Resíduos de microcervejarias artesanais: Uma forma de energia desperdiçada?

REVISTA ELETRÔNICA MULTIDISCIPLINAR
UNIFACEAR

Henrique Cruz de Almeida[1]; Bruno Batista[1]; Marcos Alfred Brehm[2]
[1] Unifacear ; [2] Unifacear/ Senai – CIC / Tecpar / PPGMADE-UFPR

RESUMO
Neste trabalho foi avaliado o cenário de aproveitamento de resíduos em microcervejarias situadas em Curitiba e região metropolitana por meio de uma pesquisa junto à 11 fabricantes. A pesquisa revelou que as cervejarias consultadas geram mensalmente 6.927 toneladas de bagaço de malte, descartado gratuitamente para uso como ração animal por produtores da região. Evidenciou-se que o descarte de resíduos é visto pelas cervejarias como um "problema", e não como um potencial para redução de custos de produção. No entanto, estimando-se o potencial de produção de biogás para produção de energia elétrica e utilizando-se um tempo de payback compatível com o de sistemas de geração fotovoltaica distribuída, foi possível estimar um "orçamento máximo" de R$ 73.800,00 para a implantação e operação de um sistema para processamento de 228 kg de bagaço de malte molhado ao dia, considerando a produção média das cervejarias avaliadas pela pesquisa. A partir dos resultados, sugere-se a realização de novos estudos no tema para avaliação do potencial de processamento de resíduos como um possível negócio superavitário.
***Palavras chave**: biogás; biometano; cerveja artesanal; resíduos; trub; bagaço de malte*

ABSTRACT
In this work it was evaluated the scenario of waste recovery process in microbreweries located in Curitiba and metropolitan region through a survey of 11 manufacturers. The results showed that the breweries consulted produce 6,927 tons of malt bagasse monthly, freely disposed for use as animal feed by local animal breeders. It is clear that the microbreweries deal with the waste as a "problem", and not as a potential for production costs reduction. However, estimating the biogas production potential for electric power production and using the same payback time of typical on-grid photovoltaic systems was possible to estimate a "maximum budget" of R$ 73,800.00 to install and use a system able to process 228 kg of malt bagasse per day, considering the average production of the breweries evaluated by the survey. Based on the results, it is suggested to carry out new studies to examine the potential of beer waste treatment as a possible profitable business.
***Keywords**: biogas; biomethane; craft beer; waste; trub; malt bagasse.*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China. (BARTH-HASS, 2018 p. 9). A produção nacional de cerveja apresentou um razoável crescimento nos últimos anos, muito embora recentemente tenha se mostrado constante, conforme se pode perceber na Figura 1, que mostra a produção total, em milhões de hectolitros ao ano, de 1985 a 2016 nas barras verticais e a respectiva linha de tendência no período. (MARCUSSO e MULLER, 2017)

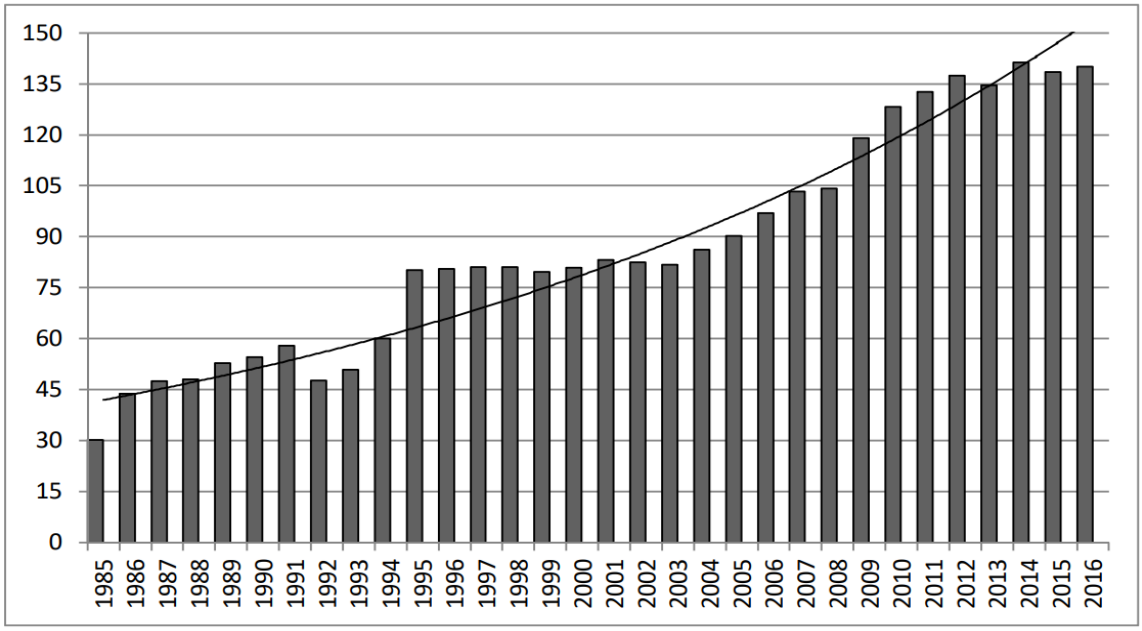

FIGURA 1: PRODUÇÃO TOTAL DE CERVEJA (EM MILHÕES DE HECTOLITROS) NO BRASIL DE 1985 A 2016.
FONTE: (MARCUSSO E MULLER, 2017).

Já o número de cervejarias no país, que apresentava um leve crescimento, nos últimos anos passou a apresentar um crescimento bastante acentuado, conforme pode ser percebido pelo gráfico da Figura 2, que exibe o número total de cervejarias no Brasil entre 2002 e 2017 (MARCUSSO e MULLER, 2018).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019), o número de cervejarias registradas cresceu 23% em 2018, totalizando 889 estabelecimentos e 16.968 produtos.

Em 2018 foram abertas 210 novas fábricas no país, o que equivale, em média, a uma cervejaria abrindo as portas a cada dois dias. Percebe-se ainda uma mudança no perfil de consumo, pois a expansão está associada principalmente a bebidas especiais. A região Sul concentra mais de 40% das cervejarias do país (BRASIL, 2019).

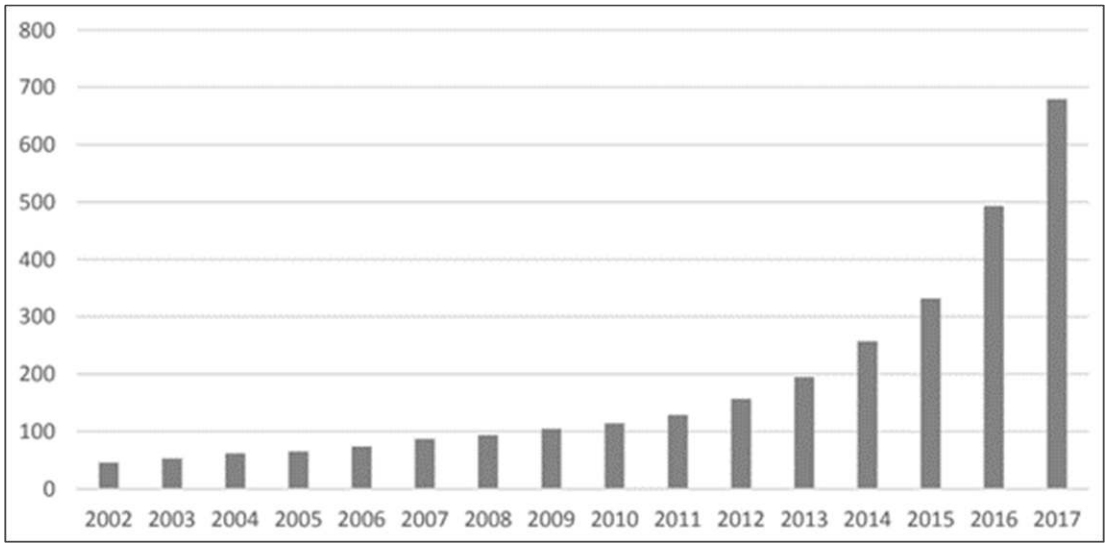

FIGURA 2: NÚMERO DE CERVEJARIAS NO BRASIL DE 2002 A 2017.
FONTE: (MARCUSSO E MULLER, 2017).

Não há definições oficiais para os termos “microcervejaria”, “cerveja artesanal” ou correlatos (BRASIL, 2019). No entanto, segundo a definição da Escola Superior de Cerveja e Malte, microcervejarias são cervejarias que produzem cervejas artesanais e têm capacidade de produção de até 200 mil litros por mês, embora geralmente não atinjam esse volume (SEBRAE, 2017).

A produção de cerveja gera grande volume de resíduos, dos quais 85% é composto dos restos dos grãos de malte, também conhecido como bagaço de malte. (ALIYU e BALA, 2011). Devido à sua rica composição, estes resíduos apresentam grande potencial para utilização em diversas áreas da tecnologia, tais como alimentação humana e animal e biotecnologia industrial. (MATHIAS et al., 2014 p. 6).

O potencial de uso de resíduos de cervejarias para geração e uso de biogás para geração de energia elétrica no estado do Paraná foi avaliado em um artigo publicado pelo SENAI e pela FIEP (SENAI/FIEP, 2016) que indicou que, há grande potencial de geração de biogás através dos resíduos da produção de cerveja.

Com exceção dos vegetais não lenhosos (cana-de-açúcar, milho, soja e mandioca), cujos resíduos não podem ser utilizados sozinhos para produção de biogás, estima-se um total de aproximadamente 15 milhões de metros cúbicos ao dia como potencial de geração no estado do Paraná, um volume que corresponde à metade da capacidade máxima do gasoduto Brasil-Bolívia. Deste volume, praticamente dois terços são associados aos resíduos de cervejarias (SENAI/FIEP, 2016), que seriam suficientes para gerar mais de 8 GWh de energia elétrica anualmente.

A geração de biogás por setores produtivos no Paraná encontra consonância com a política estadual. Afinal, em 21 de maio de 2018 foi promulgada a Lei Estadual nº 19.500

(PARANÁ, 2018), que dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano e define que os empreendimentos e arranjos produtivos que se enquadrarem nas disposições tratadas por esta lei serão considerados empresas de inovação tecnológica, de que trata a Lei nº 17.314 de 24 de setembro de 2012 (PARANÁ, 2012).

Tem-se, portanto, em um país que figura como um dos maiores produtores de cerveja do mundo, um cenário de crescimento do número de cervejarias com menor capacidade de produção e que dispõem de produtos de maior valor agregado. Estas cervejarias também são conhecidas como “cervejarias artesanais”, e apresentam um volume de produção extremamente reduzido quando comparado à produção de grandes cervejarias.

Neste contexto, o objetivo geral do presente trabalho é avaliar o cenário de aproveitamento de resíduos em microcervejarias situadas em Curitiba e região metropolitana. Para tanto, foi preparada e aplicada uma pesquisa junto à microcervejarias de Curitiba e região, que buscou trazer dados sobre a quantidade de resíduos gerados (de malte, *trub* quente[1] e *trub* frio[2]), o destino dado aos resíduos, o conhecimento dos cervejeiros sobre os possíveis métodos de tratamento dos resíduos e ainda sobre a disposição das cervejarias em implementar novas formas de tratamento. As questões aplicadas na pesquisa podem ser acessadas pelo *QRCode*[3] apresentado na Figura 3.

FIGURA 3: *QRCODE* COM O CAMINHO (*LINK*) PARA AS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO.
FONTE: AUTORES.

[1] Partículas que se sedimentam no *whirlpool* (movimento circular feito no mosto na panela, para decantar lúpulo e proteínas) ao final do processo de fervura.
[2] Resíduos de fermento, proteína coagulada e lúpulo, oriundos do final do processo de fermentação.
3 O *QRCode* é um gráfico 2D de uma caixa preto e branca que contém informações codificadas, como textos, caminhos para páginas da internet, ou números de telefone. O conteúdo do *QRCode* pode ser lido por meio de aplicativos instalados em telefones celulares (a câmera do aparelho é usada para fazer a leitura do código).

Curitiba e região metropolitana contam com mais de 30 marcas de cervejas artesanais, no entanto muitas delas são cervejarias “ciganas” (cervejarias cuja produção é terceirizada por outras cervejarias, estas com sede própria). As cervejarias “ciganas”, portanto, foram desconsideras ou tiveram sua produção somada automaticamente ao total da produção das cervejarias que foram consultadas. A pesquisa foi realizada durante o primeiro semestre de 2019 através da ferramenta *Google Forms*, e no total foram consultadas 11 microcervejarias, cujos nomes não serão divulgados a pedido dos responsáveis.

O desenvolvimento do trabalho teve como foco principal a utilização e tratamento do resíduo mais representativo no processo de fabricação de cerveja, ou seja, o bagaço de malte. Não foram consideradas soluções para outros resíduos gerados, como o *trub* quente e frio, ou ainda para os barris descartáveis de polietileno tereftalato (PET), usados pela maior parte das microcervejarias para o transporte do produto, por apresentarem custo reduzido em comparação aos barris de aço inox (PARANÁ PORTAL, 2019). Como pressupostos para as estimativas geradas no final próximo capítulo, foram considerados os dados primários levantados na própria pesquisa e também:

a) Para o bagaço de malte molhado gerado, um percentual de 23% de volume de material seco aproveitável, descontando umidade e cinzas (CORDEIRO et al., 2012 p.2);
b) Para o biodigestor, um volume de 508 m³ de biogás gerado para cada tonelada de resíduo seco disponível (KAFLE; KIM, 2013 p.558);
c) Para a energia elétrica gerada, um montante de 1,43 kWh para cada m³ de biogás utilizado (SGANZERLA, 1983 apud SENAI/FIEP, 2016);
d) Para a tarifa de energia elétrica, R$ 0,76897 por kWh, tarifa da concessionária COPEL para o subgrupo B3 industrial, incluindo impostos (COPEL, 2018).

2. DESENVOLVIMENTO

De acordo com os resultados da pesquisa realizada, as onze cervejarias consultadas produzem, juntas, 34.150 hectolitros[4] de cerveja ao ano. Esta produção gera cerca de 6.927 toneladas de bagaço de malte ao mês, ou seja, mais de 76 mil toneladas ao ano. O bagaço de malte tem como descarte exclusivo a doação do material a produtores

[4] Um hectolitro é equivalente a 100 litros de cerveja, portanto trata-se do equivalente a mais de 34 mil “barris de cem litros” de cerveja ao ano, o equivalente a mais de 90 barris (de cem litros cada) ao dia.

locais, para uso como ração animal. Em relação ao *trub* (quente e frio), das 11 cervejarias pesquisadas, 9 descartam o material na rede convencional de esgoto, uma utiliza o material em um processo de compostagem e uma faz o descarte por meio de uma empresa especializada em tratamento de resíduos. Em nenhum dos casos avaliados estes descartes trazem algum retorno financeiro substancial para as cervejarias.

Os volumes de resíduos de *trub* quente e frio representam um volume bem menor, conforme se pode avaliar pela Tabela 1, que mostra, além do ano de fundação de cada cervejaria consultada, as respectivas respostas sobre os volumes de cerveja produzida e sobre o volume de cada tipo de resíduo gerado. Ressalta-se que não estão sendo descontados os percentuais de umidade nos resíduos listados na Tabela 1.

A produção média de resíduos de bagaço de malte molhado nas cervejarias consultadas, que será usado no desenvolvimento deste trabalho, foi de 26,8 kg a cada cem litros de cerveja produzida, bastante superior ao valor de 16 kg considerado pelo estudo "Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná" (FIEP, 2016).

O fato pode estar relacionado a uma característica comum de todas as cervejarias consultadas pela pesquisa: a produção de cervejas especiais, que consequentemente requer maior volume (e qualidade) de matéria-prima, quando comparadas à produção de cervejas convencionais em grande escala. Ressalta-se que a receita da cerveja produzida está diretamente relacionada à quantidade de malte utilizada no processo e, portanto, também relacionada à quantidade de resíduo gerado.

TABELA 1: ANO DE FUNDAÇÃO E PRODUÇÃO DE RESÍDUOS/CERVEJA DAS EMPRESAS CONSULTADAS

Cervejaria	Ano de fundação	Volume mensal de resíduo de bagaço de malte (kg)	Volume mensal de *Trub* Quente (L)	Volume mensal de *Trub* Frio (L)	Volume de produção anual de cerveja (L)	Volume (médio) mensal de produção de cerveja (L)
A	2017	700	150	150	35.000	2.917
B	2009	5.000	1.000	400	180.000	15.000
C	2011	5.000	600	1.200	480.000	40.000
D	2009	16.000	2.500	800	720.000	60.000
E	2005	5.000	250	400	360.000	30.000
F	2014	5.000	225	4.500	480.000	40.000
G	2017	1.000	200	400	60.000	5.000
H	2014	15.000	1.000	1.000	25.000	2.083
I	2017	2.000	1.000	1.000	120.000	10.000
J	2017	1.500	200	40	55.000	4.583
K	2007	20.000	1.000	300	900.000	75.000
Médias	2012	6.927	739	926	310.455	25.871
Totais	-	76.200	8.125	10.190	3.415.000	284.583

FONTE: AUTORES

O espaço físico foi uma das restrições que se mostrou evidente nas fábricas consultadas, em relação ao tratamento de resíduos, conforme pode ser avaliado na Figura 4, que mostra que a maior parte das fábricas não possui espaço disponível ou possui um espaço muito pequeno para desenvolver um sistema de tratamento de resíduos.

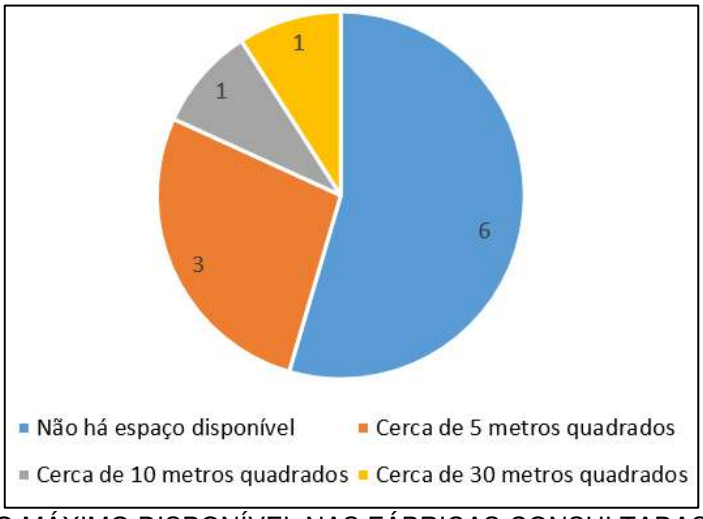

FIGURA 4: ESPAÇO MÁXIMO DISPONÍVEL NAS FÁBRICAS CONSULTADAS PARA O EVENTUAL DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. FONTE: AUTORES.

No entanto, das 11 cervejarias consultadas, 9 se mostraram interessadas em participar de um modelo cooperativo entre cervejarias da região para tratamento de resíduos caso houvesse alguma vantagem financeira no processo, o que indica que a questão do espaço físico poderia, numa reunião de esforços, ser superada.

Uma das perguntas levantadas no questionário diz respeito às principais preocupações das empresas consultadas em relação à implementação de um sistema de reuso ou tratamento de resíduos. A Figura 5 mostra o percentual das empresas que apontaram os itens sugeridos como “críticos”, definidos como itens cujos níveis escolhidos foram 4 ou 5 em uma escala de 1 a 5 de criticidade, sendo o nível 1 equivalente a “nenhuma criticidade” e o nível 5 equivalente a “extremamente crítico”.

Os custos do projeto e o risco de acidentes ou contaminação foram os itens mais elencados como críticos, seguidos da falta de tecnologia disponível no mercado. Ressalta-se que a grande preocupação com o risco de contaminação corrobora com a grande incidência de respostas positivas para a pergunta “A cervejaria já foi questionada por órgãos ambientais em relação à destinação dos resíduos e efluentes do processo produtivo?”, que foi de 63,3%, ou seja, respostas positivas para 7 fábricas em um total de 11 consultadas por meio da pesquisa aplicada, conforme mostrado na Figura 5.

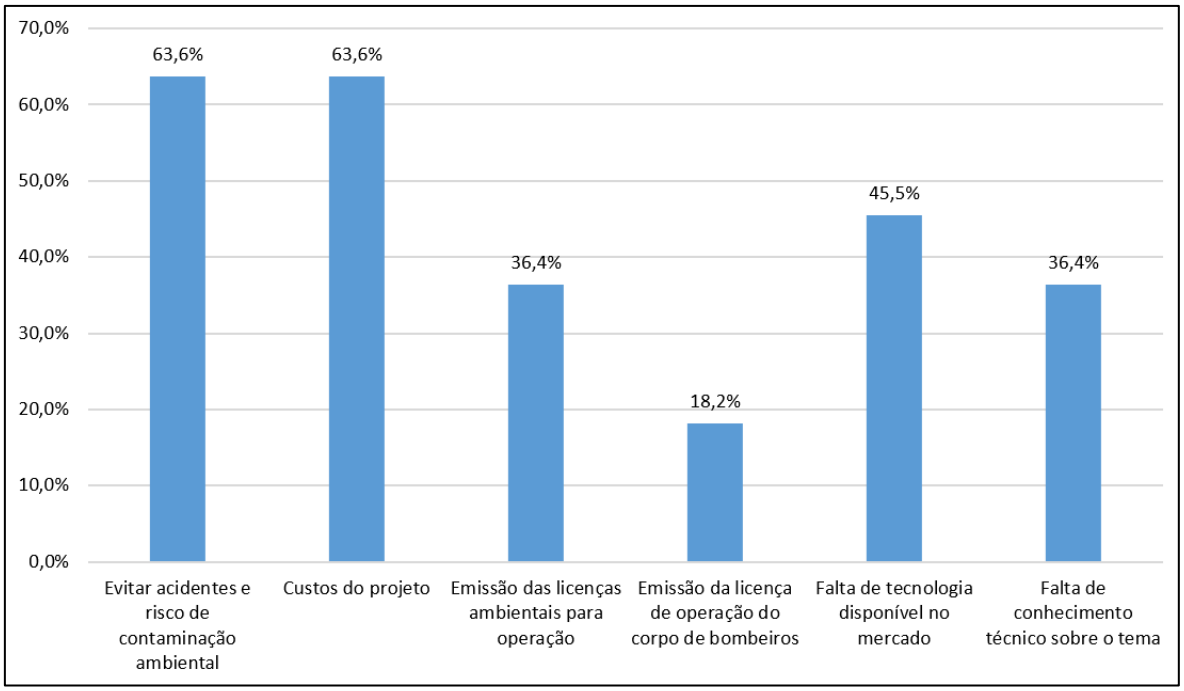

FIGURA 5: PERCENTUAL DE FABRICANTES QUE CONSIDEROU OS FATORES LISTADOS COMO FATORES CRÍTICOS (ESCOLHERAM OS NÍVEIS 4 OU 5 EM UMA ESCALA DE 1 A 5). FONTE: AUTORES.

A pesquisa também questionou os fabricantes a respeito do conhecimento destes sobre alguns possíveis métodos de utilização ou tratamento de resíduos. Para tanto, foram elencadas algumas possibilidades técnicas e os respondentes foram questionados sobre o fato de conhecerem ou não cada um dos métodos, conforme demonstrado na Figura 6. Percebe-se que a única solução conhecida por todos os fabricantes é justamente a única solução utilizada por todos, ou seja, o uso do bagaço como ração animal. Das demais soluções apresentadas, a compostagem ficou em segundo lugar (com 9 respostas afirmativas de 11 possíveis) e em terceiro lugar ficaram empatadas as opções de uso de biodigestor anaeróbico e de uso em alimentação humana, com 8 respostas afirmativas de 11 possíveis. Todos os demais métodos tiveram uma incidência de 5 ou menos respostas afirmativas.

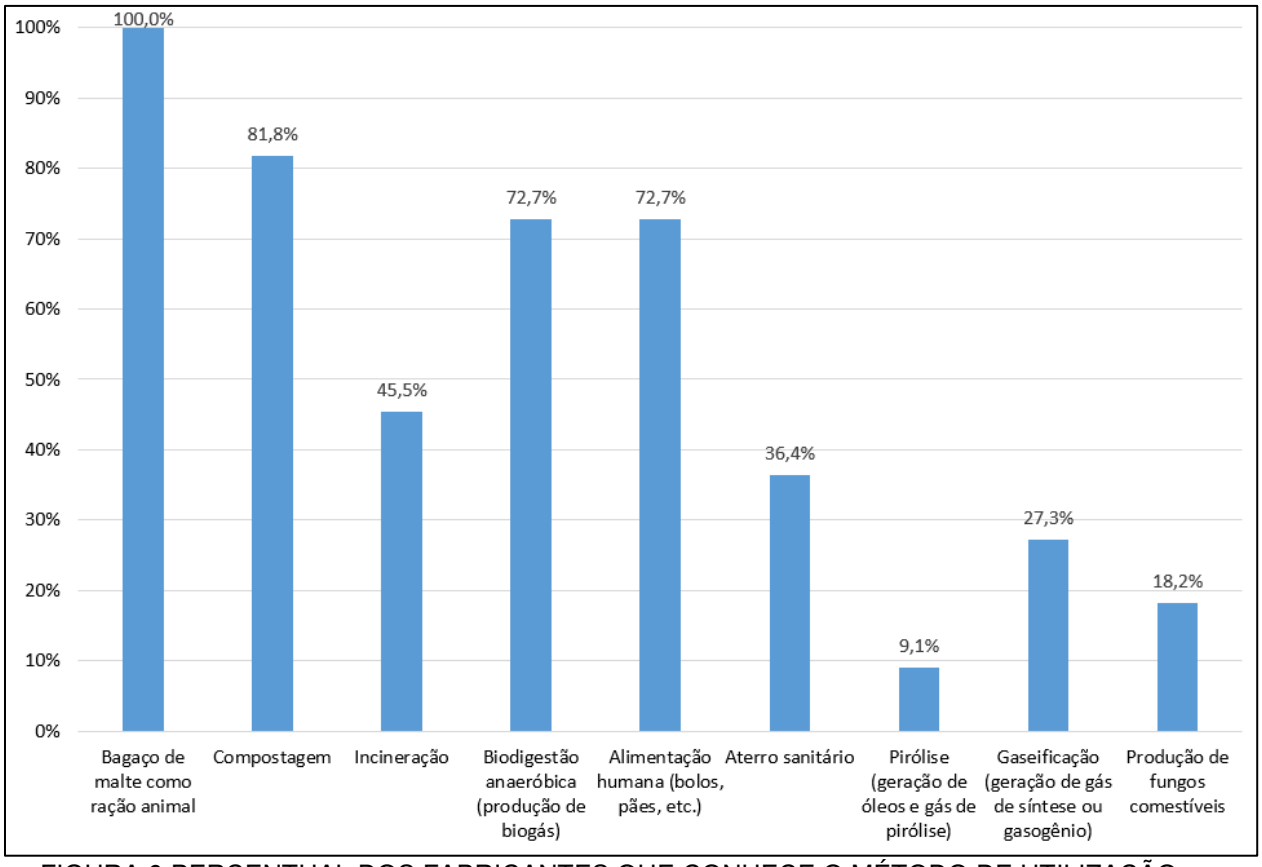

FIGURA 6 PERCENTUAL DOS FABRICANTES QUE CONHECE O MÉTODO DE UTILIZAÇÃO OU TRATAMENTO DE RESÍDUOS SUGERIDOS PELO FORMULÁRIO DE PESQUISA.
FONTE: AUTORES.

Da mesma forma, uma das questões da pesquisa aplicada elencou 4 dispositivos legais razoavelmente recentes (aprovados entre 2012 e 2018), todos de alguma forma relacionados com a eventual produção e uso de biogás a partir de resíduos com objetivo de gerar energia elétrica na modalidade distribuída[5], para que os respondentes listassem quais destes dispositivos são conhecidos e quais não o são. As respostas podem ser visualizadas na Figura 7 e são relativas aos dispositivos legais que definem:

a) A tarifa branca de energia elétrica, que permite o consumo de energia fora de horário de pico sob tarifas reduzidas, e foi estabelecida pelas normativas ANEEL nº 414/2010 e nº733/2016;

b) A micro e minigeração distribuída de energia elétrica, que permite a geração de energia pelo pequeno consumidor, que pode injetar o excedente na rede elétrica, e foi inicialmente definida pela resolução normativa ANEEL nº 482/2012;

[5] Quando o consumidor gera parte de sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e fornece o excedente para a rede de distribuição de sua localidade, recebendo créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes.

c) Os créditos de descarbonização (CBIO), gerados por projetos que reduzem emissões de gases do efeito estufa e que são passíveis de negociação em mercados organizados, estabelecidos pela política nacional de biocombustíveis, conhecida como “RenovaBio” e estabelecida pela Lei nº 13576/2017;

d) O marco regulatório estadual sobre biogás e biometano, que considera empresas que geram ou utilizam biogás em seus processos produtivos como empresas de inovação tecnológica, gerando assim benefícios fiscais e administrativos para as mesmas, conforme definido pela Lei Estadual nº 19500/2018.

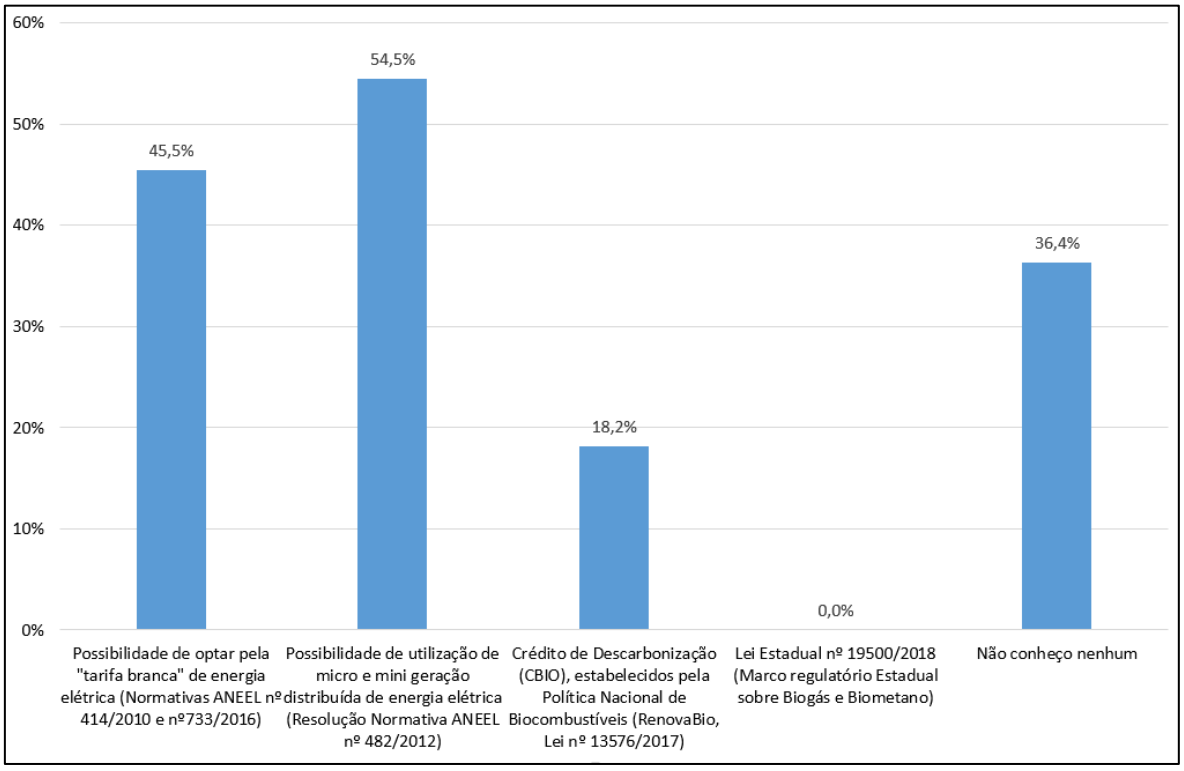

FIGURA 7 PERCENTUAL DOS FABRICANTES QUE CONHECE OS DISPOSITIVOS LEGAIS APRESENTADOS.
FONTE: AUTORES.

As respostas mostradas na Figura 7, indicam um desconhecimento ainda maior sobre o tema por parte dos respondentes em comparação com o conhecimento dos mesmos a respeito das soluções técnicas (vide Figura 6). Das 11 cervejarias que participaram da pesquisa, 4 afirmaram desconhecer todos os dispositivos elencados. Os dispositivos legais menos conhecidos foram justamente os mais recentes, e vice-versa. Nenhum respondente afirmou conhecer a Lei Estadual nº 19500/2018, marco regulatório estadual sobre biogás e biometano.

Finalmente, a Tabela 2 traz uma estimativa sobre qual seria o valor máximo a ser pago na instalação e operação de um sistema de tratamento de resíduos que funcionaria através de um biodigestor acoplado a um motor e um gerador de energia elétrica para injeção na rede através dos procedimentos para ligação de geração distribuída definidas pela ANEEL.

Na primeira coluna a Tabela 2 apresenta os números das linhas, que serão mencionados em cálculos da coluna "Referência" (última coluna), onde são mostradas as referências bibliográficas ou os cálculos utilizados para compor cada um dos valores da terceira e da quarta coluna. Na segunda coluna são listadas as grandezas e as unidades de medida mostradas na terceira e da quarta coluna, sendo a terceira coluna relativa à média entre todas as cervejarias e a quarta coluna relativa aos valores absolutos de todas as 11 cervejarias juntas, no caso de um eventual projeto cooperativo.

A primeira linha da Tabela 2 mostra os volumes médios e totais de bagaço de malte molhado produzido pelas cervejarias, e a linha 2 simplesmente converte o valor de quilogramas para toneladas. A linha 3 define o percentual de resíduo seco aproveitável para geração de biogás (CORDEIRO et al., 2012 p.2), e é utilizada para definir os valores da linha 4. A linha 5 define o volume de biogás que pode ser gerado a partir de uma tonelada do material seco disponível (KAFLE; KIM, 2013 p.558), e é utilizada para definir o volume potencial de biogás gerado, mostrado na linha 6. A linha 7 traz uma estimativa da quantidade de energia elétrica que poderia ser gerada por um sistema de queima de biogás com um sistema composto de um motor e um gerador elétrico (SGANZERLA, 1983 apud SENAI/FIEP, 2016), que foi utilizada para estimar a energia elétrica que poderia ser gerada pelo sistema, cujo montante é medido em kWh e mostrado na linha 8. A linha 9 traz a referência de tarifa de energia elétrica (incluindo impostos) utilizada para estimar a economia de energia que poderia ser conseguida por meio do sistema de geração de energia elétrica, calculada em reais na coluna 10. A coluna 11 traz uma referência de tempo de *payback* (retorno de investimento) típica de uma instalação de sistema fotovoltaico industrial conectado à rede elétrica (geração distribuída), como base de comparação (COMERC, 2019).

A partir de uma comparação do tempo de *payback* de um sistema fotovoltaico (linha 11) foi possível estimar qual seria o valor máximo de custos de instalação e operação de um sistema de geração de energia elétrica a partir de biogás que apresenta tempo de retorno de investimento igual ou menor ao de um sistema fotovoltaico industrial, valor apresentado em reais na linha 12 da Tabela 2, que demonstra o cálculo realizado.

TABELA 2: ESTIMATIVAS DE GERAÇÃO DE BIOGÁS E ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DOS VALORES MÉDIOS DE RESÍDUOS DE BAGAÇO DE MALTE GERADOS NAS FÁBRICAS CONSULTADAS, E ESTIMATIVA DE VALOR MÁXIMO DE INVESTIMENTO NO SISTEMA A PARTIR DO TEMPO DE *PAYBACK* COMPATÍVEL COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Linha	Descrição e unidade de medida	Valores médios por cervejaria	Valores totais para as 11 cervejarias	Referência
(1)	Produção de bagaço de malte molhado ao ano [kg]	83.127	914.400	Pesquisa realizada com as cervejarias
(2)	Produção de bagaço de malte molhado ao ano [ton]	83,1	914,4	(1)/1000
(3)	Percentual seco aproveitável do malte molhado [%]	23%	23%	(CORDEIRO et al., 2012 p.2)
(4)	Biomassa seca aproveitável ao ano [ton]	19,1	210,3	(2)*(3)
(5)	Biogás gerado (m^3) para cada tonelada de resíduo seco [m^3/ton]	508	508	(KAFLE; KIM, 2013 p.558)
(6)	Biogás gerado anualmente, em média [m^3]	9.712,6	106.838,5	(4)*(5)
(7)	Energia gerada (kWh) para cada m^3 de biomassa seca [kWh/m^3]	1,43	1,43	(SGANZERLA, 1983 apud SENAI/FIEP, 2016)
(8)	Energia gerada anualmente, em média, por cervejaria [kWh]	13.889	152.779	(6)*(7)
(9)	Tarifa de energia para o subgrupo B3 industrial, com impostos [R$/kWh]	0,76897	0,76897	(COPEL, 2018)
(10)	Estimativa média de economia gerada anualmente [R$]	R$ 10.680	R$ 17.483	(8)*(9)
(11)	Tempo de *payback* para geração solar em Curitiba (PR) para pequenas indústrias [anos]	6,91	6,91	(COMERC, 2019)
(12)	Investimento máximo em sistema de biodigestão e geração de energia para processamento do bagaço de malte molhado, considerando o mesmo *payback* de um sistema fotovoltaico. [R$]	R$ 73.800	R$ 811.804	(10)*(11)
(13)	Quantidade diária média de resíduo de malte molhado a ser processada por dia pelo sistema. [kg]	228	2505	(1)/365

FONTE: AUTORES

Tem-se, portanto, um orçamento máximo de R$ 73.800,00 para a implantação e operação de um sistema com processamento de 228 kg de bagaço de malte molhado ao dia, considerando a produção média das cervejarias avaliadas pela pesquisa (linha 13, terceira coluna); ou ainda um orçamento máximo de R$ 811.804,00 para a implantação e operação de um sistema para processamento de 2,5 toneladas de bagaço de malte

molhado ao dia (linha 13, quarta coluna), considerando a produção total das 11 cervejarias avaliadas pela pesquisa, sob forma de cooperativa ou similar.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidencia-se pelas respostas do questionário, que o descarte de resíduos é visto pelas cervejarias como um “problema”, e não como uma chance potencial para redução de custos. Afinal, os resultados da pesquisa mostram que não há quaisquer iniciativas dos produtores de cerveja artesanal para tratarem os resíduos de bagaço de malte gerados na produção de forma diferente da reutilização para ração animal.

Opta-se pela situação mais simples, pois em todos os casos o produtor agrícola vem buscar o bagaço de malte na própria fábrica, sem cobrar nada, e ainda dá um descarte correto. No caso do descarte de *trub* em rede de esgoto, realizado pela quase totalidade das cervejas, o objetivo é o mesmo: operar um processo fácil e que não gere custos para as fábricas.

Mas como pode ser observado no gráfico da Figura 6, há um interesse de uma colaboração das cervejarias com algum terceiro que fizesse o trabalho de descarte de forma diferente ao da ração animal, sendo assim, existe um potencial de negócio que pode ser explorado, o qual traria benefício a todos envolvidos (cervejarias artesanais, agricultores, envolvidos no negócio e meio ambiente), usamos então do descarte em biodigestores como exemplo de possível negócio pois a geração de biogás a partir destes resíduos pode gerar gás metano que pode ser usado para geração de energia elétrica e pode ser utilizado na produção da cerveja (para aquecer as panelas), além de que a produção de biogás acaba produzindo também fertilizantes líquidos orgânicos que podem ser usados por produtores agrícolas, tudo isso acaba resultando em um ciclo de produção mais limpo, ecológico e orgânico, beneficiando tanto o meio ambiente quanto aos seres humanos.

Como consideração se propõe o desenvolvimento de novas pesquisas que avaliem essa possível colaboração entre as cervejarias e um terceiro que faça um melhor uso do descarte do malte e sobre as tecnologias que podem ser utilizadas para a realização da mesma.

4. REFERÊNCIAS

ALIYU, Salihu; BALA, Muntari. **Brewer's spent grain: a review of its potentials and applications.** African Journal of Biotechnology, v. 10, n. 3, p. 324-331,

BARTH-HASS. **The Barth Report. HOPS 2017/2018.** Germain Hansmaennel. 2018. Disponível em: https://www.barthhaasgroup.com/images/mediacenter/downloads/pdfs/412/barth-bericht20172018en.pdf Acesso em: 04/10/2018.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A cada dois dias uma nova cervejaria abre as portas no Brasil.** 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/a-cada-dois-dias-uma-nova-cervejaria-abre-as-portas-no-brasil>. Acesso em: 4 jun. 2019.

COMERC. **ÍNDICE COMERC SOLAR MOSTRA TEMPO DE RETORNO PARA INVESTIR EM PROJETOS SOLARES NO BRASIL**. 2019. Disponível em: <http://panorama.comerc.com.br/2019/04/rio-de-janeiro-e-manaus-dominam-ranking-de-payback-de-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 14 jun. 2019.

COPEL. **Tarifa Convencional - subgrupo B3:** Tarifas vigentes para clientes do subgrupo B3 enquadrados na Modalidade Tarifária Convencional. 2018. Disponível em: <https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fdeabc9a1032571000064b22e%2F8c04fbf11f00cc5703257488005939be>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, A. A.; GUSMÃO, R. P. **Caracterização do bagaço de malte oriundo de cervejarias.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 3, p. 20-22, 2012.

FILLAUDEAU, Luc; BLANPAIN-AVET, Pascal; DAUFIN, Georges. **Water, wastewater and waste management in brewing industries.** Journal of cleaner production, v. 14, n. 5, p. 463-471, 2006.

KAFLE, G. K.; KIM, S. H. **Effects of chemical compositions and ensiling on the biogas productivity and degradation rates of agricultural and food processing by-products.** Bioresource technology, v. 142, p. 553-561, 2013.

MARCUSSO, Eduardo Fernandes; MULLER, Carlos Vitor. **A cerveja no Brasil: O ministério da agriculta informando e esclarecendo.** Ministério da Agricultura, 2017. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf. Acesso em: 04/10/2018.

MARCUSSO, Eduardo Fernandes; MULLER, Carlos Vitor. **Anuário da cerveja no Brasil.** Ministério da Agricultura, 2018. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/AnuariodacervejanoBrasil09.01.pdf. Acesso em: 04/10/2018.

MATHIAS, Thiago Rocha Santos; DE MELLO, Pedro Paulo Moretzsohn; SÉRVULO, Eliana Flavia Camporese. **Solid wastes in brewing process: A review.** Journal of Brewing and Distilling, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2014.

PARANÁ (Estado). Lei Estadual nº 17314, de 24 de setembro de 2012. Dispõe sobre medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica em ambiente produtivo no Estado do Paraná. **Lei Estadual de Inovação**. Curitiba, PR,

PARANÁ (Estado). Lei Estadual nº 19500, de 21 de maio de 2018. Institui a Política Estadual do Biogás, do Biometano e demais produtos e direitos derivados da decomposição de matéria orgânica (biodigestão), a qual estabelece princípios, regras, obrigações e instrumentos de organização, incentivos, fiscalização e apoio às cadeias produtivas, integradas ou não, visando ao enfrentamento das mudanças climáticas e à promoção do desenvolvimento regional com sustentabilidade ambiental, econômica e social.. **Política Estadual do Biogás**. Curitiba, PR,

PARANÁ PORTAL. **52% das microcervejarias do Paraná utilizam barris para envase da bebida.** 2019. Disponível em: <https://paranaportal.uol.com.br/economia/52-das-microvervejarias-do-parana-utilizam-barris-para-envase-da-bebida/>. Acesso em: 14 jun. 2019.

SEBRAE. **Microcervejarias ganham cada vez mais espaço no mercado.** 2017. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/microcervejarias-ganham-espaco-no-mercado-nacional/>. Acesso em: 3 nov. 2018.

SENAI/FIEP. **Oportunidades da cadeia produtiva de biogás para o estado do Paraná.** Curitiba: Senai/PR. 2016 Disponível em: https://issuu.com/observatoriosfiep/docs/biog__s. Acesso em: 04/10/2018. 2011.

SGANZERLA, Edílio. **Biodigestor: uma solução.** Agropecuária, 1983.