informações

Informação complementar:	As informações contidas neste documento deverão ser levadas ao conhecimento de todos aqueles que possam manusear o produto. Para maiores informações contatar a BSBIOS.
--------------------------	---

Nota: A informação contida nessa ficha de segurança é a mais correta de que dispomos até a data de sua publicação. A informação prestada destina-se apenas a dar informações que proporcionem utilização, manuseio, processamento, armazenamento, transporte e eliminação seguros, e não deve ser considerada uma garantia ou especificação de qualidade. As informações referem-se apenas ao produto designado e, a menos que esteja especificado no texto, pode não ser válida se o mesmo for utilizado em combinação com outros produtos ou processos.

ANEXO C

Resposta da prefeitura do campus da Universidade Estadual de Londrina referente ao quantitativo de resíduos de corte de árvore gerados de 2013 a 2016



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

quantitativo poda


massaro@uel.br <massaro@uel.br>
Para: caroline05rocha@gmail.com

23 de agosto de 2017 18:35

Boa tarde Caroline,
segue quantitativo em anexo, deixei os valores em toneladas e grifados em amarelo.
fico a disposição

att.

Fernando Massaro
Universidade Estadual de Londrina
Divisão de Jardinagem
(43) 3371-4310 / 91543414

 Quantitativo residuos de poda.xls
23K

ANEXO D

Relatório de Serviços de erradicação e poda de árvores executados pela SEMA de Londrina conforme processo nº 91464/2016



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Relatório - Sema

Gerencia de Areas Verdes - Meio Ambiente <areas.verdes@londrina.pr.gov.br> 16 de março de 2017 18:44
 Responder a: Gerencia de Areas Verdes - Meio Ambiente <areas.verdes@londrina.pr.gov.br>
 Para: caroline05rocha@gmail.com

Boa tarde,
 Segue relatório, conforme solicitação.

Colocamo-nos à disposição.

Alexsandra C.V. Siqueira
 Gerente de Áreas Verdes
 Prefeitura do Município de Londrina
 Secretaria Municipal do Ambiente - SEMA
 F: (43) 3372-4762 / 4763

Helena Y. Korogi
 Técnica de Gestão Pública

Relatório - trabalho uel - volume residuos.xlsx
 12K

Relatório de serviços executados - Diretoria Operacional/SEMA											
2015											
TIPO DE SERVIÇO	UNIDADE	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO
ERRADICAÇÃO DE ÁRVORES	UNIDADES	21	79	200	168	259	124	128	194	72	100
PODA DE ÁRVORES	UNIDADES	47	414	143	330	579	382	229	233	520	112
2016											
TIPO DE SERVIÇO	UNIDADE	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO
ERRADICAÇÃO DE ÁRVORES	UNIDADES	37	107	77	54	83	252	74	191	67	71
PODA DE ÁRVORES	UNIDADES	316	575	277	443	257	1032	349	287	260	234

ANEXO E

Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda e remoção de árvores da cidade de Maringá



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Aos cuidados de André

SEMUSP - Arborizacao <semusp_arborizacao@maringa.gov.br>
Para: Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

28 de novembro de 2016 16:40

Boa Tarde Caroline,
Conforme solicitado segue abaixo o volume resultante das podas e remoções realizadas pela prefeitura nos anos de 2014, 2015 e 2016 (de janeiro a outubro), lembramos que após a realização dos serviços o resultado é separado em galhos, lenhas e troncos, onde os galhos são triturados e encaminhados para as hortas comunitárias e as lenhas e troncos são armazenados para posteriormente serem leiloados.

Ano 2014

Galho: 1.786.506 kg

Lenha: 1.324.379 kg

Tronco: 938.485 kg

Ano 2015

Galho: 1.500.823 kg

Lenha: 1.761.195 kg

Tronco: 940.061 kg

Ano 2016 (janeiro a outubro)

Galho: 575.362 kg

Lenha: 816.332 kg Tronco:

789.133 kg

Att.

Gerencia de Arborização - Prefeitura Municipal de Maringá



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Resíduos de corte árvores Urbanas

SEMUSP - Arborizacao <semusp_arborizacao@maringa.pr.gov.br> 28 de novembro de 2017 16:34
 Para: Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Boa tarde Caroline;
 Segue em anexo conforme solicitado relatório de Resíduos de corte de árvores período de 01/01/2017 à 27/11/2017.

Dúvidas (telefone 3261-5524)Ana/Arborização.

SERVIÇOS EXECUTADOS NO DE 2017

GERÊNCIA DE ARBORIZAÇÃO

Resíduos Corte Árvores Urbana Gerados Ano/2017/Gerência de Arborização													
Relatórios de Serviços Executados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Recolhimento de Galhos	1163	1215	1086	831	1026	1364	1899	1311	1033	1549	1199		13.640
Peso	64870	38150	N.O.	N.O.	N.O.	67120	151250	147155	135250	151930	58990		814.715
Quantidade Viagens	54	28	N.O.	N.O.	N.O.	25	87	62	70	74	80		490
Recolhimento de Lenhas	138	64	141	109	276	232	271	174	140	241	262		2.048
Peso	97994	11250	N.O.	N.O.	N.O.	39340	78142	73650	53540	58980	123670		718.650
Quantidade Viagens	18	3	N.O.	N.O.	N.O.	6	26	21	18	19	40		121
Recolhimento de Troncos	57	82	74	61	109	48	57	77	75	92	99		831
Peso	44030	21240	N.O.	N.O.	31100	17860	49540	53530	47490	54090	93260		412.147
Quantidade Viagens	9	7	N.O.	N.O.	8	5	9	14	16	13	22		104

OBS:N.O.NÃO OCORREU

ANEXO F

Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda e remoção de árvores da cidade de Apucarana



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Material lenhoso proveniente de poda e abates

MEIO AMBIENTE APUCARANA <meioambiente.apucarana.pr@gmail.com>
Para: Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

5 de outubro de 2017 10:50

Bom dia Caroline,

Informo que no Município de Apucarana são gerados os seguintes quantitativos, provenientes de poda e abates de árvores na área urbana:

Média diária

Galho/folhas de 4 a 5 ton por dia (os galhos são triturados e destinados para o viveiros do Município para compostagem);

Material lenhoso de 3 a 4 ton por dia (esta lenha é vendida por meio de leilão).

Sendo o que tínhamos a informar, mais alguma dúvida entrar em contato.

--

Atenciosamente,
Secretaria de Meio Ambiente de Apucarana - SEMA

ANEXO G

Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda de árvores da cidade de Arapongas



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Aos cuidados de Juliane

Secretaria de Meio Ambiente - Arapongas - Pr <meio-ambiente@arapongas.pr.gov.br> 19 de setembro de 2017 15:07
Para: Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Olá Caroline >> segue informações >>>1- Resíduos de derivados de madeira e painéis do setor moveleiro (300 ton . dia) destinação > formação de Briquetes, biomassa par geração de energia 2- Resíduos de rejeitos e podas de árvores do município . (aprx. 12 toneladas mês) 3- Resíduos Orgânicos gerados em Arapongas(aprox. 70 ton. dia >> .. att. jacydio > diretor de meio ambiente- >984032056

----- Mensagem original -----

De: "Caroline Tourinho Rocha" <caroline05rocha@gmail.com>

Para: meio-ambiente@arapongas.pr.gov.br

Enviadas: Terça-feira, 19 de setembro de 2017 12:31:00

Assunto: Fwd: Aos cuidados de Juliane

[Texto das mensagens anteriores oculto]

ANEXO H

Resposta ao Ofício de Solicitação referente a quantificação dos resíduos de poda de árvores da cidade de Cambé



Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

Aos cuidados de Paula

meioambiente@cambe.pr.gov.br <meioambiente@cambe.pr.gov.br>
Para: Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>

22 de setembro de 2017 10:22

Bom dia Caroline,

Conforme solicitado, segue resposta sobre coleta de galhos na cidade de Cambé.

É recolhido uma média estimada de 38 toneladas por mês, perfazendo-se um total estimado de 160m³ por dia aproximadamente.

Qualquer dúvida estamos a disposição.

Att.
Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente - Sama
Rua Francisco Delgado Sanches, 189 - Cambé/PR
(43) 3174-0490

----- Mensagem original -----
De: Caroline Tourinho Rocha <caroline05rocha@gmail.com>
Para: meioambiente@cambe.pr.gov.br
Enviadas: Fri, 22 Sep 2017 09:01:34 -0300 (BRT)
Assunto: Aos cuidados de Paula
[Texto das mensagens anteriores oculto]

ANEXO I

Ofício de Resposta nº 133/2017 referente a solicitação sobre as quantidades dos resíduos de corte de árvores gerados na cidade de Rolândia



**Prefeitura
de Rolândia**



**SECRETARIA MUNICIPAL DE
AGRICULTURA E MEIO
AMBIENTE**

Ofício Nº 113/2017

Rolândia-Pr, 23 de Novembro de 2017.

A/C
Sra. Caroline Tourinho Rocha
Município de Rolândia - Pr

Assunto: Solicitação de informações

Prezado,

Conforme solicitação via email do dia 20/11/2017 temos a informar que, a empresa **Sanetran** que presta o serviço de poda e cortes de árvores em nosso Município não fornece nenhum relatório sobre os resíduos uma vez que o contrato não é pago por peso ou quantidade, mas sim, pela ação de cortar ou podar, independente do volume. Estes números que lhe mandei são estimativas feitas pela empresa, ou seja, Segundo a empresa, quando envolve cortes de árvores, a quantidade gira em torno de 80 toneladas de resíduos por mês e, em se tratando de podas, esta quantidade é de 50 toneladas por mês. Estes resíduos são depositados em uma área anexa ao Aterro Sanitário de Rolândia. A lenha oriunda do corte das árvores é leiloada e o recurso arrecadado é destinado a ações ambientais do Município. Já os resíduos, como folha e ramos, são triturados, armazenados e após decomposição dos mesmos, são destinados para hortas de escolas e viveiro municipal para serem usados como adubo orgânico.

Sendo o que temos para o momento.

Atenciosamente,

GILBERTO SÃO JOÃO
Secretário Adjunto Mun. de Agricultura e Meio Ambiente

RECEBIDO EM __/__/__