

**REDE DOCTUM DE ENSINO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**ESTUDO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM
FRIGORÍFICO HIPOTÉTICO PARA A CIDADE DE CARATINGA**

GENÍCIO MALTA DE FREITAS JÚNIOR

Trabalho de Conclusão de Curso

Caratinga/MG

2016

GENÍCIO MALTA DE FREITAS JÚNIOR

**ESTUDO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM
FRIGORÍFICO HIPOTÉTICO PARA A CIDADE DE CARATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Elétrica do Instituto Tecnológico de Caratinga da DOCTUM Caratinga como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Professor Orientador: Ricardo Botelho Campos.

Caratinga/MG

2016

TÍTULO DO TRABALHO

**ESTUDO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM FRIGORÍFICO
HIPOTÉTICO PARA A CIDADE DE CARATINGA**

Nome completo do aluno: GENÍCIO MALTA DE FREITAS JUNIOR

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores Ricardo Botelho Campos, Joildo Fernandes Costa Junior e José Eugênio De Oliveira E Silva, às 21:00 horas do dia 14 de dezembro de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: APROVADO (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: BOM (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).

Trabalho indicado para publicação: () SIM (x) NÃO

Caratinga, 14 de dezembro de 2016

Ricardo Botelho Campos

Professor Orientador e Presidente da Banca

Professor Avaliador 1

Professor Avaliador 2

Genício Malta de Freitas Junior
Aluno(a)

Coordenador(a) do Curso

*"Eu comparo mina vida
como a de um passarinho
todo cheio de pena
mas mesmo assim alegrizinho.
Minha vida é um mar de rosas
plantado em um jardim
caindo todos as pétalas
deixando todo carinho.
Eu faço a caridade
deixando a ousadia
o que minha mão direita deu
a esquerda não sabia.
Agora vou terminar
esquecendo o sofrimento
é um presente do Ano Novo
que mando neste momento".
(ALZÍRIA DE FREITAS MALTA)*

AGRADECIMENTOS

Como minhas sinceras e solenes palavras digitadas nesta folha, agradeço primeiramente a Deus que sempre é meu guia, em todas as decisões de minha vida.

Agradeço também a meus familiares que me dão toda força para nunca desistir de meus sonhos, meus pais, meus irmãos e meu avô, sempre me incentivaram em qualquer decisão que eu tomar. A minha noiva que tanto me ajuda e me fortalece sempre quando preciso, que me dá força, e em quem me inspiro tanto. E sem esquecer meus amigos, os que eu conheci durante a faculdade, que firmaram mais uma fiel amizade e os que sempre estiveram comigo.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”

(CHARLES CHAPLIN)

FREITAS JÚNIOR, Genício Malta de. **Estudo do potencial de geração de energia elétrica de um frigorífico hipotético para a cidade de Caratinga.** Caratinga, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Integradas de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

RESUMO

O crescimento populacional tem levado crescente aumento da demanda energética. Com a dificuldade de suprir essa demanda, a busca por novas fontes energéticas alternativas que possam atender as necessidades do consumidor, causando mínimo de impacto possível, seja social, ou ambiental, surge como uma maneira de geração de energia de forma limpa. Levando em conta a escassez de fontes de energias não renováveis, pesquisas tem sido realizadas no intuito de encontrar fontes energéticas sustentáveis e limpas de geração de energia. Recentemente, a biomassa residual vem ganhando atenção especial, uma vez que pode ser utilizada como fonte alternativa de energia pelo aproveitamento destes resíduos para a geração do Biogás. Em abatedouros frigoríficos, todas as etapas até o abate, levam à produção de resíduos que podem ser usados como matéria organiza para produção de biogás. Diante do exposto, o presente trabalho, redigido em 48 páginas, teve como objetivo, avaliar o potencial de geração de energia em um frigorífico na cidade de Caratinga, de maneira hipotética. Com base em cálculos de geração de biogás a partir de insumos frigoríficos, bem como cálculos de geração de energia elétrica a partir do biogás, foi possível estimar o potencial de geração de energia elétrica no frigorífico em questão. De maneira hipotética, conjectura-se que a energia elétrica gerada poderia ser usada no local pela empresa, ou ainda em caso de excedente na geração, ser vendida para a concessionária de energia elétrica. Os dados aqui mostrados, são relevantes do ponto de vista energético, pois demonstram com base na literatura a viabilidade de abatedouros frigoríficos em gerar energia, com dejetos animais, matéria prima que na maioria dos casos seria descartada de forma inadequada no ambiente.

Palavras-chave: Geração. Biogás. Energia Elétrica.

FREITAS JÚNIOR, Genício Malta de. **Study of the electric power generation potential of a hypothetical refrigerator for the city of Caratinga.** Caratinga, 2016. Work of Completion of Higher Course of Civil Engineering - Course of Electrical Engineering. Integrated Faculties of Caratinga, DOCTUM Network, Caratinga, 2016.

ABSTRACT

The population growth in the world, has led to an increase in energetic demand. The difficulty of supplying this demand, the search for energy sources alternatives that can attend the needs of the consumer, causing minimal impact, social or environmental, emerges as a way of generating energy cleanly. Taking into account the scarcity of non-renewable energy sources, research has been carried out to find sustainable and clean sources of energy generation. Recently, the residual biomass has gained special attention, since it can be used as an alternative source of energy by the use of these residues for the generation of Biogas. In slaughterhouses, all steps up to slaughter, lead to the production of waste that can be used as organic matter for the production of biogas. In view of the above, the present work had the objective of evaluating the potential of power generation in a refrigerator in the city of Caratinga, in a hypothetical way. Based on calculations of biogas generation from refrigerated inputs, as well as calculations of electric energy generation from biogas, it was possible to estimate the potential of electricity generation in the refrigerator in question. In a hypothetical way, it is conjectured that the electric energy generated could be used locally by the company, or even in case of generation surplus, be sold to the electric utility. The data presented here are relevant from the energy point of view, since they show, on the basis of the literature, the viability of slaughterhouses to generate energy, with animal waste, raw material that in most cases would be inappropriately discarded in the environment.

Key-words: Generation. Biogas. Electricity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA 2014	19
Figura 2	– Matriz de capacidade instalada*** de geração de energia elétrica do Brasil.	23
Figura 3	– Exportação brasileira de carne em toneladas nos anos de 2015/2016.	25
Figura 4	– Abate de suínos no país.	26
Figura 5	– Biodigestor modelo Chinês.	31
Figura 6	– Biodigestor modelo Indiano, vista corte frontal	32
Figura 7	– Biodigestor modelo criado pela Marinha Brasileira. Representação em corte.	33
Figura 8	– Biodigestor modelo Marinha Brasileira.	34
Figura 9	– Índice demográfico da população urbana de Caratinga.	36
Figura 10	– Produto e subproduto do abate de bovino de 400 kg.	41
Figura 11	– Montante residual no abate de suínos.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de insumos por cabeça.	27
Tabela 2 – Rendimento de proteína animal.	39
Tabela 3 – Expectativa de produção de biogás por tipo de biomassa	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ANEEL	AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA
CO ₂	GÁS CARBÔNICO
EPE	EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA
GWh	GIGAS WATTS hora
Km ²	KILÔMETROS QUADRADOS
m ³	METROS CÚBICOS
m ³ /dia	METROS CÚBICOS POR DIA
MJ	MEGA JOULES
MME	MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
NBR	NORMAS BRASILEIRAS
PCH	PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA
PVC	POLICRORETO DE VINILA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 JUSTIFICATIVA	14
3 OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GERAL	15
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	15
4 METODOLOGIA	16
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
5.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS DO BRASIL	17
5.1.1 ENERGIA ELÉTRICA	17
5.1.2 ENERGIA SOLAR	20
5.1.3 ENERGIA DAS TERMELÉTRICAS	20
5.1.4 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS	21
5.1.5 BIOMASSA	22
5.1.6 APROVEITAMENTO DA BIOMASSA	24
5.1.7 OBTENÇÃO DA BIOMASSA DE INSUMOS EM FRIGORÍFICOS	25
5.1.8 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS EM FRIGORÍFICOS	27
5.1.9 BIOGÁS	28
5.1.10 BIODIGESTORES	30
5.1.11 PRINCIPAIS MODELOS DE BIODIGESTORES	31
5.1.11.1 MODELO CHINÊS	31
5.1.11.2 MODELO INDIANO	31
5.1.11.3 MODELO MARINHA BRASILEIRA	32
5.1.12 BIOFERTILIZANTES	34
5.1.13 PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM ABATEDOUROS OU FRIGORÍFICOS	34
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
6.1 TIPO DE PESQUISA	36
6.2 ÍNDICE DEMOGRÁFICO DA CIDADE DE CARATINGA	36
6.3 QUANTIDADE PER CAPITA DE CARNE CONSUMIDA	37
6.4 ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE CARNE FRIGORÍFICO PARA ATENDER A DEMANDA NA CIDADE DE CARATINGA	37
6.5 NÚMERO DE ANIMAIS A SEREM ABATIDOS PARA ATENDER A DEMANDA	38
6.5.1 PRODUÇÃO DIÁRIA DE MATERIAL ORGÂNICO	40
6.5.2 CONVERSÃO DA BIOMASSA DE FRIGORÍFICOS EM BIOGÁS.	40

6.5.3 ESTIMATIVA DO POTENCIAL ENERGÉTICO OBTIDO	43
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
8 CONCLUSÃO	45
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e com o crescimento populacional um aumento gradual da demanda energética tem ocorrido, e a dificuldade de suprir essa demanda faz necessário o investimento em novas fontes energéticas alternativas para auxiliar no desenvolvimento. A busca por fontes de energias alternativas que atendam as necessidades do consumidor e que causem o mínimo de impacto possível, seja social, ou ambiental, surge como uma forma de minimizar gastos e entrar em um programa sustentável que produza energia de forma limpa. Pesquisas que visam encontrar fontes energéticas sustentáveis e limpas, estão sendo aplicadas, levando em conta a escassez das fontes de energias não renováveis.

Existem vários tipos de fontes de geração de energias renováveis. O tema abordado neste projeto envolve a sustentabilidade, tendo por fundamento a geração de energia elétrica através de dejetos frigoríficos, a chamada biomassa. Segundo os estudos de WALKER (2009), a biomassa teve grande destaque nos últimos anos, principalmente por reaproveitar matéria orgânica disponível na natureza ou produzida em locais específicos. A geração de energia se deu através de geradores movidos pela força mecânica gerada pelo biogás em biodigestores anaeróbicos, onde acontece a produção de gás metano, através dos insumos (basicamente matéria orgânica) descartados dos frigoríficos.

Uma análise da situação energética brasileira mostra que o sistema energético vem enfrentando uma “crise”, provocada pelo aumento da demanda por energia. Fator que veio a instigar pesquisadores a procurar por fontes de energias alternativas, que possam de forma satisfatória suprir ou amenizar a demanda por energia. Pesquisas mostram que é possível chegar a um equilíbrio sustentável, fontes de energias renováveis como a eólica, a solar, biomassa e a térmica, vem apresentando bons resultados. A biomassa, tema principal deste trabalho, vem apresentando bons resultados perante a matriz energética atual, principalmente por reaproveitar a matéria orgânica presente na natureza, ou como no caso em estudo, produzida em locais específicos. O uso de insumos frigoríficos para a produção de energia elétrica através do biogás gerado em biodigestores, levando em consideração o levantamento feito em diversos países, mostra que a geração de energia elétrica através do biogás poderá atingir um ponto satisfatório de sustentabilidade em um futuro próximo (WALKER, 2009).

O tema abordado no contexto deste trabalho, onde que por meio de pesquisas à literatura encontrada, vêm mostrar que pode ser satisfatório a geração de energia elétrica através dos insumos que são gerados no processo de um frigorífico hipotético. Onde que para a geração de energia utilizará o biogás, extraído da matéria orgânica destes resíduos, através da bio-digestão em locais específicos (biodigestores). Não sendo intuito do trabalho comparar o consumo de energia que poderia ter este frigorífico hipotético.

2 JUSTIFICATIVA

Tendo como base estudos propostos em relação à produção de energia elétrica através da biomassa de insumos frigoríficos, o presente trabalho objetiva-se avaliar de maneira hipotética/exploratória o potencial de geração de energia elétrica em um frigorífico, na cidade de Caratinga, a partir do montante de material orgânico a ser produzido neste local de atividade de abate de suínos e bovinos. Devido à sua constituição rica em matéria orgânica, os resíduos gerados em abatedouros frigoríficos, seja de aves, suínos e/ou bovinos, apresentam grande capacidade produtora de biogás (TESTON, 2010; SUNADA, 2011). Uma vez que a matéria orgânica nesses locais, não é, na maioria das vezes reaproveitada como fonte de energia, esta passaria a ter outro foco, onde sua manipulação geraria um tipo de força. Mantendo desta forma, um programa sustentável com intuito de reduzir despesas.

Em locais de produção de matéria orgânica, como em abatedouros frigoríficos, resíduos são gerados ao longo de toda produção e são geralmente descartados. Se estes resíduos recebem manejo inadequado, podem se tornar fonte de contaminação ao meio ambiente. Muito embora o tratamento destes resíduos seja obrigatório por lei (resoluções 357/2005 e 385/2007 do CONAMA), a fiscalização dos pequenos abatedouros não é rotineira e critérios e os resíduos gerados, são muitas vezes descartados sem tratamento no meio ambiente, frequentemente nos rios. O entendimento do biogás como fonte de energia sustentável e renovável, é conhecido. Uma vez que pode ser obtido através da conversão da biomassa em metano que pode ser armazenado e utilizado como combustível (BRAGA et al., 2012).

O biogás como fonte de energia sustentável e renovável e pode ser obtido através da conversão da biomassa em metano que pode ser armazenado e utilizado como combustível (BRAGA et al., 2012). Uma das principais fontes de obtenção do biogás provem de rejeitos orgânicos, conseqüentemente o que seria descartado e poderia ser lançado no meio ambiente, é então convertido em fonte de energia (AHMAD, 2013). Em contrapartida, a produção e geração de energia ainda são geradoras de grande impacto. Além do baixo investimento em fontes alternativas de energia, há pouco emprego de recursos na redução do desperdício de matérias primas que podem ser utilizadas ou reutilizadas, como é o caso dos rejeitos orgânicos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO, 2012).

É importante ressaltar que o tema escolhido, de se propor trabalhar com um frigorífico hipotético, se deu, por não ter sido possível uma permissão direta para coleta de dados, com o setor que trata a respeito da produção em frigoríficos da região de Caratinga. Foi realizado um contato indireto com os administradores do local, e após várias tentativas de contato, não tivemos a permissão desejada, segue em anexo (A), o documento de para solicitar a pesquisa.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo avaliar de maneira empírica o potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás produzido em biodigestores. Enfocando nos resíduos (biomassa) obtidos em um frigorífico hipotético na cidade de Caratinga, como fonte para a geração do biogás, baseando-se na literatura acerca do tema.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre o tema.
- Descrever a situação energética atual do Brasil, e listar os tipos de energias renováveis.
- Retratar as principais características da biomassa como matéria prima para a geração de energia.
- Pesquisar dados demográficos na zona urbana de Caratinga e o consumo médio de carne por adulto.
- Estabelecer a demanda de carne que este frigorífico necessitaria para atender a cidade de Caratinga.
- Estimar a quantidade de animais que serão abatidos para atender esta demanda.
- Relatar como a biomassa é obtida a partir de insumos frigoríficos.
- Levantamento de dados sobre geração de energia elétrica à partir do biogás.
- Analisar com base na literatura atual sobre o tema, o potencial de geração de energia elétrica a partir do biogás produzido em frigoríficos, utilizando dejetos do abate como matéria prima.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi embasado em pesquisa bibliográfica acerca do tema proposto. Para isso, uma revisão bibliográfica foi realizada fundamentando-se em trabalhos científicos como artigos, teses, dissertações, monografias, livros e pesquisa na internet em sites de órgãos oficiais.

Foi pesquisado o índice demográfico da cidade de Caratinga, com intuito de saber o número de habitantes. A partir desses dados, buscou-se estimar uma demanda no consumo de carne que este município teria, para com isso obter dados que servirá para dimensionamento do frigorífico hipotético que atenderia em partes a demanda do consumo de carne na cidade. Feito isso, buscou-se pressupor o número de animais que seriam abatidos diariamente no frigorífico, podendo então estabelecer um montante de resíduos que poderiam ser obtidos com o abate destes animais. Com base em trabalhos relacionados, ao estabelecer os dados do frigorífico hipotético, nos permitiu estipular o potencial energético dos resíduos deste frigorífico em questão

Por fim, uma análise do montante residual gerado com o potencial energético estabelecido, foram debatidos os resultados obtidos após as análises de conversão de biogás em energia elétrica.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS DO BRASIL

5.1.1 ENERGIA ELÉTRICA

Por qualquer que seja sua forma, a energia elétrica é absolutamente necessária para a sobrevivência dos seres humanos. A humanidade evolui sempre em busca de crescimento e desenvolvimento, contornando-se e se adaptando ao ambiente em que vive, vem buscando por maneiras de desenvolver fontes de energias alternativas, que atendessem suas necessidades de tal forma que uma fonte de energia venha a suprir outra no caso de escassez ou esgotamento (WALKER, 2009).

Desde os primórdios o homem vem utilizando algum recurso que o auxilie e facilite sua vida, como a utilização do fogo como fonte de calor, seja para alimentação e/ou proteção (FARIAS, 2011). Essa conquista permitiu ao homem inúmeras realizações em meio ao contexto em que vivia. Desde então o homem vem buscando, cada vez mais, utilizar a energia ao seu propósito como nos meios de locomoção, bem estar, etc. Em tempos mais modernos, com a utilização de lenha para geração do fogo e geração de vapor, proporcionou um impulso ao desenvolvimento de máquinas, um feito muito comemorado pelo homem, onde se deu início à chamada Revolução Industrial. (BIRNFELD, 2014).

Segundo WALKER (2009) A evolução do mundo, após o uso da energia elétrica foi surpreendente, de tal forma que essa energia passou a ser um recurso indispensável e estratégico para o desenvolvimento socioeconômico para muitos países. Assim ocorreu com o Brasil, com o desenvolvimento das metrópoles, no início do século XX, houve uma maior demanda por energia devido ao êxodo rural ocorrido naquela época. Nas cidades, com a mão de obra farta e barata, o setor industrial começou a se expandir, contudo, a demanda por energia aumentava de acordo com o crescimento, o que levou a um aumento nos investimentos do setor elétrico (<http://www2.aneel.gov.br/>).

A escassez de fontes fósseis, bem como a degradação do meio ambiente vêm sendo cada vez mais estudadas e questionadas pelas organizações mundiais, por indicar que tais problemas podem, futuramente, colocar em risco as necessidades da humanidade. Fatores como o notável crescimento populacional, os níveis de consumo e a exploração exagerada dos recursos naturais, são apresentados como as principais causas de desequilíbrio. O que de acordo com um polemico relatório publicado em 1972 por uma organização não governamental em Roma, caso não houvesse estabilização demográfica, econômica e ecológica, a continuidade das atividades produtivas e a qualidade de vida das gerações futuras estariam em risco. (ALMEIDA, 2010; de OLIVEIRA, 2013).

No intuito de buscar alternativas para o desenvolvimento sustentável, a partir da década de 90, importantes documentos e acordos internacionais como por exemplo a Agenda 21 (1992), o Protocolo de Kyoto (1997), o Pacto Global (2000), os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (2000), a Carta da Terra (2000), dentre outros, passaram a tratar o do desenvolvimento econômico de forma mais justa e preservando os recursos naturais do planeta (ALMEIDA, 2010). No entanto, fazer com que a ideia de preservação, se torne uma iniciativa local, nacional e global, envolvendo a sociedade, administrações governamentais, e atingindo principalmente o meio empresarial, pode muitas vezes, ser um desafio.

De acordo com a ANNEL (2002), o esgotamento, escassez ou inconveniência de um dado recurso tende a ser compensadas pelo surgimento de outro(s). Em relação ao suprimento energético, a eletricidade em um âmbito, tanto social quanto industrial, se tornou uma das formas mais usuais e versáteis de energia, sendo indispensáveis ao desenvolvimento socioeconômico em muitos países. A crise energética provocada pelo aumento acelerado da demanda de energia, desafia pesquisadores a encontrar fontes alternativas que possam suprir, satisfatoriamente, essa defasagem. Desta maneira, novas formas de geração de energia elétrica tem ganhado força (WALKER, 2009).

O seguimento de energia renovável, em expansão na atualidade, é também considerado um relevante tema para o futuro. Energias renováveis são aquelas que seu uso e capacidade se mantêm por um longo período de tempo sem a possibilidade de esgotamento dessa mesma fonte. Como exemplos de fontes renováveis, temos a energia solar, eólica, hidrelétricas e biomassa. Todas essas fontes de energia são de caráter renováveis, e os recursos energéticos são abundantes no meio ambiente.

Quando se fala em desenvolvimento sustentável, energia é o tema central. Para que o desenvolvimento ocorra de forma sustentável, fontes de energias limpas economicamente viáveis e que não causem impactos ambientais são necessárias. Atualmente as fontes não renováveis de energia são responsáveis por, aproximadamente, 86 %, da oferta energética global (BRAGA et al., 2012). A produção de energia por meio de fontes não renováveis representa atualmente um dos grandes problemas ambientais e socioambientais. O uso de combustíveis fósseis e seus derivados gera resíduos como como óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono e particulados. Usinas hidroelétricas, que configuram fontes renováveis de energia (BRAGA et al., 2012) já foram consideradas como fontes limpas de energia. No entanto, segundo estudos recentes estas usinas são fontes de emissão significativa de dióxido de carbono e metano (FEARNSIDE, 2008). Além disso, ocasionam problemas socioambientais devido à construção dos reservatórios, que com a formação de grandes represas/lagos interferem sobre o fluxo normal dos rios, levando a destruição de ecossistemas estabelecidos e realocação das populações nas áreas atingidas.

Do ponto de vista energético, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia (ANEEL,

2008). Existem diferentes vias para obtenção da energia elétrica a partir da biomassa. Todas preveem a conversão da matéria-prima em um produto intermediário que será utilizado em uma máquina motriz. Essa máquina produzirá a energia mecânica que acionará o gerador de energia elétrica.

A matriz energética brasileira hoje é na maioria dominada pelas fontes hídricas de energia, porem as outras fontes de energias renováveis, participam inteiramente da matriz energética, que fornece a maioria da energia do país. A figura 1 ilustra quão predominante é cada fonte energética do Brasil:

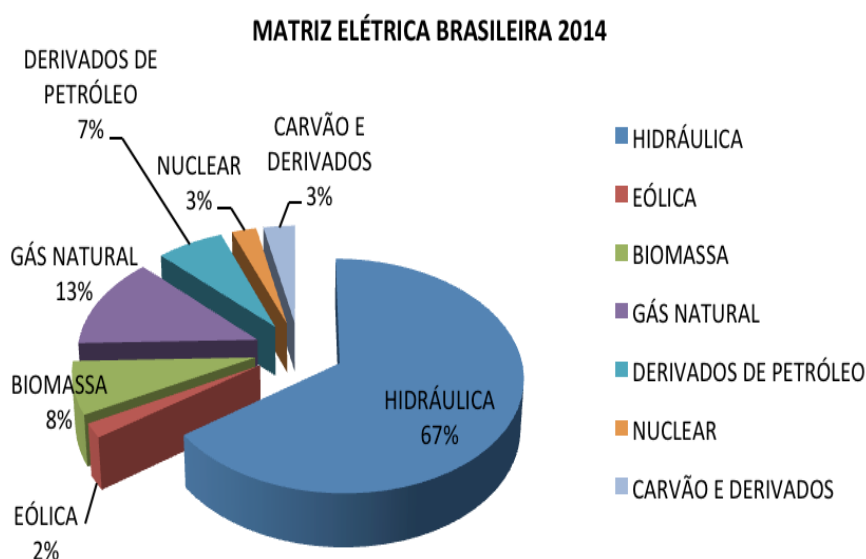


Figura 1: MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA 2014

Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2015 | Relatório Síntese | ano base 2014.

A figura 1 exemplifica todas as fontes que compõe a matriz energética brasileira, nota-se que a matriz hídrica domina mais da metade da energia que o país produz, levando em consideração a que importamos de outros países como do Paraguai, Uruguai, Venezuela e Argentina (MORAES, 2015). O Gás Natural, representa a segunda maior fonte de energia do país, o qual segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) (2015, pg 18) teve, em 2014, média diária de produção de 87,4 milhões de m³/dia e o volume de gás natural importado foi de 52,9 milhões de m³/ dia. Com isto, a participação do gás natural na matriz energética nacional atingiu o patamar de 13,5%.

Ocupando o terceiro lugar em geração de energia temos a biomassa, que segundo a (EPE, e o MME, 2014), a produção média de energia em GWh produzida por biomassa, em 2014 chegou na casa dos 44 733 GWh, uma média de 12,7% a mais do que o mesmo período do ano anterior, que a media de produção atingiu cerca de 39 679 GWh.

Também temos as fontes não renováveis de energia que compõe a matriz, como o Gás Natural, citado acima, os Derivados de Petróleo que representa cerca de 7% na matriz,

ou seja, 31 668 GWh em geração de energia, Nuclear que representa cerca de 3% na matriz, aproximadamente 15 378 GWh de energia gerada, também na casa dos 3% temos o Carvão e seus derivados que aproxima-se de 18 385 GWh gerado, e por final temos a Eólica, um seguimento renovável de geração de energia que representa apenas 2% na matriz de energia, mas é um seguimento que está em constante evolução, segundo dados de estudo do EPE/MME(2014).

5.1.2 ENERGIA SOLAR

Uma fonte primária de energia de grande potencial energético, em praticamente em todos os países, sua exploração apresenta poucos impactos ambientais e seus recursos são inesgotáveis (WALKER, 2009). A utilização de aerogeradores, instalados estrategicamente em regiões geográficas com recursos comprovados, faz parte da tecnologia usada para gerar eletricidade de forma renovável, aproveitando a energia cinética contida no vento. A energia Eólica desde a antiguidade vem sendo explorada pelo homem como recurso energético, para suprir suas necessidades, como impulsionar velas nas embarcações marítimas, ou também para bombear água de um lugar a outro, por meio de “moinhos de vento” (CASTRO, 2008, LAVEZZO, 2016).

De acordo com BEZERRA (2009):

A energia eólica existe como resultado dos movimentos das massas de ar decorrentes da ação da luz solar, gerando um fluxo detentor de considerável energia, que chamamos de vento. A energia eólica, como força geradora de força propulsora para movimentação dos mais variados engenhos idealizados pelo homem, tem sido empregada desde os primórdios da civilização. Em tempos mais recentes os cata-ventos ou mais propriamente as máquinas eólicas, constituem uma paisagem comum na zona rural. Estes fatos bem demonstram que existem alternativas outras que podem contribuir para reduzir um grande número de efeitos decorrentes da crise energética.

Atualmente, apenas 1% da energia gerada no mundo provém deste tipo de fonte. Porém, o potencial para exploração é grande.

5.1.3 ENERGIA DAS TERMELÉTRICAS

As termelétricas podem ser definidas como um conjunto de obras e equipamentos cuja finalidade é a geração de energia elétrica, através de um processo que consiste em três etapas. Nas usinas termelétricas convencionais, a primeira etapa consiste na queima de um combustível, como carvão, óleo ou gás, transformando a água em vapor com o calor gerado na caldeira. A segunda consiste na utilização deste vapor, em alta pressão, para girar a turbina, que por sua vez, aciona o gerador elétrico. Na terceira etapa, o vapor é condensado, transferindo o resíduo de sua energia térmica para um circuito independente de refrigeração, retornando a água a caldeira, completando o ciclo.

Seu funcionamento se dá da seguinte maneira: O combustível é armazenado em parques ou depósitos adjacentes, de onde é enviado para a usina, onde será queimado na caldeira. Esta gera vapor a partir da água que circula por uma extensa rede de tubos que revestem suas paredes. A função do vapor é movimentar as pás de uma turbina, cujo rotor gira juntamente com o eixo de um gerador que produz a energia elétrica. O vapor é resfriado em um condensador e convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, dando início a um novo ciclo. A água em circulação que esfria o condensador expulsa o calor absorvido pela atmosfera pelas torres de refrigeração, grandes estruturas que identificam essas centrais. Parte do calor extraído passa para um rio próximo ou o mar. Para minimizar os efeitos contaminantes da combustão sobre as redondezas, a central dispõe de uma chaminé de grande altura (algumas chegam a 300m) e de alguns precipitadores que retêm as cinzas e outros resíduos voláteis da combustão. As cinzas são recuperadas para aproveitamento em processos de metalurgia e no campo da construção, onde são misturadas com o cimento. Como o calor produzido é intenso, devido as altas correntes geradas, é importante o resfriamento dos geradores. O hidrogênio é melhor veículo de resfriamento que o ar, como tem apenas um quatorze avos da densidade deste, requer menos energia para circular. Recentemente, foi adotado o método de resfriamento líquido, por meio de óleo ou água. Os líquidos nesse processamento são muito superiores aos gases, e a água é 50 vezes melhor que o ar.

A potência mecânica obtida pela passagem do vapor através da turbina, fazendo com que esta gire e no gerador que também gira acoplado mecanicamente a turbina, é que transforma potência mecânica em potência elétrica. A energia assim gerada é levada através de cabos ou barras condutoras, dos terminais do gerador até o transformador elevador, onde tem sua tensão elevada para adequada condução, através de linhas de transmissão, até os centros de consumo. Daí, nas subestações, através de transformadores abaixadores, a energia tem sua tensão levada a níveis adequadas para sua utilização pelos consumidores.

A descrição anterior refere-se às centrais clássicas, uma vez que existe, ainda que em fase de pesquisa, outra geração de termelétricas que melhorem o rendimento na combustão do carvão e diminuam o impacto sobre o meio ambiente: são as centrais de combustão de leito fluidificado. Nessas centrais queima-se o carvão sobre um leito de partículas inertes (por exemplo, de pedra calcária), através do qual se faz circular uma corrente de ar que melhora a combustão PINTO (2008).

5.1.4 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Segundo dados da ANEEL (2002 pg 35) o uso da energia hidráulica foi uma das primeiras formas de substituição do trabalho animal pelo mecânico, particularmente para bombeamento de água e moagem de grãos. Esse sistema apresenta características importantes, como a disponibilidade de recurso, sendo esta de caráter renovável e facilmente aproveitada.

De acordo com a resolução n 394, de 04 12 1998 da ANEEL (Agência Nacional de Energia elétrica), PCH (Pequena Central Hidrelétrica) é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km². Uma PCH típica normalmente opera a fio de água, isto é, o reservatório não permite a regularização do fluxo de água. Com isso, em ocasiões de estiagem, a vazão disponível pode ser menor que a capacidade das turbinas, causando ociosidade.

De acordo com os estudos de Morais (2015), na matriz energética brasileira a participação da energia hidrelétrica é da ordem de 63%, e com isso gera cerca de 70% de toda eletricidade consumida no país. Observando este potencial, hoje no Brasil, cerca de 42% de participação na matriz energética são de fontes hídricas, o que representa cerca de 90% de toda energia gerada no país. Esse tipo de energia pode continuar sendo a principal fonte geradora de energia elétrica por muitos anos, devido às restrições socioeconômicas, ambientais e avanços tecnológicos no aproveitamento de outras fontes ANEEL (2002, pg 35).

5.1.5 BIOMASSA

A ANEEL (2008) define Biomassa como qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. A biomassa, dependendo da origem, pode ser classificada em: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo, resíduos frigoríficos), podendo o seu potencial energético de acordo com matéria prima utilizada (CARDOSO, 2012).

Uma fonte promissora, podendo constituir um grande potencial energético para o futuro, a biomassa hoje é, perante a matriz energética, uma das principais alternativas para a diversificação em geração de energia. A tendência atual é a sustentabilidade, praticando uma consequente redução no uso dos combustíveis fósseis. A utilização da biomassa como fonte para produção de energia, tanto na indústria, quanto no uso como combustível (biodiesel e o etanol) é uma alternativa ascendente para a substituição de derivados de petróleo como o óleo diesel e a gasolina (WALKER, 2009).

Ainda segundo WALKER (2009), no Brasil o uso mais importante da biomassa está relacionado com o desenvolvimento da frota de veículos a álcool (proveniente de cana-de-açúcar), criando uma alternativa mais promissora e ambientalmente mais adequada que os derivados de petróleo. O impulso para a introdução dos biocombustíveis no mercado brasileiro foi o PROÁLCOOL (Programa Nacional de Álcool), um programa pioneiro na produção de biocombustíveis na década de 70. Com isso houve um aumento nos investimentos no setor de biocombustíveis tornando-se uma referência no mercado internacional, o que resultou em uma crescente demanda por matéria prima em indústrias sucroenergéticas do país (EPE 2015).

A tabela abaixo faz um apontamento da capacidade de energia instalada em Mega Watts, no Brasil:

Fonte	Out/2015	Out/2016			Evolução da Capacidade Instalada Out/2016 - Out/2015
	Capacidade Instalada (MW)	Nº Usinas	Capacidade Instalada (MW)	% Capacidade Instalada	
Hidráulica	90.620	1.247	95.835	64,5%	5,8%
Térmica	41.951	2.971	43.038	29,0%	2,6%
Gás Natural	12.917	152	12.998	8,8%	0,6%
Biomassa	13.172	533	14.031	9,5%	6,5%
Petróleo*	10.105	2.231	10.256	6,9%	1,5%
Carvão	3.614	23	3.613	2,4%	0,0%
Nuclear	1.990	2	1.990	1,3%	0,0%
Outros**	153	30	150	0,1%	-1,8%
Eólica	6.680	395	9.660	6,5%	44,6%
Solar	21	43	23	0,0%	8,4%
Capacidade Total - Brasil	139.272	4.656	148.555	100,0%	6,7%

* Inclui outras fontes fósseis (147 MW).

** Usinas térmicas com combustíveis desconhecidos e que, por isso, são incluídas como "Outros".

*** Os valores de capacidade instalada referem-se à capacidade instalada fiscalizada apresentada pela ANEEL no Banco de Informações de Geração - BIG, que passou por reenquadramento de fontes em setembro de 2014 e exclusão dos montantes referentes a micro e minigeração distribuída, regidos pela Resolução Normativa nº 482/2012, em junho de 2015, adicionados aos montantes das usinas fiscalizadas pela SFG/ANEEL. Além dos montantes apresentados, existe uma importação contratada de 5.650 MW com o Paraguai e de 200 MW com a Venezuela.

Figura 2: Matriz de capacidade instalada*** de geração de energia elétrica do Brasil.

Fonte: Fonte dos dados: ANEEL (BIG 01/11/2016 e SFG).

Ainda que provado seu auto rendimento, a bioenergia, para que possa assegurar a difusão de seu uso, deve ser ambientalmente aceita como fonte de energia no meio moderno.

Conforme as palavras de ELIANA (2009, pg 27), que expressa o seguinte:

“Deve-se ter em conta que os impactos de longo prazo dos programas e projetos relativos à biomassa dependem principalmente da garantia da geração de renda, da sustentabilidade ambiental, de flexibilidade e replicabilidade, ao mesmo tempo em que se consideram as condições locais e se oferecem vários benefícios, uma característica importante dos sistemas agro-florestais. A implementação de projetos de uso de biomassa exige ainda iniciativas e políticas governamentais que internalizem os custos econômicos, sociais e ambientais externos das fontes convencionais de combustível, de modo que os combustíveis produzidos a partir da biomassa possam competir “em pé de igualdade”.

ROSILLO (2005) observa que, diante do cenário crítico em que passa o mundo em relação às questões ambientais, a relativa imagem pobre da biomassa tem mudando, devido aos resultados obtidos por estudos, apresentando um quadro mais realista e equilibrado do uso e do potencial da biomassa. O crescimento do uso de bioenergias como um vetor energético em países industrializados, está contribuindo para melhorias na fama do setor. Grandes benefícios

ambientais tem sido relacionados ao uso da biomassa como fonte de energia, principalmente onde aplica-se medidas para controle das emissões de CO₂ e enxofre.

Com a competitividade do mercado energético, o uso da biomassa como fonte de energia enfrenta dificuldades em se difundir. Isso ocorre por sua eficiência energética ser considerada inferior aos demais combustíveis, ou também por, algumas vezes, estarem associados a impactos ambientais relacionadas à exploração de recursos como madeira, carvão, resíduos agrícolas. Mesmo sendo considerada ineficiente, a capacidade de uma avaliação quantitativa no potencial uso da biomassa na matriz energética mundial, ainda verifica-se que em países classificados como classe subdesenvolvidos, o uso das fontes de bioenergias tem uma maior predominância em sua matriz energética. Mesmo que tarde, mas ainda em tempo, a preocupação com causas ambientais, está levando os países desenvolvidos, a voltar os olhares para programas sustentáveis, que dão mais ênfase na importância do uso da biomassa como fonte de energia principal (WALKER, 2009).

Aos dizeres de WALKER, 2009:

“A energia da biomassa deve ser ambientalmente aceitável para que se possa assegurar a difusão de seu uso como uma fonte de energia moderna. Deve-se ter em conta que os impactos de longo prazo dos programas e projetos relativos à biomassa dependem principalmente da garantia da geração de renda, da sustentabilidade ambiental, de flexibilidade e replicabilidade, ao mesmo tempo em que se consideram as condições locais e se oferecem vários benefícios, uma característica importante dos sistemas agro-florestais”.

Para existir ainda uma maior demanda para a produção de biomassa, deve haver um incentivo político reduzindo custos em iniciativas e projetos, como fontes convencionais de combustível, de modo que os chamados biocombustíveis produzidos possam competir com os combustíveis fósseis.

5.1.6 APROVEITAMENTO DA BIOMASSA

A biomassa quando manuseada adequadamente, se tem uma ótima fonte de energia, que apresenta vantagens sobre muitas outras fontes. Por não emitir substâncias durante sua queima que são poluentes, como enxofre, óxido de nitrogênio e o CO₂ (REIS, 2003). A biomassa capta em geral quantidades superiores aquelas dos gases emitidos na queima para a formação de mais matéria prima.

Comparada às opções energéticas de origem fóssil, a biomassa possui um ciclo extremamente curto. Além do pequeno tempo necessário à sua produção, a fotossíntese, processo produtivo da biomassa, capta em geral quantidades superiores àquelas dos gases emitidos na queima para a formação de mais matéria-prima (MELLO, 2001).

5.1.7 OBTENÇÃO DA BIOMASSA DE INSUMOS EM FRIGORÍFICOS

Indústrias de processamento de carnes e derivados animais, tais como frigoríficos ou abatedouros, englobam funções que realizam manejo e armazenamento de produtos e resíduos gerando seus derivados e subprodutos que devem sofrer processamentos específicos, como couro, sangue, ossos, aparas de carne, gorduras, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária (<<http://www.portalresiduossolidos.com/>>).

O abate de varias espécies de animais como bovinos, suínos, aves, é realizado para a produção e obtenção de carnes e seus derivados, destinados ao consumo humano (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP). O Brasil segue um padrão que representa um dos maiores produtores de carne do mundo, com aproximadamente 209 milhões de cabeça de bovinos abatidos segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme indicado no gráfico abaixo:

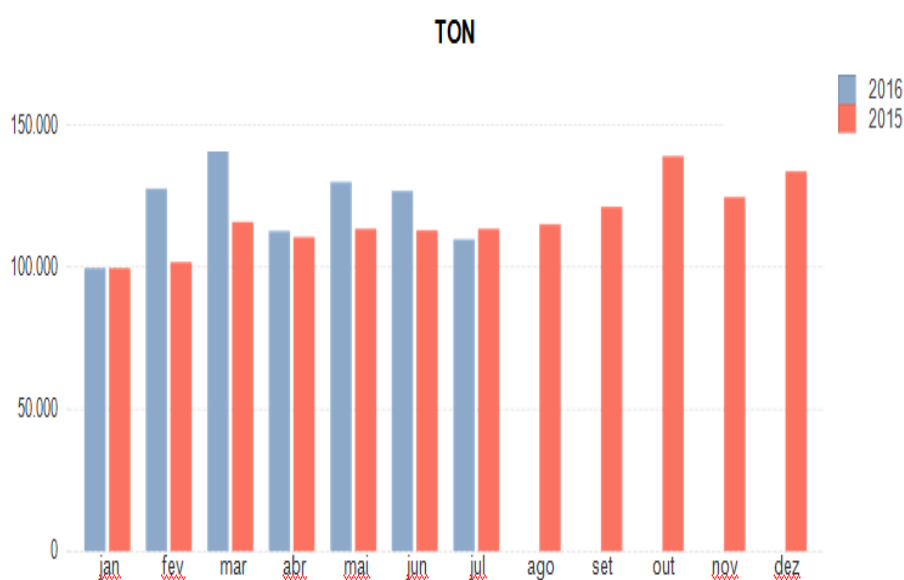


Figura 3: Exportação brasileira de carne em toneladas nos anos de 2015/2016.

Fonte: <http://www.abiec.com.br/download/anual-310816.pdf>.

A evolução na exportação de carne bovina que o país sofreu no período de 2015 a 2016, observa-se que no primeiro semestre de 2016 a produção foi maior que o mesmo período do ano anterior, o que pode ser relacionado ao abate desses animais. O número de cabeças de suínos abatidos no país é mostrado no gráfico a seguir (Figura 3).

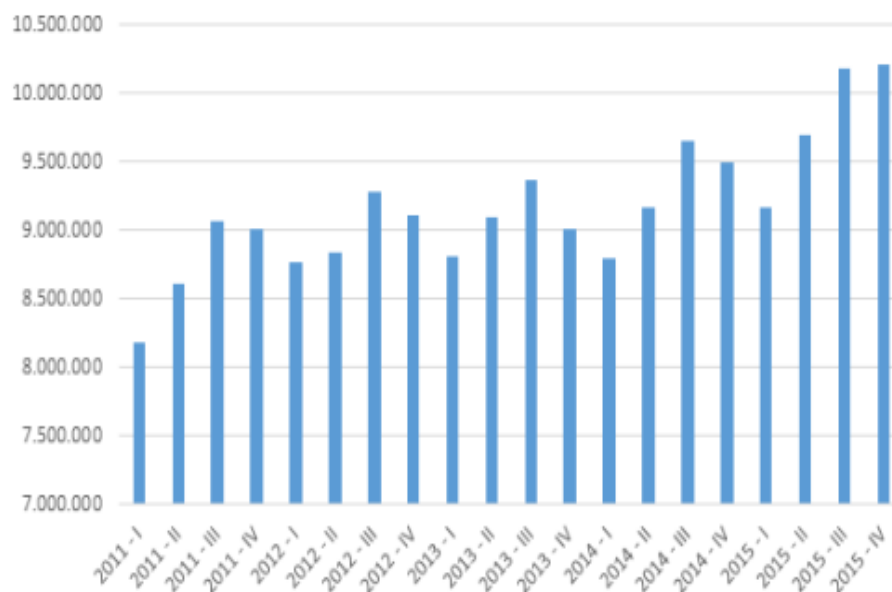


Figura 4: Abate de suínos no país.

Fonte: <http://www.porkworld.com.br/noticia/producao-de-suinos-bate-recorde>.

A quantidade abatida, por trimestre, de cabeças de suínos no período de 2011 a 2015, oscilou entre os anos. Entretanto, o número de suínos abatidos no ano de 2015, foi maior em relação aos períodos dos anos de 2011, 2012, 2013 e 2014.

A cada ano, o número de animais abatidos tem aumentado, o que implica num aumento de resíduos que são gerados em frigoríficos no processamento das carnes. Esses dados são preocupantes, uma vez que o gerenciamento destes resíduos pode ser crítico, principalmente para pequenas empresas, que carecem de recursos. Nessas empresas o processamento interno dos resíduos, não raro, é inviável e a cada animal abatido uma quantidade de resíduos sólidos é gerada, conforme visto na tabela a seguir:

Alguns resíduos sólidos gerados nas operações auxiliares e de utilidades frigoríficas também precisam ser considerados e adequadamente gerenciados para minimizar seus possíveis impactos ambientais. Pode-se destacar os seguintes resíduos:

- Resíduos da estação de tratamento de água: lodos, material retido em filtros, eventuais materiais filtrantes e resinas de troca iônica;
- Resíduos da estação de tratamento de efluentes líquidos: material retido por gradeamento e peneiramento, material flotado (gorduras/escumas), material sedimentado – lodos diversos;
- Cinzas das caldeiras;
- Resíduos de manutenção: solventes e óleos lubrificantes usados, resíduos de tintas, metais e sucatas metálicas (limpas e

Tabela 1: Quantidade de insumos por cabeça.

Resíduos (origem)	Quantidade (kg/cabeça, bovino de 250 kg de peso vivo).	Quantidade (kg/cabeça, suíno de 90 kg de peso vivo).
Esterco (Currais / Pocilgas)	4,5	1,6
Pelos/Partículas de couro (depilação)	-	1,0/1,0
Material não comestível para graxaria (ossos, gordura, cabeça, partes condenadas, etc-abate)	95	18
Conteúdo estomacal e intestinal (bucharia e triparia)	20-25	2,7
Sangue (abate)	15-20 litros	3,0 litros

Fonte: Adaptado de: <http://www.portalesiduossolidos.com/planos-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-para-matadouros-frigorificos/>.

- Contaminadas (solventes/óleos/graxas/tintas), materiais impregnados com solventes/óleos/graxas/tintas (ex.: estopas, panos, papéis, etc);
- Outros: embalagens, insumos e produtos danificados ou rejeitados e pallets, das áreas de almoxarifado e expedição.

5.1.8 IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS EM FRIGORÍFICOS

Pesquisas da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), mostram que o Brasil vem sendo um grande fornecedor de proteína animal para o mundo, com ganhos de produtividade no campo, onde estudos mostra que no período de 2000 a 2015, a produção de carne teve incremento de 45%, enquanto o rebanho bovino de corte cresceu 25%. O setor frigorífico brasileiro, que mantém o mercado cárneo ativo, está em constante crescimento, vendo isso, com essa acelerada expansão há um aumento gradativo da geração de matéria orgânica, assim consequentemente há um aumento do descarte destes resíduos provenientes das indústrias frigoríficas (PACHECO, 2008).

Segundo VALVERDE (2008), qualquer atividade econômica produtora de bens e serviços, de alguma forma gera efluentes ou resíduos que afetam o meio ambiente de maneira positiva ou negativa. Consequentemente para ramo do agronegócio, que tem como principal atividade o abate de animais para consumo, vendo esse fator preocupante, levanta interesses de estudos,

visando o controle do balanço econômico das atividades frigoríficas com aspectos legais, sociais e ambientais (FIESTEL, 2011).

Segundo a resolução do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) n 001 de 1986, estabelece como impacto ambiental qualquer alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; as condições estéticas e sanitárias do ambiente e a qualidade dos recursos naturais.

Mediante isso, a NBR ISO 14001 (ABNT, 1996), normatiza que a cada aspecto ambiental pode estar relacionado um ou mais impactos ambientais – exemplo: efluente líquido caracterizado como aspecto ambiental causa a desoxigenação de corpo de água e odor que como visto são impactos ambiental. O aspecto ambiental é o elemento das atividades, produtos e/ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente “e impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”.

Muitos resíduos de abatedouros podem causar problemas ambientais graves se não forem gerenciados adequadamente. A maioria é altamente putrescível e, por exemplo, pode causar odores se não processada rapidamente nas graxarias anexas ou removida adequadamente das fontes geradoras no prazo máximo de um dia, para processamento adequado por terceiros.

Animais mortos e carcaças condenadas devem ser dispostos ou tratados de forma a garantir a destruição de todos os organismos patogênicos. Todos os materiais ou partes dos animais que possam conter ou ter contato com partes condenadas pela inspeção sanitária são consideradas de alto risco e devem ser processadas em graxarias inspecionadas e autorizadas, para garantia dos processos que levam à esterilização destes materiais.

5.1.9 BIOGÁS

Descoberto por Alessandro Volta, no século XVIII, o biogás começou a ser produzido em larga escala por países como China e Índia com intenção de suprir as necessidades energéticas da zona rural (OLIVEIRA, 2009). Até recentemente, o Biogás era simplesmente encarado como um sub-produto, obtido a partir da decomposição anaeróbica (sem presença de oxigênio) de lixo urbano, resíduos animais e de lamas provenientes de estações de tratamento de efluentes domésticos. Entretanto, o desenvolvimento econômico acentuado dos últimos anos e o aumento do preço dos combustíveis convencionais têm encorajado investigações a respeito da produção de energia a partir de novas fontes alternativas e economicamente atrativas. Desta forma, buscando criar novas formas de produção energética que possibilitem poupar os recursos naturais esgotáveis (ZACHOW, 2000).

Segundo a (ANEEL, 2008), o biogás obtido de dejetos frigoríficos é umas das fontes mais

favoráveis ao meio ambiente na produção de energia, isso se dá, pelo fato de que sua aplicação permite o combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos, e contribui na redução na redução de gases causadores do efeito estufa. Um combustível obtido por meio de decomposição de matéria orgânica, que como fonte de energia, possibilita a redução do uso dos recursos esgotáveis, além do mais a alta nos preços dos combustíveis convencionais e o crescente desenvolvimento econômico, estimula o seu uso.

O biogás é o nome dado à mistura de gases produzidos pela biodigestão de materiais orgânicos, trata-se de uma mistura gasosa resultante da fermentação da biomassa no processo do tratamento anaeróbico, ou seja, pela ação de bactérias na ausência de oxigênio (ZACHOW, 2000).

Esse gás, por meio da ação de micro-organismos que compõem a matéria orgânica em um ambiente livre de ar (fermentação anaeróbica), passa naturalmente do estado sólido para o gasoso. Por ser um gás composto basicamente por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), hidrogênio (H₂), oxigênio (O₂) e gás sulfídrico (H₂S), quando lançado à atmosfera esse passa a contribuir para o aquecimento global (ANEEL, 2008).

O biogás é um gás natural inflamável, que por meios de condições adequadas de ar e umidade, resultante da fermentação anaeróbica (na ausência de ar) de dejetos animais, de resíduos vegetais e de lixo industrial ou residencial. É composto basicamente de dois gases: o metano que representa 60-80% da mistura e o gás carbônico que representa os 40-20% restantes. Outros gases participam da composição em proporções menores, destacando-se o gás sulfídrico que pode chegar a 1,5%. De toda forma, seu poder calorífico, está diretamente relacionado ao composto existente na mistura gasosa (Zachow, 2000; WALKER, 2009).

Obtido através da matéria orgânica agrícolas, animal e de resíduos indústrias, o Biogás, é considerado uma fonte de energia independente, por não concorrer espaço com outras culturas, como o álcool da cana de açúcar e óleos extraídos de outras cultura como o milho, soja e a mamona. Como consequência do alto teor de metano, o biogás é um ótimo combustível para a geração de energia térmica e para ser utilizado em motores a combustão. (OLIVEIRA, 2009).

Para que seu rendimento possa ser melhorado o biogás precisa passar por um processo de purificação. Esse tem como objetivo elevar seu poder calorífico, consiste na retirada do gás carbônico, água, gás sulfídrico, que por sua vez pode afetar o rendimento de um motor e a sua vida útil, por ser um gás corrosivo. Nesse caso, a purificação pode então eliminar esses poluentes presente na mistura. Obtendo esta purificação o biogás passa a liberar mais energia aumentando assim seu poder calorífico, que pode ser medido a um volume constante ou utilizando um calorímetro de gás. Com essa melhoria no seu rendimento e propriedades, o biogás tem a capacidade de ser utilizado em diversas utilidades, como aplicações doméstica, combustível automotivo, dentre outros (de OLIVEIRA, 2009)

A energia química contida nas moléculas do biogás pode ser convertida em energia mecânica através da combustão, com a utilização de um gerador, essa energia mecânica pode

ser convertida em energia elétrica. Processos industriais que utiliza caldeiras para aquecimento de água utilizam o poder calorífico do biogás, onde é gerado vapor em alta pressão, esse vapor aplicado em turbinas, leva à geração de energia elétrica, esse processo é um dos mais utilizados em aproveitamento do biogás para a produção de energia, que por sua vez pode economizar no uso de outros combustíveis que são empregados para mesmo fim como óleo diesel, carvão mineral, carvão vegetal e lenha (de OLIVEIRA, 2009).

A capacidade calorífica do Biogás está diretamente relacionada com quantidade de metano na sua composição. Segundo BLEY (2009), o produto Biogás gerado a partir de resíduos de animais tem como principais componentes o metano (CH₄): 40-70% de volume, Dióxido de Carbono (CO₂): 30-60% e outros gases 1-5% de volume. Por sua capacidade calorífica, o biogás é considerado uma excelente fonte de energia.

De acordo com Walker (2009), a maneira mais prática para a utilização do biogás é com o uso em geradores para a produção de energia elétrica, embora seja possível também o uso direto para queima. Entretanto, o rendimento desta transformação é muito baixo, da ordem de 25% e os geradores quase sempre são de duplo combustível (biogás e diesel). Para motores estacionários, não há necessidade de comprimir o biogás. Já para motores móveis, a compressão torna-se uma imposição prática, de forma a dar autonomia ao veículo.

5.1.10 BIODIGESTORES

Segundo PRATI (2010), o biodigestor é caracterizado por uma câmara fechada, na qual ocorre um processo bioquímico denominado digestão anaeróbia. O final do processo no biodigestor, resulta na formação de biofertilizantes e produtos gasosos, principalmente o metano e o dióxido de carbono (biogás).

Os biodigestores, por apresentarem uma fonte alternativa na geração de energia, não podem ser comparados com uma hidrelétrica, pela sua capacidade e pela quantidade de energia produzida. Porém, em contrapartida, as vantagens são relevantes, levando em consideração os impactos ambientais e sociais relacionados, que são minimizados com essa prática (WALKER, 2009).

Com a crise do petróleo, a tecnologia de biogeração, através dos biodigestores, foi trazido para o Brasil nas décadas de 70. Sendo utilizado na produção de biogás para a geração de energia. Os biodigestores podem ser de produção contínua ou de produção intermitente, onde a produção de biomassa ocorrerá por um longo período de tempo, sendo sempre completado com resíduos, sem que seja realizada a limpeza do tanque. No caso de biodigestores de produção intermitente, o processo consiste no abastecimento do reservatório com a devida matéria orgânica, onde ocorrerá a fermentação do composto, por aproximadamente 90 dias, após este tempo o biodigestor é aberto e limpo, assim estará pronto para um novo ciclo de produção (TESTON, 2010).

5.1.11 PRINCIPAIS MODELOS DE BIODIGESTORES

5.1.11.1 MODELO CHINÊS

Utilizado em instalações de grande porte, o Biodigestor modelo chinês é formado por uma cilíndrica, não apresentando partes móveis (Gasômetro). Constituído quase todo em alvenaria para fermentação, possui a parte superior impermeável, para armazenamento do gás gerado. Sua construção baseia-se no princípio de prensa hidráulica, devido a alta pressão que se forma em seu interior por causa do acúmulo de gás. Essa pressão, devido o acúmulo de biogás, faz com que a matéria orgânica armazenada na parte inferior da câmara seja expulsa para a caixa de saída. Utilizando a forma de produção contínua, o substrato deve ser fornecido continuamente (PRATI, 2010). Este modelo é construído em alvenaria, em nível inferior ao solo.

Por ser uma construção mais simples, de alvenaria e com matérias de fácil aquisição, não necessita a utilização de gasômetro. Porém na sua construção este biodigestor requer um cuidado a mais, para evitar vazamento de gás (FERNANDES, 2012).

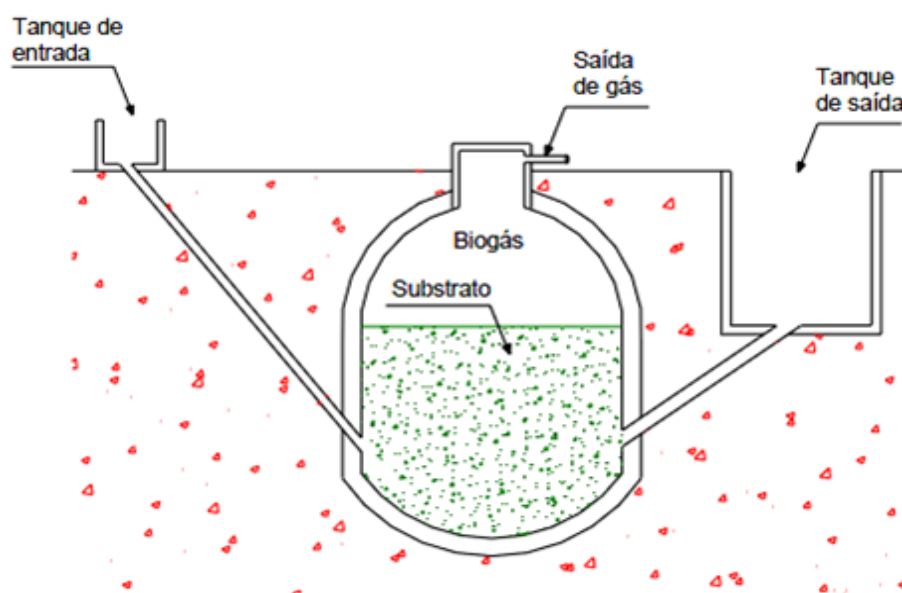


Figura 5: Biodigestor modelo Chinês.

Fonte: FERNANDES (2012)..

5.1.11.2 MODELO INDIANO

Diferentemente do modelo chinês, o modelo Indiano possui uma campânula como gasômetro, constitui basicamente em uma câmara de digestão, que serve para armazenamento do biogás, construído a baixo ou ao do nível do solo. Constituído de ferro ou de fibra de vidro, sendo este de fibra de vidro o mais indicado, pois é menos susceptível a agentes corrosivos como o gás sulfídrico presente na mistura. Em seu interior a pressão de operação é constante, isso se dá, pois o biogás produzido dentro do biodigestor não é consumido diretamente, nele o gás se desloca

diretamente para cima aumentando gradativamente o volume da câmara de armazenamento de gás. (OLIVEIRA, 2009).

Segundo (PRATI, 2010), o resíduo utilizado para alimentar o biodigestor deve apresentar uma concentração de sólidos totais não superior a 8%, para facilitar a circulação do resíduo pelo interior da câmara de fermentação e evitar entupimentos dos canos de entrada e saída do material. De produção contínua seu abastecimento com dejetos deve ser de forma regulada.

A figura a seguir, representa o biodigestor tridimensionalmente, em corte, mostrando todo seu interior:

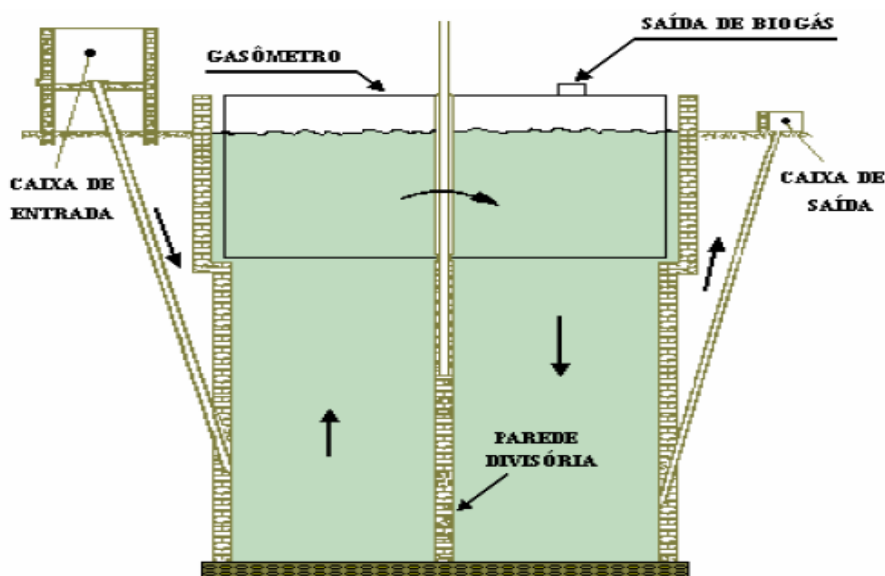


Figura 6: Biodigestor modelo Indiano, vista corte frontal .

Fonte: PRATI 2010.

5.1.11.3 MODELO MARINHA BRASILEIRA

Este modelo de biodigestor é considerado o sistema mais indicado para projetos em indústrias, por ser capaz de armazenar uma quantidade de resíduos considerável, sob fermentação anaeróbica. O modelo desenvolvido pela marinha brasileira é considerado bem versátil, pois pode ser trabalhado com uma grande diversidade de resíduos produzindo assim uma grande quantidade de biogás e estabilizando os dejetos que podem ser utilizados como biofertilizante (PRATI, 2010).

Criado na década de 70, sua capacidade difere entre modelos, desde um com 5,5 m³ de capacidade residual com produção de 1,8 a 3,0m³/dia, até um biodigestor com capacidade residual de 65 m³, e capacidade de geração de biogás de 15 a 30 m³ de gás/dia, além de outros modelos especiais não especificados (OLIVEIRA, 2009).

O modelo do biodigestor desenvolvido pela marinha, tem como princípio o sistema contínuo de geração de biogás. Esse modelo é o mais utilizado no Brasil por ser mais eficiente

devido ao aperfeiçoamento da manta impermeável confeccionada em PVC (Policloreto de Vanila), o que lhe confere menor custo financeiro e uma maior facilidade de instalação, quando comparado aos modelos citados anteriormente. Uma característica que também o diferencia é por apresentar uma maior resistência à corrosão causada pelo gás sulfídrico presente no biogás. O fator crucial que o define como o mais eficiente que o biodigestor do modelo indiano, está relacionado ao fato de poder receber uma grande quantidade de resíduos. A principal característica que o difere do biodigestor modelo Chinês, é pelo fato de ser menos suscetível a rachaduras (OLIVEIRA, 2009).

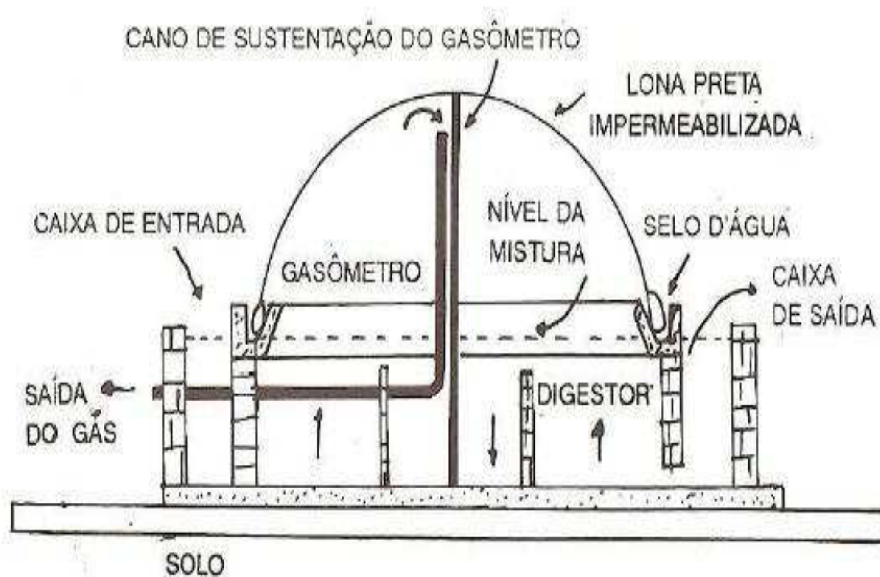


Figura 7: Biodigestor modelo criado pela Marinha Brasileira. Representação em corte.

Fonte: PRATI 2010.

Este modelo de biodigestor, por ser bem diversificado, oferece muitas vantagens, em relação aos outros modelos citados, podendo ser usado para pequenas ou grandes proporções. Possui alvenaria de fácil fabricação por não possuir paredes ou divisórias como observado na figura a baixo:

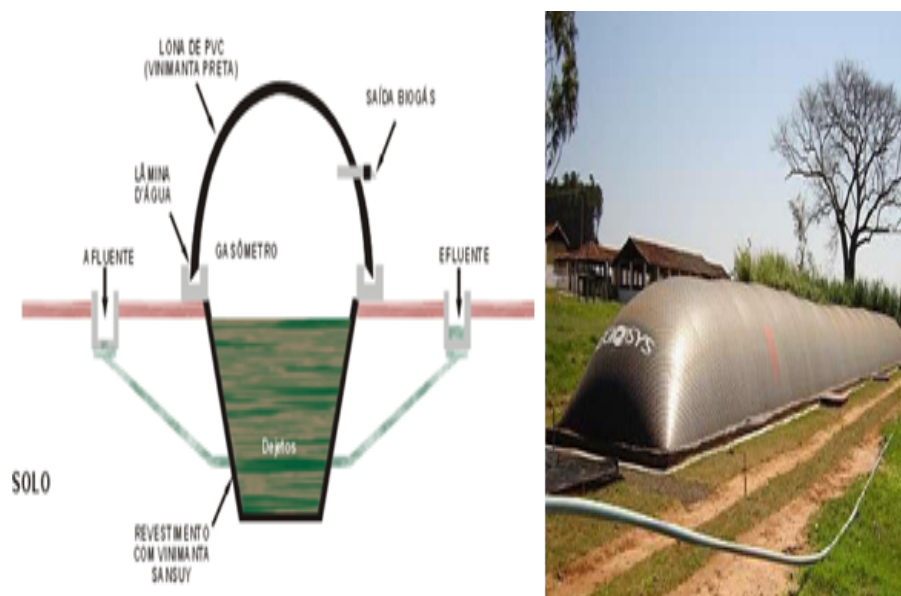


Figura 8: Biodigestor modelo Marinha Brasileira.

Fonte: A-(OLIVEIRA, 2009); B - (TESTON, 2010)

5.1.12 BIOFERTILIZANTES

Segundo (PRATI, 2010), biofertilizante é a denominação dada ao resíduo aquoso de natureza orgânica, que pode ser utilizado na fertilização do solo, que tem origem da fermentação de resíduos vegetais e animais em biodigestores com finalidade de se obter o biogás. Utilizado como recompositor de nutrientes para recuperação de solos cansados, podendo melhorar sua textura, proporcionando o restabelecimento das características físicas e biológicas originais, tornando mais produtivo. (WALKER, 2009).

5.1.13 PRODUÇÃO DE BIOGÁS EM ABATEDOUROS OU FRIGORÍFICOS

O biogás é um gás resultante da fermentação anaeróbia (em ausência de oxigênio livre do ar) da matéria orgânica. Resíduos vegetais e dejetos de animais, como suínos, aves e bovinos de leite, podem ser tratados com sucesso em biodigestores, produzindo biogás e biofertilizante (subproduto do processo). Desta forma, reduzindo o poder poluente que o despejo in natura dos resíduos causa ao meio ambiente. De acordo com dados da EMBRAPA, estima-se que a produção de biogás por animais seja de:

- Aves (2,5 kg) – 0,014 (m^3 /cabeça/dia);
- Suínos (90 kg) – 0,240 (m^3 /cabeça/dia);
- Bovinos (500 kg) – 0,360 (m^3 /cabeça/dia).

Para os vegetais, cada 1 kg de resíduo é capaz de produzir 0,04 m^3 de biogás.

Os principais componentes do biogás são o gás metano (60% a 80% do biogás) e o gás carbônico. Quanto maior o teor de metano, mais puro é o biogás. O gás sulfídrico, também formado no processo de fermentação, é responsável pelo odor pútrido do gás e pode ocasionar corrosão nos componentes do sistema. A proporção dos gases na mistura se modifica de acordo com o manejo aplicado.

O biogás tem inúmeras aplicações, podendo ser usado como fonte de energia para aquecimento e movimentação mecânica nas instalações rurais, diminuindo os custos na propriedade e evitando o descarte impróprio de resíduos. Cada 1 m^3 de biogás equivale a 0,66 litros de diesel ou 0,7 litros de gasolina, possuindo um poder calorífico entre 5.000 a 7.000 kcal/ m^3 de gás. A escolha de um biodigestor adequado é o principal fator para um desenvolvimento e processo apropriados, de modo que haja compatibilidade entre as características da biomassa utilizada e o biodigestor considerado.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 TIPO DE PESQUISA

O presente trabalho foi embasado em pesquisa bibliográfica acerca do tema proposto. Para isso, uma revisão bibliográfica foi realizada fundamentando-se em trabalhos científicos como artigos, teses, dissertações, monografias, livros e pesquisa na internet em sites de órgãos oficiais.

6.2 ÍNDICE DEMOGRÁFICO DA CIDADE DE CARATINGA

A cidade de Caratinga, situada na região leste de Minas, apresentava em 2010 número de habitantes, segundo a contagem populacional, 2007 e Censo Demográfico 2010, estimado de aproximadamente 85 239 habitantes. Ainda de acordo com o IBGE, dados recentes informam que a estimativa atual é de que a população de Caratinga seja 91.342 pessoas. A estimativa segundo o IBGE do índice de habitantes que residem na zona urbana e zona rural (de acordo com o censo demográfico de 2010) está representada no gráfico abaixo:

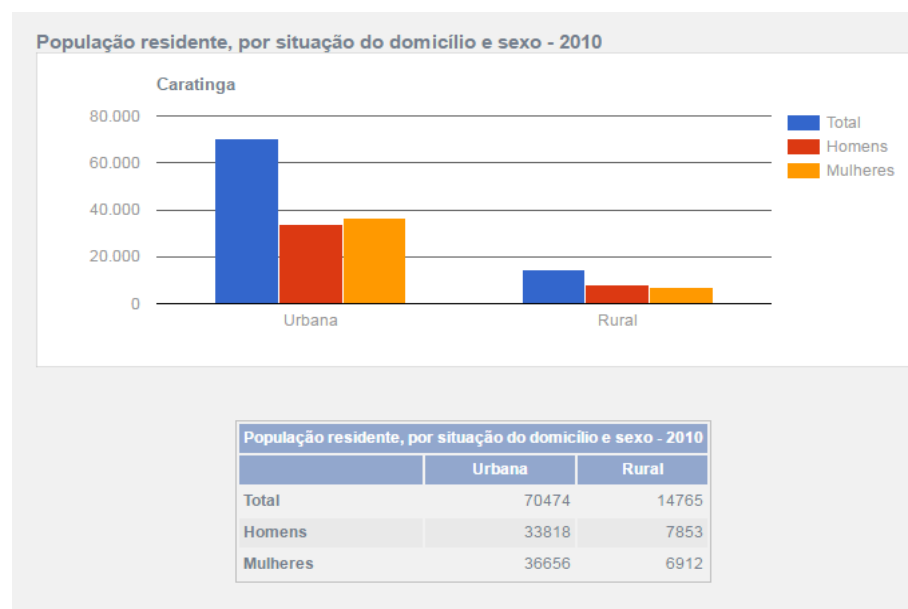


Figura 9: Índice demográfico da população urbana de Caratinga.

Fonte: IBGE 2010)

A escolha deste dado se deu pelo fato de que com ele poderá estimar a demanda de proteína animal na região, estabelecendo o consumo de carne por habitante.

6.3 QUANTIDADE PER CAPITA DE CARNE CONSUMIDA

O Brasil, além de ser uma potência mundial de proteína animal, também possui um dos maiores números de consumo interno desta proteína. Segundo dados do Ministério da Agricultura, a produção brasileira de carnes (bovina, suína e de aves) em 2010, estimada em 24,5 milhões de toneladas, e cerca de 75% dessa produção é consumida internamente no país. Sendo que o consumo de carne anual por pessoa chega a aproximadamente 37,4 kg para carne bovina, 43,9 kg de carne de aves e 14,1 kg para carne suína. (<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>).

6.4 ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE CARNE FRIGORÍFICO PARA ATENDER A DEMANDA NA CIDADE DE CARATINGA

Com base nos dados obtidos, onde se refere ao consumo de carne por habitante, foi possível estimar de maneira empírica, uma média de consumo de proteína que a cidade de Caratinga teria durante um ano.

De acordo com a equação, pode ser estimado um valor que represente a demanda do consumo de carne, estabelecida em um ano:

$$V_{totalconsumo} = N_{habitantes} \times Kg_{carne} \quad (6.1)$$

$$V_{totalconsumo} = 70474_{habitantes} \times 37,4_{kg} \quad (6.2)$$

$$V_{totalconsumo} = 2635727,6_{kg} \quad (6.3)$$

Onde :

$V_{totalconsumo}$ = valor total de carne consumida anualmente;

$N_{habitantes}$ = Número de habitantes da zona urbana de Caratinga;

Kg_{carne} = kg de carne consumida por habitante anualmente.

O cálculo estimado representa o total de proteína bovina consumida anualmente, logo dividindo-se este valor obtido pelo número de meses, estabelecerá uma estimativa do consumo mensal de carne bovina:

$$Vmensual = Vtotalconsumo/Nmesesdoano \quad (6.4)$$

$$Vmensual = 2635727,6kg/12meses \quad (6.5)$$

$$Vmensual = 219643,96kg \quad (6.6)$$

Onde :

V mensal = valor do consumo de carne mensalmente;

Estimativa do consumo anual de carne suína, pela população de cidade:

$$Vtotalconsumo = Nhabitantes \times Kgcarnes \quad (6.7)$$

$$Vtotalconsumo = 70474habitantes \times 14,1kg \quad (6.8)$$

$$Vtotalconsumo = 993683,4kg \quad (6.9)$$

O cálculo estimado representa o total de proteína suína consumida:

$$Vmensual = Vtotalconsumo/Nmesesdoano \quad (6.10)$$

$$Vmensual = 993683,4kg/12meses \quad (6.11)$$

$$Vmensual = 82806,95kg \quad (6.12)$$

6.5 NÚMERO DE ANIMAIS A SEREM ABATIDOS PARA ATENDER A DEMANDA

Estabelecendo um parâmetro entre a densidade demográfica da cidade de Caratinga e o consumo anual e mensal de proteína animal, obteve-se um valor estimado em kg de carne consumido. Este valor em kg será utilizado para estimar um montante de animais a serem abatidos para que atenda a demanda de carne da cidade.

Segundo ROÇA (1989), o processo de abate de animal (bovino), em um frigorífico se dá da seguinte maneira: cada animal tem peso médio de 468 kg, no processo de confinamento cada animal perderá 28 kg, passando para peso bruto igual a 440 kg. Após o abate, restará cerca de 54,5% que é a carcaça quente com 255 kg, sendo que, desta carcaça será aproveitado para consumo como carne de primeira e segunda qualidade somente 177,6 kg. O restante em kg, seriam as partes menos consumidas do animal como miúdos, ossos, barrigadas, sangue, e etc.

Tabela 2: Rendimento de proteína animal.

Proteína animal	Kg bruto	Kg líquido
Bovino	400 kg	177,6 kg
Suíno	90 kg	49,9 kg

Fonte: Adaptado de Roça (1988).

Cada animal estabelece uma quantidade de carne após o abate que é destinado ao consumo, tabela abaixo que representa em kg o rendimento de cada cultura de proteína animal:

Estimado o peso líquido, que renderia cada cultura da proteína animal, pode ser avaliado o número de animais que necessitariam de ser abatidos para que esse frigorífico atendesse a demanda da cidade de Caratinga, e assim, estabelecer um controle de entrada e saída de procedimentos do frigorífico. Desta maneira, sabendo o consumo o número de habitantes, o consumo de proteína animal de cada habitante e o rendimento líquido de cada cultura, pode ser estimado um número de animais a ser abatido. O cálculo abaixo mostra isso:

Estimativa de cabeça de bovinos atenderá a demanda:

$$N_{animais} = V_{totalconsumo} / V_{liquido} \quad (6.13)$$

$$N_{animais} = 2635727,6kg / 177,6kg \quad (6.14)$$

$$N_{animais} = 14840,80animais/ano \quad (6.15)$$

Onde:

$N_{animais}$ = Média do Número de animais (bovinos) atenderá a demanda anual.

Podendo estabelecer a média do consumo mensal que será igual a 1.236,73 animais abatidos/mês, e levando em consideração que o frigorífico em questão estabeleceria um funcionamento constante de cinco dias por semana, totalizando uma média de 20 dias trabalhados/mês, isso daria uma média de 61,83 cabeças bovinas abatidas diariamente.

Relacionando os mesmos cálculos para a cultura suína pode se estabelecer uma média de abates anual, mensal e diário respeitando os respectivos valores de habitantes e de consumo de proteína suína por habitante, o calculo a seguir representa a média anual atenderá a demanda a ser abatida:

Estimativa de cabeça de suínos atenderá a demanda:

$$N_{animais} = V_{totalconsumo} / V_{liquido} \quad (6.16)$$

$$N_{animais} = 993683,4kg / 49,9kg \quad (6.17)$$

$$N_{animais} = 19913,49_{animais/ano} \quad (6.18)$$

Onde:

$N_{animais}$ = Média do número de animais (suínos) atenderá a demanda anual.

Essa será a média anual de cabeças suínas que o frigorífico terá para atender a demanda anual da cidade.

A partir dos dados obtidos pode se estimar o número mensal e diário de animais a serem abatidos, onde a cada mês 1.659,45 animais seriam abatidos, e respectivamente, respeitando cinco dias trabalhados por semana, teria uma média de abate diário de 82,97 animais.

6.5.1 PRODUÇÃO DIÁRIA DE MATERIAL ORGÂNICO

Analisando os dados estabelecidos acima, tendo como base a demanda de consumo de carne para a cidade de Caratinga, foi estimada uma média de animais que será abatido para que o frigorífico atenda essa demanda.

Com base em pesquisas na literatura sabe-se que indústrias de processamento de carnes e derivados animais, tais como frigoríficos ou abatedouros, englobam funções que realizam manejo e armazenamento de produtos e resíduos gerando seus derivados e subprodutos que devem sofrer processamentos específicos, como couro, sangue, ossos, aparas de carne, gorduras, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária. (<http://www.portalresiduossolidos.com/>).

Cada animal abatido gera uma quantidade significativa de resíduo. Resíduos estes que se gerenciados de forma inadequada pode causar transtornos como poluição de lençóis freáticos, se lançados ao meio ambiente de forma incorreta, e além da poluição visual e odorífera, pois sendo resíduos de origem animal, rapidamente entra em estado de decomposição ocasionando mau cheiro.

6.5.2 CONVERSÃO DA BIOMASSA DE FRIGORÍFICOS EM BIOGÁS.

Toda biomassa obtida no manejo de abate e processamento destes resíduos pode ser utilizado na geração do biogás, que é o potencial combustível para geração de energia. De acordo com PACHECO e YAMANAKA (2006), a cerca de cada 400 kg de animais abatido, obtém um montante de 38 kg de rejeitos, como sangue e conteúdos estomacais e intestinais.

O gráfico abaixo exemplifica a quantidade detalhada de resíduos que podem ser obtido no abate de bovinos de grande porte, com aproximadamente 400 kg por cabeça.

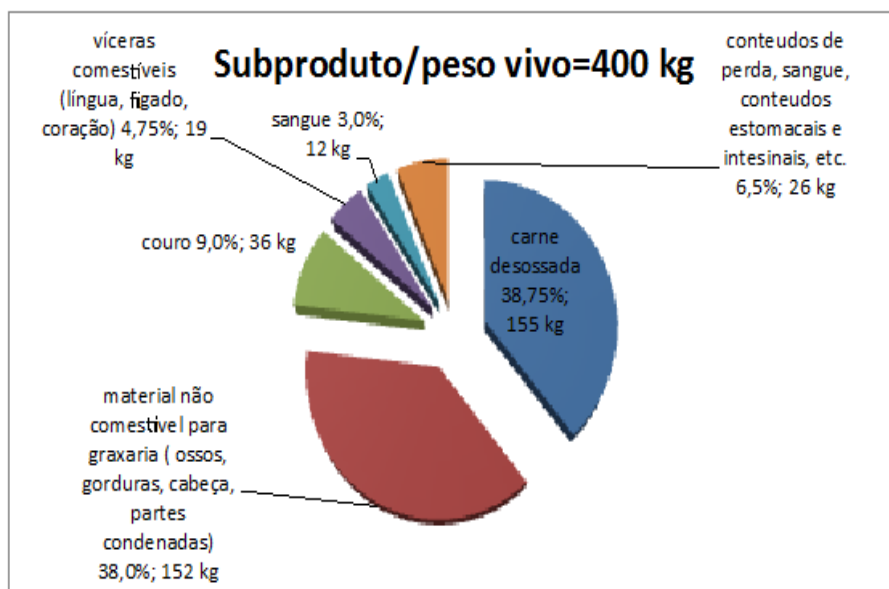


Figura 10: Produto e subproduto do abate de bovino de 400 kg.

Fonte: Adaptado de Pacheco e Yamanaka (2006).

Observando os resultados de FILHO (1981), que se refere a abatedouros/frigoríficos, cada 10 kg de resíduos animais tem o potencial de se obter 0,40 m³ de biogás. Logo, a partir de calculo simples, em comparativo com o gráfico de produção de resíduos em abatedouros, poderá se obter 16 m³ de biogás para cada animal (bovino) abatido.

De maneira semelhante, o montante de resíduos suínos que podem ser obtidos no processo de abate, são mostrados no gráfico a seguir:

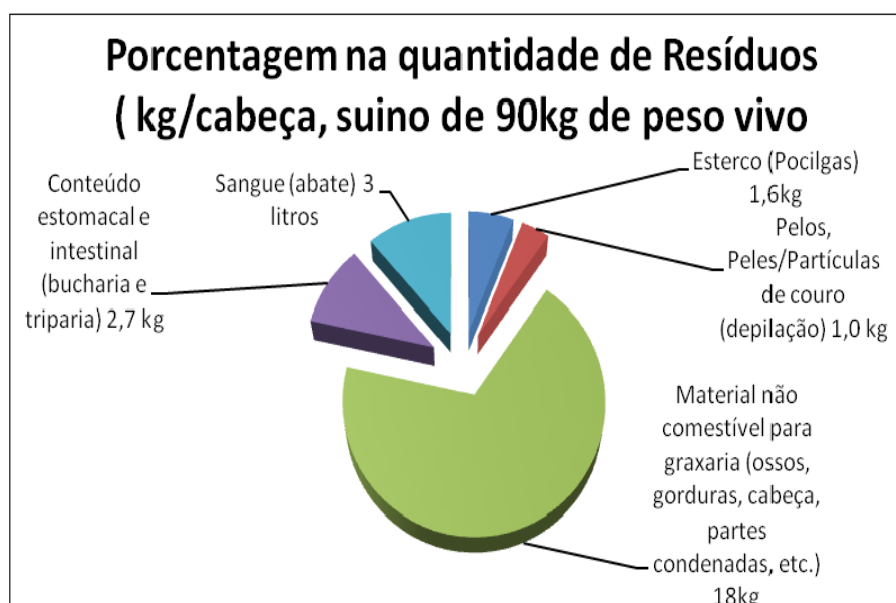


Figura 11: Montante residual no abate de suínos.

Fonte: Portais Resíduos Sólidos. Adaptado.

Estima-se que a produção de resíduos suínos em matadouros, de acordo com o gráfico acima, seja em torno de 20 kg, para cada 90 kg de animais abatidos.

De acordo com os estudos de COLATTO e LANGER (2012), de maneira geral, dejetos suínos têm melhor rendimento em produção de biogás, cerca de $560m^3$, com percentual de gás metano de 50%. Desta forma, a produção de biogás a partir de dejetos suínos é maior em relação aos outros tipos de dejetos. Salienta-se que a produção de CH_4 pode variar dentro das espécies devido a sua alimentação, visto que animais confinados tendem a produzir quantidades maiores de CH_4 .

A tabela a seguir mostra a capacidade de produção de biogás, de acordo com a concentração de metano, por insumos cada espécie animal. Observa-se que a produção de CH_4 varia de acordo com a espécie. Isso acontece devido a alimentação de cada animal.

Tabela 3: Expectativa de produção de biogás por tipo de biomassa

Biomassa utilizada (dejetos)	Produção de Biogás (a partir de material seco em m³/T)	Percentual de gás metano produzido
Bovinos	270	55%
Suínos	560	50%
Equinos	260	Variável
Ovinos	250	50%
Aves	285	Variável

Fonte: Sganzerla, (1983). Adaptado por Colatto e Langer (2012).

Aplicando estes dados, com auxílio da fórmula estabelecida por OLIVEIRA (2005), pode se ter um valor estimado de produção de biogás:

$$V_{biogs} = Q_{dejetos} \times N_{animais} \times F_{converso} \quad (6.19)$$

Onde :

V_{biogs} = Volume de biogás produzido diariamente;

$Q_{dejetos}$ = Quantidade de dejetos produzidos por cabeça abatida, perdas (20 kg/cabeça);

$N_{animais}$ = Número de animais abatidos diariamente;

$F_{converso}$ = Fator de conversão da matéria orgânica em biogás ($0,07m^3/kg$).

Tendo como base a fórmula acima, e os dados citados anteriormente no que diz respeito a quantidade de insumos que é gerado em um frigorífico, foi possível através de calculo simples, chegar a um valor (montante) de biogás gerado diariamente. Aplicando este cálculo ao caso descrito neste trabalho, em um frigorífico hipotético com média diária de 83,68 (bovinos) abatidos, o potencial de médio de produção de biogás seria de $222,58 m^3/dia$.

De acordo com FILHO (1981), o volume total de biogás gerado a partir de 10 kg de dejetos suínos abatidos em frigoríficos é de 2,5 m³ de biogás. No entanto, para cada animal (suíno) de 90 kg abatido, a geração de biogás de aproximadamente 5 m³, resultado de cerca de 20 kg de dejetos gerados. Portanto o frigorífico em questão tendo como número estimado de abate de suínos de 82,97/dia, pode-se então estimar que a geração de biogás de insumos suínos seria de aproximadamente 414,85 m³/dia.

Desta maneira, a quantidade de biogás gerada diariamente no caso do frigorífico hipotético, calculada neste estudo seria de 222,58 m³/dia para dejetos bovinos e 414,85 m³/dia para dejetos suínos. Considerando que o abate ocorreria de segunda à sexta a média semanal de produção de biogás seria de 1.112,9 m³ no caso de dejetos bovinos e 2.074,25 m³ de biogás para dejetos suínos.

6.5.3 ESTIMATIVA DO POTENCIAL ENERGÉTICO OBTIDO

Após os cálculos de produção de biogás, buscou-se obter a quantidade de energia aproximada que pode se obter a partir da biomassa de frigorífico/abatedouros. De acordo OLIVEIRA (2009), um metro cúbico de biogás (1 m³/biogás), equivale a 6,5 KWh de energia elétrica e a eficiência dos sistemas de cogeração varia entre 30 e 38%, ou seja, entre 1,95 e 2,47 KWh. Desta forma, sabendo a quantidade estimada de biogás poderá ser produzido nos biodigestores, pode se chegar a um potencial estimado de energia elétrica a ser gerado com este montante de biogás.

O poder calorífico do Biogás é de cerca de 4,95 a 7,92 kWh/ m³, em função da porcentagem de metano na mistura. De acordo com Santos (2000), 1 m³ de biogás, equivale a 6,5 KWh de energia elétrica. Com a análise dos dados aqui obtidos, foi possível estimar que o montante total de biogás gerado no biodigestor no frigorífico em questão é de aproximadamente 637,43 m³/dia. Seguindo este cálculo, os resíduos (dejetos) gerados apresentam assim, um potencial energético de aproximadamente 4.143,295 KWh de energia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração à busca por alternativas sustentáveis no que diz respeito a geração de energia, bem como a uma destinação aos dejetos orgânicos gerados em abatedouros frigoríficos, o presente trabalho, trás uma abordagem atual, como uma alternativa para empresas do ramo de produção de carnes. Desta forma, auxiliando na compreensão da geração de energia através de insumos frigoríficos como forma de aproveitamento desse material que geralmente é inadequadamente descartado.

Para o presente trabalho realizado, e através de estudos, pode ser observado que o biodigestor de maior eficiência na geração do biogás, através de matéria orgânica de frigoríficos, como neste caso hipotético, é o biodigestor modelo Marinha Brasileira por ter como princípio o sistema contínuo de geração de biogás. Uma característica que o descreve é por apresentar uma maior resistência à corrosão causada pelo gás sulfídrico presente no biogás. Além do mais apresenta um aperfeiçoamento da manta impermeável confeccionada em PVC (Policloreto de Vanila), o que lhe confere menor custo financeiro e uma maior facilidade de instalação, quando comparado aos modelos citados anteriormente. É um modelo de biodigestor bem diversificado, oferece muitas vantagens, em relação aos outros modelos supracitados, podendo ser usado para pequenas ou grandes proporções. Possui alvenaria de fácil fabricação por não possuir paredes ou divisórias.

8 CONCLUSÃO

O biogás produzido pode ser utilizado como fonte primária para fornecer energia para turbinas e motores, os quais acoplados a geradores elétricos podem produzir energia elétrica. A energia elétrica gerada poderá ser usada no local pela empresa, ou ainda em caso de excedente na geração e viabilidade, ser vendida para a concessionária de energia elétrica.

Observando o montante de insumos que poderá ser obtido e levando em consideração o número de animais abatidos nesse frigorífico, conclui-se que o potencial energético alcançado é significativo. Este potencial pode ser útil para a empresa em questão, podendo ela utilizar este potencial energético para diversas atividades, como suprir uma carga interna por exemplo. Outra maneira de utilizar este potencial energético, seria obter créditos de energia transformando esse método de geração de energia elétrica em uma micro-usina conectada a rede da concessionária de energia da região.

E como sugestões para trabalhos futuros a serem realizados embasados neste, pode ser citado o melhor método para a geração de energia, seja ele o dimensionamento de uma usina térmica utilizando a queima do biogás assim dimensionando qual a melhor turbina a vapor a ser utilizada para a geração de energia. Ou aplicação do biogás gerado nos biodigestores diretamente em um motor que utilize combustão a gás para gerar energia, estabelecendo um parâmetro de qual método seria o mais eficiente.

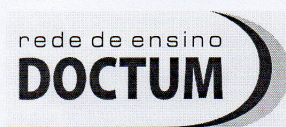
Também pode ser sugerido como um possível trabalho futuro, estabelecer quanto de energia é gasto no abate de um animal e quanto de energia elétrica pode ser obtido através do biogás produzido pelos resíduos que um animal abatido pode alcançar. Assim fazendo uma comparação do gasto de energia com o abate e do potencial de energia pode ser alcançado com os resíduos obtidos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Luciene Nascimento. **Sustentabilidade ambiental como estratégia empresarial na rede walmart.** Faculdade SENAI/CETIQT.
- ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**, 2ª ed. Brasília, 2005.
- ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**, 3ª ed. Brasília, 2008.
- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes.
Disponível em http://www.abiec.com.br/3_rebanho.asp. Acesso em 05 nov. 2016.
- ABNT - ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS (RIO DE JANEIRO, RJ). **NBR ISO 14001: sistemas de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso**. 1996.
- BIRNFELD, Aline. **Estudo sobre as opções tecnológicas em energia renovável para aplicação na região oeste de santa catarina.** TCC MBA em Gestão Estratégica de Negócios. Universidade Do Oeste De Santa Catarina – Unoesc Campus de Videira. 2014.
- BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o Desafio do Desenvolvimento Sustentável.** 2ª edição. 2005.
- BUENO, Miriam Pinheiro. **Gestão da qualidade nos frigoríficos de abate e processamento de frangos no estado de Mato Grosso do Sul.** 2006.
- CARDOSO, Bruno Monteiro. **Uso da Biomassa como Alternativa Energética.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.
- CASTRO, Rui MG. **Introdução à Energia Eólica, Energias Renováveis e Produção Descentralizada.** Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. Portugal, 2008.
- CERVI, Ricardo G. Et al. **Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica.** Engenharia Agrícola, p. 831-844, 2010.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. **Alternativas Energéticas: uma visão CEMIG.** Belo Horizonte: CEMIG, 2012.
- DOTTO, Rodrigo Bragança; WOLFF, Delmira Beatriz. **Biodigestão e produção de biogás utilizando dejetos bovinos.** Disciplinarum Scientiarum Naturais e Tecnológicas, v. 13, n. 1, p. 13-26, 2012.
- DUARTE, Glauce Warmeling. Et al. **Estudo da viabilidade econômica de geração de energia elétrica a partir de biogás proveniente de dejetos de suínos de uma propriedade rural em forquilha/sc.** Revista Ciência e Cidadania, v. 1, n. 1, 2015.

- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco Energético Nacional-Relatório Síntese ano base 2014.** 2015.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco energético nacional.**Rio de Janeiro, 2008.
- FEARNSIDE, Philip M. **Hidrelétricas como "fábricas de metano": o papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa.**Oecologia Brasiliensis, v. 12, n. 1, p. 11, 2008.
- FEISTEL, Janaina Costa. **Tratamento e destinação de resíduos e efluentes de matadouros e abatedouros.**Goiânia: UFG, 2011.
- FERNANDES, Dangelia Maria. **Biomassa e Biogás da Suinocultura. Tese de Doutorado do programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura.**UNIOESTE, Cascavel. 2012.
- GENOVESE, Alex Leão. Et al. **Aspectos energéticos da biomassa como recurso no Brasil e no mundo.**Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural, 2006.
- GLEYSOON B. Machado-PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS-Disponível em <http://www.portalresiduossolidos.com/planos-de-gerenciamento-de-residuos-solidos-para-matadouros-frigorificos/>.Acesso em 16 de outubro de 2016.
- LAVEZZO, César Augusto Lotti. **FONTES DE ENERGIA.**UNIFLA. 2016.
- MORAIS, Luciano Cardoso de. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e tendências futuras.**Dissertação de Metrado. UNESP, Botucatu. 2015.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AVISO, v. 18, p. 05, 2012. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em 28 de novembro de 2016.
- OLIVEIRA, Rafael Deleo. Et al. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono.**2009.
- PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis: breves conceitos.**Conjuntura e Planejamento, v. 149, p. 4-11, 2006.
- PACHECO, José Wagner. **Guia técnico ambiental de frigoríficos-industrialização de carnes (bovina e suína).**São Paulo: CETESB, 2006.
- Panorama Comercio. Crescimento da Matriz energética brasileira entre 2008 e 2015. Disponível em <http://www.panoramacomerc.com.br/?p=2400>. Acesso em 29 de outubro de 2016.
- TOLMASQUIM, Mauricio.**Plano Nacional de energia 2030.**Conselho Nacional de Política Energetica-CNPE, Brasília, Brazil, accessed, v. 1, n. 10, 2007.
- PINTO, Cayo César Lopes Pisa.**Usinas Termelétricas.** Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo. Vitória, 2008.

- Pork World. Produção de suínos bate recorde. Disponível em <http://www.porkworld.com.br/noticia/producao-de-suinos-bate-recorde>. Acesso em 18 de outubro de 2016.
- PRATI, Lisandro. **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores**. Monografia de conclusão do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- Resenha Energética Brasileira. Resultados de 2014. Ministério de Minas e Energia. Edição de junho de 2015. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/>.
- SILVA, Nivaldo Pereira; FRANCISCO, Antonio Carlos. **Geração de energia elétrica a partir de dejetos suínos: um estudo de caso em uma propriedade rural na Região Oeste do Estado do Paraná**. Nucleus, v. 7, n. 2, 2010.
- SUNADA, S. N. **Efluente de abatedouro avícola: processos de biodigestão anaeróbia e compostagem**. 2011.
- TESTON, Daniela Cristiane. **Produção de energia a partir de esterco bovino como solução ambiental para impactos gerados por sistemas intensivos de produção animal**. Monografia do Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios do Setor Energético. Universidade de São Paulo, 2010.
- TOLMASQUIM, Maurício Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Coord. EPE: Rio de Janeiro, 2016.
- WALKER, Eliana. **Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais**. Tese de Doutorado. Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. 2009.
- ZACHOW, Charlan Ricardo. **Biogás**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI, Panambi, 2000.
- ZILOTTI, Hécio Alexandre Rodrigues. **Potencial de produção de biogás em uma estação de tratamento de esgoto de Cascavel para a geração de energia elétrica**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2012.
- Farias, L. M., e Sellitto, M. A. **Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras**. Revista Liberato, 12(17), 07. 2011.
- de Oliveira, L. D. **Os Limites do Crescimento 40 Anos Depois: Das Profecias do Apocalipse Ambiental ao Futuro Comum Ecologicamente Sustentável**. Revista Continentes, 1(1), 72-96. 2013.



**Instituto Doctum de Educação e Tecnologia
Instituto Tecnológico de Caratinga
Curso de Engenharia Elétrica**

Rua João Pinheiro, 168 – Centro – Caratinga/MG Cep: 35300-037
Credenciado Portaria nº 3.977 de 16/12/2004
Reconhecido portaria nº 826 de 14/04/2011

Caratinga, 22 de Setembro de 2016

Senhor (a);

Por meio desta apresentamos o (a) acadêmico (a) **GENICIO MALTA DE FREITAS JUNIOR**, do 10º semestre do Curso de Engenharia Elétrica, devidamente matriculado (a) nesta Instituição de ensino, que está realizando a pesquisa intitulada “**VIABILIDADE FINANCEIRA DE IMPLANTAÇÃO DE UM GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA BIOMASSA EM UM FRIGORÍFICO NA CIDADE DE CARATINGA**”. O objetivo do estudo é verificar a viabilidade técnica da utilização da biomassa obtida nos rejeitos frigoríficos para aproveitamento como combustível à ser utilizado na geração de energia elétrica.

Na oportunidade, solicitamos autorização para que realize a pesquisa através da coleta de dados (questionário/entrevista/observação).

Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes e segredos inerentes ao processo produtivo da empresa.

Uma das metas para a realização deste estudo é o comprometimento do pesquisador (a) em possibilitar, aos participantes, um retorno dos resultados da pesquisa. Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados e suas respectivas conclusões, em forma de pesquisa, preservando sigilo e ética, conforme termo de consentimento livre que será assinado pelo participante. Esclarecemos que tal autorização é uma pré-condição.

Agradecemos vossa compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento deste (a) futuro (a) profissional e da iniciação à pesquisa científica em nossa região. Em caso de dúvida você pode procurar a coordenação do curso pelo telefone: (33) 3322-6217 ou pelo e-mail: joildo.fernandes@doctum.edu.br

Atenciosamente,

Prof. Joildo Fernandes C. Júnior
Coordenador Engenharia Elétrica
Rede de Ensino Doctum
Campus Caratinga