

N. CLASS. M 621. 124
CUTTER B 928 P
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
RENAN ARAÚJO JUNQUEIRA BUENO

PASTA DE MACARRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE CALDEIRA

VARGINHA

2015

RENAN ARAÚJO JUNQUEIRA BUENO

PASTA DE MACARRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE CALDEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como requisito para a obtenção do Bacharelado de Engenheiro Mecânico, sob orientação do Prof. Me. Luiz Carlos Vieira Guedes.

VARGINHA

2015

RENAN ARAÚJO JUNQUEIRA BUENO

PASTA DE MACARRÃO NA ALIMENTAÇÃO DE CALDEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Me.

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho a Deus, que nos criou e foi criativo nesta tarefa. Seu fôlego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades, e ainda minha família que sempre me fortaleceu em horas de dificuldade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos aqueles que me ajudaram na elaboração deste, principalmente companheiros de trabalho e aos professores pelo conhecimento transmitido neste período.

“Cada sonho que você deixa para trás, é um pedaço do seu futuro que deixa de existir.”

[Steve Jobs]

RESUMO

O Pastifício é a ciência que estuda gerência e produz massas do tipo macarrão desde sua produção e extração da farinha, até sua transformação ideal com seus nutrientes para uso, onde é designado um conjunto de procedimentos e técnicas para extração e fabricação do macarrão. O trabalho consiste em uma pesquisa realizada em uma indústria que atua em um segmento de macarrão. Apresenta o desenvolvimento de um método de reaproveitar o resíduo do macarrão instantâneo, como alimentação na geração de vapor para Caldeira (originado pela ebulição da água, que é localizada em tubos que aquecidos com a queima do combustível, a transforma em vapor), de forma rentável para a indústria. Este trabalho pretende demonstrar como a pesquisa e estudo para melhoria contínua na empresa, pode afetar no sucesso com a sustentabilidade ambiental e rentabilidade. Com os estudos também voltados para legislação específica, os métodos de queima em caldeira e impactos ambientais causados no descarte, confirmam a utilização deste resíduo em caldeira, como combustível fundamental, ou no auxílio da queima com a lenha. Nos resultados, conclui-se, que é viável quando pensamos no impacto ambiental com seu descarte, considerando que o óleo vegetal (utilizado para pré-cozinhar o macarrão) pode causar grande poluição em seu contato com a água, e que seu investimento é justificado, apenas quando o valor da caloria da lenha for maior que o valor da caloria do macarrão, pois o valor pago por empresas de rações é ainda mais viável do que utilizar o macarrão para substituir o combustível hoje utilizado para Caldeira.

Palavras-chave: Macarrão Instantâneo. Resíduo. Alimentação de Caldeiras. Impacto Ambiental.

ABSTRACT

The Pasta Factor is the science, management and produces pasta type noodles from production and extraction of flour, until its transformation with nutrients ideal for use where it is assigned a set of procedures and techniques for extraction and manufacture of pasta. The work consists of a survey in an industry that operates in a noodle segment. Presents the development of a method of recycling the residue of instant noodles as feed for steam generation boiler (caused by the boiling of water, which is located in tubes heated by burning of fuel, turns it into steam) so profitable for industry. This paper aims to demonstrate how research and study to continuous improvement in the company, can affect the success with environmental sustainability and profitability. With the studies also focused on specific legislation, methods of burning the boiler and environmental impacts of the disposal, confirm the use of this residue in boilers as a key fuel or aid of burning with fire. In the results, we conclude that it is feasible when we think of the environmental impact with its disposal, whereas vegetable oil (used to pre-cook the pasta) can cause great pollution in their contact with the water, and that your investment is justified only when the value of calorie burning is greater than the calorie value of the pasta, since the amount paid for feed companies is even more feasible than using the noodles to replace the fuel now used for boiler.

Keyword-Foundry: Instant noodles. Residue . Food boilers . Environmental impact.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Sobre o Macarrão Instantâneo.....	13
2.1.1 Histórico do Macarrão Instantâneo.....	13
2.1.2 Seu Mercado.....	14
2.1.3 Explicação do Processo de fabricação da pasta Instantânea.....	15
2.2 Óleo Vegetal Utilizado na pré - fritura.....	16
2.2.1 Impactos ambientais e Destinações.....	17
2.2.2 Inovações para Reciclagem do Óleo Vegetal.....	18
2.3 Queima de resíduos em Caldeiras.....	19
2.3.1 As Caldeiras.....	20
2.3.2 Hipóteses para uma caldeira receber Resíduos.....	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
3.1 Instalações e aspectos organizacionais do local de estudo.....	23
3.2 Diagrama para Representação da linha de macarrão instantâneo.....	23
3.3 Resíduo de Macarrão Instantâneo.....	24
3.3.1 Resíduo de Macarrão Instantâneo Armazenado.....	25
3.3.2 Quantidade disponível de resíduo.....	26
3.3.3 Reprocesso.....	26
3.4 Queima do resíduo de pasta de macarrão instantâneo em Caldeiras.....	27
3.4.1 Transporte e Abastecimento da Caldeira com o Resíduo.....	27
3.4.2 Queima.....	27
3.5 Caldeira.....	28
3.5.1 Gases originados na Queima.....	29
3.5.2 Cinzas.....	30
4 OBSERVAÇÕES E RESULTADOS.....	31
5 CONCLUSÃO.....	33

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Fluxograma da produção de macarrão instantâneo.....	15
Figura 02 – Tanque de sais / esfoliatriz / cilindros laminadores.....	16
Figura 03 – Secador / corte e dobra / fritadeira.....	16
Figura 04 – Resfriador / Empacotamento e Encaixotadeira.....	16
Figura 05 – Caldeira do tipo mista, utilizada na queima.....	21
Figura 06 – Foto aérea da empresa Santa Amália em Machado - MG.....	23
Figura 07 – Demonstração da geração de resíduo durante a produção da pasta.....	24
Figura 08 – Resíduo originado na embalagem.....	25
Figura 09 – Armazenamento do resíduo moído em sacos para coleta.....	25
Figura 10 – Quantidade de resíduo em meio turno de produção do Pastifício.....	26
Figura 11 – Observação da fornalha com o resíduo de macarrão.....	27
Figura 12 – Sistema de exaustão de gases.....	28
Figura 13 – Funcionamento do ciclone.....	29
Figura 14 – Escala de Ringelmann.....	30
Figura 15 – Imagem dos gases analisados após a queima, sem o resíduo e com o resíduo.	30
Figura 16 – Saída de descarga das cinzas da fornalha.....	30
Tabela 01 – Composição de ácidos graxos do óleo de algodão.....	17
Tabela 02 – Valores aproximados em reais, do Kg de cada combustível para Caldeira.....	31

1 INTRODUÇÃO

O processo industrial caracteriza pelo uso de elementos essenciais para a produção de um determinado produto, onde após qualquer alteração, dão origem a resíduos, subprodutos e produtos. As indústrias do ramo de massas, não são diferentes. Todas estas origens são de responsabilidade do seu próprio produtor, até mesmo o resíduo originado na transformação, de forma que o produtor é obrigado a transportar, tratar, gerenciar e providenciar o seu melhor destino final.

O que levou as empresas Brasileiras a pensar e analisar sua rentabilidade no aproveitamento eficiente de seus resíduos industriais (que até então eram desperdiçados, utilizando apenas como descarte), foi a crise de combustíveis derivados de petróleo, que se iniciou a partir da década de 70 (SANTIAGO e ULBANERE, 2002).

Ainda é de analisar, poucos estudos sistemáticos sobre a grande quantidade e gravidade do resíduo gerado no Brasil, que assume grande importância na degradação industrial, e ainda não existe o tratamento e destinação final em algumas regiões, levando o descarte inadequado do mesmo no meio ambiente.

Resíduos que possuem poder calorífico (borras oleosas, borras de tinta, lodos de estações de tratamentos de esgotos, plásticos, casca de arroz e papéis contaminados, etc) conseguem ser utilizados na alternativa energética para o processo, onde a recuperação de forma energética dos resíduos sólidos pode ser concedida principalmente através da queima (Ferrari 2002).

Devida a diminuição dos recursos disponíveis mais acessíveis e junto a um alto consumo energético, ajuda a aumentar a demanda no interesse em aproveitar o resíduo industrial para transformá-lo em viabilidade energética, o que acaba fazendo que outros combustíveis, que até então eram considerados sem prática no ponto de vista econômica e ecológica, a serem utilizados estrategicamente pelas indústrias. Com isso, há um aumento nas pesquisas de fontes energéticas disponível em seu processo produtivo de cada indústria, devido o crescente custo dos insumos energéticos.

A principal vantagem da recuperação energética é quando aproveitamos a energia resultante da queima e também a redução do peso e do volume dos resíduos emitidos ao ambiente. Segundo a AFCAL (2005), recuperação energética é um método de tratamento de resíduos consistente em sua combustão, sendo que os gases quentes do resultado da combustão passam por uma caldeira onde seu calor é aproveitado na geração de vapor.

Segundo MORETTO E FETT (1999), há resíduos que não tem um método definido e correto de descarte, tratamento, disposição e ainda causam discussões científicas e ambientais. Dentre estes, encontra-se o resíduo da fabricação de macarrão instantâneo, que quando ultrapassam os prazos de validade, espalhamento e as quebras, constitui-se em perdas.

Como mostrado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2006), os níveis de óleo residual e compostos de derivados de óleos no macarrão instantâneo, são altos, aproximadamente 17% (g.100g⁻¹).

O macarrão é passado pela pré-fritura no processo de produção, pois com o óleo, é conseguido um meio de transferência de calor mais eficiente que o cozimento a vapor (JORGE, 1996). Assim fritos no processo de produção, o alimento adquire cor, sabor, consistência e odor que o deixa mais atraente (O'DONNELL, 1995). Um pouco da água do macarrão vai para o óleo e parte deste se junta ao alimento, aumentando seu valor energético e nutricional (BERGER, 1984).

Não apresentando pontos estáticos de lançamento, e nem vazões e concentrações conhecidas de emissão, o óleo vegetal é considerado um poluente de origem difusa, ou seja, de misturas (Nogueira e Beber, 2009). Ainda Nogueira e Beber (2009), afirmam que todas as formas de descartes, até mesmo o aterro sanitário (forma mais controlada), são indevidas em graus e fatores diferentes, causando prejuízos ao ambiente, população e as formas que os controlam.

O uso dos resíduos das indústrias pode contribuir tanto na parte rentável, como na parte ambiental do planeta. Por isto que é correto afirmar que, novas implementações que buscam eliminar resíduos com potencial poluidor, devem ser apoiadas, com a finalidade em dar destino correto, reduzir e gerar energia renovável, ou seja, gerar energia daquilo que não possui mais utilidade na produção. E ainda, que os estudos e pesquisas foram constituídos, pensando nas necessidades das empresas na atualidade.

Este possui o intuito em gerar vapor para continuar o processo de fabricação de pastas com o resíduo originalmente produzido na indústria, buscando a redução no impacto ambiental, considerando o grande impacto ambiental que o óleo vegetal utilizado na produção do macarrão causa ao entrar em contato com água, e visando a rentabilidade da empresa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Abaixo o referencial teórico, abordando os temas macarrão, óleo vegetal utilizado para pré cozinhar o macarrão (para assim liberá-lo à venda), e a queima de resíduos em caldeira.

2.1 Sobre o Macarrão Instantâneo

Conforme é falado na RDC Nº 014/2000 (ANVISA, 2000), o macarrão instantâneo pode ser entendido como o produto não fermentado, obtido pela mistura do empasto, amassamento de forma mecânica, desidratação e cozimento ou não da mistura de trigo de farinha e ou farinha de outros tipos como de vegetais, com ou não outros ingredientes, acompanhado ou não de temperos isoladamente ou colocados diretamente à massa, considerando que o macarrão desidratado por fritura é o produto submetido ao processo de secagem por fritura e de cozimento.

Por outro lado, e mais simplificado, a ABIMA – Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias (2011) destaca o macarrão instantâneo, como um tipo de macarrão pré-cozido, possuindo óleo, sendo preparado apenas com a adição de água fervente, durante alguns minutos, após um pacote de tempero está pronto. Assim, é cozinhado mais rápido pelo fato de ser pré-cozido, pois em sua fabricação, é cozido e, depois, é eliminada a água em alguns processos de fritura. Por isto, se torna um macarrão semi-pronto precisando assim de três minutos para poder ser consumido. Por ser um alimento fácil de preparar, que aceita muitas variações e que consegue satisfazer à grande maioria dos paladares, seu consumo aumenta todo dia.

Conforme nos mostra a Tabela Brasileira Composição de Alimentos (NEPA, 2006), a pasta instantânea tem em média, em cada porção de 0,100 Kg, 6% de umidade; 432 Kcal; 9 g de proteína; 17 g de lipídeos; 62 mg de colesterol; 5,6 g de carboidratos e 5,6 g de fibra alimentar .

2.1.1 Histórico do Macarrão Instantâneo

Segundo ABIMA (2011), o primeiro que nos fala que o primeiro macarrão instantâneo foi na China, chamado pelo nome de E-fu, do século XVI. Contudo, como conhecido atualmente o inventor do macarrão foi Momofuku Ando, nascido em Taiwan em 1910, que movido pelo anseio de produzir um alimento de qualidade, de baixo custo e também de

grande facilidade de preparar, realizou várias pesquisas com o objetivo de acabar com toda a água do macarrão já cozido, acondicioná-lo em porções individuais, reidratá-lo, torná-lo adequado ao consumo e mudar o sabor.

Depois ainda de dez anos, ele ainda desenvolveu o Chicken Ramen, considerado o primeiro macarrão instantâneo do mundo. Este produto teve uma ótima aceitação do público e em menos de um ano, a produção diária subiu de 330 para 6 mil porções (OTSUKA, 2007). Mas a novidade só chega no Brasil em 1965, onde foram lançados os sabores galinha e carne, os mais populares até hoje.

2.1.2 Seu Mercado

Conforme a Revista Mercado, Empresas & Cia (2009), o Brasil é o terceiro consumidor mundial de macarrão com 6,4 kg/hab/ano, sendo a metade do consumo da Venezuela e com grande diferença do consumo dos italianos que lideram o ranking com 28 kg por habitante.

Três categorias o mercado brasileiro de massas é representado incluindo as massas secas, representam 87% do consumo e o restante do setor é representado por 10% de massas instantâneas e 3% de massas frescas.

O mercado de pasta instantânea, vem crescendo em grande escala mundial, acima do índice mostrado em referência a sua categoria (massa alimentícia). O consumo de pasta instantânea cresceu 33% em volume, contra 14% da venda de massas como um todo, isto observado no Brasil (ABIMA, 2011).

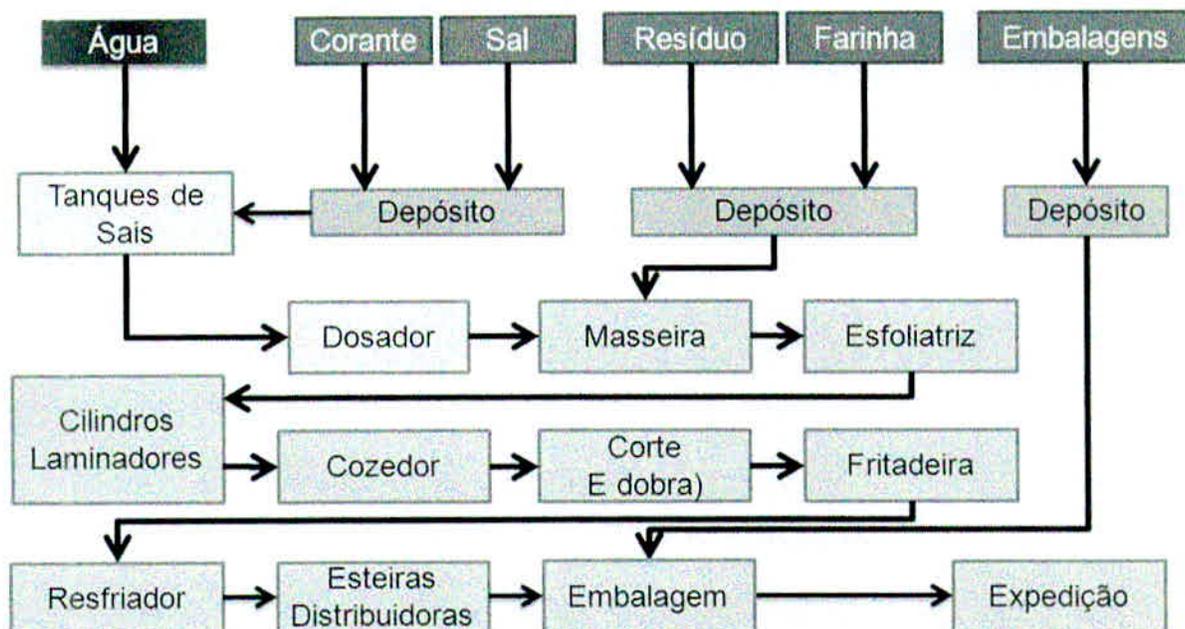
A China é o país que mais consome macarrão instantâneo, com o consumo de 44,2 bilhões de porções por ano, segundo dados apresentados pela Revista Gôndola (2009). Após a China, os países mais consumidores deste tipo de pasta, em bilhões de porções são: Indonésia (12,4); Japão (5,4); Estados Unidos (3,9); Coreia do Sul (3,4); Vietnã (2,6); Filipinas (2,5); Tailândia (1,9); Rússia (1,6) e Brasil (1,3).

As massas instantâneas estão presentes em 90% dos lares brasileiros, o que significa que ainda há espaço para crescer. Mesmo assim, considerando o período entre 2006 e 2010, ocorreu um aumento de vendas de 152 mil para 181 mil toneladas, caracterizando uma elevação de aproximadamente 19%. Para o faturamento foi observado um incremento de 31% neste período, graças ao aumento de R\$ 1,345 para R\$ 1,766 milhões de reais. Já o consumo per capita apresentou um aumento de 12,5% neste período (ABIMA, 2011).

2.1.3 Explicação do Processo de fabricação da Pasta Instantânea

O processo de fabricação de pasta instantânea é conforme o modelo italiano de fabricação contínua de massa instantânea. Neste modelo a matéria-prima fica acondicionada em depósitos e vai sendo adicionada ao processo de fabricação conforme a sua necessidade.

Figura1. Fluxograma da produção de macarrão instantâneo



Fonte: Adaptado de ABIMA (2011).

No início, corantes e temperos são adicionados à água e misturados nos tanques de sais, um dosador é responsável pelo complemento de água na masseira onde junto com a farinha é processada a massa. A massa elaborada pela masseira é transformada em mantas na esfoliatriz que também conduz a massa até os cilindros laminadores. Nos cilindros laminadores a manta de pasta instantânea passa por sete pares de rolos que gradativamente esmagam a massa até a espessura necessária para que seja cortada a massa em fios no rolo cortador. Após ser cortado o macarrão é cozido no cozedor através da injeção direta de vapor.

Figura 02: Tanque de sais / esfoliatriz / Cilindros laminadores



Fonte: O autor

Posteriormente a pasta de macarrão instantânea é transportada para o secador onde a umidade da massa é retirada. Em seguida o macarrão é cortado e dobrado no formato de tablete, que é conduzido para a fritadeira onde, por mergulho em óleo quente, ocorre a fritura.

Figura 03: Secador / corte e dobra / fritadeira



Fonte: O autor

Após ser frito o macarrão vai passando pelo resfriador onde há a circulação forçada de ar, onde baixa sua temperatura até o ponto que o permita ser embalada. O macarrão é conduzido por esteiras distribuidoras até o setor de embalagem, onde o mesmo é embalado juntamente com o sachê de tempero.

Figura 04: Resfriador / Empacotamento e Encaixotamento



Fonte: O autor

2.2 Óleo Vegetal utilizado na pré-fritura

Reis et al. (2007) diz que, os óleos vegetais são de grande e universalmente consumidos para a produção de alimentos nas casas e diversos domicílios, estabelecimentos industriais e comerciais de preparação de alimentos. Por ser uma operação de rápida preparação a fritura, e confere aos alimentos fritos, únicas características de aroma, saciedade, palatabilidade e sabor. Porém, um dos componentes mais críticos em um sistema de fritura é o óleo. A sua deformação depende da menor ou maior presença de ácidos graxos insaturados em sua composição.

A principal fonte de óleos que são utilizados nas Indústrias de produção alimentícia é constituída dos vegetais. Entre os mais utilizados, está o óleo de algodão, que é extraído da semente, além ainda do óleo de soja. Ele contém uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados, tendo em seu principal composição o ácido linoléico (Tabela 1).

Tabela 1. Composição de ácidos graxos do óleo de algodão

Ácidos graxos	Estrutura	Valores de referência(%)
		<0,1
-	C<14	<0,1
Ácido Mirístico	C14:0	0,4-2,0
Ácido Palmítico	C16:0	17,0-31,0
Ácido Palmitoleico	C16:1	0,5-2,0
Ácido Esteárico	C18:0	1,0-4,0
Ácido Oleico(Ômega 9)	C18:1	13,0-44,0
Ácido Linoleico (Ômega 6)	C18:2	33,0-59,0
Ácido Linolênico (Ômega 3)	C18:3	0,1-2,1
Ácido Araquídico	C20:0	<0,7
Ácido Eicosenoico	C20:1	<0,5
Ácido Behênico	C22:0	<0,5
Ácido Erúcico	C22:1	<0,5
Ácido Lignocérico	C24:0	<0,5

Fonte: RDC 482/1999, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária - ANVISA.

Óleos vegetais que possuem em sua composição grande quantidade de ácidos graxos poli - insaturados estão mais sujeitos à oxidação do que óleos que contém maior quantidade de ácidos graxos saturados (LOLOS et al., 1999).

Em média, a semente de algodão possui de 14 a 25%, onde 1-2% é de ácido graxo mirístico, 18-25% de palmítico, 1-25% de esteárico, 1-2% de palmitoleico, 17-38% de oléico e 45-55% de linoléico (SOLOMONS, 2002).

2.2.1 Impactos ambientais e Destinações

Embora muitos ainda não desconheçam, quando descartados de maneira incorreta, os óleos vegetais são grandes causadores de danos ao meio ambiente, tanto agregado, quanto livremente a alimentos preparados. Em relação à destinação do óleo exaurido, são quatro as alternativas mais usuais: esgotos, solo, corpos hídricos e aterros.

Dentre as conseqüências do descarte incorreto desta pasta em forma de resíduos, podemos citar a decomposição do óleo, que emite metano na atmosfera. O metano é um dos principais gases que causam o efeito estufa, contribuindo para o aquecimento da terra, pois o óleo em contato com a água do mar passa por reações químicas que resultam em emissão de metano, proveniente de uma ação anaeróbica de bactérias (LÔBO, 2008).

Segundo SABESP (2008), incluindo cada 01 litro de óleo jogado no esgoto possui a capacidade de poluir cerca de um milhão de litros de água. Que corresponde ao consumo de uma pessoa durante 14 anos (a mesma quantidade). E ainda, este mesmo óleo interfere na água com a passagem de luz, retardando o crescimento vegetal e interferindo no fluxo, impedindo as vidas no sistema quando impede a transferência de oxigênio para água. Além de tudo PEREIRA (2007), nos fala que este óleo pode deixar camada do mesmo sobre a água, facilitando assim a formação de lixos e entulhos.

Se não causar entupimento das tubulações por onde passa, atingindo as águas pluviais e as galerias de coleta de esgoto, o óleo pode servir de alimento para qualquer ser vivo que possa comê-lo e dele assim obter energia, incluindo-se aí as pragas urbanas como insetos e roedores. Com o aumento da disponibilidade de alimento, aumentam-se também as condições favoráveis para a reprodução e a manutenção de um maior número de indivíduos, aumentando assim sua população (NOGUEIRA e BEBER, 2009).

Conforme Pereira (2007), quando jogamos no solo, o óleo toma o espaço da água e do ar no mesmo, ocupando seus poros. Essa impermeabilização impede que a fauna e flora do solo (macro e micro) absorvam nutrientes, água e oxigênio e acabem por morrer. Solos impermeabilizados também não favorecem a germinação de sementes, tornando-se, portanto, inviáveis para cultivos e piorando o problema das enchentes.

2.2.2 Inovações para Reciclagem do Óleo Vegetal

No Brasil, os procedimentos mais empregados para reciclagem de óleo vegetal usado em frituras são: a saponificação, a produção de biodiesel e a mistura à ração animal.

A técnica química pela qual os ésteres de ácidos graxos presentes nos óleos e gorduras reagem com uma base forte para formarem sais de éster de ácidos graxos, é chamada de saponificação. Basicamente é a mistura de óleo com base para a formação de sabão.

Já o biodiesel é conseguido em distintos processos, como esterificação, transesterificação ou craqueamento. Segundo SILVA e FREITAS (2008), pode ser utilizado em misturas com óleo diesel derivado do petróleo em diferentes proporções, ou puro.

Porém, a produção de biodiesel a partir de óleo de fritura residual demanda de quantidade e frequência amplas dessa matéria-prima, diante do seu maior custo de produção comparado ao diesel convencional (ZHANG et al., 2003). Como a produção desse resíduo não é precisa e nem corresponde a uma frequência de emissão, tornando-se economicamente inviável a produção de pequenas unidades do mesmo.

O óleo vegetal utilizado nas frituras residuais também pode ser reutilizado na mistura para fabricação de rações, nas propriedades rurais ou até mesmo em indústrias. Segundo NOGUERA e BEBER (2009), a utilização do óleo para esse fim, não deve ser usada para animais que futuramente vão servir de alimento ao homem, já que os compostos polares presentes no óleo é possivelmente carcinogênicos podendo afetar a saúde do ser que se alimentar do animal.

Reis et al. (2007), também cita como aproveitamentos a produção de glicerina, padronização para a geração de energia elétrica através da alimentação de caldeiras, produção de massa de vidraceiro e na composição de tintas.

2.3 Queima de resíduos em Caldeiras

O impacto ambiental causado devido a emissões de poluentes dos gases gerados pela queima de resíduos sólidos em caldeiras é necessário ser conhecido, para isso é de grande importância o controle dos resíduos que são queimados em caldeiras, bem como das condições de instalações destas e da emissão de gases.

A RDC N° 042/2008 (SEMA, 2008) regulamenta todo este processo. Segundo esta resolução, a queima de resíduos em caldeiras somente poderá ser autorizada para equipamentos que comprovem o pleno atendimento aos padrões de emissão estabelecidos para o seu combustível principal e que este não seja descaracterizado pelos resíduos; que as caldeiras que sejam utilizadas para a queima de resíduos, deverão contar com equipamentos que reduzam a emissão de poluentes, de modo a garantir o atendimento aos padrões de

emissão estabelecidos e possuir sistema de monitoramento de monóxido de carbono, oxigênio e temperatura na câmara de combustão, além de muitos outros parâmetros.

A emissão atmosférica como consequência dos processos produtivos industriais é, em geral, muitíssimo poluentes, mantendo a população em constante risco.

O problema da poluição do ar se dá, devido às propriedades do combustível originado na queima (cinzas, umidade e etc.), com as características e tipo de caldeira, assim como com a operação destes equipamentos.

A quantidade de cinza arrastada com os gases depende principalmente do tipo de sistema de combustão e os resultados são afetados por questões operacionais como a distribuição do ar pela grelha, distribuidores e conjunto de jatos, além do nível de vácuo na fornalha (LORA, 2000).

2.3.1 As Caldeiras

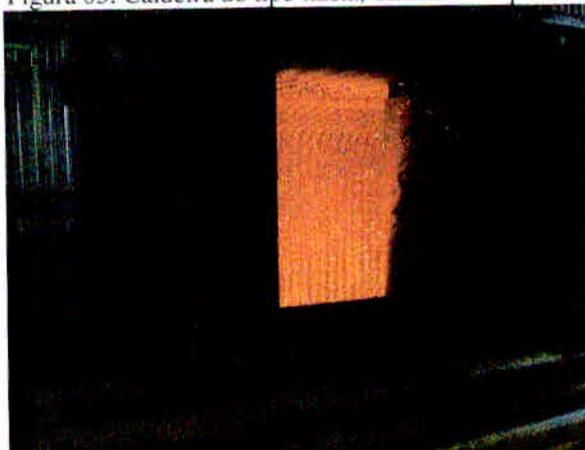
Conforme Bizzo (2003), vapor de água é utilizado como um meio de geração, transporte e utilização de energia desde os primórdios do desenvolvimento industrial. As primeiras aplicações práticas ou de caráter industrial de vapor surgiram por meados do século XVII, com a criação da caldeira. Bizzo (2003), ainda nos mostra que as caldeiras podem ser classificadas basicamente em dois tipos:

Flamotubulares, onde os gases de combustão circulam por dentro de tubos, vaporizando a água que fica por fora dos mesmos. Constituem-se da grande maioria das caldeiras, utilizada para pequenas capacidades de produção de vapor (da ordem de até 10 ton/h) e baixas pressões (até 10 bar), chegando algumas vezes a 15 ou 20 bar.

Aquatubulares, onde os gases circulam por fora dos tubos, e a vaporização da água se dá dentro dos mesmos, que interligam dois ou mais reservatórios cilíndricos horizontais e proporcionam arranjo e projeto de câmaras de combustão completamente fechada por paredes de água, com capacidades praticamente ilimitadas.

Mas, a necessidade de utilização de combustíveis sólidos para caldeiras de pequena capacidade fez surgir uma solução híbrida que são as caldeiras mistas. Basicamente são caldeiras flamotubulares com uma antecâmara de combustão com paredes revestidas de tubos de água. Na antecâmara é feita a combustão de sólidos através de grelhas de diversos tipos possibilitando assim o espaço necessário para os maiores volumes da câmara de combustão necessários a combustão de sólidos, principalmente em grandes tamanhos, tais como lenha em toras, cavacos, etc.

Figura 05: Caldeira do tipo mista, utilizada na queima



Fonte: O autor

2.3.2 Hipóteses para uma caldeira receber resíduos

Segundo o disposto na RDC N° 042/2008 (SEMA, 2008), as caldeiras que sejam utilizadas para a queima de resíduos, deverão, obrigatoriamente:

Dispor de equipamentos que reduzam a emissão de poluentes, de forma que garanta o atendimento aos padrões de emissão estabelecidos;

Possuir disponibilidade de acesso ao ponto de descarga, que permita a verificação periódica dos padrões de emissão;

Dispor de sistema de alimentação contínua;

Possuir sistema de monitoramento contínuo de oxigênio (O_2), de monóxido de carbono (CO) e temperatura na câmara de combustão, além de outros parâmetros definidos pelo IAP, instalados e em pleno funcionamento, sendo os valores medidos registrados e armazenados por um computador, o qual deverá calcular médias horárias dos valores registrados. Os dados obtidos deverão ser armazenados por um período mínimo de três anos;

Dispor de sistema de travamento automático da alimentação de resíduo, em caso de: Diminuição de O_2 conforme falado na avaliação de desempenho; Aumento de CO conforme definido na avaliação de desempenho; Mau funcionamento dos registros de CO e O_2 ; ou alguma parada não programada do funcionamento do sistema de controle de poluição atmosférica;

Ser submetida ao automonitoramento, na forma estabelecida pela RDC n°054/2006 (SEMA, 2006), considerando a situação mais conservadora entre os processos de geração de calor ou energia e redução a cinzas;

Registrar qualquer situação de travamento do sistema de alimentação de resíduo, pelo sistema de monitoramento contínuo computadorizado;

Disponer de relatórios diários de queima, que deverão ser armazenados no empreendimento por três anos, ficando à disposição do IAP para consulta a qualquer momento. Esses devem ser devidamente interpretados e consolidados, de modo a compor o relatório de automonitoramento do empreendimento;

Responder aos critérios de altura da chaminé estabelecidos pelo artigo 8º da RDC nº054/2006 (SEMA, 2006);

Atender aos padrões de emissão, estabelecidos como média ponderada entre os padrões de geração de energia e os padrões de incineração, considerando as respectivas energias ou massas fornecidas, ou, quando o poluente não é mencionado para a geração de energia, ao padrão da incineração, quando aplicável.

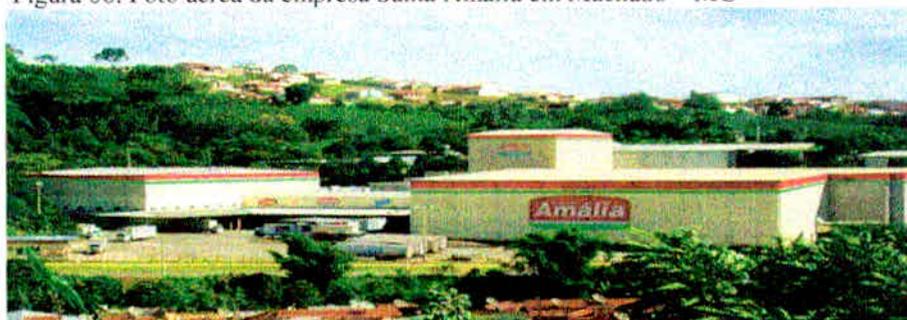
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Instalações e aspectos organizacionais do local de estudo

Complexo Industrial para a produção de macarrão com edifícios situados no Brasil para Expedição da mercadoria, e com mais edifícios situados no Chile, Argentina e Peru. A área total construída na filial do Brasil, que reside na cidade de Machado – MG é de 29.470 m², com a área do terreno de 42.520 m², sendo as áreas construídas divididas das seguintes maneiras: área de estoque de matéria prima 2.000 m², área de estoque de produto acabado de 8.100 m² e área produtiva de 6.700 m².

Com a localização geográfica não privilegiada, o Pastifício Santa Amália situou em várias cidades do Brasil, possibilitando a melhor facilidade de entrega dos produtos para os compradores da Linha Santa Amália.

Figura 06: Foto aérea da empresa Santa Amália em Machado – MG

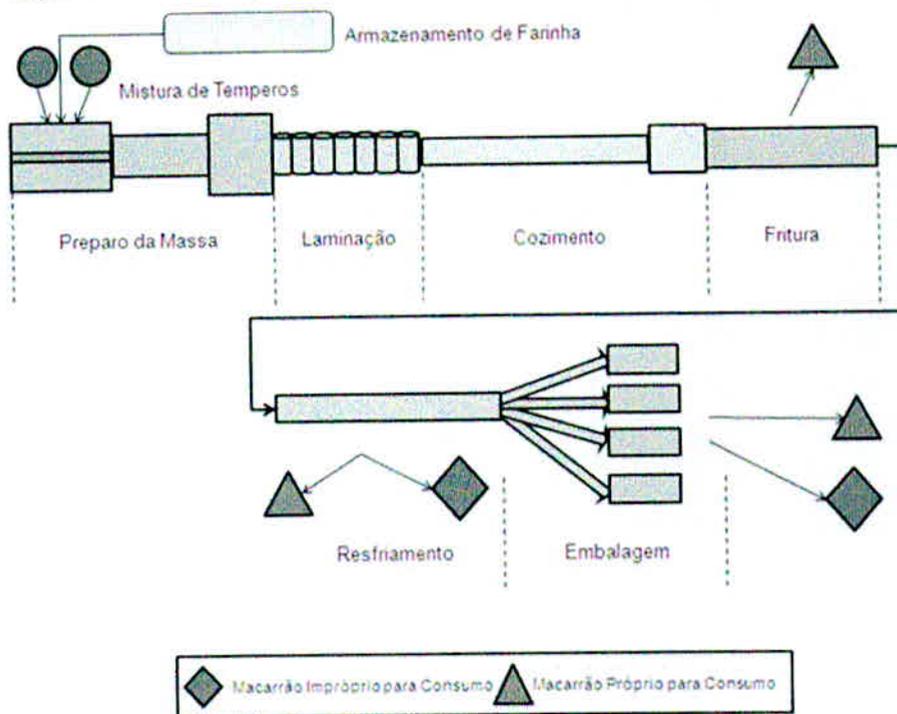


Fonte: Jornal Gazeta Machadense

3.2 Diagrama para Representação da linha de macarrão Instantâneo

Esta unidade iniciou suas atividades no ano de 2000 e produz atualmente 10000 Kg de macarrão instantâneo por dia, além de outros produtos, como os diversos tipos de macarrão, gelatina, achocolatado, bolo, sopão entre outros. O fluxograma de funcionamento da empresa para a linha de Macarrão Instantâneo está demonstrado na Figura abaixo. Pode-se verificar que durante o processo existem vários pontos de perda de produto, principalmente na embalem, no resfriamento e na fritura, o que gera em torno de 800 Kg de resíduo diariamente.

Figura 07: Demonstração da geração de resíduo durante a produção da pasta.



Fonte: O autor

3.3 Resíduo de Macarrão Instantâneo

Os resíduos de macarrão instantâneo utilizado neste estudo são provenientes dos erros ou sobras no processo de produção, que torna o mesmo impróprio para comercialização, mas suas propriedades são mantidas tornando o macarrão ainda próprio para consumo, para o desenvolvimento do estudo, foram utilizados também resíduos das limpezas dos equipamentos, que torna o macarrão com grande sujidade. Outro meio que se torna constante segundo sua forma de resíduo é o macarrão que é recolhido de seu ponto de comercialização, devido à data de validade, por não ser mais próprio para consumo. Todos os processos utilizados para coleta do resíduo em estudo, o macarrão instantâneo já passou por seu processo de fritura, tornando-o ainda mais impactante para o ambiente.

Abaixo, é mostrada a imagem onde podemos ter uma idéia da quantidade originada de resíduo no Pastifício (esta quantidade de resíduo é originada a uma média de 1 hora de trabalho):

Figura 08: Resíduo originado na embalagem



Fonte: O autor

3.3.1 Resíduo de Macarrão Instantâneo Armazenado

O resíduo de macarrão impróprio para consumo, não possui um lugar específico para armazenamento na empresa, geralmente, esse resíduo impróprio para comercialização, é moído e armazenado em sacos economizando espaço para estocagem do mesmo na planta, conforme imagem mostrada abaixo:

Figura 09: Armazenamento do resíduo moído em sacos para coleta



Fonte: O autor

Mas este armazenamento do resíduo é muito impróprio para empresa, podendo acarretar consigo uma serie de problema para o setor (expedição), como a diminuição do espaço que deveria ser destinado ao produto acabado ou até mesmo a matéria prima, a diminuição da circulação de ar, ambiente propicio para geração de bichos como praga, e ainda, risco de incêndio, pois os sacos que se residem abaixo da pilha a um determinado

tempo, chegam a fermentar, causando elevação de temperatura, chegando até o ponto de ebulição do resíduo, trazendo com isto grande risco ao Pastifício.

Figura 10: Quantidade de resíduo em meio turno de produção no Pastifício



Fonte: O autor

3.3.2 Quantidade Disponível de Resíduo

A produção média de resíduo originado pelo Pastifício por dia chega a 800 Kg, o estudo além de contar com a produção de resíduo diária, conta ainda com uma armazenagem que a empresa já possuía de 70 toneladas aproximadamente.

3.3.3 Reprocesso

Há dois tipos de resíduo, o que não pode ser comercializado, porém continua próprio para consumo. E os que não podem ser comercializados, e nem são próprios para consumo, por ter sido contaminados de alguma maneira em sua produção.

Os resíduos que ainda podem ser consumidos são reutilizados no reprocesso de produção:

O resíduo é pesado e registrado, transportado até um moinho do tipo martelo e moído. Depois de moído, o resíduo é novamente lançado na amassadeira onde é incorporado com farinha. Esta adição de resíduo é feita pelo operador através de um sistema onde o mesmo consegue verificar e dosar a quantidade de resíduo que se pode ter em uma batelada. Este resíduo é transportado até a amassadeira através de um compressor que o liga após o moinho em silos. A proporção da mistura é de 1% de resíduo na farinha utilizada e a mistura é feita automaticamente pelo sistema de movimentação de farinha (sistema pneumático).

3.4 Queima do resíduo da pasta de macarrão instantâneo em Caldeiras

Este método foi escolhido devido às características da caldeira de se aproximarem das caldeiras apropriadas para a queima deste resíduo e também as características do resíduo inerente apropriado na indústria. Onde o método, ficou apenas em constituir-se de transportar o resíduo até a caldeira, para assim ser queimado junto ou sozinho com o cavaco de pinus (cavaco da lenha).

3.4.1 Transporte e Abastecimento da Caldeira com o Resíduo

Os resíduos foram transportados para a caldeira, em caçambas, tomando como critério, a efetuação da queima dos resíduos mais antigos precedendo os mais recentes. Este serviço de carga e descarga das caçambas foi executado pelos operadores responsáveis pelo abastecimento das Caldeiras.

A mistura da lenha fina com o resíduo de macarrão foi realizada manualmente pelo operador, obedecendo à proporção tomada de 30 Kg de resíduo para 3m³ de lenha fina. Esta proporção foi adotada, pois cada fardo de resíduo de macarrão possuía 30 Kg, e a capacidade da fornalha não era superior a 5m³. Foi adotado assim este método para facilitar o processo do operador, não adotar nenhum outro instrumento de medição.

3.4.2 Queima

Após o abastecimento da fornalha que ocorre manualmente pelo operador, foi observado e notado que já dentro da fornalha, o resíduo de macarrão entra em combustão rapidamente, liberando uma grande energia térmica e além de aquecer a água para uso no processo de produção, auxilia na combustão do cavaco.

Figura 11: Observação da Fornalha com o resíduo de macarrão



Fonte: O autor

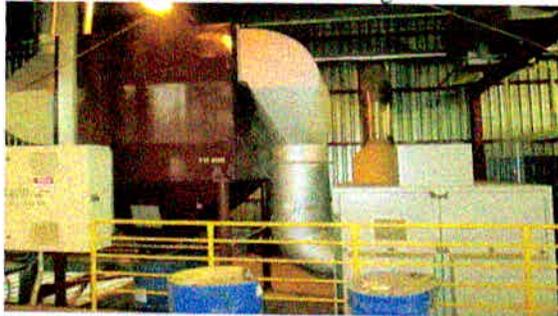
3.5 Caldeira

O estudo fez-se em uma Caldeira do tipo Mista (flamotubular/aquatubular), onde a fornalha refere-se a uma caldeira aquatubular, e os vasos de pressão refere-se a uma caldeira flamotubular, fabricada pela empresa MML INDUSTRIA E COMERCIO LTDA, cujo modelo é POWER FIRE. A Caldeira possui uma capacidade de 8000Kgv/h de vapor, mas para segurança as válvulas são acionadas a 6000Kgv/h, ou seja, a mesma foi superdimensionada para segurança fabril. Utiliza-se como combustível a lenha fina. A alimentação de água é concebida com água proveniente de um poço artesiano situado na planta industrial, e antes da utilização passa por um tratamento de cloro, feito por uma empresa terceira (NCH), para não termos problemas com os incrustamentos e oxidação das tubulações pelo número elevado de cloro que possui na água, este nada mais é do que a mistura de elementos do tipo base, para neutralizar os ácidos do cloro.

A caldeira é alimentada manualmente pelos operadores, enquanto o ventilador insufla ar para dentro da fornalha, para que tenha a quantidade necessária de oxigênio e assim a caldeira conseguir sua eficiência desejada.

O sistema de remoção de material e exaustão de gases é constituído por dois ciclones paralelos e um exaustor.

Figura 12: Sistema de exaustão de gases.

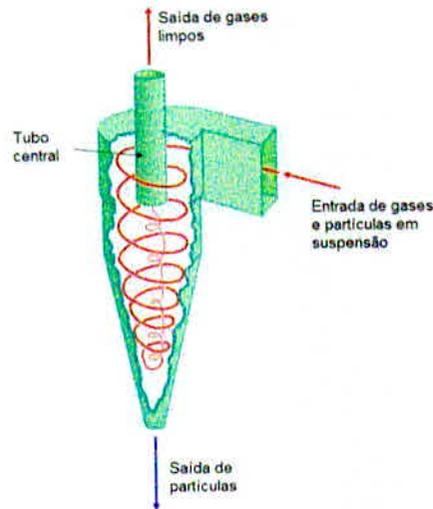


Fonte: O autor

O exaustor puxa os gases provenientes da queima da caldeira de uma forma forçada, enviando para os ciclones, que retiram as partículas dos gases que será mandado ao depósito de cinzas. Após os gases passados pelo sistema de exaustão, são liberados na atmosfera.

Abaixo, é mostrada a ilustração do funcionamento do sistema de tratamento de gás em Caldeiras do tipo ciclone.

Figura 13: Funcionamento do ciclone



Fonte: Blog de Engenharia Química

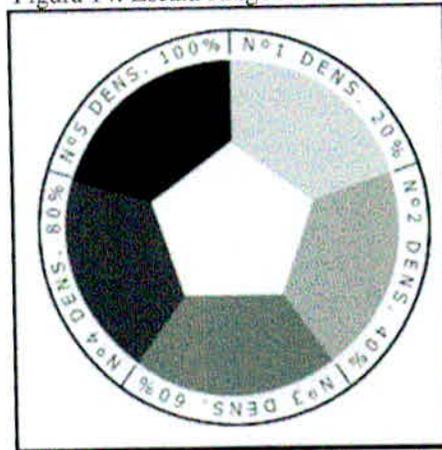
3.5.1 Gases originados na Queima

O acompanhamento e as medições dos resíduos gasosos originados na queima são feitos por uma empresa terceira, que emite um relatório de análise depois de cada medição e envia ao Pastifício, porém não foi aprovada a divulgação do mesmo neste estudo.

Podemos acompanhar também para divulgação no estudo, com o método Ringelmann, conforme dispõe a norma ABNT NBR 6016:1986 – Avaliação de teor de fuligem com a escala de ringelmann:

- Será permitida a emissão de fumaça até a tonalidade igual ao padrão do número 2 (dois) da escala Ringelmann;
- Para atitudes superiores, a 500 metros, admite-se o padrão 3 (três);
- O meio que expelir fumaça superior a esses padrões, será retido, até regularização, e imposto a multa conforme estipulado no Artigo 231, item 3 do CTB.
- A aferição da fumaça far-se-á mediante observação (distante de 30 a 50 metros do escapamento), e comparação do ponto de escapamento do cano, dos gases expelidos pelo motor.

Figura 14: Escala Ringelmann



Fonte: Norma ABNT NBR 6016

Figura 15: Imagem dos gases analisados após a queima, sem o resíduo e com o resíduo.



Fonte: O autor

3.5.2 Cinzas

As cinzas são resultados da queima da lenha fina com o resíduo de macarrão. Estas são recolhidas semanalmente nos depósitos que ficam abaixo dos ciclones, e mensalmente as cinzas são recolhidas já por empresas terceiras na descarga da fornalha (imagem 13), onde a empresa utiliza estas para produção de fertilizantes.

Figura 16: Saída de descarga das cinzas da fornalha.



Fonte: O autor

4 OBSERVAÇÕES E RESULTADOS

Como observado no trabalho, há dois tipos de resíduo de macarrão instantâneo:

Impróprio ao Consumo: é aqueles que não pode ser utilizado mais para fabricação de qualquer outro tipo de produto alimentício e nem como ração, sendo apenas utilizado em combustível para caldeira ou ser descartado dentro de sua padronização, que acontecia por empresas terceiras;

Próprio ao Consumo: que possui 4 destinos: reprocesso de produção do macarrão instantâneo, fabricas de rações animais, queima em caldeira e como matéria prima para fabricação do sopão.

É utilizada a lenha fina como combustível na caldeira do Pastifício. Conforme o site da Aalborg Industries SA nos mostra, que a lenha fina possui um poder calorífico de 2500 Kcal.Kg⁻¹. Já no site da Nepa (2006), temos o macarrão com o poder calorífico de 4320 Kcal.Kg⁻¹. O que diferencia um do outro é o valor pago no Kg de cada determinado produto, conforme podemos observar na tabela abaixo:

Tabela 02: Valores aproximados em reais, do Kg de cada combustível para Caldeira

Descrição	Peso aproximado (Kg)	Preço por m ³ (R\$)	Preço por Kg (R\$)
1m ³ de lenha seca	650	R\$ 60,00	R\$ 0,09
1m ³ de resíduo de macarrão	960	R\$ 240,00	R\$ 0,25

Fonte: O autor

Com a comparação do valor e o Kcal de cada produto, conseguimos identificar a viabilidade de ambos. Pode observar que uma tonelada de resíduo de macarrão, fornece 4320000 Kcal a um valor de R\$250,00 (valor pago por empresas terceiras). Já a lenha fina, com uma tonelada, nos fornece 2500000 Kcal, a um preço de R\$92,31.

Para compararmos, será necessário 1,728 toneladas de lenha fina para conseguirmos a quantidade de Kcal fornecida por 1 tonelada de resíduo de macarrão instantâneo. Onde uma tonelada de resíduo de macarrão sairá pelo valor de R\$250,00 reais, e 1,728 toneladas de lenha fina sai pelo valor de R\$159,51 reais. Assim chegamos à conclusão que ainda é mais viável financeiramente a queima de lenha fina na Caldeira do Pastifício, do que a queima do resíduo de macarrão, pois o valor pago no resíduo de macarrão por empresas terceiras, ainda supera as expectativas da queima do mesmo.

Já o resíduo impróprio para consumo, por não possuir aplicação nem demanda, a utilização dele como combustível na caldeira torna-se a alternativa com menor impacto no meio ambiente. Pois a geração de resíduo sólido e gasoso se torna menos prejudicial à natureza, considerando a quantidade considerável de óleo vegetal que possui o resíduo de macarrão em sua composição, podendo chegar a 17%, conforme visualizado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA, 2006).

Os gerenciamentos dos resíduos gasosos e de cinzas, com o acompanhamento periódico e relatórios, é feito por empresas terceiras contratadas pelo Pastificio, porém podemos também analisar para mostrarmos no estudo pelo método de Ringelmann, que foi apresentado que não houve divergência nos resíduos gasosos eliminados após a combustão. A empresa terceira também verificou que não houve mudanças significativas nos parâmetros dos gases e cinzas, que continuaram mantendo seu volume conforme anteriormente, conseguindo assim a mesma eficiência da Caldeira ao trocar o combustível.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se neste trabalho que a utilização da pasta de macarrão como alimento em caldeira, é uma alternativa viável quando pensamos na redução de contaminação ambiental, porém não economicamente viável referindo ao resíduo ainda próprio para consumo, pois o valor obtido ao vender o resíduo para empresas terceiras supera as expectativas do Pastifício, na substituição da lenha utilizada como combustível para Caldeira, pelo resíduo da pasta de macarrão instantâneo tratado neste.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALBORGINDUSTRIES SA. Downloads de Tabelas Técnicas. Disponível em: <<http://www.aalborg-industries.com.br/general.php?ix=131>>. Acesso em: 17 de Maio de 2015.
- ABIMA – Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias. 2011. Disponível em: <<http://www.abima.com.br/>>. Acesso em: 23 de Maio de 2015.
- AFCAL – Associação dos Fabricantes de Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos. **Destino final: Valorização Energética**. 2005. Disponível em: <http://www.afcal.pt/destinoFinal_valorizacao.php>. Acesso em: 12 de Janeiro de 2015.
- ANVISA – Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução-RDCn°14, de 21 de fevereiro de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e Qualidade de massa alimentícia ou macarrão. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Paraguaçu, 25 de Fevereiro de 2015.
- BERGER, K.G. **The practice of frying**. Porim Technology, [S.l.], 1984. Acesso em: 20 de Agosto de 2015.
- BIZZO, W. A. **Geração, Distribuição e Utilização de Vapor**. 2003. Apostila do curso de Engenharia Mecânica da UNICAMP– Universidade Estadual de Campinas. Paraguaçu, 2015. 140 p.
- FERRARI, R. **Co-processamento de resíduos industriais em fornos de clínquer**. 2002. Disponível em: <www.ebah.com.br/co-incineracao-de-residuos-industriais-em-fornos-de-cimento-pdf-a51289.html>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2015.
- GONDOLA. **Em sintonia com o mercado: Macarrão Instantâneo – Prático para fazer, vender e lucrar**. 2009. Disponível em: <www.portalamis.org.br/site/revista/download.aspx?arquivo=526>. Acesso em: 22 de Maio de 2015.
- JORGE, N. **Estudos do comportamento do óleo de girassol e do efeito do dimetilpolisiloxane em frituras**. 233p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1996. Acesso em: 04 de Junho de 2015.
- LÔBO, I. **Óleo de cozinha e a natureza**. 2008. Disponível em: <http://itajubacomunitaria.org/index.php?option=com_content&view=article&id=48:oleo-de-cozinha-e-a-natureza&catid=35:noticias-da-omunidade&Itemid=58>. Acesso em: 11 de Março de 2015.

LOLOS, M.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Oxidative stability of potato chips: effect of fry in goil type, temperature and oxidants. **Journal of Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 79, p. 1.524-1.528, 2014.

LORA, E. S. **Controle da Poluição do Ar na Indústria Açucareira**. 2000. Disponível em: <<http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/pags/downloads/files/STAB1.pdf>>. Acesso em: 23 de Maio de 2015.

MERCADO, EMPRESAS & CIA. **Mercado de massas alimentícias está otimista**. 2009. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/103.pdf>. Acesso em: 22 de Maio de 2015.

MORETTO, E. e FETT, R. **Processamento e análise de biscoito**. São Paulo: Varela, 97p. Visualizado em 2015.

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2015. 113p.

NOGUEIRA, G. R. e BEBER, J. **Proposta de metodologia para o gerenciamento de óleo vegetal residual oriundo de frituras**. 2009. Disponível em: <www.unicentro.br/graduacao/.../semana_09.htm>. Acesso em: 24 de Março de 2015.

O'DONNELL, D. **Fats and Oil: force sin fried food quality**. Prepared Foods. Acesso em: 1º Semestre de 2015.

OTSUKA, K. **Macarrão instantâneo: rápido e fácil**. Às vésperas de completar 50 anos, o macarrão instantâneo é cada vez mais consumido no mundo inteiro. 2007. Disponível em: <<http://www.ipcdigital.com.br/Noticias/Especiais/Macarrao-instantaneo-rapido-e-facil>>. Acesso em: 23 de Março de 2015.

PEREIRA, D. **Óleo de fritura – o problema tem solução**. 2007. Disponível em: <<http://www.sermelhor.com/artigo.php?artigo=61&secao=ecologia>>. Acesso em: 23 de Novembro de 2014.

REIS, M. F. P.; ELLWANGER, R. M.; FLECK, E. **Destinação de óleos de fritura**. 2007. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/sga/oleo_de_fritura.pdf>. Acesso em: 22 de Maio de 2015.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Programa de uso racional da água**. 2008. Disponível em: <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db=>>. Acesso em: 30 de Abril de 2015.

SANTIAGO, F. L. S. e ULBANERE, R. C. Estudo da viabilidade técnica e econômica para aproveitamento de resíduos florestais de *Eucalyptus Grandis*. In: I Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP *Campus* Guarujá. **Anais...**São Paulo,2002. Acesso em: 09 de Agosto de 2015.

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Resolução-RDCn°54, de 22 de dezembro de 2006. Define critérios para o Controle da Qualidade do Ar. **Diário Oficial [do Estado do Paraná]**, Acesso em: 25 de Janeiro de 2015.

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Resolução-RDCn°42, de 22 de julho de 2008. Estabelece critérios para a queima de resíduos em caldeira se dá outras providências. **Diário Oficial [do Estado do Paraná]**, Varginha, 22 de Julho de 2015.

SILVA, P. R. F. e FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.843-851, mai - jun, 2015.

SOLOMONS, T. W. **Química Orgânica**.Ed. LTC. Acesso em janeiro de 2015.

ZHANG, Y. et al. **Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment**. Bi ore source Technology, 2003.

INGINIERÍA QUÍMICA BLOG, **Modelo y simulación del funcionamiento de un separador ciclónico**. Disponível em: <http://simulacionblog.com/modelado-y-simulacion-del-funcionamiento-de-un-separador-ciclonico/>. Acesso em janeiro de 2015.