

## Estudo energético de um processo industrial para a produção de ração animal com aplicação da biomassa de microalga como aditivo nutricional

F.R. Lirio<sup>a</sup>, L.F. Rigatti<sup>b</sup>, J.V.C. Vargas<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós Graduação em Eng. Mecânica (Universidade Federal do Paraná – 81530-000 – Curitiba – PR – Brasil), frlirio@hotmail.com.

<sup>b</sup> Programa de Pós Graduação em Eng. Mecânica (Universidade Federal do Paraná – 81530-000 – Curitiba – PR – Brasil), eng.rigatti@hotmail.com.

<sup>c</sup> Programa de Pós Graduação em Eng. Mecânica (Universidade Federal do Paraná – 81530-000 – Curitiba – PR – Brasil), vargasjvcv2@gmail.com.

### Resumo.

O presente estudo avaliou os custos em termos energéticos de um modelo de planta industrial para produção de ração animal com inclusão da dosagem de biomassa da microalga *Acutodesmus obliquus*, a qual foi cultivada e processada nas instalações do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Autossustentável (NPDEAS) da UFPR. As propriedades nutricionais da biomassa apresentaram valores elevados para proteína bruta, extrato etéreo, lipídios, além de ácidos graxos essenciais, justificando a proposta de uso deste produto como aditivo na ração animal, bem como o fato de ser uma fonte alternativa e natural. Desta forma, os custos da inclusão da biomassa nos formulados da planta de ração foram mensurados em termos energéticos por meio do diagrama de fluxos do processo. Os resultados mostraram que o consumo energético total da planta foi em torno de R\$ 9.249.271,59; sendo que o principal equipamento responsável pela maior taxa de consumo foi a extrusora, a qual é utilizada para formação dos *pellets*. O consumo de energia devido a inclusão da dosagem de 3% da biomassa no misturador, não apresentou valor significativo, sendo calculado aproximadamente R\$ 216,00 ao ano considerando o turno de 8 horas/dia de trabalho durante 312 dias no ano. Portanto, a adição da biomassa como suplemento nutricional nas formulações de ração animal é uma proposta interessante e não gera altos custos ao processo.

**Palavras chave:** Biomassa, Aditivo, Energia, Ração animal.

### Energetic study of an industrial process for the production of animal feed with the application of microalgae biomass as nutritional additive

#### Abstract.

The present study evaluated the energy costs of an industrial plant model for animal feed production including the biomass dosage of the microalgae *Acutodesmus obliquus*, which was cultivated and processed at the Nucleus of Research and Development of Self-sustaining Energy (NPDEAS) of UFPR. The nutritional properties of the biomass presented high values for crude protein, ethereal

extract, lipids and essential fatty acids, justifying the proposal to use this product as an additive in animal feed, as well as being an alternative and natural source. Thus, the costs of inclusion of the biomass in the formulations of the feed plant were measured in energetic terms through the flow diagram of the process. The results showed that the total energy consumption of the plant was around R \$ 9,249,271.59; and the main equipment responsible for the highest consumption rate was the extruder, which is used for pellet formation. The energy consumption due to the inclusion of the 3% dosage of the biomass in the mixer, did not present significant value, being calculated approximately R \$ 216.00 per year considering the shift of 8 hours per day for 312 days in the year. Therefore, the addition of biomass as a nutritional supplement in animal feed formulations is an interesting proposal and does not generate high costs to the process.

**Key-words:** Biomass, Additive, Energy, Animal feed.

## 1. Introdução.

A expansão do mercado de rações, tanto para animais voltados ao mercado de consumo quanto animais de estimação no Brasil, vem crescendo a cada ano, tanto em volume quanto em qualidade nutricional. Segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação ABINPET(2017, não paginado), a indústria pet brasileira foi responsável por um faturamento de mais de R\$ 18,9 bilhões em 2016, crescimento de 4,9% sobre 2015 e terceiro lugar absoluto no mercado mundial, atrás apenas dos Estados Unidos e Reino Unido.

Aliado ao perfil mercadológico, o desenvolvimento de formulações de rações cada vez mais aprimoradas, vem despertando o interesse dos fabricantes, com objetivo de fornecer um produto completo em termos nutricionais e que possa promover benefícios para a saúde animal. Neste contexto o uso de fontes alternativas e naturais ricas em minerais, ácidos graxos, proteínas, entre outros estão sendo pesquisados e algumas marcas de ração para cães, por exemplo, apresentam a inclusão de frutas, chá verde e farinha de algas, objetivando a diversos benefícios.

Portanto, o uso da biomassa de microalgas na formulação ou adicionada à ração pode ser uma fonte alternativa natural e sustentável, uma vez que, segundo Santos (2016, p. 18-19), estes micro-organismos possuem alta eficiência fotossintética, capacidade de duplicar sua biomassa em menos de uma semana, não necessitam do uso de áreas cultiváveis para o seu desenvolvimento e sobretudo possuem alto teor de lipídeos, carboidratos e proteínas em determinadas espécies, tornando-se potenciais substitutos de produtos como óleo de peixe, fontes proteicas e vegetais.

Seguindo o ciclo de sustentabilidade, a possibilidade de aliar produção de biomassa à produção de biodiesel, tratamento de efluentes e emissões tornam as microalgas ainda mais atrativas para o uso em diversas aplicações em conformidade com os objetivos do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Autossustentável (NPDEAS).

O consumo de energia é um dos principais responsáveis por grande impacto no orçamento industrial, neste sentido uma mudança no processo de produção pode ocasionar a inviabilidade de um produto. Sendo assim, neste trabalho foi realizada a avaliação do balanço energético do processo com objetivo de verificar a proposta de

desenvolvimento de uma ração suplementada com biomassa de microalga.

## 2. Procedimento experimental.

A biomassa foi obtida por meio do sistema de cultivo heterotrófico em fotobiorreatores compactos com capacidade volumétrica unitária de 10 m<sup>3</sup>. As microalgas são coletadas e processadas através das etapas de floculação, centrifugação, secagem e moagem. As Fgura 1 e 2 apresentam os fotobiorreatores e algumas etapas do processamento da biomassa.

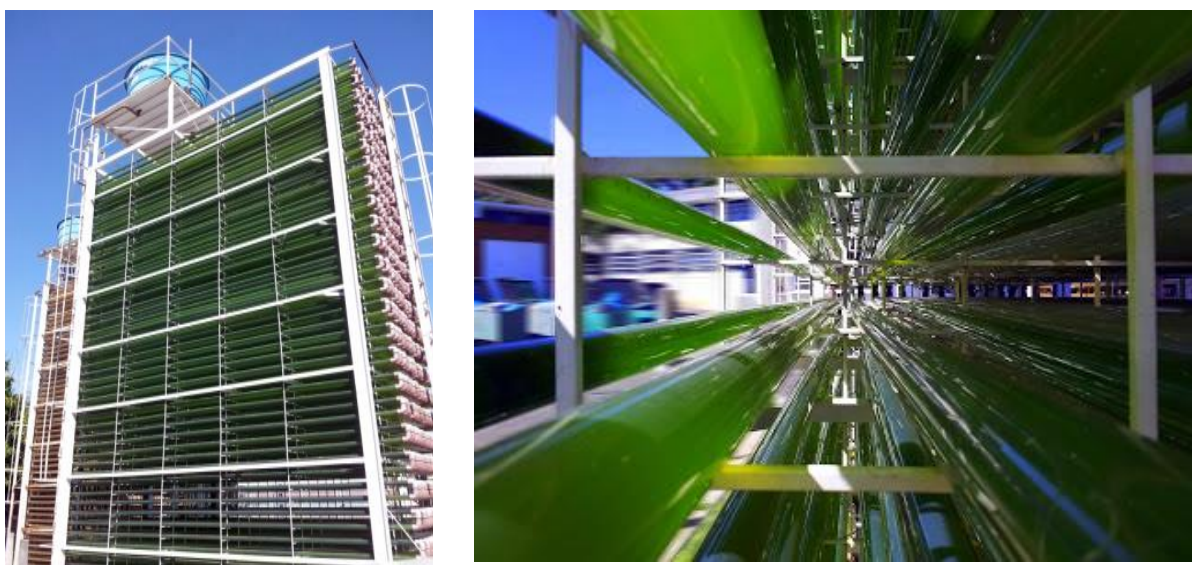


Figura 1 – Fotobiorreatores com tubos transparentes para permitir o contato com os raios solares



Figura 2 – Biomassa úmida logo após processo de centrifugação sendo preparada para secagem

A estrutura do NPDEAS é composta por cinco fotobiorreatores com capacidade volumétrica de 10 m<sup>3</sup> cada.

As análises físico químicas da biomassa foram realizadas no laboratório de nutrição animal do departamento de Zootecnia da UFPR. A metodologias utilizadas estão resumidas na Tabela 1.

Característica	Referência
Extrato etéreo	CBAA (2009) – Met. 15
Fibra bruta	CBAA (2009) – Met. 19
Fibra (FDA)	CBAA (2009) – Met. 20
Fibra (FDN)	CBAA (2009) – Met. 21
Proteína bruta	IAL (2008)/NREL (2015)
Energia bruta	Poli et al. (2013)
Lipídeos totais	Blight e Dyer (1959)

Fonte: A autora

Tabela 1 – Características físico químicas da biomassa de microalga.

O fluxograma esquemático refere-se a uma planta industrial de produção de ração com capacidade de 6 ton/h, utilizada como base de cálculo neste estudo. O processo de produção apresenta basicamente três etapas principais que são as operações de moagem dos grãos, a mistura e peletização. A Figura 3 apresenta a área de recepção e armazenagem das matérias primas utilizadas no processo e a Figura 4 exibe o fluxo e a divisão realizada para o cálculo dos custos energéticos.

Para o desenvolvimento dos cálculos foi considerado ainda que a planta trabalha em regime de 8 horas/dia e o ano foi considerado com 312 dias. Portanto a carga horária total de trabalho, ou seja, o tempo de funcionamento da fabrica foi considerada com 2.496 horas no ano.

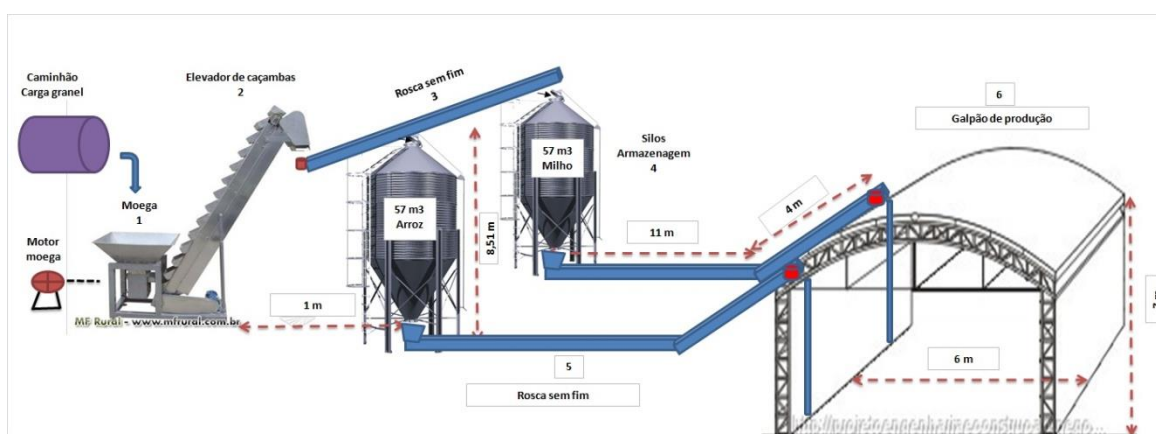


Figura 3 – Representação esquemática do pátio de recepção e armazenagem da matéria-prima

Para efeito de simplificação de cálculos foram consideradas as formulações compostas basicamente dos farelos de arroz e milho.

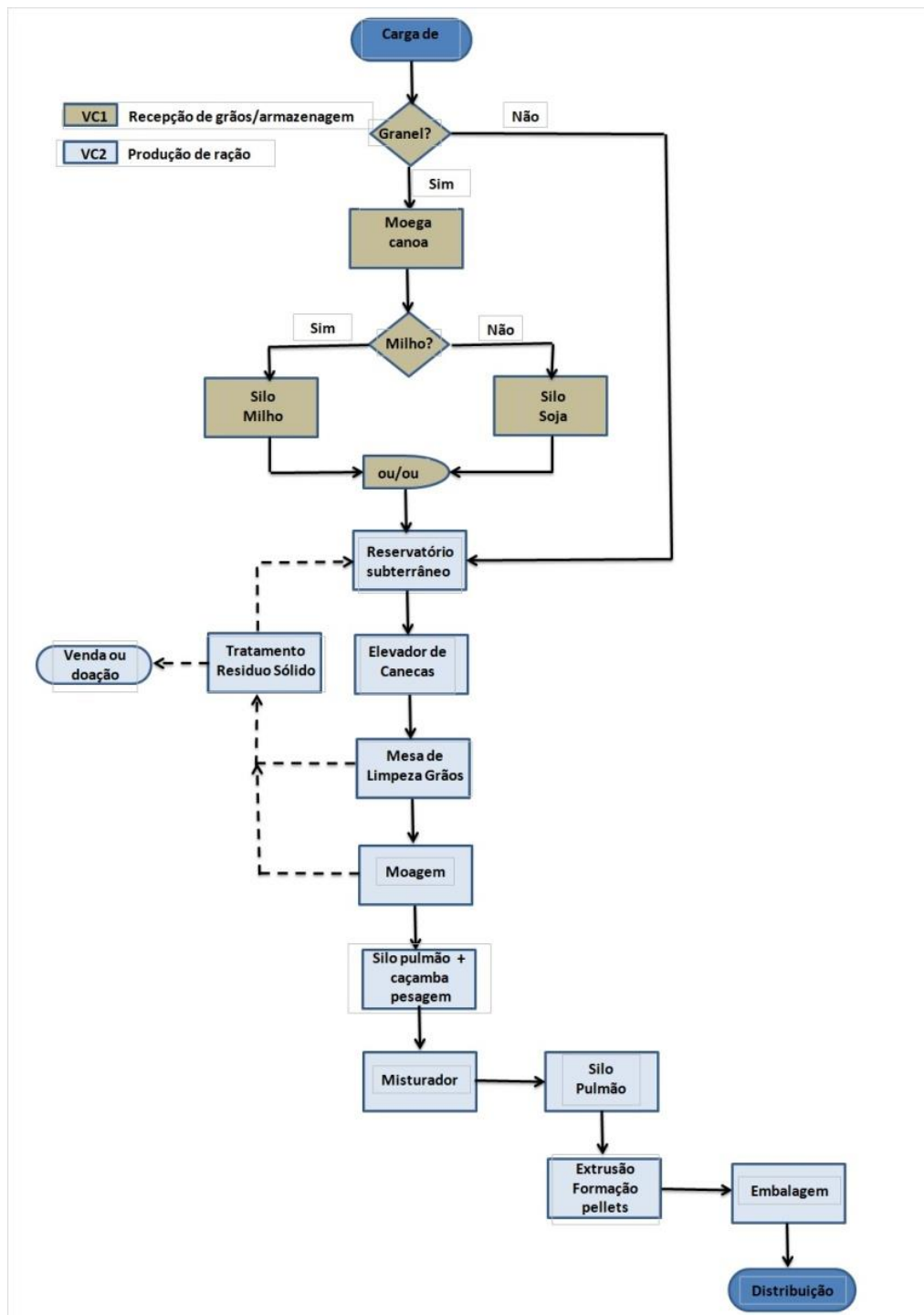


Figura 4 – Diagrama esquemático do processo de fabricação

Os volumes de controle definidos como VC1 e VC2 permitem facilitar a organização dos cálculos na análise energética e representam um conjunto de etapas definidas como recepção de grãos, armazenagem e produção da ração. As Equações 1 e 2 foram utilizadas para calcular a energia consumida por equipamento, conforme Colvara e Salvador (2014, pg. 40).

$$n = \frac{P_u}{P_a} \quad (1)$$

Onde

$P_u$  = potência mecânica disponível no eixo (W)

$P_a$  = potência absorvida da rede (W)

$n$  = rendimento do motor (%)

$$E_c = P_a \cdot t \quad (2)$$

Onde

$E_c$  = energia consumida (kWh/ano)

$P_a$  = potência mecânica disponível no eixo (W)

$t$  = tempo de funcionamento do motor (h/ano)

Portanto, para o cálculo da energia consumida pelo motor em cada fluxo do processo foi realizado o levantamento das potências nominais e fatores de carga para cada tipo de material impulsionado, tais como grãos de milho e soja, tal como apresentado na Equação 3. Sendo assim, a energia consumida foi calculada pela razão entre a potência real e o rendimento do motor. Nos cálculos para dimensionamento de equipamentos e determinação do atrito com as paredes considerou-se as equações descritas em SILVA *et al.*(2008, cap.12, p. 280-308) e SCALABRIN (2008, p. 47-49).

$$P_{req} = 2,22 \cdot 10^{-4} (Q \cdot Me \cdot L \cdot Fm) \quad (3)$$

Onde:

$P_{req}$  = potência requerida (CV)

$Q$  = capacidade ( $m^3/min.$ )

$Me$  = massa específica do material ( $kg/m^3$ )

$L$  = comprimento do helicóide

$Fm$  = fator de potência (depende do material) adimensional

A Tabela 2 apresenta valores dos fatores de potência e massa específica para alguns produtos.

Produto	Dens. (kg/m <sup>3</sup> )	Fator de potência
Cevada	609	0,4
Soja	800	0,5
Milho	720	0,4
Aveia	416	0,4
Arroz	769	0,4
Trigo	770	0,4
Farelo	250	0,4

Fonte: Silva *et al.* (2008, cap.12, p. 283)

Tabela 2 – Fator de potência e massa específica de alguns produtos

Os rendimentos e potências nominais podem ser conseguidos por meio das tabelas de especificação do fabricante para cada tipo de motor. Para o cálculo dos custos energéticos foi utilizado o valor de R\$/kWh 0,69118 referente a categoria industrial e incluso os impostos, Copel (2017).

### 3. Resultados.

A análise físico química da biomassa apresentou os resultados conforme descritos na Tabela 3. Os valores obtidos confirmam a presença de elementos importantes para atender as exigências nutricionais de cada tipo de ração produzida, principalmente com relação à proteína bruta e lipídeos totais.

Características	Média (%)
Extrato etéreo	11,60
Fibra bruta	3,50
Fibra (FDA)	30,29
Fibra (FDN)	55,81
Proteína bruta	35,98
Lipídeos totais	11,76
Energia bruta	5.469 kcal/kg

Fonte: A autora

Tabela 3 – Resultado da análise físico química

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos na análise energética da planta correspondente ao volume de controle VC1. O volume de controle VC2 apresentou os valores descritos na Tabela 5.

Equipamento	Pot(kW)	Econs(kWh/ano)	Econs(R\$/kWh/ano)
Moega	0,74	2463	1702,34
Elevador de caçambas	2,21	7205	4979,94
Rosca sem fim	2,21	7768	5369,00
Rosca sem fim	4,42	48112	33.253,86
<b>Total</b>	<b>5,15</b>	<b>17.065</b>	<b>45.305,14</b>

Fonte: A autora

Tabela 4 – Resultados referentes ao volume de controle VC1

Equipamento	Pot(kW)	Econs(kWh/ano)	Econs(R\$/kWh/ano)
Elevador de canecas	2,21	15722	10.866,79
Mesa de limpeza	2,21	5741	3.967,93
Moinho martelo	92,00	239200	165.330,26
Rosca transp.	1,472	4721	3.262,86
Caçamba pesagem	0,74	3128	2.162,11
Misturador	3,68	10487	7.248,38
Rosca transp.	2,208	7776	5.374,44
Extrusora (sist. distrib.)	2,45	6617	4.573,62
Extrusora (pré cond.)	22	123311	85.230,34
Extrusora (corpo)	250	12738775	8.804.786,84
Extrusora (inj. ar)	0,75	2600	1.797,07
Extrusora (Corte)	37	142.080	98.202,85
Embalagem	5,5	16151	11.162,96
<b>Total</b>	<b>573,66</b>	<b>13.316.309</b>	<b>9.203.966,45</b>

Fonte: A autora

Tabela 5 – Resultados referentes ao volume de controle VC2

O gráfico 1 mostra os valores de consumo de energia por equipamento, referente ao fluxo total da planta, porém a extrusora não foi inserida pois representa em grande proporção o maior custo.

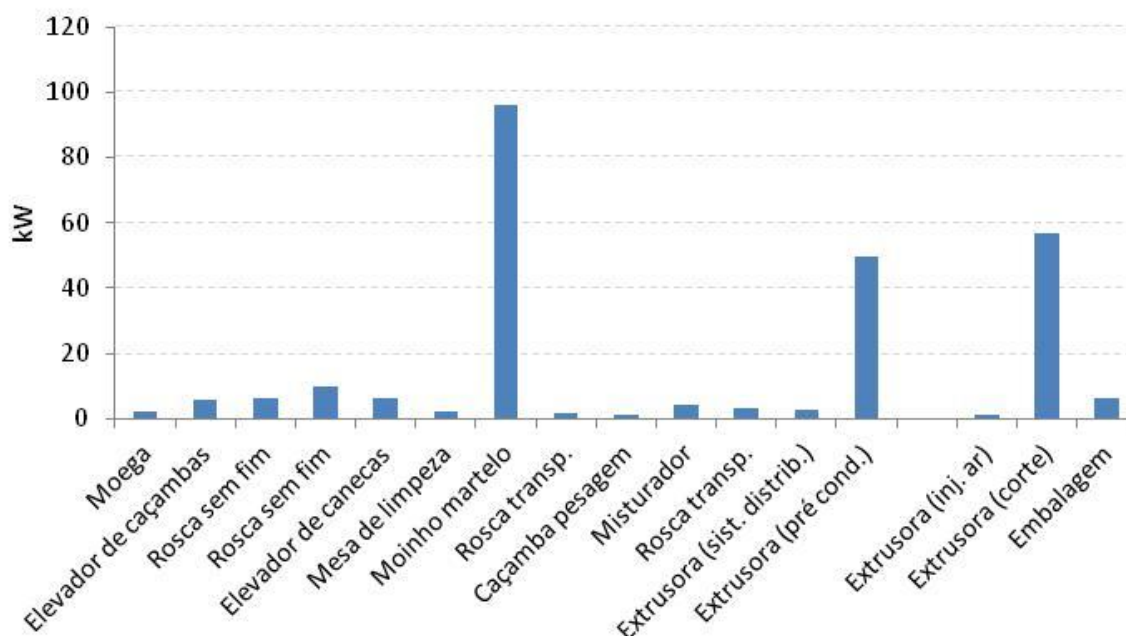


Gráfico 1 – Custo energético anual por equipamento referente às etapas do processo

A adição de biomassa de microalga, que neste estudo foi dosada no misturador com dosagem de 3% representa aproximadamente R\$ 216,00/ano de energia adicional consumida.



#### 4. Conclusão.

Os resultados das propriedades nutricionais de biomassa apresentaram características interessantes para uso como aditivo na suplementação das rações. O estudo do consumo de energia, com base numa planta industrial com capacidade produtiva de 6 Ton / h, apresentou o valor anual de R\$ 9.249.271,59. Sendo o maior consumo energético verificados no setor de extrusão, o qual é responsável pela formação dos *pellets*, porém outros equipamentos que apresentaram consumo significativo foram o moinho martelo, a fase de pré condicionamento do bolo antes da entrada na extrusora e o sistema de corte, sendo assim possível realizar análise individual de custos buscando a melhoria do sistema em termos de eficiência energética.

A adição de biomassa, na dosagem de 3%, não gerou custos energéticos significativos, portanto pode ser considerada uma proposta viável com oportunidade de desenvolvimento de rações diferenciadas em termos de suplementação nutricional.

#### 5. Agradecimentos.

Este trabalho contou com o apoio do laboratório do NPDEAS da UFPR com o fornecimento da biomassa utilizada nas análises.

#### 6. Referências.

ABINPET, Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. Disponível em: <http://abinpet.org.br/site/mercado/>. Acesso em 19 set. 2017.

BLIGHT, E.G.; DYER, W.J. A rapid method for total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., v.37, 911-917, 1959.

CBAA – Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. Guia de métodos analíticos, 2009.

COPEL, Companhia Paranaense de Energia. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/industrial/informacoes.jsp>. Acesso em 25 ago. 2017.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, São Paulo, 2008.

COLVARA, C.M.G.; SALVADOR, C.A.V. Análise da redução no consumo de energia elétrica no processo de resfriamento de ração, Gateway Library UFSM, 44f, 2014.

NREL – National Renewable Energy Laboratory. Summative mass analysis of algal biomass – Integration of analytical procedures. Laboratory Analytical Procedure (LAP), revised december 2015.

POLI et al. Uma avaliação das metodologias para determinação do poder calorífico dos resíduos sólidos urbanos. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, v. 8, n. 8, 9-31, 2013.

SANTOS, B. Estratégia para aumentar a produtividade de biomassa com carbono orgânico. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Engenharia e Ciências de Materiais, setor de Tecnologia, Curitiba, 2016.

SCALABRIN, L.A. Dimensionamento de silos metálicos para armazenagem de grãos. 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do R.G.S., Engenharia Civil, Porto Alegre, 2008.