

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENERGIA DA BIOMASSA

KENNEDY LUIZ SOUZA DO NASCIMENTO

**POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA E VIABILIDADE TÉCNICA E  
ECONÔMICA DA ADOÇÃO DE BIODIGESTOR NO SETOR HOSPITALAR**

Rio Largo  
2016

**KENNEDY LUIZ SOUZA DO NASCIMENTO**

**POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA E VIABILIDADE TÉCNICA E  
ECONÔMICA DA ADOÇÃO DE BIODIGESTOR NO SETOR HOSPITALAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Biomassa da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Energia da Biomassa.

Orientador: Prof. Dr. Stoécio Malta  
Ferreira Maia

Co-orientador: Prof. Dr. Elton Lima Santos

Rio Largo  
2016

## Folha de Aprovação

KENNEDY LUIZ SOUZA DO NASCIMENTO

### POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA E VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA ADOÇÃO DE BIODIGESTOR NO SETOR HOSPITALAR

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Biomassa da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Energia da Biomassa.

---

Prof. Dr. Stoécio Malta Ferreira, IFAL (Orientador)

#### Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Renan de Souza Cantalice, UFAL (Examinador externo)

---

Prof. Dr. André Leite Rocha, IFAL (Examinador externo)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sarah Jacqueline Cavalcanti da Silva, UFAL (Examinadora externa)

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Stoécio Malta Ferreira Maia e Co-orientador: Prof. Dr. Elton Lima Santos, pelos ensinamentos, conselhos, ideias, sugestões, e por, sobretudo, ser um exemplo de profissional a ser seguido.

À minha família, pelo amor e confiança, e por, especialmente, me ensinarem a confiar em Deus e crer que Ele sempre nos reserva o melhor. Vocês são o motivo para tudo.

À minha esposa Ana Dalva da Silva Nascimento, pelo apoio incondicional e por estar comigo em todas as horas. Amo você.

Aos amigos e colegas, por dividirem comigo as alegrias e angústias de uma das fases mais importantes da minha vida. Em especial, aos demais amigos queridos.

Ao Hospital Geral do Estado de Alagoas – HGE, pela abertura do hospital para a realização do trabalho, e principalmente, ao Dr. André Falcão Pedrosa Costa, ao Ex. Secretário de Saúde, Dr. Jorge Villas Boas, à Dra. Telma Pinheiro, diretora do Laboratório Central de Alagoas (LACEN) e ao Eng. Eletricista Lucio Fabio de Vasconcelos, pelo esclarecimento das dúvidas e presteza nas solicitações referentes ao trabalho.

Ao Engenheiro civil Raul Cota, Assistente operacional Roberto Luiz e Auxiliar Administrativo Luiz Henrique Milones, da empresa SOLUPEL AMBIENTAL, pelas informações e apoio, fundamentais para este trabalho.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização deste trabalho.

Certamente, estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que merecem meu agradecimento. Portanto, peço desculpas àquelas que não estão presentes em palavras, mas que fazem parte do meu pensamento e gratidão.

“[...] a humildade é a única base sólida de todas as virtudes. Sonhar com o impossível é o primeiro passo para torná-lo possível. A essência do conhecimento consiste em aplicá-lo, uma vez possuído. A nossa maior glória não reside no fato de nunca cairmos, mas sim em levantarmo-nos sempre depois de cada queda.”

(Confúcio)

## RESUMO

A construção de hospitais se transformou e evoluiu sensivelmente nas últimas décadas, sendo visto como um processo industrializado, com aumento em escala, o que gera grandes quantidades de resíduos, causando grandes problemas ambientais. Dentro deste contexto, faz-se necessária uma nova disposição para os resíduos produzidos (biomassa) e sua reutilização. Seguindo técnicas apropriadas, surge como opção o uso do biodigestor, o qual permite que os resíduos hospitalares sejam tratados podendo gerar energia elétrica e/ou gás natural através do biogás e, ainda, possibilitam o emprego do efluente residual como fertilizante de solo. O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial de geração de energia e a viabilidade econômica e ambiental da adoção de um biodigestor no Hospital Geral do Estado de Alagoas (HGE). Para tal realizou-se um levantamento da biomassa residual produzida no HGE, do consumo, dos custos e da oscilação da potência elétrica e utilizou-se equações para a obtenção dos valores de produção energética, a viabilidade econômica e ambiental. Os resultados obtidos mostraram que o hospital gera 20.914,40 Kg/ano<sup>-1</sup> de resíduos alimentares, com o potencial de geração de 840 m<sup>3</sup>/ano<sup>-1</sup> de biogás, uma produção de energia elétrica de 5.352 kWh/ano<sup>-1</sup>. Isso resulta em um custo do equipamento que foi de R\$ 80.598,00. Do ponto de vista econômico, a adoção do biodigestor no HGE não se mostrou viável, visto que a energia elétrica gerada por estes sistema apresentaria o custo de R\$/KWh 1,45, enquanto que o valor pago a Eletrobrás é de R\$/KWh 0,24. Haveria, no entanto, um benefício ambiental já seria possível evitar as emissões de 35,8 t CO<sub>2</sub>/ano.

**Palavras-chave:** biogás, energia elétrica, hospital.

## ABSTRACT

The construction of hospitals have been transformed and evolved significantly in recent decades, being seen as an industrial process, with an increase in scale, which generates large amounts of waste causing major environmental problems. Therefore, a new form of disposal is necessary for the wastes produced (biomass) and reuse. Biodigesters have appeared as an option following appropriate techniques, where the treatment and final disposal of hospital wastes generate electricity and natural gas through the biogas, and also makes the use of the residual effluent available as soil fertilizer. This study, it is technical paper and aimed to evaluate the potential for power generation and the economic and environmental feasibility of adopting a biodigester at the General hospital in the state of Alagoas (HGE). We carried out a survey of residual biomass produced in HGE, consumption, costs and the fluctuation of the electric power and used equations to obtain the energy production values, economic and environmental viability. The results showed that the hospital generates 20,914.40 kg/year<sup>-1</sup> of food waste a year, with the potential to generate 840 m<sup>3</sup>/year biogas, an electric power production 5.352 kWh/year. This results in a cost of the equipment was R \$ 80,598.00. From an economic point of view, the adoption of biodigester in HGE was not feasible, since the electricity generated by this system would have the cost of R\$/KWh 1.45, while the amount paid for Eletrobrás is R\$/KWh 0.24. There would be, however, an environmental benefit, since would be possible to avoid emissions of CO<sub>2</sub> 35.8 t / year.

**Keywords:** *biogas, electricity, hospital.*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Hospital Geral do Estado Professor Osvaldo Brandão Vilela (HGE) em Alagoas .....	24
<b>Figura 2</b> - a) Analisador na unidade consumidora (UC) de chaveamento automático em fases e de tensão alimentada de 380 v, equipamentos de medição da agencia distribuidora ELETROBRAS. b) Equipamento utilizado no estudo (modelo MINIPA®). .....	26
<b>Figura 3</b> - Modelo de Biodigestor indiano .....	28
<b>Figura 4</b> - Valores médios diários da quantidade de refeições servidas e da biomassa residual orgânica (em kg), gerada no HGE entre os meses de agosto a outubro de 2014.....	35
<b>Figura 5</b> - Valor total da biomassa de resíduos orgânicos gerados no HGE nos meses de agosto, setembro e outubro de 2014 (em kg). .....	37
<b>Figura 6</b> - Projeto básico do Biogestor.....	40
<b>Figura 7</b> - Desenho de biodigestor modelo Indiano proposto ao HGE.....	41



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de eletricidade e valores pagos no período de junho de 2013 a maio de 2014 no Hospital Geral do Estado de Alagoas.....	32
Tabela 2 - Levantamento do consumo das tensões e potências do centro cirúrgico, UTI e setor de cardiologia do HGE.....	34
Tabela 3 - Equivalência energética de 1 m <sup>3</sup> de biogás em relação a outras fontes de energia.....	39
Tabela 4 - Levantamento dos materiais para fabricação do biodigestor no Hospital Geral do Estado de Alagoas. ....	42
Tabela 5 - Depreciação dos bens.....	43
Tabela 6 - Manutenção do conjunto motor-gerador. ....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis  
ATM – Pressão Atmosférica  
BEN – Balanço Energético Nacional  
BRASENERGY – Serviços Eletricidade e Energia  
C.C. – Centro Cirúrgico  
CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica  
CH<sub>4</sub> – Gás Metano  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono  
DOC – Documento  
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral  
ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S/A  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
GD – Geração Distribuída  
GEE – Gases do Efeito Estufa  
GLP – Gás Liquefeito de Petróleo  
H<sub>2</sub> – Gás Hidrogênio  
H<sub>2</sub>S – Gás Sulfídrico  
HEHA–Hospital Hélvio Auto  
HGE – Hospital Geral do Estado  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPCC – Internacional Painel On Climate Change  
KG – Quilograma  
KJ – Quilo joule  
KW – Kilowatts  
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
m<sup>3</sup> – Metros cúbico  
MINIPA – Instrumento de Medição com Qualidades Rastreável  
MW – Megawatts

N<sub>2</sub> – Gás Nitrogênio  
O<sub>2</sub> – Gás Oxigênio  
°C – Grau Celsius  
OIE – Oferta Interna de Energia  
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico  
PCI – Poder Calorífico inferior  
PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos  
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico  
PPGRHS – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento  
REB – Resenha Energética Brasileira  
SESAU – Secretaria Estadual de Saúde  
U.C. – Unidade Consumidora  
U.E. – Unidade de Emergência  
UFAL – Universidade Federal de Alagoas  
UTI – Unidade de Terapia Intensiva  
W – Watts

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1. ENERGIA DE BIOMASSA.....	17
3.2. USO DE RESÍDUOS PARA GERAÇÃO DE BIOGÁS .....	18
3.3. BIODIGESTOR .....	21
3.4. EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> .....	22
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2. ETAPAS DO ESTUDO.....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
5.1. Consumo de energia elétrica do HGE .....	31
5.2. Avaliação das cargas elétricas nos setores centro cirúrgico, UTI e cardiologia do HGE.....	33
5.3. Biomassa produzida no hospital.....	35
5.4. Potencial de geração de biogás e energia.....	38
5.5. Dimensionamento do biodigestor .....	39
5.6. Avaliação da viabilidade técnica e econômica.....	41
5.7. Emissões evitadas de gases dos efeitos estufa – GEE .....	45
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>55</b>
Apêndice A - Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.....	56
Apêndice B - Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de outubro de 2014 .....	66
Apêndice C - Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de agosto de 2014.....	68
Apêndice D - Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de setembro de 2014. ....	70
Apêndice E - Caixa compactadora da empresa terceirizada .....	71
Apêndice F - Centro de Tratamento de Resíduos – CTR.....	72
Apêndice G - Resíduos alimentares de acompanhantes e funcionários do HGE. ....	73

## 1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da população nos grandes centros urbanos faz com que haja cada vez mais uma maior exigência ao nível de conforto e tecnologia, e isto vem fazendo com que o consumo de combustíveis fósseis, aumente consideravelmente ao longo dos anos (MOURA et al., 2013). Deste modo, a busca por novas fontes de energias renováveis, limpas, acessíveis e de baixo custo, vem sendo alvo de muitos investimentos, tornando-se, assim, uma alternativa indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto a produção de biogás a partir dos resíduos de alimentos é vista como uma alternativa viável, pois tem a capacidade de transformar um material inutilizado e incômodo, em uma fonte de energia renovável e limpa (SILVA, et al., 2012).

Transformar resíduos em energia não é novidade no mundo desenvolvido. Nos países europeus, nos Estados Unidos e no Japão, essa técnica já está em prática desde a década de 80. No Brasil 209 mil toneladas de resíduos são produzidas por dia, de acordo com o levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), dos quais 60% são destinados de forma totalmente inadequada nos lixões e o restante vai para aterros sanitários. Os lixões e aterros existentes já estão, em sua maioria, saturados, e segundo Bueno (2008), a maioria dos problemas causados pelo lixo seria resolvida com sua conversão em energia.

A preocupação ambiental dos órgãos públicos e instituições privadas deve ser constante, uma vez que há muito que se avançar sobre o uso racional dos resíduos produzidos, principalmente se compararmos o Brasil aos países ditos desenvolvidos.

Dentre as principais alternativas que vêm alcançando sucesso relevante no aproveitamento energético do lixo, está o processo da fermentação anaeróbica, que é realizada por microrganismos gerando metano como produto metabólico (FERREIRA et al., 2011), entretanto a incineração controlada, ainda vem sendo utilizada por grande parte de empresas e indústrias.

A realidade dos hospitais, quanto ao gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais, tem sido um assunto amplamente questionado por entidades ambientais e pesquisadores, principalmente devido as importantes consequências e dificuldades

existentes quanto ao sistema de tratamento de resíduos gerados que deveria ser utilizado e também pela falta de conhecimento (PFITSCHER et al., 2007).

Segundo Tachizawa (2004) a responsabilidade e a exigência da sociedade com questões ambientais e de cunho social, faz com que as empresas procurem fornecedores que atendam a seus requisitos éticos e que também os insumos produtivos sejam em conformidade com requisitos ambientais. Essas mudanças e transformações quanto à gestão ambiental e social vem ocorrendo também na administração de hospitais e institutos públicos e privados de saúde e bem estar.

É notório que o aumento da quantidade de pacientes nas clínicas de saúde e hospitais, associadas às deficiências de estruturas organizacionais fizeram surgir à necessidade da criação de processos e organizações capazes de reciclar e tratar os resíduos hospitalares (PFITSCHER et al., 2006).

No município de Maceió existem 34 unidades de saúde municipalizadas, sendo uma unidade de emergência, quatro hospitais públicos e trinta e três hospitais particulares, gerando, diariamente, cerca de 5,0 t de resíduos (RIBEIRO et al., 2010). Entretanto o HGE é o maior Hospital público de Alagoas, pois, funcionando 24 horas atende a população dos mais diversos municípios alagoanos. Desta forma, a utilização do descarte orgânico em um sistema de conversão energética, promovendo o aproveitamento da matéria gerada dentro de hospital para a produção de gás combustível é de extrema relevância, principalmente para o HGE.

Os estabelecimentos de saúde podem minimizar a geração de resíduos e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) por meio da utilização de biodigestores, compostagem, comprando produtos reutilizáveis ao invés de descartáveis e produtos reciclados, como também minimizando o transporte de resíduos. Uma vez que os resíduos oriundos dos estabelecimentos de saúde, se devidamente gerenciados, não deveriam causar nenhum impacto à saúde humana nem ao meio ambiente, fato que devido ao mal gerenciamento desses resíduos problemas podem ser causados (ZANON, 1990).

A gestão dos resíduos em um Hospital é complexa, e seu êxito depende em grande medida, da mudança de hábitos das pessoas que utilizam e trabalham no hospital. Na maioria dos hospitais de grande porte do ocidente os padrões operacionais requerem um consumo de energia significativa para aquecimento de água, controles de temperatura e umidade do ar em ambiente interno, iluminação, ventilação e numerosos processos clínicos, implicando grandes custos financeiros e

emissões de gases de efeito estufa, Rede Global de Hospitais Verdes e Saudáveis - RGHVS (2015), os estabelecimentos de saúde também podem reduzir progressiva e significativamente as suas emissões de gases de efeito estufa e seus custos energéticos utilizando formas alternativas de energia limpa e renovável tais como o da biomassa orgânica produzida no próprio hospital.

Entende-se também que a avaliação de aspectos técnicos e econômicos da implantação e operação de biodigestores na produção de biogás, pode contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento local de forma sustentável, bem como apoiar a tomada de decisão quanto à implementação dessas tecnologias para o segmento da geração de energia em pequenas escalas nos hospitais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de geração de energia e a viabilidade, econômica e ambiental da adoção de um biodigestor no Hospital Geral do Estado de Alagoas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de aproveitamento dos resíduos alimentares do setor de nutrição do HGE.
- Quantificar o potencial total de geração energia elétrica e de biogás no Hospital Geral do Estado de Alagoas por meio da implantação de um biodigestor.
- Estimar as emissões evitadas de GEE com a adoção de um biodigestor no HGE.



### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. ENERGIA DE BIOMASSA**

Estima-se a existe aproximadamente 2,0 trilhões de toneladas de biomassa no globo terrestre, ou seja, cerca de 400 toneladas per capita, o que, corresponde a oito vezes o consumo de energia primária no mundo (COLDEBELLA, 2006).

Segundo Pacheco (2006), pode-se definir biomassa como “a energia química produzida pelas plantas na forma de hidratos de carbono através da fotossíntese”. Deste modo, são biomassa produtos animais, plantas e os derivados como dejetos e matéria morta. A utilização da biomassa como combustível pode ser realizada na sua forma bruta ou através de seus subprodutos tais como: madeira, produtos e resíduos agrícolas, resíduos florestais, excrementos animais, carvão vegetal, álcool, óleos animais, óleos vegetais, gás pobre, biogás.

Devido a sua forma de obtenção, a biomassa é classificada como uma fonte de energia renovável, ou seja, inesgotável. Embora sua eficiência seja baixa, a utilização da biomassa pode ser feita a partir do aproveitamento dos resíduos orgânicos provenientes, principalmente, de atividades agrícolas. Essa atividade tem adquirido destaque hoje em dia, principalmente na utilização do bagaço da cana-de-açúcar para a produção de energia elétrica e de biocombustíveis, tais como o etanol. O aproveitamento de resíduos como esses são interessantes, pois transforma o que era considerado como lixo em fonte de riqueza e energia.

Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos ambientais, tem se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão eficientes, como a biodigestão. Em longo prazo, a exaustão de fontes não renováveis e as pressões de ambientalistas vêm intensificando o aproveitamento energético da biomassa. A produção de biocombustíveis, por exemplo, além de ser proveniente de uma fonte renovável, acaba por poluir menos, pois a quantidade de gás carbônico gerada na combustão é recapturada na plantação da cana, (CEMIG, 2012).

O Brasil tem capacidade para liderar o mercado de energia renovável no mundo, isso porque o país tem matéria-prima de sobra para fabricar biocombustíveis. A geração de energia elétrica a partir da biomassa vem sendo aplicada principalmente em sistemas de cogeração e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas (VIEIRA, 2012).

Segundo Vieira (2012) a biomassa adquiriu grande projeção nos últimos dez anos e isso se deve a três fatores: o avanço da tecnologia relativa à conversão da biomassa, a produção de excedentes de alimentos pelo setor agrícola (implicando o aumento de rejeitos) e a mudança climática, com níveis elevados de emissões de gases com efeito de estufa, como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e o metano ( $\text{CH}_4$ ).

Lora e Andrade (2004) apontam que tanto em escala mundial como no Brasil, o potencial energético da biomassa é enorme, podendo se tornar uma das soluções para o fornecimento de eletricidade em hospitais, incentivando o desenvolvimento de atividades extrativistas sustentáveis que contribuam para o desenvolvimento.

Pereira (2011) relata que a biomassa é decomposta sob a ação de bactérias metanogênicas (produtoras de metano) produz biogás em maior ou menor quantidade, em virtude de diversos fatores: temperatura, pH, presença ou não de oxigênio, nível de umidade, quantidade de bactérias em relação ao volume de biomassa, entre outros. É verídico e comprovado por inúmeros casos, que a energia produzida a partir do biogás, configura-se como uma das fontes disponíveis mais adequadas e facilmente disponibilizadas para a utilização no meio hospitalar e não apenas como fonte de calor em dias frios ou para o preparo de comidas, mas também como alimentação energética de caldeiras e instrumentos movidos a vapor.

Além disso, a produção de biomassa com fins energéticos dentro do hospital se traduz na fonte de energia que pode ser obtida com o menor impacto ambiental entre as demais.

### **3.2. USO DE RESÍDUOS PARA GERAÇÃO DE BIOGÁS**

Conforme Hosseini (2014), o biogás é uma mistura de gases, oriunda da digestão anaeróbia de matéria orgânica, constituído por  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  e pequena quantidade de outros gases como nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), gás amônia ( $\text{NH}_3$ ), gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ), gás oxigênio ( $\text{O}_2$ ), vapor de água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e, ocasionalmente, siloxanos.

Andreoli, Ferreira e Chernicharo (2003) informam que o  $\text{CH}_4$  é o gás de maior concentração no biogás e quanto maior o seu teor maior será seu poder calorífico. Este composto contribui para o efeito estufa mais intensamente que o  $\text{CO}_2$  e sua queima para geração de energia reduz seu impacto ambiental. Contudo a utilização de biogás como fonte de energia acaba se tornando uma vantagem, uma vez que

este é um gás combustível produzido basicamente de forma natural (mangues e pântanos) e por degradação de matéria orgânica.

Segundo a ANEEL (2008), “qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica é classificada como biomassa”. Pode ser de origem florestal (principalmente madeira), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, etc.) e urbano/industrial (resíduos sólidos ou líquidos).

Nesse sentido, a biomassa é uma das fontes de energia com maior potencial de crescimento nos próximos anos. Entre as fontes renováveis de energia, ela é considerada uma ótima alternativa para a diversificação matriz energética, pois de acordo com a rota de conversão, podem ser obtidos combustíveis líquidos, combustíveis gasosos, calor e eletricidade (IEA, 2007).

As tecnologias de recuperação energética incluem tratamentos térmicos como a incineração, pirólise, criogenia e gasificação, além de processos não térmicos como hidrólise, a fermentação e a digestão anaeróbia, para a produção de biogás em biodigestores ou em aterros sanitários. Tecnologias inovadoras promovem melhorias na recuperação de materiais e na eficiência da recuperação energética, além de contribuírem para o aumento da vida útil dos aterros sanitários. Para tanto, é necessário o conhecimento da composição e das propriedades dos resíduos, para que possa ser selecionada a melhor alternativa de recuperação energética para o caso em questão.

A forma natural do biogás é conseguida pela ação de micro-organismos bacteriológicos sobre o acúmulo de materiais orgânicos (Biomassa) como lixo doméstico, resíduos industriais vegetais, esterco de animais, entre outros. E a forma artificial é dada pelo uso de um reator químico-biológico, normalmente conhecido como Biodigestor ou Reator Anaeróbico (NOGUEIRA, 1986). A variação da composição de cada gás, que compõe o biogás, é dependendo diretamente do substrato a ser digerida ou do tipo de biodigestor a ser utilizado (ORRICO JÚNIOR, 2010).

Para a produção do biogás não há necessidade de uma grande extensão de área, assim, ela pode ser destinada para outros fins como a produção de alimentos, o que não é possível, por exemplo, na produção de álcool a partir da cana-de-açúcar. O gás produzido pela digestão anaeróbia é renovável, abundante e pode ser obtido de diversas fontes, uma vez que os processos de biodigestão são

provenientes da biomassa (FLORES, 2014). Através da digestão anaeróbia o principal gás obtido é o metano que pode constituir até 70% do biogás.

O gás metano é incolor, apresenta elevado poder calorífico (5000 – 7000 kcal·m<sup>-3</sup>), altamente combustível, não produz fuligem, e o impacto de efeito estufa é 21 vezes maior do que o dióxido de carbono. A quantidade de metano obtido varia de acordo com a quantidade, o tipo de biomassa, clima, e dimensão do biodigestor.

Desde 1970, com a crise energética do petróleo, a produção de energia através da utilização de biomassa ganhou destaque no Brasil. O meio rural através do aproveitamento de resíduos é o principal responsável pela produção de biogás no país. A queima do metano presente no biogás reduz o impacto do efeito estufa e o transforma em algo de valor econômico. O Brasil possui nove usinas de biogás par a produção de energia distribuída nos estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais (CEMIG, 2012). O Programa de Incentivo às Fontes de Energia no Brasil (PROINFA) objetiva aumentar a participação de energias renováveis para geração de eletricidade com a colaboração de produtores independentes. Assim, novas oportunidades para implantação de sistemas de geração de energia elétrica utilizando biogás como fonte primária de energia pode ser implantada para reduzir a participação na matriz energética do país de combustíveis fósseis e da água.

De acordo com Gomes (2011) no hospital escola Hélio Auto (HEHA) de Maceió, a produção diária média de RSS foi de 160, 5 ± 14, 4 Kg, os resíduos comuns apresentaram o maior percentual, variando de 83,2 a 87,5%, sendo a produção diária média de 136, 9 ± 11, 0 Kg. Os resíduos comuns eram compostos por papéis sanitários, papéis em geral, papelão, plásticos, restos e embalagens de alimentos descartados por visitantes e/ou acompanhantes, copos descartáveis, resíduos orgânicos do setor de Nutrição e Dietética, dentre outros.

O biogás também pode ser utilizado a partir de uma mistura gasosa de dióxido de carbono com gás metano que são produzidos em aterros sanitários na decomposição do lixo. Também podendo substituir produtos gasosos derivados do petróleo tais como o gás de cozinha (GLP) e o gás natural (MARTINS e OLIVEIRA 2011).

A produção de biogás é uma realidade atrativa e viável, pois no mundo existem grandes quantidades de biomassa com possibilidade de serem tratadas no processo anaeróbico, além de se tratar de uma geração de energia renovável, fornece subprodutos para a produção de biodiesel (KONRAD et al., 2010).

De todas as fontes de energia renováveis o biogás apresenta vários fatores favoráveis para o meio ambiente, pois contribui diretamente com a redução dos gases causadores do efeito estufa contribuindo também com a redução significativa da poluição.

A produção do gás tem sua velocidade ótima com pHs entre 7 e 8, e temperatura ao redor de 35 °C. Em pHs menores que 7, a geração do gás é paralisada, e em temperaturas abaixo de 15 °C a produção é muito pequena. A velocidade da atividade microbiana também é retardada caso a concentração de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, fatores de crescimento, micronutrientes) seja insuficiente. O poder calorífico do biogás varia de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup>, sendo variável devido à maior ou menor pureza, ou seja, da quantidade de metano presente na mistura. O biogás altamente purificado pode chegar a 12.000 kcal/m<sup>3</sup>, portanto esse potencial hoje é subaproveitado. Associado a geração de resíduos de uma forma geral, existem também as emissões dos gases do efeito estufa, principalmente CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>. As indústria deveram produzir mais com menos recursos, adotando tecnologias limpas e difundindo o conhecimento destas tecnologias (CASAGRANDE, 2003).

### **3.3. BIODIGESTOR**

O biodigestor é um equipamento usado para produção de biogás (mistura de gases produzidos por bactérias anaeróbias ao decompor a matéria orgânica). A matéria orgânica que alimenta o biodigestor possui um alto potencial energético e pode ser proveniente dos resíduos e subprodutos. O biodigestor pode ser operado de maneira contínua ou intermitente. O contínuo é o mais difundido no Brasil, por apresentar melhor adaptação à maioria das biomassas, enquanto o intermitente é específico para biomassas de decomposição lenta (COLDEBELLA, 2006).

Por si só o biodigestor não produz o biogás, mas cria condições para que uma série de bactérias degrade a matéria orgânica e produza o gás metano (CH<sub>4</sub>) (GASPAR, 2003). Basicamente, é um reator fechado onde a biomassa, no caso o resíduo orgânico, diluído em água na proporção de 20 Kg de resíduo fresco para 10 litros de água, é fermentado resultando na produção de biogás e biofertilizante.

Os dois modelos mais conhecidos de biodigestores contínuos são o Indiano e o Chinês. O modelo Indiano possui uma campânula funcionando como gasômetro,

em que o gás é retido e a partir de onde pode ser distribuído. Já o modelo Chinês possui uma câmara cilíndrica para fermentação com o teto em forma de abóbada, onde o gás fica retido.

Quanto à forma de abastecimento os biodigestores se classificam em; a) batelada e b) contínuos. Os biodigestores em batelada recebem um carregamento de matéria orgânica, que só é substituído após um período adequado à digestão de todo o lote. Os biodigestores contínuos são construídos de tal forma que podem ser abastecidos diariamente, permitindo que a cada entrada de material orgânico a ser processado exista uma saída de material já processado. O produto (resíduos orgânicos) define as dimensões do biodigestor a ser construído com base, primeiro, em suas necessidades de produção de biogás e, segundo, na quantidade de biomassa disponível (DEGANUTTI et al., 2002).

Dentre os modelos existentes de biodigestor, o mais utilizado é o indiano, tanto pela praticidade e facilidade de montagem, quanto pelo baixo investimento. Caracteriza-se por possuir uma campânula como gasômetro, a qual pode estar mergulhada sobre a biomassa em fermentação ou em um selo d'água externo, e uma parede central que divide o reator em duas câmaras. A função da parede divisória faz com que o resíduo circule por todo o interior do reator. O modelo indiano possui pressão de operação constante, ou seja, à medida que o volume de gás produzido não é consumido de imediato, o gasômetro tende a deslocar-se verticalmente, aumentando o volume deste, portanto, mantendo a pressão no interior deste constante (DEGANUTTI et al., 2002).

### **3.4. EMISSÕES DE CO<sub>2</sub>**

Uma parte da radiação solar que atinge a superfície da Terra é absorvida, mas a outra é refletida sob a forma de radiação infravermelha que é absorvida por alguns gases que constituem a atmosfera (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, entre outros). Os gases do efeito estufa (GEE), é que permitem que a atmosfera trabalhe como uma estufa natural, deixando a radiação proveniente do sol entrar, mas impedindo-a de sair, mantendo as temperaturas constantes e ideais para a vida na crosta terrestre. A problemática do Aquecimento Global se dá por conta do acúmulo exacerbado

desses gases na atmosfera, permitindo que apenas uma pequena quantidade de calor seja expelida para o espaço (PECORA, 2006).

No Ministério de Minas e Energia (MME, 2015), em sua Resenha Energética Brasileira, referente ao ano de 2014, destaca que a expressiva participação da energia hidráulica e o uso representativo de biomassa na matriz energética brasileira proporcionam indicadores de emissões de CO<sub>2</sub> bem menores do que a média mundial e dos países desenvolvidos. No país, em termos de tCO<sub>2</sub>/tep de energia consumida, o indicador do Brasil ficou em 1,59 (2014), enquanto que, nos países da OCDE, esse indicador ficou em 2,31 (2012) e, no mundo, ficou em 2,37 (2012).

A China e os EUA, com uma emissão de 13.325 milhões tCO<sub>2</sub>, responderam por 42% das emissões mundiais de 2012, que totalizaram 31.734 Mt. No Brasil, as emissões na geração elétrica passaram de 14 para 16,4% nas estruturas setoriais de 2013 e 2014, tendo no gás natural a maior expansão.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Hospital Geral do Estado Prof. Osvaldo Brandão Vilela (HGE) (Figura 1), localizado na Avenida Siqueira Campos, 2095, Trapiche da Barra, Maceió/AL. O HGE foi inaugurado no dia 16 de setembro de 2008. O complexo hospitalar surgiu da junção entre o Hospital Escola Dr. José Carneiro (HEJC) e a Unidade de Emergência Dr. Armando Lages (UE). Atualmente, o hospital conta com 278 leitos.

O Hospital Geral é dividido por áreas: Área Vermelha, destinada à pacientes graves; Área Amarela, pacientes em observação, Área Azul, destinada a pacientes menos grave e a Área Verde, destinada aos pacientes internados. Ao todo são 15 mil metros quadrados de área física.



Figura 1 - Hospital Geral do Estado Professor Osvaldo Brandão Vilela (HGE) em Alagoas



## **4.2. ETAPAS DO ESTUDO**

O estudo contemplou quatro etapas, iniciando pelo levantamento da demanda de energia geral e quantidades consumidas em KWh no período de Junho de 2013 a Maio de 2014; seguida da quantificação dos resíduos alimentares gerados no Hospital Geral do estado de Alagoas (HGE), no período de março a setembro de 2014 e cálculo do potencial de geração de biogás. O dimensionamento e a análise da viabilidade econômica da adoção de um biodigestor constituíram a terceira etapa, e as estimativas das emissões evitadas de GEE devido à implantação do biodigestor a quarta etapa.

### **4.2.1. Levantamento do consumo total de energia elétrica mensal e detalhamento de carga elétrica nos setores UTI, centro cirúrgico e cardiologia.**

O consumo mensal de energia elétrica em KWh do HGE foi obtido para o período de um ano (junho de 2013 a maio de 2014), a partir das contas de energias fornecidas pelo setor de contas da Secretaria de Saúde do Estado de Alagoas conforme (Figura 2.a). Já o consumo detalhado dos setores de UTI, Centro Cirúrgico e Cardiologia foi determinado por meio do equipamento MINIPA<sup>®</sup> (Figura 2. b) da empresa BRASENERGY<sup>®</sup> e possibilita analisar as variações dos sistemas elétricos específico ou geral.

O aparelho visa uma leitura dos parâmetros elétricos e as suas anomalias relacionadas às potências e tensões das cargas interligadas no quadro elétrico, é um equipamento para mensuração de operações em cargas elétricas, com análises de distúrbio de energia que podem envolver tensão, corrente ou frequência. As leituras foram realizadas em horas alternadas de 03 e 05 de abril de 2014, com parâmetros de dados conforme utilização de cargas (Equipamentos).



(a)



(b)

**Figura 2 - a) Analisador na unidade consumidora (UC) de chaveamento automático em fases e de tensão alimentada de 380 v, equipamentos de medição da agencia distribuidora ELETROBRAS. b) Equipamento utilizado no estudo (modelo MINIPA®).**

Fonte: Google Imagens (2015).

#### **4.2.2. Quantidade de resíduos alimentares e potencial de geração de biogás e energia**

O levantamento da quantidade de resíduos alimentares provenientes do hospital se deu durante o período de 01 de agosto a 31 de outubro de 2014. Foram quantificados os resíduos gerados nos almoços e jantares de funcionários e acompanhantes da unidade hospitalar e do serviço de nutrição, durante o período de levantamentos dos resíduos foi utilizado uma balança da marca filizola com capacidade de 100kg.

Os resíduos eram pesados diariamente em dois turnos (tarde/noite) proporcionando os resultados em nível de quantitativos do serviço de nutrição, gerados por dia no hospital geral em restos de alimentos

O potencial de geração de energia elétrica foi estimado considerando a relação de 1,0 m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub> gera em média 1,5 m<sup>3</sup> de gás de cozinha ou 6,4 KWh de eletricidade (SANTOS, 2000).

Para o cálculo da estimativa de produção do biogás, utilizou-se como base que os resíduos alimentares eram na sua maior parte de restos vegetais, ao qual utilizou-se a equação abaixo Segundo Biodieselbr (2009) e:

$$PB= RV \times CR \quad (1)$$

Onde:

PB= Produção de biogás (m<sup>3</sup>)

RV= Resíduos vegetais (Kg)

CR=Coeficiente dos resíduos vegetais em m<sup>3</sup>.

### **Volume do biodigestor**

$$VB = VC \times TRH \quad (2)$$

Onde,

VB = Volume do biodigestor

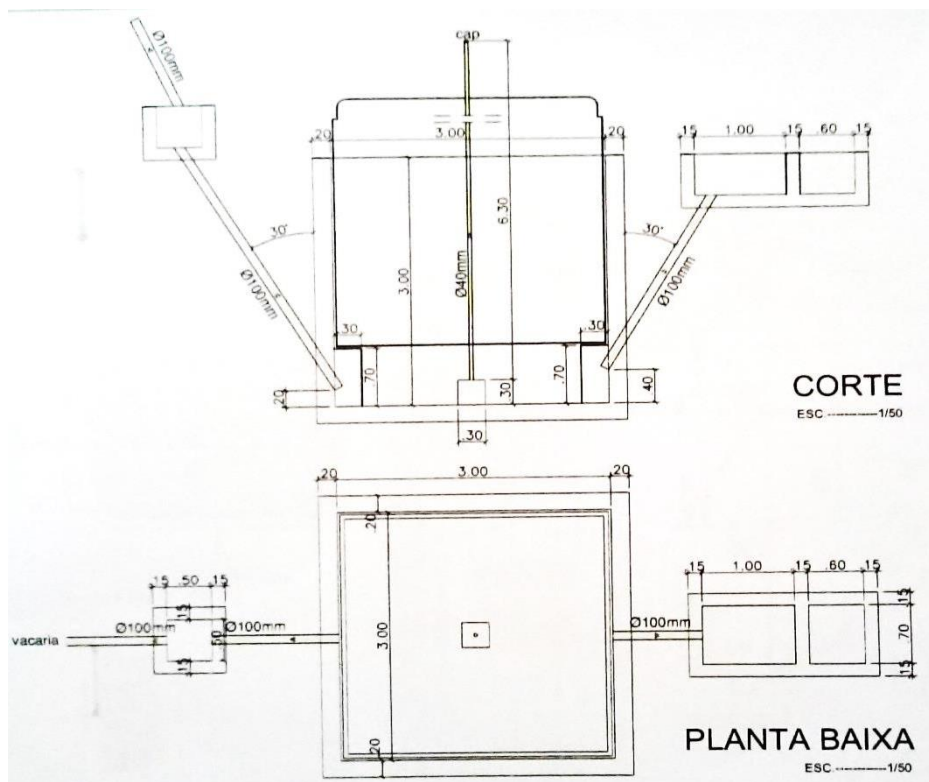
VC = Volume de Carga diária

TRH = Tempo de retenção hidráulica

#### **4.2.3. Dimensionamento do biodigestor e análise de viabilidade econômica**

Para o presente trabalho foi proposto o biodigestor do tipo modelo indiano (Figura 3), por se tratar do tipo mais recomendado para se trabalhar com materiais que exalam fortes odores, pois o selo d'água isola a mistura em fermentação do meio externo.

O biodigestor indiano se caracteriza por apresentarem grande capacidade de armazenamento de biogás, facilitando seu uso em picos de consumo. Além disso, esse modelo, construído em formato de poço, onde ocorre a digestão da biomassa, é coberto por tampa cônica regulável, permitindo o controle da emissão do gás metano (FONSECA et al., 2009). A maior desvantagem deste modelo está relacionada à parte financeira, pois o gasômetro requer a confecção de uma oficina especializada e posterior transporte até o biodigestor.



**Figura 3 - Modelo de Biodigestor indiano**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O biodigestor em formação metálica e é composto de um reservatório de 3m de diâmetro parte em cima e 3,0 m parte de baixo por 3,0 m de altura com barreira de divisória a uma altura de 70,0 cm, cilindro de movimento 2,80 m e um eixo central de 6,30 m fixo em cima e central na divisória de barreira chamada de tubo de guia, para a campânula metálica de depósito de gás.

### **Viabilidade Econômica**

A análise econômica do empreendimento consiste em fazer estimativas de todo o gasto envolvido com o investimento inicial, operação e manutenção e receitas geradas durante um determinado período de tempo.

O Payback quer dizer retorno do investimento, ou seja, quanto tempo será necessário para que o capital investido inicialmente seja recuperado. O Payback pode ser calculado conforme a expressão:

$$PB = \frac{Inv. Inicial}{\sum FCano} \quad (3)$$

Onde:

Inv. Inicial = custo do investimento inicial, em R\$.

FC = fluxo de caixa ao ano, em R\$.

#### 4.2.4. Estimativa das emissões evitadas de gases de efeito estufa (GEE)

Para a avaliação das emissões de gases do efeito estufa, algumas premissas foram colocadas, como: os resíduos provenientes do restaurante do hospital são recolhidos por uma empresa prestadora de serviço, tais resíduos são colocados após as refeições dentro de contêineres até o término de cada período de alimentação, tanto para acompanhantes e funcionários; O compactador da empresa terceirizada do HGE permanece no local a ser recolhido três vezes por semana. Os resíduos são compactados no contêiner e depois fechado para o transporte até o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR), a cerca de 85 km, e a cada 3 dias é abastecido com 280 litros de óleo diesel. Já os dados de consumo de energia elétrica, foram obtidos das contas mensais pagas pelo HGE.

Assim, para o presente estudo foram consideradas as emissões evitadas associadas ao transporte dos resíduos alimentares do HGE até a unidade de tratamento, e ao consumo de energia elétrica. Deste modo, para o cálculo a partir da quilometragem anual e energia devem ser utilizadas as equações descritas por Sanguetta et al. (2013).

$$Emissões = km * FEa \quad (4)$$

Onde:

Emissões = emissão de CO<sub>2</sub>e (t);

FEa = fator de emissão de CO<sub>2</sub> em kg km<sup>-1</sup>; a = tipo de combustível;

km = Distância percorrida pela fonte móvel.

$$\text{Emissões tCO}_2\text{e} = \text{EE} * \text{FE}$$

**(5)**

Onde:

Emissões = emissão de CO<sub>2</sub>e (t);

FE = fator de emissão de emissão nacional (tCO<sub>2</sub>/MWh);

EE = energia elétrica (MWh).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Embora a questão da eficiência energética e a questão da sustentabilidade impactem o consumo, certamente as políticas de inclusão social e de redução da desigualdade levarão à necessidade de se ampliar muito a disponibilidade de energia no País. Pode-se antever que o aumento da população mundial, principalmente nos países em desenvolvimento, levará ao crescimento da demanda por habitação (programa minha casa minha vida, por exemplo), e ao aumento da demanda do setor industrial e de transporte que são os principais vetores para o crescimento do consumo mundial de energia (BUENO, 2013).

### **5.1. Consumo de energia elétrica do HGE**

O levantamento do consumo e dos valores financeiros pagos, registrado pela fornecedora pública de energia elétrica, ELETROBRÁS, foi adquirido diretamente de leituras manuais no quadro de distribuição do Hospital Geral do Estado no período de 25 de junho de 2013 a 27 de maio de 2014 e estão expressos na Tabela 1. Observa-se, portanto, que a maior potência geral consumida pelo hospital foi no mês de maio de 2014 com 374.419 kWh e com uma despesa de R\$ 89.883,66. Em contrapartida, a menor potência geral consumida pelo HGE foi verificado no mês de agosto de 2013, com 219.517 kWh, gerando assim um custo mensal de R\$ 49.999,35. No período de um ano o HGE consumiu o total de 3.454.860 kWh, resultando em um consumo médio mensal de 287.905 kWh e um coeficiente de variação igual a 19,4%. No que se refere ao custo deste consumo de energia, o HGE pagou a ELETROBRÁS nestes 12 meses o montante de R\$ 835.254,41, com um custo médio mensal de R\$ 69.604,53.

**Tabela 1** - Consumo de eletricidade e valores pagos no período de junho de 2013 a maio de 2014 no Hospital Geral do Estado de Alagoas.

<b>MESES/ano</b>	<b>CONSUMO (kWh)</b>	<b>VALORES PAGOS (R\$)</b>
JUN/13	244.533	52.784,81
JUL/13	235.956	51.468,68
AGO13	219.517	49.999,35
SET/13	237.138	51.901,61
OUT/13	249.112	64.250,81
NOV/13	257.139	64.307,74
DEZ/13	257.698	66.678,02
JAN/14	316.550	78.734,27
FEV/14	370.066	89.288,17
MAR/14	366.502	89.573,33
ABR/14	326.230	81.383,96
MAI/14	374.419	89.883,66
Soma	3.454.860	835.254,41
Média	287.905	69.604,53
Desvio Padrão	±229,79	±14.383,019
Coefficiente de variação (%)	19,46	23,50

Fonte: Eletrobrás (2014).

É natural o alto consumo de energia elétrica observado, visto que o HGE é a maior unidade de saúde do Estado de Alagoas, em que são atendidos pacientes de todo o Estado, e no qual o seu funcionamento deve ser realizado durante as 24 horas do dia em todos os dias da semana. Entretanto, a avaliação criteriosa dos custos advindo desse alto consumo e a análise de alternativas para minimizar esses custos deve ser buscada incessantemente pelos gestores e técnicos responsáveis pois, os custos com energia elétrica são consideráveis, deste modo a economia nos custos poderá ser um suporte importante para investimento em outras áreas carentes do hospital.

É frequente e de conhecimento geral as notícias sobre a instabilidade de preços e qualidade da energia elétrica da rede de distribuição pública no estado de Alagoas e no Brasil, isso ocorre devido a vários fatores como intempéries do tempo, maior uso das termoeletricas, problemas de transmissão, acidentes, etc. No de hospital de alta complexidade, como é o caso do HGE, o fornecimento de energia elétrica não pode ser limitado, visto que muitos pacientes dependem de aparelhos ligados permanentemente para a sua sobrevivência, desta forma, mesmo que haja oscilações no preço da energia elétrica fornecida, o Hospital não deixará de consumir de acordo com a sua necessidade. Desta forma, deve pensar que outras



formas de fornecimento de energia elétrica, mais baratas, podem ser bem interessantes.

Grande parte das diferenças em relação ao consumo de energia elétrica encontrado no presente estudo, entre os diferentes meses se dá pelas diferenças no uso dos aparelhos, no qual alguns demandam alta potência para uso, desta forma, Jaquín e Saavedra (2012), destacam como grandes consumidores de energia de uma unidade hospitalar os aparelhos que são utilizados para fazer exames e tratamentos radiotivos, onde num estudo em que realizaram uma auditoria energética no Hospital “San Juan de Dios”, na cidade de Estelí, na Nicaraguá, verificaram que as falhas e problemas de potência dos equipamentos poderiam superar em até 75% os custos com a energia elétrica, esses autores ainda relatam o alto custo com energia elétrica encontrado é um indicador direto de que é necessário um plano de medidas para melhorar essa situação.

No levantamento realizado no HGE, os custos anuais com a energia elétrica são de R\$ 835.254,41, considerado um valor alto e bastante expressivo, visto que é considerado como um gasto necessário, revelando assim, de forma cada vez mais imprescindível a busca por uma alternativa para diminuir esses valores.

## **5.2. Avaliação das cargas elétricas nos setores centro cirúrgico, UTI e cardiologia do HGE.**

A escolha dos setores estudados se deu por serem considerado de extrema importância no tratamento de pessoas em situação gravíssima e que não é permitida a interrupção, seja total ou parcial, do potencial energético. Para isto foi utilizado a distribuição de energia que compõem os três setores interligados nas fases F1, F2 e F3 dos barramentos do quadro elétrico.

**Tabela 2** - Levantamento do consumo das tensões e potências do centro cirúrgico, UTI e setor de cardiologia do HGE.

<b>Data/hora</b>	<b>Tensão máxima</b>	<b>Potência máxima (W)</b>
03/04/2014		
20h36min	169.200	120.000
22h06min	148.300	99.050
22h36min	142.600	72.040
23h06min	178.600	129.000
23h51min	125.000	82.570
Média		100.532
Coeficiente de variação (%)		21,45
04/04/2014		
06h06min	184.600	134.600
02h06min	145.700	93.690
04h06min	113.600	83.180
10h06min	187.500	139.600
16h06min	197.400	157.000
Média		121.614
Coeficiente de variação (%)		23,26
05/04/2012		
00h06min	81.980	48.230
02h06min	125.100	67.880
03h06min	128.700	73.160
05h21min	131.500	77.820
07h06min	54.000	32.360
Média		59.890
Coeficiente de variação (%)		28,48

Fonte: Elaborado pelo autor.

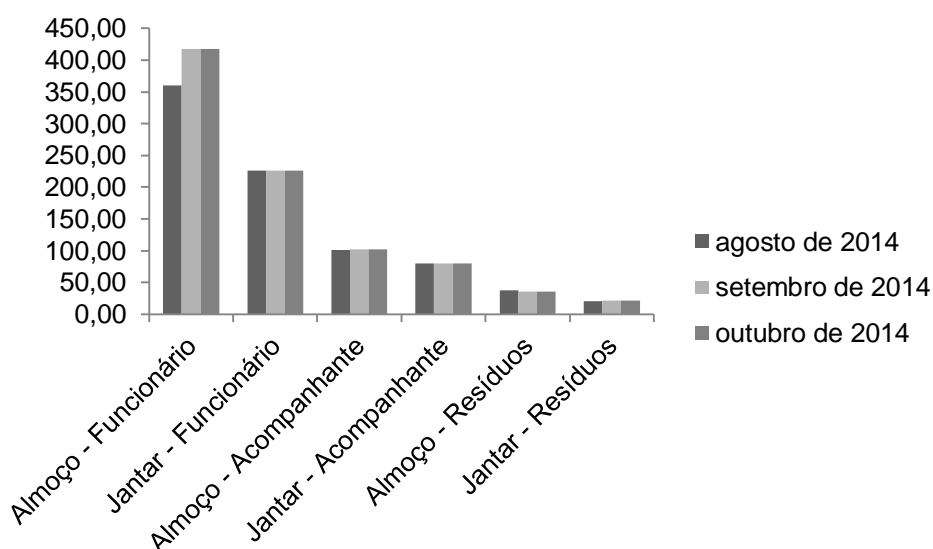
De acordo, como os levantamentos realizados nos setores específicos do hospital, foi verificado que a maior potência registrada no quadro elétrico de comandos foi de 157.000W. A menor potência registrada no quadro elétrico de comandos dos setores específicos foi de 17.180W. A variação da potência na UTI, cardiologia e centro cirúrgico com dados registrado em 139 leituras conforme anexados no apêndice.

Diante da análise realizada na potência, verificou-se a necessidade de estabilidade no fornecimento do potencial energético. Portanto observou-se que no HGE grandes oscilações entre a tensão e a potência máxima no fornecimento de energia elétrica.

Assim, quanto maior a necessidade da estabilidade no fornecimento de energia elétrica no hospital, maior terão que ser otimizados os protocolos de segurança, de forma a serem minimizados os riscos de interrupção da energia. Desta forma, estabelece-se como premente a busca de alternativas a utilização de energia elétrica proveniente da rede elétrica pública de abastecimento, ao qual, pode-se sugerir o uso de fontes renováveis, como o biogás oriundo de um biodigestor.

### 5.3. Biomassa produzida no hospital

O levantamento contempla as refeições servidas aos funcionários do HGE e acompanhantes de pacientes. Os resultados são apresentados na figura 4; e completam a quantidade média das refeições servidas, e a quantidade dos resíduos orgânicos gerados diariamente, nos meses de agosto a outubro.



**Figura 4 - Valores médios diários da quantidade de refeições servidas e da biomassa residual orgânica (em kg), gerada no HGE entre os meses de agosto a outubro de 2014.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

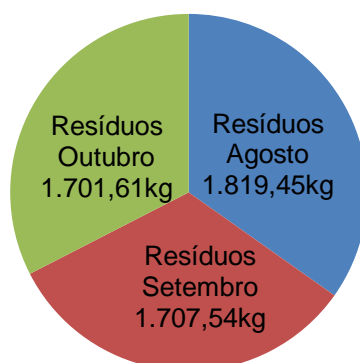
No mês de agosto foram ofertados a totalidade 11.070 almoços e 7.019 jantares para funcionários, da mesma forma que foram ofertados 3.121 almoços e 2.410 jantares para os acompanhantes dos pacientes totalizando 23.620 unidades alimentícias, os quais geraram uma média diária de biomassa residual de alimentos de 58,69 kg.

No mês de setembro foram servidos 12.519 almoços e 6.784 jantares para os funcionários, enquanto que para os acompanhantes foram ofertados 4.068 almoços e 2.398 jantares. Sendo o total de almoços e jantares de funcionários e acompanhante do hospital no mês de setembro de 25.769 unidades alimentares (dados no Apêndice). A média de almoços ofertados por dia foi de aproximadamente 417 e 101 refeições para funcionários e acompanhantes, respectivamente. Já a quantidade média de refeições noturnas ofertadas foram de 226,13 para os funcionários e 79,93 para os acompanhantes de pacientes, respectivamente. A média de resíduos alimentícios geradas por dia no HGE foi de 57,20 kg.

Foram consumidos no mês de outubro 10.515 almoços e 6.880 jantares para funcionários, e 3.272 almoços e 3.026 jantares para os acompanhantes dos pacientes. Compondo um total de 23.693 refeições, entre almoços e jantares. A biomassa residual média por dia proveniente do almoço e jantar foi de 57,13 kg de restos alimentares no mês de outubro. Por dia também eram consumidos aproximadamente 181 refeições em média para os acompanhantes de pacientes e 590 refeições em média para os funcionários, incluindo o almoço e o jantar.

Na figura 5, observam-se os valores totais de biomassa de resíduos alimentares no HGE. Baseando-se nos três meses de amostragem, o que representa 25,0% do período de um ano, têm-se em média 1.742,8 kg mês<sup>-1</sup> (dados não mostrados) de resíduos provenientes do refeitório. Ressalta-se, portanto, que muito desses resíduos orgânicos poderiam ser melhor utilizados, no que tange o seu aproveitamento. Assim, a falta de informações sobre o assunto faz com que, em muitos casos, os resíduos, ou seja, ignorados, ou recebam um tratamento com excesso de cuidado, onerando ainda mais os já combalidos recursos das instituições hospitalares, como é o caso do HGE.

## Total Resíduos kg



**Figura 5 - Valor total da biomassa de resíduos orgânicos gerados no HGE nos meses de agosto, setembro e outubro de 2014 (em kg).**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Os resíduos alimentares são alvo frequente de ações visando o seu uso nos processos de biodigestão anaeróbia, como pode ser destacado e ainda corroborado por Sotti (2014), que estudou a utilização das sobras das refeições de uma universidade na cidade de Ibiporã – PR e também do efluente proveniente da estação de tratamento de esgoto da cidade, alcançando sucesso no processo de digestão anaeróbia desses resíduos.

Entretanto, nos hospitais, o que pode parecer até contraditório, a destinação dos resíduos orgânicos são encaminhados a aterros sanitários, podendo ser fontes futuras de infecções e locais multiplicadores de vetores de doenças. Geralmente, esses resíduos são compostos do descarte dos restos das refeições servidas a funcionários e acompanhantes e geram uma quantidade substancial de folhas, casca de frutas, legumes e restos de comida, poderiam ser coletados seletivamente e encaminhados para abastecer um ou mais biodigestores, tendo vários benefícios imediatos, como: geração de energia limpa, redução do consumo de GLP, diminuição dos resíduos e produção de biofertilizante de alta qualidade que poderia ser doado a agricultores da região ou ser utilizado como adubo orgânico na horta de escolas.

Geralmente, os resíduos hospitalares e de instituições de saúde são a maior fonte de problemas ambientais e de saúde pública, requerendo assim a disposição de um plano seguro de manejo desses resíduos (PAWELS et al., 1999).

Em relação à destinação dos resíduos provenientes do restaurante do Hospital Geral do Estado, pode-se constatar que todos os resíduos orgânicos são recolhidos por uma empresa terceirizada e armazenados em contêiner fechados, logo após o período do término da oferta das refeições. Destaque-se que não há separação dos resíduos provenientes da alimentação de acompanhantes dos pacientes e dos funcionários no hospital, permanecendo esses resíduos misturados até que sejam recolhidos posteriormente e levados para uma máquina compactadora, pertencente a empresa terceirizada, onde permanecem até a chegada do caminhão específico para essa finalidade, sendo encaminhados para o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Maceió, localizado no bairro de Benedito Bentes, para tal o HGE arca com as despesas do serviço junto a uma empresa terceirizada.

A partir dos dados obtidos estima-se que em um dia o HGE produz aproximadamente 58,09 kg de resíduos alimentares, os quais podem ser racionalmente aproveitados para uso em um biodigestor.

No entanto, o uso dos resíduos orgânicos do HGE para a produção de energia, deve-se ser implantada em conjunto com outras medidas de educação ambiental e manejo racional dos resíduos, para que auxiliem a otimização do sistema e o sucesso seja alcançado. Assim, deve-se desenvolver mecanismos, que enfatizam campanhas educativas e sócio ambientais de segregação dos resíduos e seu destino racional, tendo isto correlação direta com a diminuição dos custos operacionais de qualquer programa de eficiência energética e manejo dos resíduos orgânicos em um hospital.

#### **5.4. Potencial de geração de biogás e energia**

De acordo com a Agência da Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), a maior parte dos resíduos é composta por restos de vegetais. Considerando essa informação, adotou-se que cada kg deste tipo de resíduo gera em média 0,04 m<sup>3</sup> de biogás (BARROS, 2016), ou seja, para cada 1 kg de resíduo vegetal = 0,04 m<sup>3</sup> de biogás e 1m<sup>3</sup> de biogás equivale a 6,4 kWh ou 1,5m<sup>3</sup> GLP conforme dados na tabela 3.

**Tabela 3 - Equivalência energética de 1 m<sup>3</sup> de biogás em relação a outras fontes de energia.**

Energético	Ferraz&Mariel(1980)	Sganzerla(1983)	Nogueira(1986)	Santos (2000)
Gasolina (L)	0,61	0,61	0,61	0,6
Querosene (L)	0,58	0,58	0,62	-
Diesel (L)	0,55	0,55	0,55	0,6
GLP(L)	0,45	0,45	1,43	-
Álcool (L)	-	0,79	0,8	-
Carvão Mineral (kg)	-	0,74	0,74	-
Lenha(kg)	-	1,54	3,5	1,6
Eletricidade (kWh)	1.43	1.43	-	6,5

Fonte: (SANTOS 2000).

Baseando-se na estimativa para a produção de biogás nos três meses avaliados e a avaliação de resíduos obtidos no HGE, foram estimados que nos meses de agosto, setembro e outubro poderia ser produzido 72,77, 68,30 e 68,06 m<sup>3</sup> de biogás, respectivamente. Diariamente, estima-se produção total de biogás de aproximadamente 2,33 m<sup>3</sup>.

Já em relação à estimativa da produção de energia elétrica, baseou-se que: 1m<sup>3</sup> de biogás equivale a 6,4kWh, sendo assim, nos meses de agosto, setembro e outubro, poderiam ser produzidos 465,8; 437,1 e 435,6 kWh, respectivamente.

A energia elétrica produzida em 3 meses seria de 1.338 kWh, sendo cada mês 446 kWh em média e a produção de energia aproximada em um ano de 5.352 kWh. Ou seja, isso representa que a adoção do biodigestor poderia produzir 0,155% da energia consumida no HGE que é de 3.454.860 kWh

Avaliando-se a estimativa da produção de gás de cozinha nos meses de agosto, setembro e outubro, obtém-se: 209 m<sup>3</sup>, e ao se considerar os dados de Canela (2006) e Nogueira (1992), em que cada metro cúbico de biogás equivale a 0,45 kg de gás, portanto nos três meses de produção de biogás e de 7,2 botijões de 13 kg.

## 5.5. Dimensionamento do biodigestor

A produção diária de resíduos teve uma variação de 35,15 kg a 72,01 kg, portanto obtemos como referência um valor médio de 58,09kg para o cálculo do volume diário do biodigestor, ou seja, 5.228,60 kg em 90 dias, o que equivale a 58,09 kg por média diária.

O projeto do equipamento que realizará o processo de digestão anaeróbica de nutrientes terá que ter condições controladas de: temperatura, água, alcalinidade, pH e ausência de oxigênio, resultando no gás metano e biofertilizante.

Segundo Lucas Júnior et al. (2009), o tempo de retenção depende da finalidade para a qual o biodigestor foi construído. No presente estudo, foram utilizados resíduos alimentares com 20% de sólidos totais. Para atingir a mistura de 8% de sólidos, foram utilizados 58,09 kg/dia (média) de resíduos alimentares e 90 litros de água (30%), totalizando uma mistura de 148,09 L, com Tempo de Retenção Hidráulica (TRH) de 25 dias, capacidade de produção de 0,04 m<sup>3</sup> de biogás por kg de resíduos, atingindo-se produção de 2,33 m<sup>3</sup> de biogás por dia.

Os componentes para construção do biodigestor são apresentados na Figura 6, levando em consideração o modelo indiano com plataforma de produção para 10 m<sup>3</sup>/dia de biogás.

O sistema é dividido em 2 câmaras sendo uma para caixa de carga e a outra para caixa de descarga.

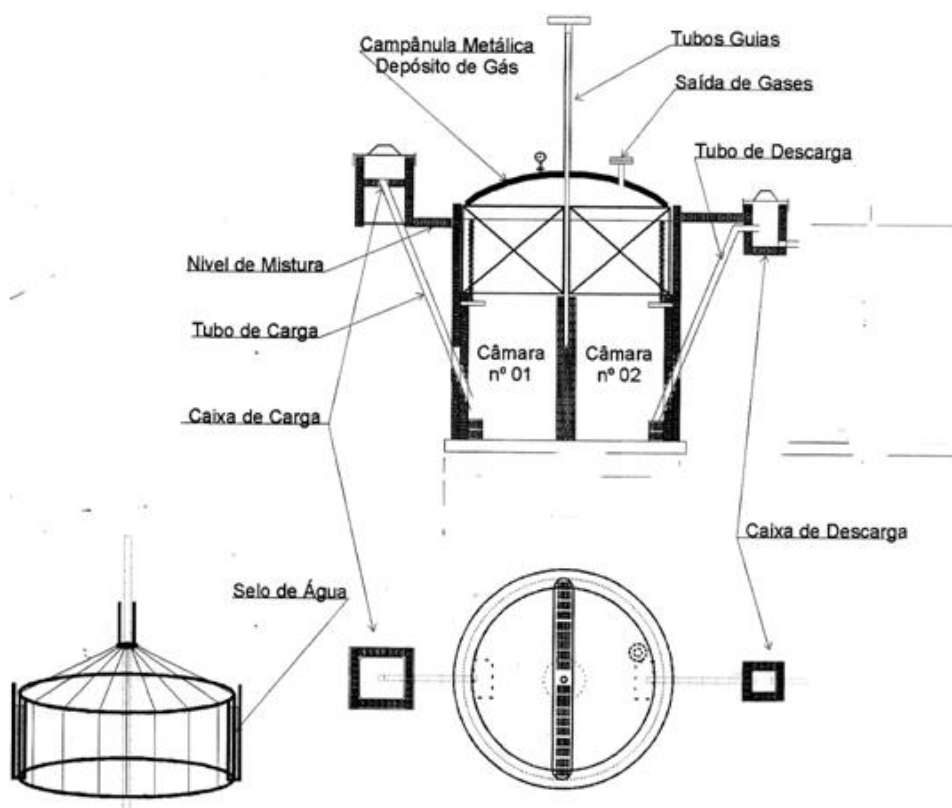


Figura 6 - Projeto básico do Biogestor.

Fonte: <http://www.rfontanaconsultoria.com.br>.



O protótipo do biodigestor apresenta-se todo em estrutura metálica, com fácil acesso ao sistema de carga, descarga e saída do gás. Possibilita de maneira rápida a sua manutenção e contém grades e plataforma de segurança, além de um compressor com sistema de capitação do biofertilizante conforme mostra a Figura 9 em seu projeto definitivo para uma área de 20 m<sup>2</sup> e com capacidade de produção de 10 m<sup>3</sup> de biogás a partir do 25º dia de abastecimento em resíduos orgânicos (restos de alimentos).



Figura 7 - Desenho de biodigestor modelo Indiano proposto ao HGE.

Fonte: [www.rfontanaconsultoria.com.br](http://www.rfontanaconsultoria.com.br)

## 5.6. Avaliação da viabilidade técnica e econômica

O biodigestor usado foi o indiano, este modelo tem sua cúpula geralmente feita de ferro ou fibra. Nesse tipo de biodigestor o processo de fermentação acontece mais rápido, pois aproveita a temperatura do solo que é pouco variável, favorecendo a ação das bactérias. Ocupa ainda pouco espaço e a construção por ser subterrânea ou externa, no caso de subterrânea dispensa o uso de reforços, tais como cintas de concreto.

Entre diferentes testes econômicos existentes, o *payback* representa o tempo necessário para que a empresa recupere seu investimento inicial do projeto. É considerada por alguns economistas como uma técnica pouco sofisticada porque não leva em conta explicitamente o valor do dinheiro no tempo (correção financeira), mas ainda é um dos índices mais utilizados para a avaliação da viabilidade econômica de investimentos do tipo da implantação de um biodigestor (SILVA, 2009).

Desta forma, o modelo sugerido por esse estudo possui custo para construção de R\$ 80.598,00 (Tabela 4), com capacidade para produção de 10 m<sup>3</sup> de biogás e ocupando uma área de 20 m<sup>2</sup>. O custo total do biodigestor contempla o conjunto motor/gerador composto por um motor de v6 e 125 KVA de potência, 60 Hz em regime contínuo com custo de implantação em torno de R\$ 60.000,00 e um compressor trifásico 7,4 hp, 30 pés 175 libras e 250 litros no valor de R\$ 4.900,00.

**Tabela 4** - Levantamento dos materiais para fabricação do biodigestor no Hospital Geral do Estado de Alagoas.

Item	DESCRIÇÃO	UND	V.UNIT	TOTAIS PAGOS (R\$)
01	Chapa Galv. 20 2x1, 20	06	63,00	378,00
02	Chapas alum. 16 2x1	04	162,00	648,00
03	Chapas xadrez 18 2x1	06	160,00	960,00
04	Tubos inox 1"	04	96,00	384,00
05	Tubos inox 1,1/4"	04	129,00	516,00
06	Cantoneira L 1x1,/8	05	26,40	132,00
07	Cantoneira L 1x3/16	06	39,00	234,00
08	Cantoneira L 2.1/2 x1/4	04	154,00	616,00
09	Telas alambrado 2m	10	30,00	300,00
10	Tubos Galv. 3"	02	120,00	240,00
11	Tubos Galv. 2"	02	85,00	170,00
12	Monômetro pressão	01	180,00	180,00
13	Válvula	01	210,00	210,00
14	Registros passagem	02	95,00	190,00
15	Cimento 50 kg	10	27,00	270,00
16	Areia (m)	03	100,00	300,00
17	Brita 1 (m)	04	120,00	480,00
18	Tijolos 06 furos	500	0,90	450,00
19	Eletrodos Inox	25	12,00	300,00
20	Eletrodos Galv.	30	8,00	240,00
Total material				7.198,00
Mão de Obra				8.500,00

Compressor trifásico 7,4 hp, 30 pés, 175 libras, 250 litros.	4.900,00
Gerador a Gás Mod.: Generac 125 KVA motor V6 Vortec®	60.000,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 80.598,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levou-se também em consideração a depreciação do conjunto biodigestor. A depreciação representa a desvalorização dos bens da propriedade, que perdem valor com o passar do tempo, os quais são denominados de bens depreciáveis. Os bens depreciáveis avaliados foram: equipamentos, máquinas e biodigestor. A Tabela 5 apresenta os dados obtidos.

**Tabela 5 - Depreciação dos bens.**

<b>Equipamento/Material</b>	<b>Valor inicial (R\$)</b>	<b>Vida útil (ano)</b>	<b>Depreciação (R\$/ano)</b>	<b>Valor final (R\$)</b>
Biodigestor	15.698,00	05	784,90	11.774,00
Grupo gerador	60.000,00	10	6.000,00	0,0
Compressor	4.900,00	10	490,00	0,0
<b>Total</b>	<b>80.598,00</b>		<b>7.274,00</b>	<b>11.774,00</b>

Fonte: Tempo de vida útil de acordo com CERVI (2010).

Como forma de equiparar os dados dos componentes do biodigestor, adotou-se uma vida útil de 10 anos, assim, o valor específico para o biodigestor foi duplicado, desta forma, ao final de 10 anos será possível obter em torno de R\$ 23.547,00 com venda do material do biodigestor. Assim, a construção do conjunto biodigestor terá um custo líquido de R\$ 57.051,00 levando em consideração os 10 anos. Somaram-se ao valor da construção os custos com a manutenção do conjunto, o qual foi de R\$ 2.060,00 por ano (Tabela 6), tendo um custo de R\$ 20.600,00 em 10 anos. Portanto, o custo total do conjunto biodigestor seria a soma do custo líquido para construção (R\$ 57.051,00) com a manutenção (R\$ 20.600,00), resultando em R\$ 77.651,00. Assim, considerando o potencial de geração de energia elétrica do biodigestor que foi estimado em 5.352 Kwh / ano, o custo médio do KWh seria de R\$ 1,45.

**Tabela 6 - Manutenção do conjunto motor-gerador.**

<b>Componente</b>	<b>Custo anual de Operação e Manutenção (R\$)</b>
Troca do filtro de ar a cada 2.000 horas	280,00
Sistema de Refrigeração	840,00
Alternador Troca da correia a cada 1.000 horas	580,00
Rolamento do gerador	360,00
<b>Total</b>	<b>2.060,00</b>

O hospital consome anualmente 3.454.860 kWh de energia que corresponde ao valor de R\$ 835.254,41 por ano, o que resulta em uma tarifa de 0,24 R\$/kwh. Ou seja, o custo da energia gerada pelo biodigestor nestas condições é seis vezes maior que o custo da tarifa paga a Eletrobrás. É importante destacar que o biodigestor foi projetado para gerar até 10,0 m<sup>3</sup> de biogás, sendo capaz portanto, de produzir 23.000 KWh/ano, o que reduziria o custo do KWh para R\$ 0,34, se aproximando da tarifa paga atualmente a Eletrobrás. Obviamente, seria necessário, no entanto, buscar alternativas para aumentar o volume de resíduos alimentares para suprir o biodigestor. Uma opção seria promover a coleta de resíduos da vizinhança, a qual se trata de uma área altamente povoada, e o entorno do HGE é composta por vários restaurantes, outros estabelecimentos comerciais e também a Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), o que permite inferir que não é uma tarefa impossível, conseguir resíduos alimentares suficientes para tornar a adoção do biodigestor no HGE viável sob o ponto de vista econômico.

De acordo com Lindemeyer (2008), a implantação de uma unidade cogeneradora de energia se viabiliza economicamente pelo equivalente em quilowatts/hora evitados no consumo tradicional. A economia é grande quando, por exemplo, a energia gerada é utilizada para suprir a demanda durante o horário de pico (entre as 18 e as 21 horas), em que o custo da eletricidade chega a sete vezes o valor do horário normal. Utilizar a eletricidade gerada pela biomassa apenas em determinados horários só é possível porque essa fonte, sob esse aspecto, assemelha-se muito a outra renovável, a hidroeletricidade. Assim como a energia é armazenada na forma de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas, ela pode ser armazenada na forma de biogás em gasômetros.

Balczak e col. (2014), conseguiram obter uma economia de a 2,1 milhões de dólares com a inserção de um programa de eficiência energética e manejo racional de resíduos no complexo de serviços de saúde, intitulado “Yale-New Haven Hospital (YNHH)”, em Yale, E.U.A. nesse programa, a principal ação efetiva foi o uso de um biodigestor para todos os resíduos orgânicos do complexo.

Em termos de condições técnicas e operacionais, a ANEEL (2015), através do Decreto Federal nº 5.163/04 e pela Norma Técnica 167/05, reconheceu e regulamentou a geração de energia próxima ao local de consumo. Com isso abre-se a possibilidade para as unidades de saúde no aproveitamento dos resíduos alimentares.

Góis (2011) destaca que na maioria das instalações com o uso de cogeração energética, principalmente através do uso biodigestores, a redução da fatura energética nesse sistema é de cerca de 20% a 30%, conduzindo a retornos de investimento na ordem dos 3 anos. Os sistemas tradicionais de produção de energia elétrica (centrais termoelétricas e nucleares) têm uma eficiência média da ordem dos 37%, ou seja, apenas 37% da energia total consumida é convertida em energia elétrica (SILVA, 2012).

Rios (2008) relata que a eficiência dos sistemas tradicionais de energia elétrica é ainda menor, comparada a sistemas de cogeração de energia a partir de fontes renováveis, quando contabilizadas as perdas por transporte, que podem atingir os 5%, sendo todo o restante perdido para a atmosfera sob a forma de calor.

## **5.7. Emissões evitadas de gases dos efeitos estufa – GEE**

Com 255 km por semana e 1.020 km por mês, registrando o gasto de 2.800 litros/m e 12.240 km/ano, com o consumo de 33.600 litros de diesel na realização do percurso do transporte dos resíduos orgânicos provenientes do HGE até o Centro de Tratamento de Resíduos. Vale ressaltar que a partir da adoção do biodigestor no HGE esses gastos poderão ser reduzidos consideravelmente.

De acordo com GHG Protocol (2003) toda emissão de GEE deve ser calculada de acordo com o fator de emissão da atividade em estudo, cuja intensidade depende da fonte emissora. Os métodos de cálculo das emissões de

GEE variam entre as diversas fórmulas e requerem conhecimentos detalhados quanto às informações necessárias.

Considerando os dados de consumo do combustível e energia elétrica, e seus respectivos fatores de emissão, estimou-se que o uso dos resíduos alimentares em um biodigestor, e a retirada do caminhão fazendo o transporte deste material poderá evitar a emissão de 32,8 tCO<sub>2</sub>/ano. Já as emissões evitadas devido a diminuição na compra de energia elétrica pode resultar em 3,05 tCO<sub>2</sub> /ano. Portanto, estas duas fontes podem significar aproximadamente 35,8 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente que deixariam de ser lançadas na atmosfera.

Vale destacar que a energia elétrica é um dos fatores que mais contribui para a emissão de gases do efeito de estufa nos dias atuais, ou seja, mais de 50% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) são atribuídas ao consumo de eletricidade nos setores residenciais e edifícios de serviços (SCHNEIDER ELECTRIC, 2009), onde de maneira geral, também se pode incluir os hospitais, que são grandes consumidores de eletricidade e também grandes emissores de GEE.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a adoção de um biodigestor no Hospital Geral de Alagoas nas condições do estudo (número de leitos) permitira o aproveitamento de 20.914,40 kg/ano de resíduos alimentares, gerando anualmente 5.352 KWh de energia, e evitando a emissão de 35,8 toneladas de CO<sub>2</sub>.

No entanto, o custo do KWh gerado pelo biodigestor é seis vezes maior do que o preço pago a Eletrobrás, evidenciando assim que mesmo diante dos benefícios ambientais (aproveitamento dos resíduos e emissão evitada de CO<sub>2</sub>), do ponto de vista econômico a adoção deste sistema ainda não é viável. Porém, se toda a capacidade do biodigestor (10 m<sup>3</sup>) fosse aproveitada, seria possível gerar 23.000 KWh/ano, a um custo de R\$/KWh 0,34, o que é somente 41,0% superior ao valor pago a Eletrobrás (R\$/KWh 0,24). Estes resultados indicam que caso o HGE se disponha a implementar um programa de recolhimento dos resíduos alimentares da área em seu entorno, a adoção do sistema de biodigestor pode se tornar viável economicamente, gerando uma energia renovável e limpa.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>> Acesso em: 17 fev. 2016.

AGÊNCIA ALAGOAS. **Gestão do HGE é referência para outros hospitais do SUS**. Disponível em: <<http://valeagoraweb.com.br/saude/gestao-do-hge-e-referencia-para-outros-hospitais-do-sus/>> Acesso em: 17 fev. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (**Aneel**) – disponível em [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)

ANDREOLI C. V.; FERREIRA A. C.; CHERNICHARO C. A. **Secagem e Higienização de Lodos com Aproveitamento do Biogás**. In: CASSINI, S. T., 2003. Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. p. 196.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12808: **resíduos de serviços em saúde**. Rio de Janeiro, 1993.

BAFFES, J. A framework for analyzing the interplay among food, fuels and biofuels. **Global. Food Sec.** 2, p.110–116. 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. **Relatório Final: ano base 2014. Empresa de Pesquisa Energética**. – Rio de Janeiro: EPE, 2015. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2015.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf)> Acesso em: 2 fev. 2016.

BARROS, T. D. **Biogás**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3qf9d0sy.html>> Acesso em: 17 mar. 2016.

BALCEZAK E COL. (2014), fourth largest hospital in the u.s.: <http://www.ycci.yale.edu/about/ycci/ynhh.aspx>



BIODIESELBR.COM. Biogás: considerações gerais. Disponível em:

<http://www.biodieselbr.com/energia/biogas/biogas.htm>

BUENO, J. **A matriz energética brasileira: situação atual e perspectivas**. 2013.

Disponível em: <<http://www.riocapitaldaenergia.rj.gov.br/Publico/MostrarArquivo.aspx?C=gH1e20Cemig.pdf>> Acesso em: 27 abr. 2016.

BUENO, C. Energia que vem do lixo. **Revista Com Ciência**. São Paulo, fev. 2008.

CANELA, G. C. Construção e operação de um biodigestor rural no PAEDA. 58p. Trabalho (de Diploma) – Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá (IRN/UNIFEI), Itajubá-MG. 2006.

CASAGRANDE, LUIZ FERNANDE. **Avaliação descritiva de desempenho e sustentabilidade entre uma granja suínica convencional e outra dotada de Biosistema integrado (B.S.I.)**. Dissertação de Mestrado. PPGE/UFSC. Florianópolis, 2003.

CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte: Cemig, 2012. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/inovacao/Alternativas\\_Energeticas/Documents/Alternativas%20Energ%C3%A9ticas%20-%20Uma%20Visao%20Cemig.pdf](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/Alternativas%20Energ%C3%A9ticas%20-%20Uma%20Visao%20Cemig.pdf)> Acesso em: 10 mar. 2016.

CERVI, R.G; ESPERACINI, M.S.T; BUENO, O.C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suínica para geração de energia elétrica. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, n.5, p.831-844, set./out. 2010.

COLDEBELLA, A., SOUZA, S. N. M. de, SOUZA, J. de *et al.* Viabilidade da cogeração de energia elétrica com biogás da bovinocultura de leite. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em:

<[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.PHP?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022006000200053&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.PHP?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200053&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 10 mar. 2016.

DEGANUTTI, R.P. et al. Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: Bauru, 2002.

ELETOBRAS. **Relatório da Administração Exercício 2014**. Disponível em: <<http://www.eletobrasalagoas.com/arquivos/Relatorio%20Anual%202014.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2016.

FERREIRA, C.M.; FERNANEDS, C.B.; SOUZA, A.V.S. et al. Biodigestor para o gás do lixo orgânico. **e-xacta**, v. 4, n. 2, Edição Especial Interdisciplinaridade. p. 5-17. 2011.

FLORES, M. C. **Viabilidade Econômica do Biogás Produzido por Biodigestor para Produção de Energia Elétrica – Estudo de Caso em Confinador Suíno**. (Dissertação). Universidade Federal de Alfenas Poços de Caldas, 2014.

FONSECA, F. S. T.; ARAÚJO, A. R. A.; HENDGES, T. L. Análise de Viabilidade Econômica de Biodigestores na Atividade Suinícola na Cidade de Balsas - MA: um estudo de caso. **Anais...** In: 47º Congresso da Sociedade de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, 2009.

GASPAR, R. M. B. L. **Utilização de biodigestor em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo, PR**, 2003. 106f. (Dissertação de Mestrado) em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.

GHG Protocol: DEFRA, PROGRAMA BRASILEIRO. Guidelines for the Measurement and Reporting of Emissions by direct participants in the UK Emissions Trading Scheme, UK Department for Environment. **Food and Rural Affairs**, London, UK ETS(01)05rev2. 2003.

GÓIS, A. F. **Demonstração da Viabilidade de Implementação de uma Central de Cogeração a um Centro Informático**. Lisboa, Portugal: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2011.

GOMES, K. A. G. **Caracterização Dos Resíduos Sólidos De Serviços De Saúde Do Hospital Escola Hέλvio Auto Em Maceió/Al, Visando A Elaboração E Implantação Do Plano De Gerenciamento De Resíduos** (Dissertação). Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS. Centro de Tecnologia – CTEC. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. 2011.

HOSSEINI, S. E.; WAHID, M. A. Development of biogas combustion in combined heat and power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Malaysia: Journal Elsevier, 2014.p.868-875.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Energy Technology Essentials - Biomass for Power Generation and CHP*. Paris, 2007. Disponível em:  
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/essentials3.pdf>

KONRAD, O. et al. Avaliação da Produção de Biogás e Geração de Metano a partir de Lodo de Estação de Tratamento de Efluentes e Glicerina Residual. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 2, p. 49-55, 2010.

LINDEMEYER, R. M. **Análise da viabilidade econômico-financeira do uso do biogás como fonte de energia elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso de Administração, UFSC, 2008.

LORA, E. E. S.; ANDRADE, R. V. Geração de energia e gaseificação de biomassa. **Biomassa & Energia**. v. 1, n. 3, p. 311-320, 2004.

LUCAS JÚNIOR, J.; SOUZA, C. F.; LOPES, J. D. S. **Construção e operação de biodigestores**. Viçosa, MG, CPT, 2009. 158p.

MARTINS, F.M.; OLIVEIRA, P.A.V. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.3, p.477-486. 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS. **Resenha Energética Brasileira: exercício 2014**. 2015. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Energ%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa9ef8dc7008470bf2> > Acesso em: 2 fev. 2016.

MOURA, L.F.; BARBOSA, P.T.; SILVA, F.F.M.; MACEDO, C.S. construção de biodigestor modelo indiano no instituto federal Campus-Apodi-RN. **Anais... IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN**, on line, Campus Currais Novos, julho 4, 2013 – julho 6, 2013.

NOGUEIRA, L. A. H. Biodigestão: A alternativa energética. 1.ed. São Paulo: Nobel, 1992. 93p.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.N.A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da relação volumoso: concentrado e do tempo de retenção hidráulica sob a biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.386-394, 2010.

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, n.149, p.4-11, 2006.

PAWELS, R.; ROSHAN, A.; RADHAKRISHAN. Hospital waste management. Proceeding... In. First International Seminário, SAFE'99. Cochim, India, p.1-7.1999.

PFITSCHER, E.D.; LIMONGI, B.; VIEIRA, E.M.F.; et al. A situação dos hospitais quanto ao gerenciamento dos aspectos e impactos ambientais. **Cadernos EBAPE. BR.** v.5, n.3. 2007.

PFITSCHER, E.D.; LIMONGI, B.; PFITSCHER, M.P. et al. Avaliação do Gerenciamento dos Aspectos e Impactos Ambientais de um Hospital. **Anais... XXIV**

Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Gramado-RS, on line, 17-20 de outubro. 2006.

PECORA, V. **Implantação de uma unidade demonstrativa de geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento do esgoto residencial da USP** – estudo de caso. (Dissertação), Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.152 p.

PEREIRA, G. Viabilidade econômica da instalação de um biodigestor em propriedades rurais. **Revista de administração e ciências contábeis** da IDEAU. v.6, n.12, 2011.

PRATI, L. Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por Biodigestores. Monografia. Curso de Graduação de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

RGHVS - REDE GLOBAL DE HOSPITAIS VERDES E SAUDÁVEIS. **Agenda Global para Hospitais Verdes e Saudáveis**. Disponível em: <<http://greenhospitals.net/wp-content/uploads/2012/03/GGHHA-Portugese.pdf>> Acesso em: 6 nov. 2015.

RIBEIRO, I.B.G.; GOMES, K.A.G.; FERREIRA, I.V.L. Acidentes com perfurocortantes em hospitais da rede pública estadual em Maceió, Alagoas. **Anais...** 3º Simpósio Iberoamericano de Ingeniería de Resíduos. 2º Seminário da Região Nordeste Sobre Resíduos Sólidos. p.1-7. 2010.

RIOS, A. S. **Medidas de Eficiência Energética e Ambiental na Indústria**. Vila Real. 2008.

SANGUETTA, C.R.; FLIZIKOWSKI, L.C.; MOGNON, F.; MAAS, GCB. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa em uma obra de construção civil com a metodologia GHG Protocol. Enciclopédia Biosfera, v.9, N.16, 2013.

SANTOS, P. Guia Técnico de Biogás. CCE – **Centro para a Conservação de Energia, Portugal**,2000.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Guia de soluções de Eficiência Energética**. 2009.

SILVA, A.T. **Viabilidade técnica e econômica da implantação da biodigestão anaeróbia e aplicação de biofertilizante nos atributos de solo e plantas**. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 168p. 2009.

SILVA, N. F. **Eficiência energética, aplicação em edifícios de serviços: o caso do hospital do ICUF**. (Dissertação) - Instituto Superior de Engenharia do Porto Engenharia Electrotécnica - Sistemas Eléctricos De Energia. 186p. 2012.

SOTTI, G. **Biogás de digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos de restaurante universitário com efluente sanitário**. 2014. Monografia (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 59 p. 2014.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. São Paulo: Atlas, 2004.

VIEIRA, A. C. **Caracterização da Biomassa Proveniente de Resíduos Agrícolas** (Dissertação). Pós-Graduação em Energia da Agricultura. UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012. 56f.

ZANON, U. Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar realidade epidemiológica ou ficção sanitária? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.23, n.3, p.163-170, 1990.

## APÊNDICES

**Apêndice A - Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.**

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3	
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	
03/04/2014 20:36	169 200	61 34	120 000	36 20	22 1,	21 2	22 1,	21 1,	22 3,	21 3,	26 7,	97 ,4	25 3,	83 ,6	27 6,	96 ,5	
03/04/2014 20h51min	147 400	60 29	103 500	36 22	22 5,	21 5,	22 4,	21 5,	22 8,	21 8	23 2,	96 ,6	21 6,	82 ,4	23 2,	95 ,4	
03/04/2014 21h06min	125 000	63 04	928 40	41 54	22 6	22 0	22 5,	21 9,	22 9	22 2,	19 4,	99 ,0	17 6,	82 ,3	19 5,	10 0,	
03/04/2014 21h21min	105 000	71 24	825 50	43 85	22 5,	22 2,	22 5,	22 1,	22 8,	22 5,	16 0,	11 1,	14 3,	94 ,7	16 4,	11 0,	
03/04/2014 21h36min	180 500	69 81	128 500	41 10	22 6,	21 6,	22 6,	21 6,	22 9,	21 9,	27 9,	10 9,	26 5,	93 ,6	28 3,	10 7,	
03/04/2014 21h51min	128 300	54 57	819 20	35 36	22 6	21 5,	22 5,	21 4,	22 9	21 8,	20 1,	88 ,5	18 5,	72 ,6	20 1,	86 ,8	
03/04/2014 22h06min	148 300	60 67	990 50	37 31	22 2,	21 4,	22 2,	21 4	22 5,	21 7,	23 4,	97 ,7	22 2,	81 ,9	23 2,	93 ,4	
03/04/2014 22h21min	103 700	63 01	720 40	40 11	22 4,	21 9,	22 5	21 9,	22 7,	22 2,	16 2	99 ,9	14 7,	84 ,9	16 0,	98 ,2	
03/04/2014 22h36min	142 600	69 54	968 40	43 22	22 6,	21 8,	22 7,	21 8,	22 9,	22 1,	22 0,	10 7,	20 8,	94 ,6	22 2,	10 8,	
03/04/2014 22h51min	173 500	77 51	120 900	50 04	22 6,	21 8,	22 7,	21 9,	23 0	21 2,	26 3,	11 8,	25 4,	10 6,	26 9,	12 1,	
03/04/2014 23h06min	179 600	78 41	129 000	53 80	22 6,	21 1,	22 7,	21 2,	23 0	21 4,	28 2,	12 3,	27 2,	10 8,	28 9	12 1,	
03/04/2014 23h21min	161 100	69 98	115 100	44 61	22 0,	21 3,	22 0,	21 2,	22 3,	21 5,	25 3,	10 9,	24 0,	94 ,6	25 9,	10 8,	
03/04/2014 23h36min	115 000	69 62	930 80	45 01	22 0,	21 7,	22 0,	21 7	22 3,	21 9,	18 0,	11 2,	16 4,	97 ,2	17 9,	10 8	
03/04/2014 23h51min	125 000	69 89	825 70	41 87	22 2,	21 6,	22 3	21 6,	22 5,	21 9,	19 8,	11 2	18 0,	94 ,6	19 5,	10 8,	
04/04/2014 00h06min	184 600	74 53	134 600	45 65	22 4,	21 4,	22 4,	21 4,	22 7,	21 7,	28 8,	11 7,	27 6	10 1,	29 2,	11 5,	
04/04/2014 00h21min	164 800	70 85	110 400	49 01	22 5,	21 7,	22 5,	21 7,	22 8,	22 0,	25 6,	11 1	24 1,	94 ,4	25 5,	10 9,	
					0 3	0 7	0 5	0 9	0 4	0 7	0 3	0 7	0 3	0 7	0 3	0 6	0 5

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)



**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+		Pt/E+		V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
04/04/2014 00h36min	124 000	73 79	101 500	45 70	22 6,	22 2	22 5,	22 1,	22 8,	22 3,	19 1,	11 3,	17 2,	96 7,	19 6,	11 3
		0		0	1		6	4	2	7	7	2	6	7	8	
04/04/2014 00h51min	152 400	78 62	107 000	49 19	22 6,	22 0,	22 5,	22 0,	22 8,	22 2,	23 5	12 3,	21 9,	10 6,	23 3,	12 1
		0		0	1	9	8	6	2	9		1	5	4	6	
04/04/2014 01h06min	189 800	72 51	134 200	43 38	22 6,	21 7	22 6,	21 6,	22 9	21 8,	29 5,	11 4,	28 1,	98 6,	29 5,	10 9,
		0		0	8		4	8		9	4	4	9	7	3	5
04/04/2014 01h21min	123 200	65 06	798 10	35 07	22 6,	22 0,	22 6,	21 9,	22 8,	22 2,	19 1,	10 2,	17 4,	87 9,	18 6,	98 4,
		0		0	9	5	2	8	9	3	1	1	3	3	1	1
04/04/2014 01h36min	143 700	61 10	971 10	33 71	22 4,	21 8,	22 3,	21 7	22 6,	21 9,	22 6,	98 3,	20 9,	81 1,	22 1,	92 9,
		0		0	4	2	8		4	9	5	1	4	7	9	9
04/04/2014 01h51min	977 70	57 47	659 60	29 84	22 6	22 0,	22 5,	21 9,	22 8,	22 2,	15 4,	93 1,	13 6,	76 7,	14 9,	86 5,
		0		0		8	2	5	1	4	3	7	3	5	5	9
04/04/2014 02h06min	145 700	59 54	936 90	30 62	22 4,	21 7,	22 4	21 6,	22 6,	21 9,	23 0,	95 6,	21 5,	80 1,	22 4,	88 9,
		0		0	9	2		3	9	1	4	9	1	8	1	4
04/04/2014 02h21min	176 800	54 42	128 200	32 20	22 5,	21 5,	22 4,	21 4,	22 7,	21 6,	27 7,	88 3,	26 1,	72 6,	28 1,	81 7,
		0		0	7	4	7	1	6	4	8	9	7	9	7	2
04/04/2014 02h36min	119 300	58 38	793 00	33 79	22 6,	21 9,	22 5,	21 9,	22 8,	22 1,	18 9,	94 5,	16 9,	77 2,	18 2,	88 0,
		0		0	4	8	6	1	5	7	9	2	4		8	3
04/04/2014 02h51min	148 500	63 96	985 10	37 22	22 6,	21 4,	22 5,	21 4,	22 8,	21 6,	23 6,	10 3,	21 8,	85 5,	22 8,	96 2,
		0		0	2	5	5	4	3	1	4	4	1		6	4
04/04/2014 03h06min	778 20	58 02	548 10	35 89	22 3	21 9,	22 2	21 8,	22 5,	22 1,	12 5,	93 9,	10 5,	79 3,	11 9,	87 3,
		0		0	5		6	1	6	4	8	6	6	5	1	
04/04/2014 03:21	169 100	60 41	119 900	34 42	22 4,	21 3,	22 3,	21 3,	22 6,	21 5,	26 9,	98 0,	25 4,	82 2,	26 5,	91 4,
		0		0	3	9	2	3	2	6	8	4	1	5	6	6
04/04/2014 03:36	130 800	59 10	825 50	34 10	22 4,	21 6,	22 3,	21 5,	22 6,	21 8,	20 8,	96 3,	19 2,	79 2,	20 2,	88 9,
		0		0	9	5	8	6	6	1	4	2	9			4
04/04/2014 03:51	182 400	66 07	129 600	36 54	22 4,	21 4,	22 3,	21 4,	22 6,	21 6,	28 6,	10 5,	27 3,	90 5,	28 7,	99 8,
		0		0	4	8	7	3	6	4	8	7	5	5	3	5
04/04/2014 04:06	113 600	64 75	831 80	39 34	22 4,	22 0	22 3,	21 8,	22 6,	22 1,	17 7,	10 2,	16 1	86 6,	17 7,	10 0,
		0		0	3		6	7	1	5	1	8		7	1	8

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
4/04/2014 04:21	122	67	781	37	22	21	22	21	22	22	19	10	17	91,	18	10
	800	30	40	57	3,9	9,1	3,1	8	5,8	0,8	3,8	6,8	7,6	09	8,7	3,3
		0		0												
04/04/2014 04:36	132	62	884	38	22	21	22	21	22	21	20	97,	19	85,	20	98,
	100	86	30	76	5	8,4	4,1	7,1	6,8	9,9	5,6	68	3,8	95	5,3	86
		0		0												
04/04/2014 04:51	141	59	899	34	22	21	22	21	22	21	22	94,	20	79,	22	93,
	800	52	90	73	4,2	7,4	3,3	6,2	6,1	9	1,9	34	8,7	45	1,2	17
		0		0												
04/04/2014 05:06	169	54	119	30	22	21	22	21	22	21	26	84,	25	71,	26	83,
	700	29	000	73	6,3	5,6	5,4	4,8	8,3	7,1	6,7	33	2,3	88	7,6	34
		0		0												
04/04/2014 05:21	937	51	659	28	22	21	22	21	23	21	14	82,	13	73,	14	80,
	20	94	10	93	7,5	7,6	6,3	6,6	0	9,8	6,4	7	0,6	05	1,9	19
		0		0												
04/04/2014 05:36	132	53	900	32	22	21	22	21	22	21	21	86,	19	74,	20	83,
	800	93	10	02	2,8	6,1	2,1	5,1	5,2	8,4	2,3	76	4,2	4	7	7
		0		0												
04/04/2014 05:51	169	60	117	32	22	21	22	21	22	21	26	93,	25	83,	26	94,
	100	29	900	78	7,1	2,7	6,3	2,1	9,7	4,9	8,6	89	4,7	6	9,8	89
		0		0												
04/04/2014 06:06	163	63	111	34	22	21	22	21	22	21	25	97,	24	87,	25	98,
	300	58	100	93	5,4	6,5	4,5	5,5	7,8	8,4	3	41	3,9	66	6,4	23
		0		0												
04/04/2014 06:21	176	58	126	30	22	21	22	21	22	21	27	91	26	83,	27	92,
	500	87	000	46	4,2	4,1	3,3	3,4	5,8	6,2	5,9		7,4	06	9,1	63
		0		0												
04/04/2014 06:36	164	56	111	31	22	21	22	21	22	21	25	85,	25	82,	25	85,
	300	90	300	72	4,1	3,5	3	2,6	6,8	5,6	3,9	59	5	34	9,4	42
		0		0												
04/04/2014 06:51	156	54	107	29	22	21	22	21	22	21	24	80,	24	77,	24	82,
	900	07	600	42	3,2	4,8	2,9	4,1	5,7	7,2	2,1	36	1,3	38	5,5	26
		0		0												
04/04/2014 07:06	182	61	129	31	22	21	22	21	22	21	28	96,	27	83,	28	94,
	000	01	400	87	3,3	2,1	2	1,4	5,8	4,5	5,1	5	9	78	7,3	98
		0		0												
04/04/2014 07:21	160	69	109	39	22	21	22	21	22	21	24	10	24	10	25	10
	800	19	900	88	1,3	4,4	1	3,3	4,1	6,7	9,1	6,4	6,3	0,7	3,8	6,4
		0		0												
04/04/2014 07:36	179	96	119	60	22	21	22	21	22	21	28	14	27	13	28	14
	400	20	400	95	0,4	2,4	1,2	2,8	4,9	6,6	0,4	3,5	6,1	9	2,6	7,2
		0		0												
04/04/2014 07:51	170	65	118	41	22	21	22	21	23	21	27	10	25	93,	26	96,
	900	12	400	91	6,9	1,8	6,1	1,9	0,4	5,6	2,5	4,7	9,9	98	9,7	24
		0		0												

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
04/04/20 14 08:06	176 200	69 97	123 400	40 12	22 4,4	21 3,4	22 4,1	21 3,4	22 8	21 6,5	28 2,3	10 5,1	26 5,7	97, 49	27 3,8	10 3,6
		0		0												
04/04/20 14 08:21	176 200	76 35	128 500	47 43	22 2,3	21 3	22 2,2	21 3,5	22 6,5	21 7,4	27 6,3	11 5,2	26 6,9	10 9,4	27 1,9	11 5,7
		0		0												
04/04/20 14 08:36	187 500	76 92	138 100	48 12	22 0,8	21 2,8	22 1,8	21 3,6	22 5,6	21 6,9	29 6,5	12 4,3	28 2,7	10 6,6	29 5,7	11 7,8
		0		0												
04/04/20 14 08:51	183 500	77 59	131 200	47 53	22 1,1	21 1,8	22 1,8	21 2,2	22 5,9	21 5,9	29 0,7	12 3,9	28 2,4	11 0,8	28 7,5	11 7,5
		0		0												
04/04/20 14 09:06	176 700	80 17	132 900	49 80	22 2,8	21 3,2	22 3,6	21 3,4	22 7,6	21 7,2	27 8,3	12 3,1	26 3,1	11 3,3	27 5,2	12 2,5
		0		0												
04/04/20 14 09:21	180 700	79 56	140 600	51 81	22 2,6	21 3,1	22 3,1	21 3,4	22 7,1	21 7,2	28 8,1	12 2,8	27 0,3	10 9,3	28 3,5	11 8,3
		0		0												
04/04/20 14 09:36	199 600	93 02	152 300	60 55	22 1,3	21 2,3	22 2,1	21 2,3	22 6,3	21 6,3	31 2,8	14 6,6	30 5,3	12 9,5	31 3,2	13 8,4
		0		0												
04/04/20 14 09:51	185 400	86 59	135 100	56 30	21 9,1	20 9,5	22 0,1	20 9,7	22 4	21 3,6	29 3,5	13 1,3	28 2,2	12 5,9	29 3,4	13 3,8
		0		0												
04/04/20 14 10:06	187 500	86 81	139 600	59 27	21 7,5	20 8,9	21 7,8	20 9,5	22 1,5	21 2,9	30 3,2	13 3,3	28 7,8	12 2,3	30 0,3	13 4,4
		0		0												
04/04/20 14 10:21	185 000	81 12	139 500	54 34	21 8,2	20 9,1	21 7,9	20 9,4	22 2,1	21 3,1	29 9,1	12 6,6	28 2,9	11 5,2	29 6,2	12 4,4
		0		0												
04/04/20 14 10:36	205 000	88 83	154 500	61 38	21 7,7	20 7,5	21 7,8	20 6	22 1,9	21 1,4	32 8,7	14 4,9	33 5,6	12 4,8	32 8,5	13 5,1
		0		0												
04/04/20 14 10:51	169 900	69 34	130 400	42 65	22 1,7	21 1,9	22 1,2	21 2,7	22 5	21 5,9	27 2,6	10 2,5	25 4,7	10 2	26 5,8	10 9
		0		0												
04/04/20 14 11:06	147 200	67 26	960 30	42 07	22 2,6	21 4,8	22 2	21 3,9	22 5,7	21 7,9	22 2,6	99, 57	23 2,5	10 0,4	22 8,3	10 3,5
		0		0												
04/04/20 14 11:21	160 500	67 34	119 500	37 97	22 7,2	21 5,6	22 5,8	21 4,9	23 0,6	21 9,3	24 3,7	99, 12	25 2,3	99, 93	24 5,3	97, 5
		0		0												
04/04/20 14 11:36	974 90	59 73	682 40	36 03	22 5,8	22 1,9	22 5	22 0,5	22 8,8	22 4,9	14 2,4	87, 3	16 7,2	91	14 3,8	87, 94
		0		0												

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
04/04/20 14 11:51	171 700	631 60	120 800	37 37 0	22 6, 9	21 8, 2	22 5, 7	21 7	23 0	22 0, 9	25 8, 2	93 ,6 2	26 1, 3	95 ,6 2	26 0	93 ,5 4
04/04/20 14 12:06	167 500	607 70	121 300	36 73 0	22 4, 3	21 5, 1	22 3, 1	21 4	22 7, 1	21 7, 6	26 1, 2	91 ,0 9	25 2, 7	87 ,7 5	26 3, 2	93 ,7 2
04/04/20 14 12:21	163 800	610 10	113 400	36 37 0	22 4, 8	21 3, 5	22 3, 6	21 2, 2	22 7, 4	21 5, 7	25 5, 7	91 ,6 3	25 0, 5	88 ,2 9	25 9, 9	93 ,8 1
04/04/20 14 12:36	172 700	596 80	117 600	32 07 0	22 5, 2	21 4, 8	22 4, 5	21 4, 4	22 8, 2	21 7, 6	26 5, 7	90 ,3 2	26 2, 7	86 ,1 3	27 1, 5	90 ,9 2
04/04/20 14 12:51	159 400	627 60	113 400	36 40 0	22 5, 2	21 3, 9	22 4, 2	21 3, 2	22 8, 2	21 6, 7	24 9, 6	95 ,5 1	24 1, 4	88 ,9 2	25 1, 9	97 ,5
04/04/20 14 13:06	175 100	729 60	121 600	43 37 0	22 1, 7	21 2, 6	22 2, 9	21 2, 9	22 6 6	21 6, 5	27 7, 3	11 5, 7	26 2 2	10 1, 9	27 8, 6	11 1, 6
04/04/20 14 13:21	126 700	972 90	923 80	64 16 0	22 1 7	21 5, 7	22 1, 8	21 6, 3	22 5 9	21 9, 6	22 5, 3	15 1, 8	17 8, 6	13 2, 3	19 7, 7	15 0, 2
04/04/20 14 13:36	178 300	979 00	115 400	61 45 0	22 5, 4	21 8, 7	22 6, 2	21 9, 3	23 0, 3	22 2, 8	27 7, 6	14 6, 2	25 8, 7	13 5, 4	27 2, 6	14 8, 2
04/04/20 14 13:51	180 400	605 80	132 400	33 65 0	22 3, 7	21 3, 6	22 5, 2	21 3, 5	22 8, 2	21 7 8	28 8, 7	97 ,3 2	26 9, 4	80 ,9 1	28 1, 4	88 ,9
04/04/20 14 14:06	147 200	101 300	119 400	69 72 0	21 8 2	21 2, 6	21 9, 2	21 3, 2	22 2, 1	21 6, 4	23 5, 9	16 3, 8	22 1, 9	14 3, 9	23 2 4	15 4
04/04/20 14 14:21	189 200	112 700	139 500	81 36 0	21 6, 4	20 9, 9	21 6, 7	20 8, 8	21 9, 7	21 2, 7	29 5, 2	17 6, 1	30 4, 1	16 7, 3	30 0, 1	17 2, 5
04/04/20 14 14:36	169 900	106 200	125 700	75 55 0	21 6, 5	21 1 2	21 7, 4	21 1, 2	22 0, 5	21 4, 7	27 4, 1	16 7, 4	26 1, 5	15 3, 8	26 4, 5	16 2, 3
04/04/20 14 14:51	173 400	822 70	127 800	53 48 0	21 8, 1	20 9, 9	21 8, 6	21 0, 5	22 2, 8	21 3, 8	28 1, 9	13 6, 6	26 6, 1	11 8, 1	27 2, 1	12 1, 2
04/04/20 14 15:06	195 000	984 50	148 100	72 95 0	21 8, 2	21 0, 7	21 9 8	21 0, 8	22 2, 5	21 3, 7	30 3, 5	15 7, 1	30 4, 7	14 0, 7	31 3, 3	14 4, 3
04/04/20 14 15:21	196 500	917 70	149 200	59 29 0	21 7, 9	20 9, 6	21 8, 6	21 0, 6	22 2 6	21 3, 9	31 7, 3	14 9, 8	30 2, 9	13 0, 8	30 9, 5	13 8, 8

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
04/04/20 14 15:36	173 300	113 300	129 500	84 85 0	21 7, 4	20 9	21 8, 1	20 9, 3	22 1, 2	21 2, 2	27 3, 1	17 6, 2	27 3, 6	16 5, 9	27 8, 5	17 6, 5
04/04/20 14 15:51	193 800	898 30	152 600	65 50 0	21 7, 3	20 8, 7	21 8, 2	20 9, 2	22 1, 9	21 2, 2	30 5, 4	14 7, 3	30 3, 3	12 6, 6	31 3, 9	13 7, 3
04/04/20 14 16:06	197 400	986 30	157 000	70 82 0	21 9, 1	21 0, 1	22 0, 3	21 0, 2	22 3, 1	21 3, 8	30 8, 3	15 8, 2	30 8, 6	13 0, 9	31 7, 3	15 3, 3
04/04/20 14 16:21	194 300	956 10	151 000	62 33 0	22 0, 7	21 1, 5	22 1, 6	21 1, 1	22 4, 8	21 4, 4	30 4, 3	14 5, 3	29 2, 6	13 0, 5	31 8, 3	15 5, 4
04/04/20 14 16:36	194 800	854 50	135 600	51 17 0	22 0, 8	21 2, 1	22 1, 2	21 1, 7	22 4, 4	21 4, 4	30 4, 2	12 9, 1	29 7, 3	11 7, 7	31 4, 2	13 7, 4
04/04/20 14 16:51	184 600	838 10	136 800	49 82 0	22 3, 8	21 4, 5	22 4, 6	21 4, 2	22 8, 2	21 7, 7	28 9, 2	12 9, 5	27 7, 6	11 6, 6	29 1, 8	13 0, 6
04/04/20 14 17:06	186 600	765 90	135 700	48 48 0	22 2, 8	21 2, 3	22 3, 2	21 4, 2	22 6, 9	21 6, 8	29 6, 5	12 0, 7	27 8, 4	10 4, 2	29 5, 1	11 7, 1
04/04/20 14 17:21	163 800	608 70	116 400	36 70 0	22 2, 6	21 0, 7	22 3, 6	21 1, 5	22 6, 8	21 3, 4	26 8, 8	10 0, 2	24 1, 7	82 0, 7	25 9, 4	97 3, 2
04/04/20 14 17:36	171 000	672 20	127 500	44 23 0	21 7, 6	20 4, 5	21 8, 6	20 5, 3	22 0, 5	20 6, 3	28 6, 2	11 9, 6	26 5, 9	90 1, 7	28 0, 4	10 1, 8
04/04/20 14 17:51	187 200	718 20	145 500	51 28 0	21 3, 6	20 4, 6	21 4, 7	20 5, 7	21 6, 9	20 6, 9	31 4, 9	12 1, 3	29 4, 2	10 0, 5	30 2, 1	11 4, 1
04/04/20 14 18:06	177 200	815 90	129 700	58 31 0	21 5, 6	20 7, 7	21 6, 2	20 8, 2	21 8, 3	21 0, 5	29 1, 5	13 7, 9	27 3, 8	11 5, 8	28 4, 2	12 6, 2
04/04/20 14 18:21	118 700	717 30	989 00	51 61 0	21 8 7	21 1, 1	21 8, 4	21 1, 6	22 0, 8	21 3, 8	19 4, 6	11 4, 1	17 5, 1	10 3, 1	18 4, 9	10 9, 6
04/04/20 14 18:36	156 400	743 60	120 400	53 91 0	21 8, 3	21 1, 3	21 8, 4	21 1, 1	22 1, 5	21 3, 9	24 5, 9	11 6, 1	24 2, 6	10 7, 6	24 9, 4	11 1, 3
04/04/20 14 18:51	159 300	834 80	119 500	57 96 0	22 2, 3	21 4, 8	22 1, 9	21 4, 7	22 4, 9	21 7, 9	24 9, 7	12 9, 3	24 1, 4	12 2, 6	24 3, 4	12 4, 8
04/04/20 14 19:06	183 500	797 60	131 900	52 27 0	22 4, 2	21 5, 4	22 3, 9	21 5, 1	22 6, 6	21 7, 5	29 0, 2	12 8, 9	27 4, 1	11 0, 5	28 5, 3	12 0, 6

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
04/04/20 14 19:21	147 400	68 68	985 70	45 15	22 5,2	21 9,3	22 5	21 8,9	22 7,9	22 1,6	23 2,1	11 2,8	21 3,3	92, 62	22 4,6	10 3,4
		0		0												
04/04/20 14 19:36	181 400	70 66	128 100	41 79	22 4,8	21 5,4	22 4,3	21 5	22 7,4	21 7,2	28 3,8	11 5,1	26 8,2	95, 42	28 8,1	10 6,3
		0		0												
04/04/20 14 19:51	164 700	64 14	119 700	41 49	22 3,6	21 2,1	22 3,2	21 1,9	22 6,2	21 4,5	26 4,8	10 3,2	24 8	88, 11	26 1,4	98, 77
		0		0												
04/04/20 14 20:06	973 20	61 65	741 30	40 67	22 5,6	21 7,1	22 5,5	21 5,4	22 8,6	21 8,9	15 2,6	98, 94	13 2,8	87, 48	15 0	95, 97
		0		0												
04/04/20 14 20:21	148 200	70 05	968 10	42 79	22 4,3	21 7,2	22 4	21 6,5	22 6,9	21 9,6	23 3,1	11 1,7	21 7,8	94, 79	23 0	10 6,6
		0		0												
04/04/20 14 20:36	187 800	66 15	140 900	43 56	22 4,2	21 3,3	22 3,8	21 3,2	22 6,7	21 5,7	29 7,1	10 5,9	28 3,3	90, 73	29 6,8	10 1,3
		0		0												
04/04/20 14 20:51	150 200	67 53	995 30	40 91	22 2,5	21 5,2	22 2,4	21 5,1	22 5,1	21 7,7	23 8,6	10 7,6	22 3	92, 62	23 3,8	10 3,8
		0		0												
04/04/20 14 21:06	961 80	68 85	770 90	44 62	22 2,9	21 9,9	22 3,1	21 9,3	22 5,8	22 1,5	14 9	10 7,6	13 3,6	92, 71	15 7,5	10 5
		0		0												
04/04/20 14 21:21	147 700	68 58	974 50	41 37	22 4,8	21 7,1	22 4,8	21 7	22 8,1	21 9,9	23 1	10 9,4	21 7,4	90, 82	22 9,3	10 4
		0		0												
04/04/20 14 21:36	145 000	63 51	100 800	35 65	22 5,6	21 8,4	22 5,6	21 9,1	22 8,6	22 1,6	22 4,9	99, 66	20 9,9	84, 87	22 5,4	97, 87
		0		0												
04/04/20 14 21:51	105 200	70 54	779 60	45 14	22 5,2	21 7,5	22 6	21 7	22 8,7	22 0,5	16 3,8	11 0	14 5,3	94, 52	16 2,9	10 8,6
		0		0												
04/04/20 14 22:06	180 500	66 47	131 300	40 58	22 2,4	21 2,6	22 1,8	21 1,6	22 5	21 4,7	28 8,8	10 8,5	27 2,2	91 6,6	28 1,2	10
		0		0												
04/04/20 14 22:21	126 600	58 84	892 50	34 11	22 4	21 8,2	22 4	21 7,9	22 7	22 0,9	19 7,8	94, 34	18 2,8	78, 64	19 5,4	90, 2
		0		0												
04/04/20 14 22:36	960 50	59 32	605 70	33 74	22 5,9	22 2,1	22 6,2	22 1,8	22 9,2	22 5,1	14 9,4	94, 16	13 3,3	77, 83	14 6,3	90, 47
		0		0												
04/04/20 14 22:51	117 700	59 81	711 00	35 03	22 5,4	22 0,4	22 5,7	22 0,5	22 8,8	22 3,7	18 0,7	94, 43	16 8,2	78, 37	18 2,5	93, 26
		0		0												

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
04/04/20 14 23:06	101 200	64 49	659 00	38 19	22 6,6	21 9,9	22 6,9	21 9,5	23 0	22 3	15 6	10 0,9	13 9	85, 14	15 7	10 1,5
		0	0													
04/04/20 14 23:21	746 00	60 21	470 70	35 64	22 4,5	21 9,1	22 4,8	21 8,3	22 8,3	22 1,7	11 7,6	95, 51	10 3,7	81, 98	11 7,4	94, 98
		0	0													
04/04/20 14 23:36	117 200	62 28	741 50	35 74	22 1,9	21 6,9	22 1,8	21 6,8	22 4,6	21 9,5	18 4,9	99, 12	16 9	83, 51	18 4,8	98, 14
		0	0													
04/04/20 14 23:51	126 100	65 55	746 60	36 32	22 4,8	21 6,1	22 5,3	21 6,1	22 8,2	21 9	19 7,1	10 4,4	18 4,7	89, 01	19 9,3	10 3,1
		0	0													
05/04/20 14 00:06	819 80	61 23	482 30	34 76	22 1,2	21 9,1	22 1,5	21 9,2	22 4,1	22 2,1	12 8,1	97, 32	11 3,6	81, 53	13 0,3	97, 78
		0	0													
05/04/20 14 00:21	169 500	65 64	110 300	35 52	22 3	21 2,8	22 3,3	21 3,1	22 6	21 5,3	26 7,3	10 3,8	25 4,5	89, 2	27 1,5	10 4
		0	0													
05/04/20 14 00:36	107 300	57 84	656 90	31 54	22 2,7	21 8,1	22 3	21 7,8	22 5,7	22 0,7	16 7,7	91, 72	15 3,5	77, 74	16 8,4	91, 37
		0	0													
05/04/20 14 00:51	875 80	52 80	495 50	29 00	22 3,7	22 0	22 4	22 0,4	22 6,6	22 2,8	13 7,7	84, 15	12 1,1	69, 53	13 7,4	82, 26
		0	0													
05/04/20 14 01:06	122 100	59 68	741 60	31 33	22 5,9	21 8,8	22 6	21 8,4	22 8,4	22 1,4	18 9,1	93, 62	17 7	79	19 0,1	91, 28
		0	0													
05/04/20 14 01:21	709 00	55 63	423 70	27 64	22 5,5	22 2,1	22 5,5	22 1,3	22 7,6	22 4	11 2,1	89, 74	95, 6	75, 22	10 6,4	83, 7
		0	0													
05/04/20 14 01:36	123 900	55 92	695 40	27 86	22 5,5	21 8,7	22 5,1	21 8,2	22 7,6	22 0,4	19 5	90, 19	18 0,4	75, 49	19 0,1	84, 15
		0	0													
05/04/20 14 01:51	654 20	59 59	358 60	28 56	22 4,8	22 1,5	22 4,5	22 0,4	22 6,9	22 3,1	10 4,6	95, 69	88, 2	80, 27	99, 58	89, 39
		0	0													
05/04/20 14 02:06	125 100	53 60	678 80	26 32	22 5,9	21 9,2	22 5,5	21 8,1	22 8,1	22 0,8	19 6,8	86, 85	18 2,3	71, 88	19 1,2	79, 91
		0	0													
05/04/20 14 02:21	806 10	53 55	428 60	26 07	22 6,4	22 3	22 6,1	22 2,7	22 8,6	22 5,1	12 7,2	86, 67	11 2	71, 43	12 1,2	79, 73
		0	0													
05/04/20 14 02:36	151 300	55 59	101 300	28 18	22 7,4	21 8,1	22 7,1	21 7,4	22 9,5	21 9,9	23 7,4	89, 38	22 2,9	74, 31	23 3,3	83, 16
		0	0													

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice A –** Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
05/04/20 14 02:51	707 70	53 95	45 70	29 12	22 3,9	22 0,4	22 3,5	21 9,8	22 6,3	22 2,3	11 2,9	87, 66	97, 49	71, 97	10 7,7	81, 9
		0	0	0												
05/04/20 14 03:06	128 700	54 32	73 16	26 93	22 5,3	21 8,1	22 4,9	21 6,7	22 7,4	21 9,7	20 3,4	88, 3	18 9,4	73, 05	19 7,3	81, 63
		0	0	0												
05/04/20 14 03:21	129 000	53 90	77 15	27 01	22 5,8	21 3,4	22 5,3	21 2,6	22 7,7	21 4,6	20 7,8	88, 66	19 3,7	73, 32	20 2,8	82, 08
		0	0	0												
05/04/20 14 03:36	662 50	50 91	41 95	25 75	22 2,6	21 7,2	22 1,6	21 5,7	22 3,9	21 7,8	10 5,9	83, 06	92, 71	68, 99	10 2,7	77, 39
		0	0	0												
05/04/20 14 03:51	107 800	49 17	62 13	24 88	22 3,8	21 8,6	22 2,9	21 7,3	22 5,1	21 9,7	17 0,9	81, 17	15 7,3	66, 47	16 4,8	74, 68
		0	0	0												
05/04/20 14 04:06	688 80	49 65	44 58	25 40	22 2,7	21 9,1	22 1,5	21 7,8	22 4	22 0,2	10 9,5	82, 25	96, 23	68	10 5,9	75, 77
		0	0	0												
05/04/20 14 04:21	133 900	47 70	79 05	24 36	22 4,5	21 7	22 3,3	21 5,1	22 5,7	21 7,8	21 1,5	78, 46	19 9,8	66, 02	20 7,1	73, 51
		0	0	0												
05/04/20 14 04:36	781 60	49 24	42 39	24 47	22 5,7	21 9,3	22 4,5	21 7,6	22 7,1	22 0,1	12 4,4	80, 09	10 9,6	67, 1	12 0,2	74, 5
		0	0	0												
05/04/20 14 04:51	108 700	54 57	61 24	26 93	22 5	21 9,2	22 4,3	21 8,1	22 6,6	22 0,5	17 0,2	87, 21	16 0	74, 49	16 5,5	83, 16
		0	0	0												
05/04/20 14 05:06	637 40	52 53	36 36	27 86	22 3,7	22 1,4	22 3,1	22 0,3	22 5,3	22 2,7	10 0,1	83, 34	88, 74	71, 7	97, 14	80, 37
		0	0	0												
05/04/20 14 05:21	131 500	49 04	77 82	26 49	22 7,8	21 9,2	22 7,3	21 8,7	23 0,3	22 1,3	20 2,2	75, 31	19 3,7	67, 01	20 2,8	75, 86
		0	0	0												
05/04/20 14 05:36	523 30	48 37	29 26	25 17	22 5,4	22 2,9	22 5,3	22 2,3	22 8,2	22 5,2	80, 09	73, 59	71, 7	66, 65	81	74, 86
		0	0	0												
05/04/20 14 05:51	111 300	47 23	65 89	25 01	22 8,3	21 6	22 8	21 4,1	23 1,1	21 9,2	16 9	73, 14	16 4,4	65, 11	17 2,8	74, 86
		0	0	0												
05/04/20 14 06:06	503 30	35 77	29 73	21 28	22 5,6	22 0,8	22 5,2	22 0,4	22 8,3	22 3,2	75, 4	54, 31	69, 43	48, 56	78, 2	56, 38
		0	0	0												
05/04/20 14 06:21	147 900	38 64	98 70	22 11	22 6,9	21 5,9	22 6,5	21 5,5	22 9,6	21 8	22 7,3	59, 16	22 2,8	53, 57	23 3,1	61, 61
		0	0	0												

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)



**Apêndice A** – Leitura realizada com equipamento de análise de potência e tensão na cardiologia, centro cirúrgico e UTI.

(Continuação)

Date & Time	St/E+	St/E+	Pt/E+	Pt/E+	V1	V1	V2	V2	V3	V3	I1	I1	I2	I2	I3	I3
	Max (VA)	Min (VA)	Max (W)	Min (W)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (V)	Min (V)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)	Max (mA)	Min (mA)
05/04/201 4 06:36	48	40	30	22	22	22	22	22	22	22	75,	61,	67,	55,	77,	63,
	85	07	53	31	3,2	1,5	2,6	0,7	5,8	4	04	24	49	15	84	77
	0	0	0	0												
05/04/201 4 06:51	44	36	27	20	22	21	22	21	22	22	82,	58,	70,	51,	68,	59,
	39	99	67	61	2,6	8,9	1,8	7,4	4,9	0,7	61	08	66	06	28	31
	0	0	0	0												
05/04/201 4 07:06	54	35	32	17	22	21	22	21	22	22	84,	54,	80,	55,	81,	49,
	00	18	36	18	2,5	8,2	1,2	6,4	4,9	0,6	87	01	81	26	72	19
	0	0	0	0												

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Apêndice B - Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de outubro de 2014**

OUT	Funcionário		Acompanhante		Resíduos gerados (kg)		Soma dos resíduos: A/J (kg)
	Data	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço	
01/10/2014	269	227	100	75	18,14	19,32	37,46
02/10/2014	411	229	100	94	40,12	22,21	62,33
03/10/2014	389	195	104	97	37,18	19,18	56,36
04/10/2014	416	210	115	100	35,44	20,35	55,79
05/10/2014	372	220	126	100	34,44	17,48	51,92
06/10/2014	398	207	114	98	40,01	22,47	62,48
07/10/2014	260	218	105	75	39,31	20,24	59,55
08/10/2014	274	231	100	106	20,40	14,13	34,54
09/10/2014	376	241	100	99	39,55	23,19	62,74
10/10/2014	402	216	101	95	38,28	20,27	58,55
11/10/2014	90	217	15	96	26,19	17,31	43,50
12/10/2014	360	215	107	97	42,34	24,02	66,36
13/10/2014	313	211	101	106	41,25	22,38	63,63
14/10/2014	380	217	115	101	19,47	18,23	37,70
15/10/2014	255	228	107	115	28,46	20,21	48,67
16/10/2014	387	229	106	110	40,39	27,12	67,51
17/10/2014	358	229	102	100	36,44	21,19	57,63
18/10/2014	370	202	104	81	43,18	26,49	69,67
19/10/2014	302	207	112	83	21,08	15,01	36,09
20/10/2014	400	220	119	82	38,02	33,14	71,16
21/10/2014	372	257	102	93	34,18	28,10	62,28
22/10/2014	255	188	105	95	18,49	14,10	32,59
23/10/2014	338	194	99	81	29,35	20,22	49,57
24/10/2014	282	237	113	104	36,10	19,47	55,57
25/10/2014	406	212	110	93	40,03	19,20	59,23
26/10/2014	404	215	130	105	41,32	26,97	68,29
27/10/2014	304	236	125	111	28,15	17,35	45,50
28/10/2014	267	220	112	110	20,43	17,04	37,47

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice B – Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de outubro de 2014**

(Continuação)

OUT	Funcionário		Acompanhante		Resíduos gerados (kg)		Soma dos resíduos: A/J (kg)	
	Data	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço		Jantar
	29/10/2014	384	225	106	112	39,05	32,01	71,06
	30/10/2014	435	204	110	104	41,18	28,16	69,34
	31/10/2014	277	232	107	108	17,95	29,12	47,07
<b>TOTAL DE RESIDUOS NO MÊS</b>								<b>1.701,61</b>
	Média							54,89
	Desvio Padrão							11,80
	Coeficiente de variação (%)							21,50

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Apêndice C - Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de agosto de 2014.**

Data	Funcionário		Acompanhante		Resíduos gerados (kg)		Soma dos resíduos: A/J (kg)
	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	
01/08/2014	359	212	100	83	42,18	25,32	67,50
02/08/2014	275	205	100	71	40,19	24,30	64,49
03/08/2014	345	220	103	95	27,15	18,21	45,36
04/08/2014	375	235	101	69	36,20	23,01	59,21
05/08/2014	444	216	100	72	43,01	21,20	64,21
06/08/2014	395	204	63	72	41,14	17,30	58,44
07/08/2014	443	226	100	86	36,12	14,92	51,04
08/08/2014	360	228	100	70	37,15	16,82	53,97
09/08/2014	296	210	106	74	40,23	22,31	62,54
10/08/2014	272	222	83	74	37,18	19,42	56,60
11/08/2014	440	223	102	78	42,11	20,95	63,06
12/08/2014	403	204	100	78	38,10	19,05	57,15
13/08/2014	398	218	100	72	40,22	23,20	63,42
14/08/2014	235	241	101	68	19,43	18,10	37,53
15/08/2014	405	217	103	95	39,18	17,24	56,42
16/08/2014	401	244	100	84	38,20	33,81	72,01
17/08/2014	274	223	100	91	40,24	28,33	68,57
18/08/2014	367	302	101	82	29,10	15,32	44,42
19/08/2014	400	216	100	78	33,11	12,95	46,06
20/08/2014	399	230	100	72	39,00	16,80	55,80
21/08/2014	435	238	110	93	42,21	28,90	71,11
22/08/2014	398	222	106	79	43,10	26,11	69,21
23/08/2014	293	233	103	91	35,90	18,65	54,55
24/08/2014	272	231	100	76	38,44	22,10	60,54
25/08/2014	415	238	100	84	27,18	14,31	41,49
26/08/2014	403	245	100	92	39,24	20,01	59,25
27/08/2014	315	218	102	87	40,33	20,45	60,78
28/08/2014	347	220	109	93	43,82	19,45	63,27
29/08/2014	404	234	113	78	37,01	14,95	51,96

Fonte: Elaborado pelo autor.

(Continua)

**Apêndice C – Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de agosto de 2014.**

(Continuação)

Data	Funcionário		Acompanhante		Resíduos gerados (kg)		Soma dos resíduos: A/J (kg)
	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	
30/08/2014	277	224	100	73	42,03	28,40	70,43
31/08/2014	325	220	115	72	43,14	25,92	69,06
<b>TOTAL DE RESIDUOS NO MÊS</b>							<b>1.819,45</b>
Média							58,69
Desvio Padrão							8,91
Coeficiente de variação (%)							15,18

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Apêndice D - Refeições servidas e quantidade de resíduos orgânicos gerados no Hospital Geral do Estado no mês de setembro de 2014.**

Data	Funcionário		Acompanhante		Resíduos gerados (kg)		Soma dos resíduos: A/J (kg)
	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	Almoço	Jantar	
01/09/2014	409	251	103	69	43,20	26,50	69,70
02/09/2014	418	237	105	73	40,40	23,20	63,60
03/09/2014	437	221	100	66	39,20	21,18	60,38
04/09/2014	409	218	101	84	42,00	28,90	70,90
05/09/2014	405	247	105	92	37,80	29,50	62,30
06/09/2014	408	216	100	72	36,90	22,00	58,90
07/09/2014	432	230	100	70	27,09	17,80	44,89
08/09/2014	436	243	103	83	39,80	14,90	54,70
09/09/2014	398	225	100	79	37,00	15,00	52,00
10/09/2014	412	217	100	72	41,20	20,00	61,20
11/09/2014	390	217	103	91	43,80	19,40	63,70
12/09/2014	435	221	100	86	35,20	17,90	53,10
13/09/2014	443	223	101	68	33,18	13,80	46,98
14/09/2014	395	237	106	75	18,20	19,10	37,30
15/09/2014	404	226	103	72	41,18	18,90	60,08
16/09/2014	415	259	100	84	27,00	19,00	46,00
17/09/2014	440	146	100	71	29,05	15,09	44,14
18/09/2014	398	211	103	95	35,10	17,05	52,15
19/09/2014	409	226	100	92	41,00	19,10	60,10
20/09/2014	441	224	100	73	38,00	15,80	53,80
21/09/2014	404	244	110	84	21,05	14,10	35,15
22/09/2014	433	235	113	78	29,00	27,40	56,40
23/09/2014	416	220	100	72	34,05	29,10	63,15
24/09/2014	360	208	104	83	38,20	33,80	72,00
25/09/2014	442	267	103	91	36,40	31,20	67,60
26/09/2014	437	241	82	74	41,20	28,40	65,60
27/09/2014	409	218	100	76	43,80	26,30	70,10
28/09/2014	397	228	101	92	26,90	16,14	43,04
29/09/2014	445	217	105	96	39,20	20,00	59,20
30/09/2014	442	211	100	85	41,30	18,08	59,38
<b>TOTAL DE RESIDUOS NO MÊS</b>							<b>1.707,54</b>
Média							56,918
Desvio Padrão							9,71
Coeficiente de variação (%)							17,06

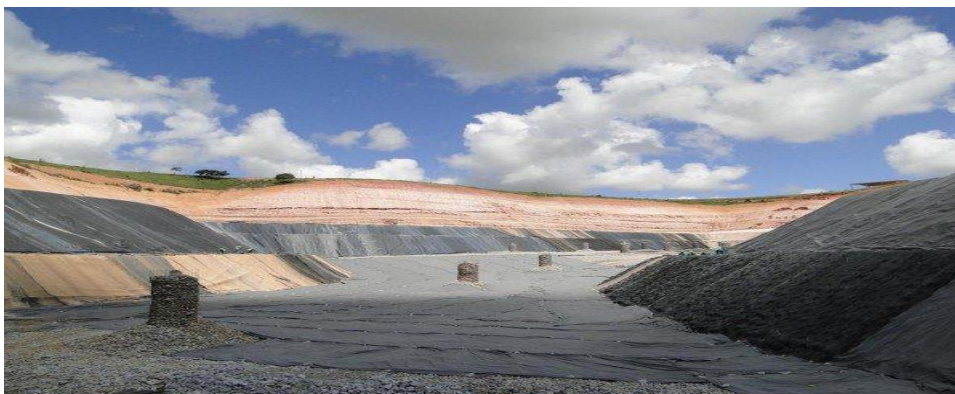
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Apêndice E - Caixa compactadora da empresa terceirizada**



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

## Apêndice F - Centro de Tratamento de Resíduos – CTR.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.



**Apêndice G** - Resíduos alimentares de acompanhantes e funcionários do HGE.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.