

EVERTON FORNARI MARIN
LEANDRO AUGUSTO DEON

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
SUBSTITUIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE DE VISCERAS
A VÁCUO POR BOMBA SANITÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Elétrica da Coordenação de Engenharia Elétrica – COELT – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Ósis Eduardo Silva Leal

PATO BRANCO

2013

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Análise de viabilidade técnica e econômica da substituição de um sistema de transporte de vísceras a vácuo por bomba sanitária**”, foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata de defesa nº043 de 2013.

Fizeram parte da banca os Professores

ÓSIS EDUARDO SILVA LEAL (ORIENTADOR)
BEATRIZ VARGAS
CESAR AUGUSTO PORTOLANN

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir esta experiência de vida.

Aos nossos pais e irmãos por nos incentivar a conquistar nossos objetivos e nos apoiar nos investimentos necessários à nossa formação.

A todos os professores do departamento de Engenharia Elétrica da UTFPR, que nos proporcionaram inestimáveis espaços de construção de conhecimento.

Agradecimento especial ao Professor Ósis Eduardo Silva Leal pela orientação e profundo respeito com que tratou nosso trabalho.

Aos colegas de estudo da UTFPR pelo convívio, aprendizado e companheirismo, Ricardo Marchese, Luis Fumagali, entre outros amigos que durante esses anos de faculdade foram muito importantes para nós.

Aos que sempre torceram por nós e aos que nos influenciaram positivamente ao longo de nossas vidas. Sei que mesmo não sendo citados aqui, vocês estão felizes por mais esta etapa completada.

Nossos sinceros agradecimentos!

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda
pensou sobre aquilo que todo mundo vê

Arthur Schopenhauer

RESUMO

MARIN, Everton Fornari. DEON, Leandro Augusto. **Análise de viabilidade técnica e econômica da substituição de um sistema de transporte de vísceras a vácuo por uma bomba sanitária.** 2013. 23 f. Trabalho para Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

A busca pela eficiência energética ganhou motivação devido aos custos elevados da energia de origem fóssil. Dentro de grandes indústrias, trata-se de um fator relevante para estudos de viabilidade econômica, a energia elétrica por se tratar de um item indispensável e de percentual significativo nos custos de produção, é de suma importância a sua utilização de forma eficiente. Este trabalho visa análise de viabilidade técnica e econômica da substituição de um sistema de transporte de vísceras a vácuo por uma bomba sanitária.

Palavras-chave: Conservação de Energia, Consumo de Energia Elétrica, Eficiência Energética, Sistema a Vácuo, Transporte de Resíduos.

ABSTRACT

MARIN, Everton Fornari. DEON, Leandro Augusto. **Analysis of technical and economic feasibility of replacing a transport system viscera by a vacuum pump sanitary.** 2013. 23 f. Monograph (Graduation in Electrical Engineering) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

The pursuit of energy efficiency gained motivation due to the high cost of fossil energy. Within large industries, this is an important factor for economic feasibility studies, the electricity because it is an indispensable and significant percentage of production costs, it is extremely important to use efficiently. This study aims to analyze the technical and economic feasibility of replacing a transport system viscera by a vacuum pump sanitary.

Key words: Energy Efficiency, Energy Conservation, Consumption of electricity, a vacuum system.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
BEU	Balanco de Energia Útil
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
CDE	Conta de Desenvolvimento Energético
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COFINS	Contribuição Social para Financiamento de Seguridade Social
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
IBC	Índice de Custo Benefício
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
MME	Ministério de Minas e Energia
MP	Medida Provisória
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PIS	Programa de Integração Social
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROESCO	Projeto de Eficiência Energética
RGR	Reserva Global de Reversão
TIR	Taxa Interna de Retorno
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Demanda Energética Mundial por Fonte Primária no Período de 1980 a 2005 e Perspectiva para o Período de 2005 a 2030	12
Figura 2 – Consumo de Energia Elétrica por Classe no Ano de 2011.	14
Figura 3 – Potencial de Conservação de Energia pela Força Motriz dos Setores.....	19
Figura 4 – Tipos de Consumidores	21
Figura 5 – Produtos (Parte Físicas) de um Frango	26
Figura 6 – Diagrama Unifilar do Transformador de 1500kVA.....	30
Figura 7 – Tarifas de Energia Elétrica (09/2012 à 02/2013)	35
Figura 8 – Participação na Fatura de Energia	36
Figura 9 – Esboço do Processo Sistema a Vácuo	37
Figura 10 – Consumo Diário do Sistema a Vácuo.....	42
Figura 11 – Custo de Manutenção Anual por Equipamentos.	46
Figura 12 – Custo de Manutenção dos Equipamentos do Sistema de Transporte a Vácuo Anual.....	47
Figura 13 – Esboço da Bomba Sanitária de Coluna a Vácuo.....	48
Figura 14 – Esboço do Sistema Proposto	49
Figura 15 – Custo Anual de Manutenção Bomba Sanitária.....	53
Figura 16 – Fluxo de Caixa Mensal do Projeto.....	54
Figura 17 – Relação entre VLP e TMA.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Potencial de Conservação de Energia	18
Tabela 2 – Histórico de Consumo	31
Tabela 3 – Histórico de Demanda	32
Tabela 4 – Histórico do Fator de Carga Mensal	33
Tabela 5 – Tarifa Média da Concessão de Energia.....	35
Tabela 6 – Etapas do Processo de Transporte de Vísceras.	39
Tabela 7 – Descrição de Carga dos Motores	40
Tabela 8 – Relação de Equipamentos do Sistema a Vácuo	41
Tabela 9 – Custo Anual de Manutenção do Sistema a Vácuo	44
Tabela 10 – Características da Bomba Sanitária.	50
Tabela 11 – Orçamento Bomba VC	51
Tabela 12 – Custo Anual de Manutenção Bomba Sanitária.....	52
Tabela 13 – Indicadores de Viabilidade Econômica.....	54
Tabela 14 – Análise Econômica.	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Geral	15
1.1.2 Específicos	15
1.2 Benefícios do Projeto	16
1.3 Justificativa	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Eficiência Energética	17
2.1.1 Cenário Brasileiro.....	19
2.2 Tarifação	22
2.2.1 Grupo “A”	22
2.2.2 Grupo “B”	23
2.2.3 Sistema Tarifário Horossazonal.....	23
2.3 Trabalhos Relacionados	24
2.4 Transportes de Resíduos	25
2.5 Indicadores de Análise de Viabilidade	27
3. ESTUDO DE CASO AURORA ALIMENTOS	29
3.1 Diagrama Unifilar	29
3.2 Fatura de Energia	30
3.3 Análise da Demanda e Consumo	31
3.4 Composição da Fatura de Energia	34
4. SISTEMA DE TRANSPORTE DE VÍSCERAS ATUAL	37
4.1 Levantamento de Carga e Equipamentos do Sistema a Vácuo.	40
4.2 Consumo do Sistema de Transporte a Vácuo	41
4.3 Custo de Manutenção do Sistema a Vácuo	44
5. SISTEMA DE TRANSPORTE DE VÍSCERAS PROPOSTO	47
5.1 Sistema de Transporte de Vísceras por Bomba Sanitária	47
5.2 Características Técnicas Necessárias	50
5.3 Orçamento Bomba Sanitária	50
5.4 Consumo de Energia pela Bomba Sanitária	51
5.5 Custo de Manutenção Bomba Sanitária	52
6. ANÁLISE DE VIABILIDADE	53
6.1 Viabilidade Econômica	53
6.2 Análise dos Indicadores	55

6.2.1 Valor Presente Líquido (VPL)	55
6.2.2 Valor Presente Líquido Mensal (VPLm)	55
6.2.3 Índice Custo Benefício (IBC).....	55
6.2.4 Retorno Sobre Investimento (ROIA)	56
6.2.5 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	56
6.2.6 <i>Payback</i>	57
6.2.7 Análise de Risco TMA/TIR e <i>Payback</i> /N	58
7. CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de energia é um dos principais indicadores de desenvolvimento econômico e de qualidade de vida na sociedade moderna, pois está intimamente ligado a capacidade de se adquirir bens e serviços pela sociedade. Já no cenário industrial a demanda energética representa o ritmo das atividades industriais e conseqüentemente seu aumento ou redução de crescimento.

A Figura 1 mostra a demanda energética mundial por fonte primária de energia compreendendo o período de 1980 a 2005 e uma perspectiva da demanda até o ano de 2030.

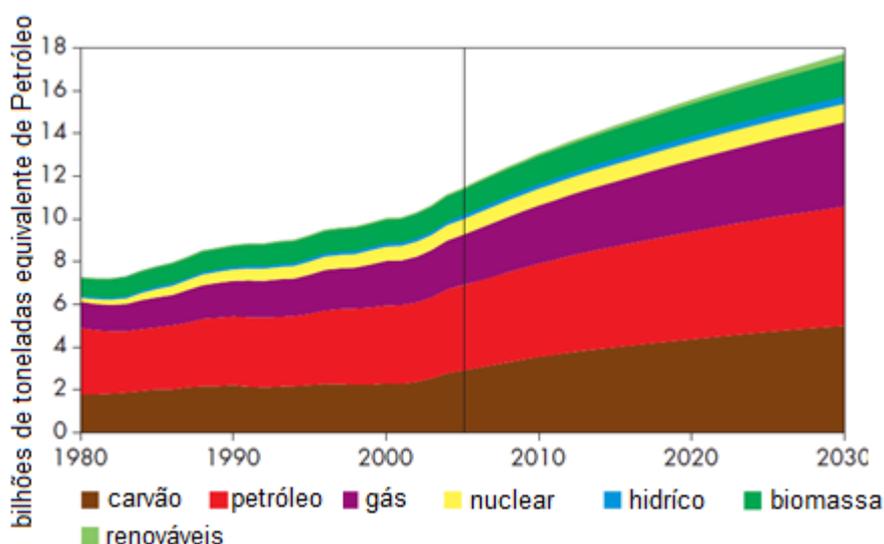


Figura 1 – Demanda Energética Mundial por Fonte Primária no Período de 1980 a 2005 e Perspectiva para o Período de 2005 a 2030

Fonte: Adaptado de Bose (2010).

Ainda em relação à Figura 1, observa-se que os combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural e o carvão, predominam sendo as principais fontes primárias (IEA's, 2007). Neste contexto seu valor de mercado traz impactos significativos no custo efetivo da produção industrial. Porém neste trabalho somente os combustíveis que impactam diretamente no custo da energia elétrica são considerados, por se tratar do foco do mesmo.

Nota-se que o consumo dos combustíveis primários intimamente ligados a geração de energia elétrica, retrata o cenário para esta fonte. Assim diz-se que a

demanda prevista para tais combustíveis espelha a demanda de energia elétrica para o mesmo período.

Com o aumento do consumo de energia elétrica, surgem as buscas por métodos mais eficientes para sua utilização no setor industrial em função do aumento da competitividade entre empresas do mesmo ramo. Tal ação visa a minimização dos impactos relativos ao aumento deste insumo nos preços do produto final. Pois o custo relacionado a energia elétrica consumida por uma empresa é significativo, e se tratando de um insumo essencial para a indústria é importante usá-la de forma eficiente (Moraes, 2008).

A eficiência no uso de energia elétrica entrou na agenda mundial após o choque do preço do petróleo na década de 70, quando se detectou que o uso dos recursos fósseis teriam um preço crescente, acarretando no aumento do custo da energia elétrica gerada através de usinas termoeletricas.

Na busca por soluções deste problema, verificou-se que um serviço poderia ser obtido com o mínimo consumo de energia possível, tendo assim menores impactos econômicos, ambientais e sociais.

Nesta direção equipamentos e hábitos de consumo começaram a ser analisados em termos de conservação de energia. Surgem então, muitas iniciativas que resultam em maior eficiência demonstrando ser economicamente viáveis, devido ao baixo custo de implantação em relação ao alto custo de produção da energia, cujo consumo é evitado (EPE, 2010).

No Brasil diversas iniciativas vêm sendo empreendidas, destacam-se o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), Normalização e Qualidade Industrial do Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), esses programas evidenciam que é possível retirar uma parcela de consumo de energia por meio de iniciativas na área de eficiência energética (EPE, 2010).

A Figura 2 mostra a divisão do consumo energético brasileiro por setor. Verifica-se que mais da metade da demanda energética encontra-se no setor residencial e industrial, que representam juntos mais de 60% do consumo energético final do país.

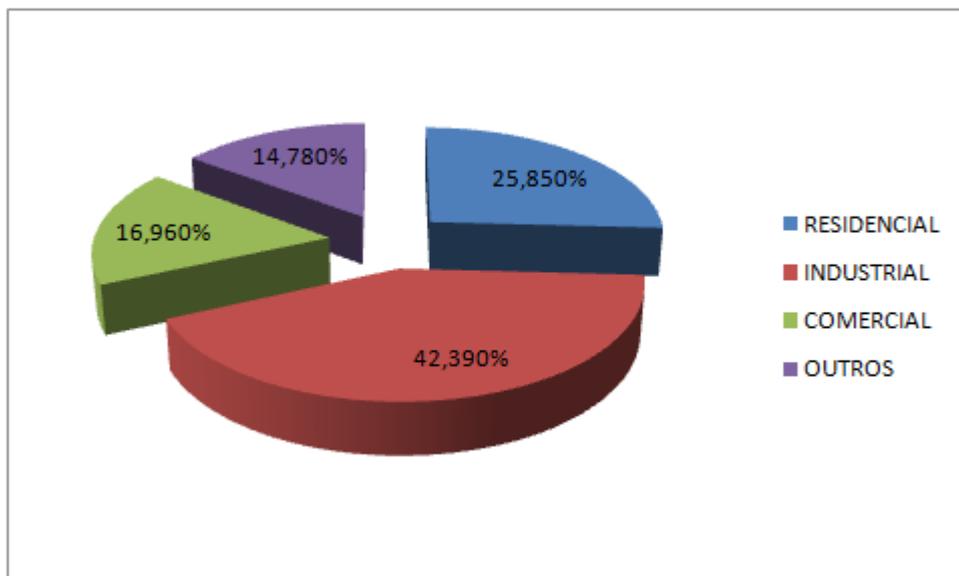


Figura 2 – Consumo de Energia Elétrica por Classe no Ano de 2011.
Fonte: (EPE, 2011).

Pelo fato de possuir uma maior participação no consumo de energia, as indústrias e residências são alvos de intensos estudos de eficiência energética. Surgindo assim, inúmeros projetos que em virtude de seus resultados, tornam-se viáveis economicamente. Tais projetos trazem redução dos custos operacionais nas indústrias e redução de consumo nas residências.

Neste contexto encontra-se o foco deste trabalho, que consiste em um estudo de viabilidade técnica e econômica na substituição de um sistema de transporte de vísceras a vácuo, por um sistema de bomba sanitária na planta do abatedouro de aves Aurora Alimentos situado na cidade de Quilombo – SC, visando obter uma redução significativa no consumo de energia elétrica, redução das paradas de produção e conseqüentemente redução nos custos do produto final.

A partir dos dados obtidos pretende-se empregar métodos matemáticos como o Valor Presente Líquido (VPL) indicador que permite avaliar a viabilidade econômica durante seu período de vida útil, a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Índice Custo Benefício (IBC) que representa a relação entre o valor atual do retorno e o valor dos custos esperados, para avaliar os retornos econômicos do projeto mostrando sua viabilidade.

Para atingir os objetivos deste trabalho, o mesmo está estruturado em seis capítulos, sendo que no primeiro capítulo é contextualizado o trabalho no cenário mundial, e descreve os principais objetivos e benefícios que o projeto apresentara para indústrias frigoríficas, além de justificar sua aplicação.

No segundo capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica, dando ênfase em conservação de energia, no sistema atual de transporte de vísceras, o sistema proposto e uma descrição do sistema tarifário adotado no Brasil.

Através da análise do histórico de faturas de energia, demanda e consumo e análise da tarifa de energia, o capítulo três descreve o estudo de caso realizado na empresa Aurora Alimentos situada na cidade de Quilombo – SC.

No capítulo quatro é realizado o levantamento de dados do sistema de transporte de vísceras a vácuo, tais como, custos de manutenção, consumo de energia e levantamento de carga e equipamentos utilizados.

O capítulo cinco é responsável pelas especificações dos equipamentos necessários pelo sistema de transporte de vísceras proposto, assim como orçamento do equipamento e levantamento de custos de manutenção de um sistema equivalente.

Por fim, o capítulo seis utiliza indicadores para evidenciar a viabilidade da substituição do sistema de transporte de vísceras.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Realizar uma análise de viabilidade técnica e econômica da substituição de um sistema de vácuo por bomba sanitária.

1.1.2 Específicos

- Realizar levantamento de carga do sistema a vácuo;
- Realizar levantamento de horários de operação do sistema;
- Realizar orçamento do equipamento a ser instalado (Bomba Sanitária);
- Avaliar a redução de energia consumida;

- Avaliar o custo benefício da implantação do novo sistema.

1.2 Benefícios do Projeto

Com este projeto espera-se obter um sistema viável em termos técnicos e econômicos. De forma que o novo sistema a ser instalado realize o mesmo trabalho diminuindo significativamente o consumo de energia e reduzindo os custos de manutenção no sistema.

Além disto, espera-se que o projeto sirva como base para que abatedouros de aves melhorem seu sistema de produção.

Sendo o transporte de resíduos nos frigoríficos um fator significativo na qualidade do produto final, os resultados deste trabalho trazem ganhos para a indústria e principalmente para a sociedade.

1.3 Justificativa

- O setor industrial oferece um grande potencial para conservação de energia elétrica;
- Com a redução do consumo de energia, utilizando a mesma de forma eficiente, a empresa consegue maior competitividade frente a seus concorrentes por oferecer um produto com menor custo;
- O sistema baseado na bomba sanitária requer menor custo de manutenção e diminui as paradas para manutenção da planta;
- O sistema proposto diminui as paradas no processo produtivo por possuir menos equipamentos apresentando menor percentual de falhas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Eficiência Energética

Eficiência energética trata-se de uma atividade técnico-econômica que objetiva promover o uso eficiente de energia elétrica, combatendo os desperdícios e reduzindo os investimentos setoriais, trazendo vantagens como poupar recursos naturais como o petróleo e o gás. Com impacto direto na produção, possibilita o aumento no desempenho econômico das empresas.

Além disto, com o consumo eficiente de energia elétrica reduz-se a necessidade de investimentos em infraestrutura no setor elétrico, como construções de linhas de transmissão e usinas de geração de energia.

A busca pela eficiência energética ganhou motivação, devido aos custos elevados da energia, principalmente das usinas que utilizam recursos de origem fóssil. Outros fatores impactantes provem dos questionamentos do aquecimento global que atribuí ao consumo de energia elétrica uma parcela desfavorável para o cenário.

Sob a perspectiva de um horizonte à longo prazo, o consumo eficiente de energia, devido a ações de eficiência energética, tem papel importante no atendimento a demanda futura de energia.

As projeções da demanda de energia elétrica elaborada no estudo de ganhos de eficiência energética chegam a 5,7% do consumo total. Essa redução de consumo reflete em uma redução da geração em torno de 6,4 GWmédio, isto é, aproximadamente a soma da geração das usinas de Tucuruí e Xingú. Esses dados estão fundamentados em rendimentos energéticos da eletricidade, por segmento de consumo, compatíveis com os dados do Balanço de Energia Útil (BEU) do Ministério de Minas e Energia (MME) (EPE, 2012).

Na Tabela 1 utilizamos os valores apurados do Balanço Energético Nacional (BEN) para o ano base de 2011, assim podemos analisar o percentual de conservação referente ao uso da energia em cada setor.

Tabela 1 – Potencial de Conservação de Energia

Uso Final	Residencial	Comercial	Transporte	Industrial	Agropecuário	Geral
Força Motriz	0,84%	4,1%	100%	16,5%	55,4%	176,84
Calor de Processo	1,56%	1,2%	0%	35,3%	10,1%	48,16
Aquecimento direto	52,6%	6,3%	0%	42%	23,3%	124,2
Refrigeração	12,8%	22,2%	0%	1,4%	4,8%	41,2
Iluminação	32,2%	66,2%	0%	1,6%	6,4%	106,4
Eletroquímica	0%	0%	0%	3,2%	0%	3,2
	100%	100%	100%	100%	100%	—

Fonte : Adaptado de (EPE, 2010)

Os dados apresentados na Tabela 1, como o percentual do potencial de conservação em relação ao uso de energia, nos mostra como a energia é consumida em cada setor, sejam em residências, indústrias, comércios, transporte e setor agropecuário.

As atividades em que se obtêm maior redução do consumo no contexto geral em ordem decrescente são: força motriz, aquecimento direto, iluminação, calor de processo, refrigeração, e eletroquímica.

Também se observa que tarefas que utilizam a força motriz, aquecimento direto e a iluminação são grandes responsáveis pelo consumo de energia.

A Figura 3 ilustra os setores mais representativos da economia em relação ao potencial de conservação de energia pela força motriz.

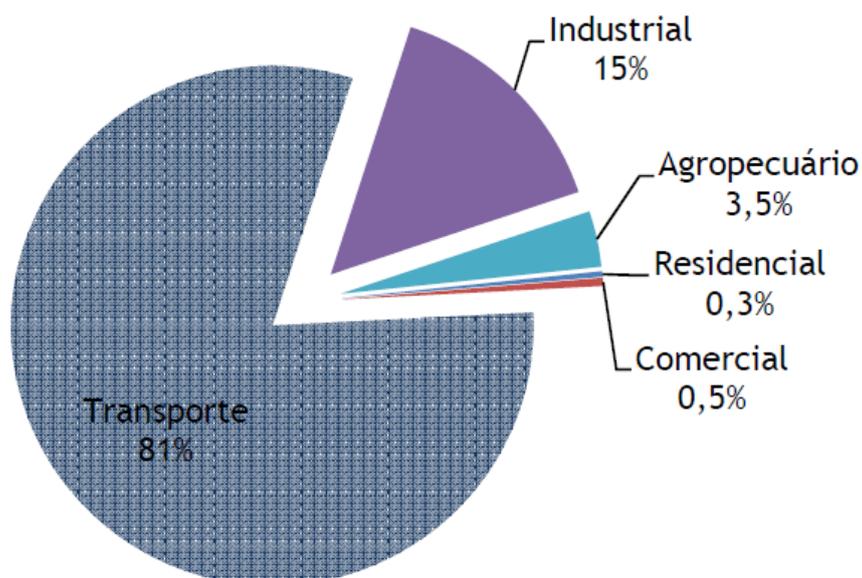


Figura 3 – Potencial de Conservação de Energia pela Força Motriz dos Setores
Fonte: (EPE, 2012).

Com 81%, o setor de transporte apresenta o maior potencial de conservação de energia pela força motriz, porém apresenta uma parcela relativamente baixa do consumo de energia elétrica quando comparado com indústrias e residências. Em seguida com 15 % do potencial de conservação, o setor industrial que também é responsável por representar mais de 40 % do consumo de energia elétrica (como mostrado na Figura 2), é o ramo que mais tem recebido incentivo para a realização de estudos de eficiência energética e viabilidade técnica e econômica.

2.1.1 Cenário Brasileiro

Um estudo realizado em 2009 pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) indica que muitas empresas parecem preferir deixar as instalações antigas a investir em processos e equipamentos de maior eficiência energética, em outras palavras, desperdiçam energia e repassam o custo ao consumidor final.

Diante da grande participação da energia no setor industrial, poderíamos deduzir que a prática de eficiência energética seria uma ação natural adotada pelos agentes setoriais. Porém, isto não vem ocorrendo na intensidade desejada, e uma

ação mais efetiva se faz necessária para a inserção da eficiência energética como instrumento de competitividade (MME, 2011).

No Brasil, varias ações têm sido empreendidas para a promoção da eficiência energética na indústria. Podemos destacar programas como: Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica PROCEL Indústria (PROCEL); programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO) com linha de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES; os programas de Eficiência Energética (PEE), conduzidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e o do Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), conduzido pela Petrobrás (MME, 2011).

Ao longo do ano de 2012, o aprofundamento da crise na Europa impactou negativamente a economia mundial, afetando também o comportamento da indústria brasileira. Com o intuito de tornar o setor brasileiro mais competitivo, o consumo eficiente de energia é visto como uma das ações de grande impacto a serem consideradas nas plantas industriais (EPE, 2012).

Assumindo seu papel na sociedade o governo federal brasileiro busca soluções que possibilitem o aumento da competitividade do setor industrial nacional. A recente publicação da Medida Provisória (MP) N°579, de 11 de Setembro de 2012, e do Decreto N°7.805, de 14 de Setembro de 2012 propõe importantes ajustes que visa beneficiar, com redução de tarifas energéticas, os consumidores de energia elétrica do país.

Para contribuir com o decréscimo dos custos da energia elétrica o governo decidiu extinguir a Conta de Consumo de Combustíveis Fósseis (CCC), Reserva Global de Reversão (RGR) e reduzir o percentual destinado a Conta de Desenvolvimento Energético (RGR).

Essa redução do custo de energia elétrica beneficia o setor industrial, pois permite aumentar a competitividade, buscando preservar a conquista de mercado e conseqüentemente crescimento contínuo do país. Porém trazem impactos negativos na busca da eficiência energética, pois com a energia mais barata o retorno financeiro dos novos investimentos é reduzido.

A grande maioria dos consumidores industriais alimentados em alta tensão são classificados como livres, para os mesmos, a proposta do governo consiste em reduções nos custos de transmissão e nos encargos setoriais. A Figura

4 permite uma melhor avaliação da distribuição dos tipos de consumidores (cativos, livres ou autoprodução transportada).

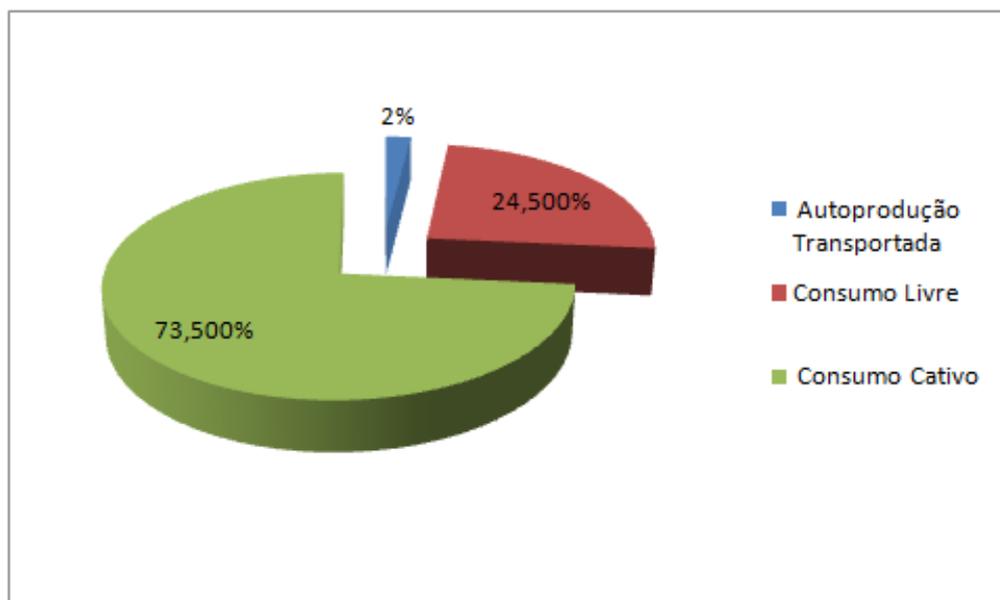


Figura 4 – Tipos de Consumidores
Fonte : (EPE, 2012)

Nota-se pela Figura 4 que a maior parte dos consumidores são classificados como cativos atingindo 73,5 % do total, obrigados a comprar energia do fornecedor local, pagando para a concessionária uma tarifa de fornecimento que na maioria dos casos é mais elevada, quando comparada com a tarifa dos consumidores livre.

Em seguida com 24,5 % têm-se os consumidores livres caracterizados por possuírem uma demanda instalada superior a 3 megawatts (MW), onde o custo de sua energia contempla a tarifa de transporte pela empresa de concessão local e a energia elétrica comprada de um agente comercializador, não ficando restrita a concessionária local. Os 2 % restantes consistem na autoprodução, onde a energia é gerada por um autoprodutor fora do local de consumo e transportada pelas redes de distribuição/transmissão até o local de aproveitamento.

2.2 Tarifação

Os consumidores são divididos em dois grupos tarifários A e B em função da tensão de alimentação do mesmo. O grupo A compreendem consumidores alimentados por tensão superior a 2,3 kV, já o grupo B aqueles alimentados em tensão inferior a 2,3 kV. E em alguns casos sua tarifação é classificada como horossazonal onde tem-se duas tarifas diferenciadas ao longo do dia.

Destaca-se em função da não observância das mudanças definidas na medida provisória 579 pelas concessionárias, em função dos prazos estabelecidos, neste trabalho tais alterações só serão consideradas nos valores das tarifas quando observadas diretamente nas faturas mensais. Sendo assim as mudanças ligadas aos grupos tarifários estão em conformidade com os adotados pelos agentes.

2.2.1 Grupo “A”

Unidades consumidoras atendidas com tensão igual ou superior a 2,3 KV, ou ainda atendidas por um sistema subterrâneo de distribuição com tensão inferior a 2,3 KV, caracterizado pela estruturação tarifaria binômia e subdividido nos seguintes subgrupos (COPEL, 2005).

- a) Subgrupo A1 – Tensão de fornecimento igual ou superior a 230 KV.
- b) Subgrupo A2 – Tensão de fornecimento de 88 KV a 138 KV.
- c) Subgrupo A3 – Tensão de fornecimento de 69 KV.
- d) Subgrupo A3a – Tensão de fornecimento de 30 KV a 44 KV.
- e) Subgrupo A4 – Tensão de fornecimento de 2,3 KV a 25 KV.
- f) Subgrupo AS – Tensão de fornecimento inferior a 2,3 KV, atendidas por sistema subterrâneo de distribuição.

2.2.2 Grupo “B”

Unidades Consumidoras com fornecimento de tensão inferior a 2,3 KV, ou ainda, atendidas em tensão superior a 2,3 KV, caracterizado pela estruturação tarifária monômnia e subdividido nos seguintes subgrupos (COPEL, 2005).

- a) Subgrupo B1 – Residencial.
- b) Subgrupo B1 – Residencial baixa.
- c) Subgrupo B2 – Rural.
- d) Subgrupo B2 – Cooperativa de eletrificação rural.
- e) Subgrupo B2 – Serviço público de irrigação.
- f) Subgrupo B3 – Demais classes.
- g) Subgrupo B4 – Iluminação pública.

2.2.3 Sistema Tarifário Horossazonal

Conhecida também como tarifa binômnia, por ser constituída de duas parcelas distintas, estabelece os valores para potência e energia. Além desta distinção entre potência e energia, o sistema acrescentou o segmento horossazonal, que estabelece tarifas para horários de ponta (18 as 21h) e fora de ponta (21 horas restante do dia). Estes valores são fixados pela ANEEL, órgão regulamentador das relações entre concessionárias e consumidores.

As características de cada unidade consumidora determinam o seu enquadramento em uma determinada categoria.

- HOROSSAZONAL VERDE – Nesta tarifa se pactua uma demanda contratada independente da hora, e o consumo é tarifado diferentemente em horários de ponta e fora de ponta. Esta tarifa horossazonal é estruturada para unidades consumidoras pertencentes ao Grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS, sendo opcional para o último.
- HOROSSAZONAL AZUL – Se pactua uma demanda contratada no horário de ponta e uma demanda contratada no horário fora de ponta.

O consumo também é tarifado diferentemente em horários de ponta e fora de ponta. Esta estrutura é empregada exclusivamente para consumidores do Grupo A, sendo obrigatório para as unidades consumidoras dos grupos A1, A2 e A3.

2.3 Trabalhos Relacionados

Diversos trabalhos são encontrados na área de eficiência energética, tais como (EPE, 2010), (EPE, 2011), e (EPE, 2012), porém poucos relacionados a transportes de resíduos em abatedouros de aves. Dentre vários trabalhos identificou-se somente dois que fornecem informações importante sobre o assunto. São eles: (Moraes, 2008) e (Piaia, 2009).

Em (Moraes, 2008) é descrito uma estratégia de redução do consumo de energia elétrica visando alternativas mais eficientes para redução de custos com pesquisas quantitativas e descritivas, avaliando as planilhas de consumo para evidenciar a redução de custo.

O trabalho de (Moraes, 2008) avalia a substituição de um sistema de iluminação por luminárias mais eficientes e a implantação de um gerador para diminuir a demanda no horário de ponta. Onde a similaridade entre o trabalho de (Moraes, 2008) e a proposta aqui apresentada consiste somente no objetivo de aumentar a eficiência da planta da empresa.

Já no trabalho de (Piaia, 2009) é detalhado um sistema de transporte de resíduos sólidos industriais desde os processos onde são produzidos até os locais onde serão processados. Onde o transporte de resíduos proposto trata-se de um sistema a vácuo automatizado.

Sendo assim, a proposta de (Piaia, 2009) consiste em uma melhoria no processo, porém sem a preocupação na redução de consumo de energia e sim na melhoria do transporte de resíduo. Diferenciando-se da proposta deste trabalho onde o objetivo principal é a redução de consumo de energia por meios mais eficientes, além da melhoria no transporte.

2.4 Transportes de Resíduos

Os arranjos físicos dentro de uma indústria são de grande importância para contribuir para um bom fluxo dos produtos. Os *layouts* estão cada vez mais compactos e flexíveis, com distâncias cada vez menores e estoques reduzidos (Piaia, 2009).

Os *layouts* impróprios são responsáveis por desperdícios, o qual também da a forma de má qualidade, custam dinheiro e não acrescentam valor (Moreira, 2008).

Neste contexto surge o conceito de controle de qualidade. Diz-se que um processo industrial está controlado se os produtos resultantes estiverem dentro de um padrão de qualidade desejável (Moreira, 2008).

Controle de qualidade pode ser entendido como desenvolver, projetar, produzir um produto de qualidade mais econômico, útil e satisfatório para o consumidor (Ishikawa, 1993).

Para ter-se um controle de qualidade de forma eficiente, são vários os fatores que precisam ser levados em consideração. Sendo a destinação dos resíduos do processo produtivo um deles.

Um resíduo é algo que não mais se deseja em um dado momento, entretanto há de se considerar que resíduos podem ser transformados em subprodutos ou em matérias primas para outras linhas de produção (Moreira, 2008).

No contexto deste trabalho os resíduos provenientes do abate de frangos são transformados em um subproduto com valor agregado, antes um resíduo, agora um produto denominado farinha de aves.

Na Figura 5 tem-se ilustrado o percentual físico de resíduo do frango que é transformada em farinha de aves.

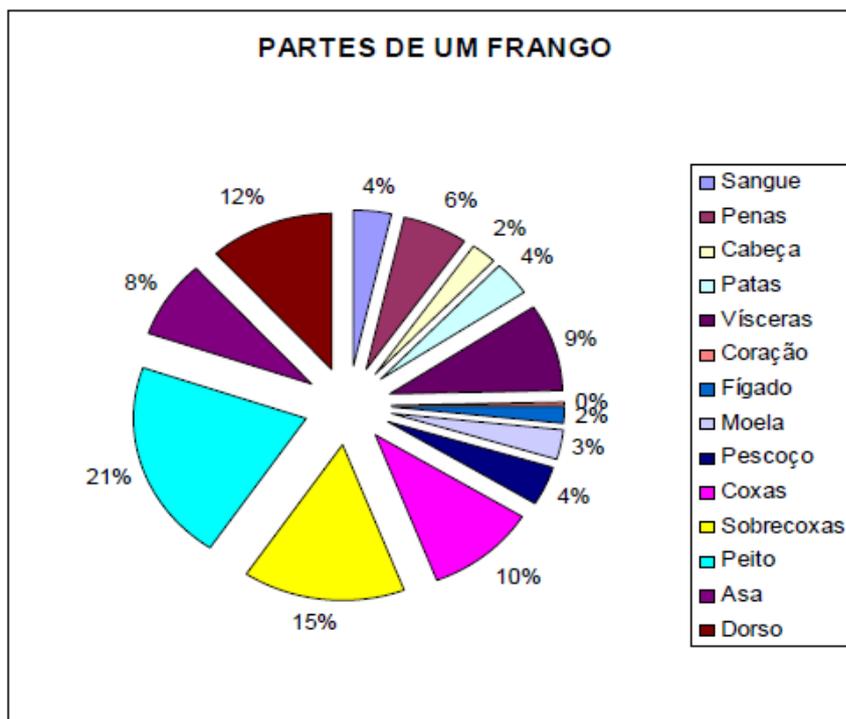


Figura 5 – Produtos (Parte Físicas) de um Frango
 Fonte: (Moreira, 2008)

Analisando o percentual de cada parte física do frango na Figura 5, observa-se que no frigorífico onde está sendo realizado o estudo, o percentual de resíduos a ser transportado no sistema chega a 9 % do frango.

Com a substituição do sistema a vácuo, que realiza o transporte de vísceras da galeria técnica até a fábrica de farinha, espera obter-se uma melhora no *layout* devido à retirada de equipamentos não necessários pelo novo sistema de bomba sanitária. Diminuindo o número de pontos (equipamentos) com possibilidade de defeito.

A implantação desse novo sistema ocasiona um menor custo no sistema de transporte do subproduto, um menor custo de manutenção futura nos equipamentos instalados e em função do número reduzido de pontos com possibilidade de defeito há a diminuição nos indicadores de parada, ocasionando assim uma redução no custo e ao mesmo tempo aumentando a qualidade do produto.

2.5 Indicadores de Análise de Viabilidade

Para estabelecer a viabilidade técnica do projeto, ou seja, a possibilidade de transportar as vísceras através da bomba sanitária faz-se necessário o levantamento de todos os dados técnicos e financeiros para a análise de viabilidade econômica conforme descrito ao longo deste texto.

Para análise da viabilidade econômica do projeto pode-se utilizar a metodologia multi-índice proposta por Clemente e Souza (2008), que procura se embasar no processo decisório quanto à viabilidade ou inviabilidade do projeto através da utilização de vários indicadores (Luchtermberg, 2010).

- Índice de retorno: Valor Presente (VP), Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), Índice de Custo Benefício (IBC) e Retorno Obtido sobre Investimento Adicionado (ROIA).
- Índice de risco: Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa mínima de Atratividade (TMA)/TIR, *payback* e *pay-back*/Horizonte de Planejamento (N).

Dentre os indicadores destacam-se como principais:

Taxa Mínima de Atratividade (TMA): É a taxa mínima que um investidor se propõe a receber ao realizar um investimento. A decisão de investir sempre terá duas alternativas, investir na TMA ou no projeto.

Valor Presente (VP): É a soma do fluxo de caixa líquido considerando o horizonte de planejamento, ou seja, o valor que precisa-se investir hoje, para que renda determinado valor ao longo do período, no caso do projeto proposto a durabilidade do projeto.

$$VP = \sum_{j=1}^N \frac{FC_{jt}}{(1 + TMA)^j} \quad (1)$$

Valor Presente Líquido (VPL): É o somatório de todos os valores do fluxo de caixa, descontados para a data zero, utilizando como taxa de desconto a TMA.

$$VPL = -FC_0 + \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1+TMA)^j} \quad (2)$$

Valor Presente Líquido mensal (VPLm): Tem o mesmo significado que VPL, porem é interpretado por período.

$$VPLA = \frac{VLP \cdot [TMA \cdot (1+TMA)^N]}{[(1+TMA)^N - 1]} \quad (3)$$

Índice Custo Benefício (IBC): É uma medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido. É uma razão entre o Fluxo Esperado de Benefícios de um projeto e o Fluxo Esperado de Investimentos necessários para realizá-lo (Luchtermberg, 2010).

$$IBC = \frac{\text{Valor Presente Do Fluxo De Benefício}}{\text{Valor Presente Do Fluxo De Investimento}} \quad (4)$$

$$IBC = \frac{\sum_{j=1}^N \frac{B_j}{(1+TMA)^j}}{FC_0 + \frac{C_j}{(1+TMA)^j}} \quad (5)$$

Retorno sobre investimento adicionado (ROIA): este indicador é obtido a partir da IBC, porem representa a estimativa de rentabilidade em percentual do projeto por período.

$$Roia = \sqrt[N]{IBC} - 1 \quad (6)$$

Taxa Interna de Retorno (TIR): Taxa que anula o valor presente líquido de um fluxo de caixa. Pode ser interpretado como o valor máximo que o investidor possa pagar em uma taxa de financiamento e o projeto tornar-se viável (Luchtermberg, 2010).

$$TIR = \sum_{j=1}^N \frac{Entradas_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^N \frac{Saídas_j}{(1+i)^j} = 0 \quad (7)$$

Payback: É o período necessário para que o fluxo de caixa líquido recupere o valor investido.

3. ESTUDO DE CASO AURORA ALIMENTOS

3.1 Diagrama Unifilar

Antes das análises de demanda e consumo é importante o levantamento de algumas informações técnicas referentes à cabine de transformação.

Atualmente a empresa é atendida por uma rede aérea da CELESC com tensão de fornecimento de 13,8 kV e frequência de 60 Hz. O ramal de ligação é denominado cabine de transformação e a mesma é constituída por três transformadores trifásicos de potência com capacidade de 1500 kVA ligados em paralelo no lado de alta tensão, por se tratar de uma carga maior que 300 kVA a medição é realizada no lado de alta tensão.

O diagrama unifilar ilustrado na Figura 6 representa o esquemático dos esquemas de medição e proteção do transformador responsável por alimentar a fábrica de farinha (subproduto) da indústria, assim como suas respectivas cargas. Os outros transformadores são responsáveis pela alimentação do sistema de refrigeração e restante do processo de abate.

No barramento de distribuição de carga do transformador (380 V), tem-se um quadro geral de distribuição e módulos de capacitores para correção do fator de potência acionados por controles automáticos.

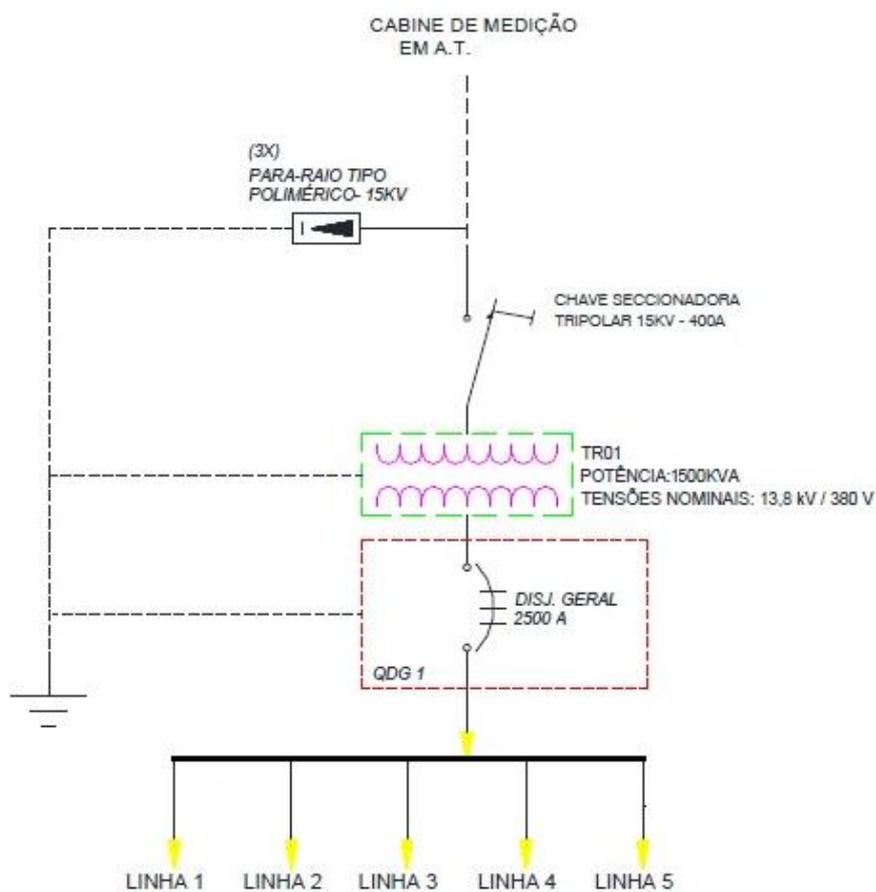


Figura 6 – Diagrama Unifilar do Transformador de 1500kVA
Fonte: Autoria Própria.

Conhecidas algumas características do barramento de alimentação do sistema de transporte de vísceras faz-se necessário uma estimativa da carga consumida pelo sistema através de levantamentos de dados para a análise de viabilidade realizada, tal estimativa encontra-se no item (4.1).

3.2 Fatura de Energia

As faturas de energia da empresa, fornecidas pela concessionária, trazem informações relevantes como consumo, demanda e excedentes reativos, além dos valores das tarifas.

Para obter-se o histórico de faturas, a empresa dispõe de acesso exclusivo, através de *login* e senha única, no site da concessionária que possibilita uma análise comparativa do consumo em períodos específicos.

3.3 Análise da Demanda e Consumo

Por meio do contrato firmado com a concessionária de energia, a empresa em análise atualmente é pertencente ao Subgrupo A4 com tensão de fornecimento igual a 13,8 kV e enquadrada na tarifação Horossazonal Azul, pactuando-se uma demanda e consumo tarifados diferentemente em horários de ponta e fora de ponta.

Independente do sistema tarifário adotado pela empresa   recomendado   análise das faturas de energia em um período suficiente para perceber uma possível sazonalidade de produ o.

A análise da fatura de energia possibilitou a obten o da Tabela 2, com o histórico dos últimos seis meses de consumo no horário de ponta e consumo no horário fora de ponta.

Tabela 2 – Histórico de Consumo

HISTÓRICO DE CONSUMO		
Mês/Ano	Consumo Ponta (kWh/Mês)	Consumo Fora Ponta (kWh/Mês)
09/2012	181346,0	1477730,0
10/2012	216241,0	1558922,0
11/2012	190353,0	1558850,0
12/2012	186549,0	1573017,0
01/2013	224766,0	1698913,0
02/2013	192827,0	1649649,0

Fonte: Aurtoria Própria.

Ainda em análise da Tabela 2 o consumo da empresa no decorrer dos meses estimados, entre setembro de 2012 e fevereiro de 2013, não apresentam grandes varia es. Além disto, observa-se que nos meses em que são registradas temperaturas elevadas ao longo do dia há um aumento do consumo, pois   necessário maior período de opera o do sistema de refrigera o da empresa.

Além do histórico de energia consumida, ilustrado na Tabela 2, tem-se ilustrado pela Tabela 3 a demanda contratada e demanda faturada nos meses compreendidos entre Setembro de 2012 à Fevereiro de 2013.

Demanda é a soma das potências elétricas de todos os equipamentos que estão ligados ao mesmo tempo, na unidade consumidora. A demanda cobrada será a maior medida de potência ativa realizada em períodos de quinze minutos.

Tabela 3 – Histórico de Demanda

HISTÓRICO DE DEMANDA				
Mês/Ano	Demanda Contratada Ponta (kW)	Demanda Faturada (kW)	Demanda Contratada Fora Ponta (kW)	Demanda Faturada (kW)
09/2012	3650	3650	3900	3900
10/2012	3650	3650	3900	3900
11/2012	3650	3650	3900	3900
12/2012	3650	3650	3900	4078
01/2013	3650	3650	3900	4003
02/2013	3650	3680	3900	4037

Fonte: Autoria Própria.

Pela análise da Tabela 3 verifica-se que nos meses de setembro, outubro e novembro a demanda faturada não ultrapassou a contratada nem no horário de ponta nem no horário fora de ponta, demonstrando um controle no funcionamento dos equipamentos por parte da empresa. Porém nos meses subsequentes houve, para horário fora de ponta, uma demanda faturada média de aproximadamente 3,15% acima da demanda contratada, fato que não gerou multa, visto que mesmo com o aumento, a mesma encontra-se dentro dos limites aceitáveis.

A partir da Tabela 3 pode-se analisar o fator de carga da empresa, ou seja, como a energia elétrica esta sendo utilizada ao longo do tempo.

O fator de carga no horário de ponta e fora de ponta pode ser calculado de acordo com as equações (8) e (9):

$$FC_p = \frac{\text{ConsumoTotal}_{\text{ponta}} [\text{kWh}]}{\text{Demanda}_{\text{ponta}} [\text{kW}] * HT_p} \quad (8)$$

$$FC_{fp} = \frac{\text{ConsumoTotal}_{\text{foraponta}} [\text{kWh}]}{\text{Demanda}_{\text{foraponta}} [\text{kW}] * HT_{fp}} \quad (9)$$

Onde:

HT_p = Número médio de horas no horário de ponta em um mês, no caso 66 horas.

FC_p = Fator de Carga no horário de ponta.

HT_{fp} = Número médio de horas no horário fora de ponta em um mês, totalizando 654 horas.

FC_{fp} = Fator de Carga no horário fora de ponta.

É importante salientar que o Fator de Carga mais próximo de 1,0 indica que o consumo é distribuído de forma uniforme ao longo do dia caracterizando menor custo médio da energia elétrica.

A Tabela 4 apresenta os valores de FC_p e FC_{fp} para a empresa Aurora Alimentos considerando HT_p igual a 66 e HT_{fp} igual a 654.

Tabela 4 – Histórico do Fator de Carga Mensal

Mês/Ano	FCp	FCfp
09/2012	0,7527	0,5793
10/2012	0,8976	0,6112
11/2012	0,7901	0,6111
12/2012	0,7743	0,5898
01/2013	0,9330	0,6489
02/2013	0,7939	0,6248

Fonte: Autoria Própria.

Verifica-se que no horário de ponta a empresa apresenta um fator de carga médio de 0,82, indicando uma posição conservadora, visto que tem-se uma margem de segurança média de 0,18.

Já no horário fora de ponta a média do fator de carga fica em 0,61, evidenciando a necessidade de aumentar o fator de carga neste período de operação, pois o mesmo encontra-se com uma margem de segurança de 0,39.

Sugerem-se a seguir algumas medidas para melhorar o fator de carga.

- Conservar o consumo atual e reduzir a demanda
 - Fazer levantamento da carga instalada;
 - Selecionar cargas que possam operar fora do período de demanda máxima;
 - Evitar partida simultânea de máquinas;
 - Evitar curto-circuito e correntes de fuga;
 - Instalar proteções adequadas à instalação e
 - Realizar manutenções periódicas.
- Conservar a demanda e aumentar o consumo
 - Aumentar o número de máquinas operando ao mesmo tempo, desde que não ultrapasse a demanda contratada.

3.4 Composição da Fatura de Energia

Os valores das tarifas cobrados pela concessionária da região (CELESC) entre o período de Setembro de 2012 à Fevereiro de 2013 estão descritos na Tabela 8. Valores referentes ao Programa de Integração Social (PIS), Contribuição social para financiamento de Seguridade Social (COFINS), Imposto de Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) e demais impostos que incidem sobre a mesma, já estão inclusos na tarifação.

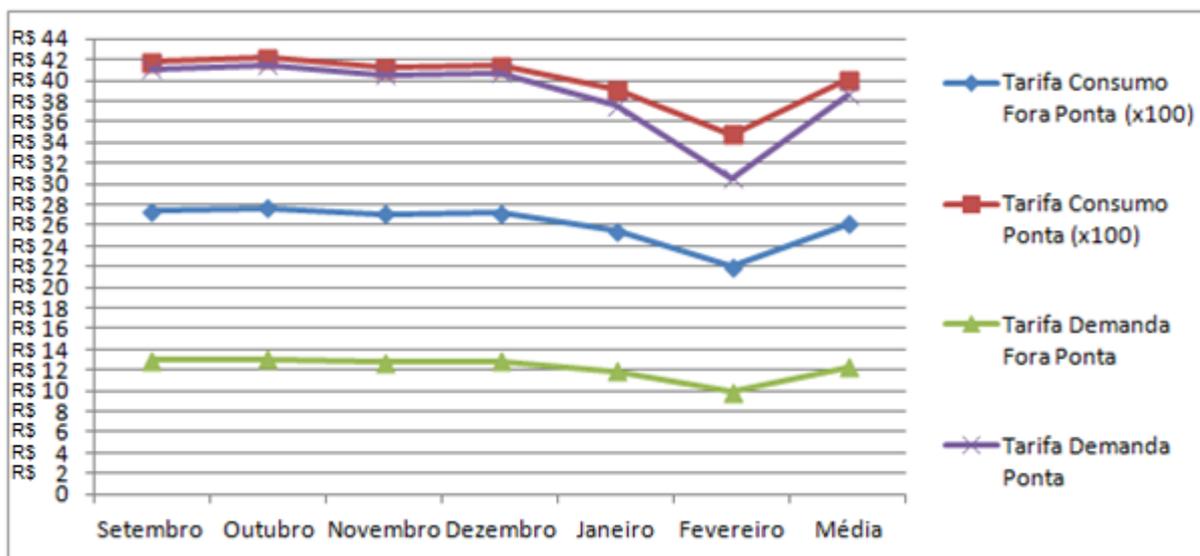


Figura 7 – Tarifas de Energia Elétrica (09/2012 à 02/2013)
Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 7 observa-se o comportamento do valor da tarifa de energia nos últimos seis meses. O decréscimo percebido nos últimos dois meses é devido à medida provisória 579, lançada pelo governo em 11 de Setembro de 2012, que trata da tentativa do governo em reduzir o custo de energia elétrica. Tal ação busca beneficiar todos os consumidores de energia elétrica do país.

Com o levantamento do histórico de tarifação cobrada pela concessionária, obtêm-se o valor médio da tarifa cobrada nos horários de ponta e fora de ponta, tanto para a energia consumida quanto para a demanda, onde os mesmos encontram-se descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Tarifação Média da Concessão de Energia

TARIFAÇÃO	Custo Médio (R\$/kWh)
Consumo Fora Ponta	0,261180
Consumo Ponta	0,400829
Demanda Ponta	38,659833
Demanda Fora Ponta	12,25544

Fonte: Autoria Própria.

A tarifa de energia cobrada pela concessionária atualmente é composta por duas parcelas: (i) o custo de energia elétrica para revenda – Tarifa de Energia

(TE), a qual se refere ao valor da energia consumida em sua casa, indústria ou comércio e (ii) o uso da rede de distribuição – Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD), responsável por remunerar todas as instalações, equipamentos e componentes da rede de distribuição utilizados para “levar” a energia com qualidade e continuidade até o ponto de consumo.

A Figura 8 descreve quais são as contribuições do consumo e da demanda em horário de ponta e fora de ponta, além dos impostos e outros gastos que constam na fatura mensal de energia elétrica da empresa. Essas parcelas de participações foram calculadas baseando-se no percentual em que cada uma corresponde no valor final da fatura.

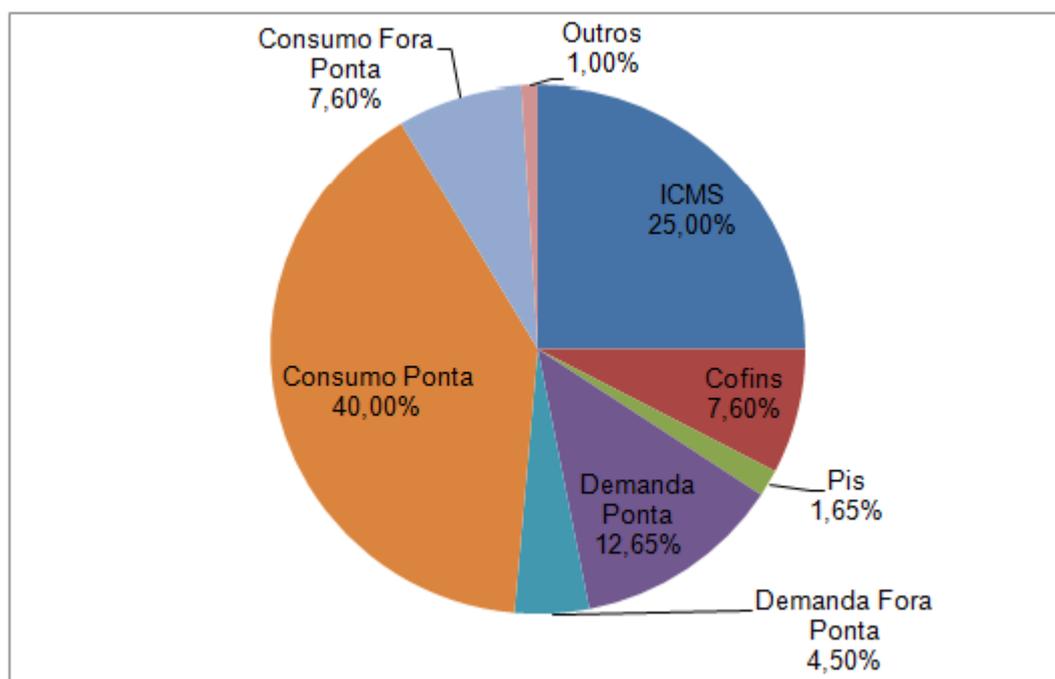


Figura 8 – Participação na Fatura de Energia
Fonte: Autoria Própria.

Os dados da Figura 8 constituem uma das variáveis de impactos para avaliação do objetivo principal, que trata da viabilidade da substituição do sistema de transporte de vísceras para diminuir o consumo no horário de ponta e fora de ponta, parcelas que correspondem juntas a 47,6% do total da fatura.

4. SISTEMA DE TRANSPORTE DE VÍSCERAS ATUAL

O sistema existente a ser analisado é responsável pelo transporte de vísceras proveniente do abate médio de 140.000 aves/dia, cujo produto final são cortes de frangos processados na indústria. Sendo assim, esta possui grande quantidade de vísceras e sobras de carne mecanicamente separadas (CMS) que precisam ser destinadas da área do processo produtivo de frango, para a área de subprodutos. Nos dias atuais este transporte de vísceras é realizado através de um sistema de vácuo, sendo este constituído por vários equipamentos os quais são demonstrados na Figura 9.

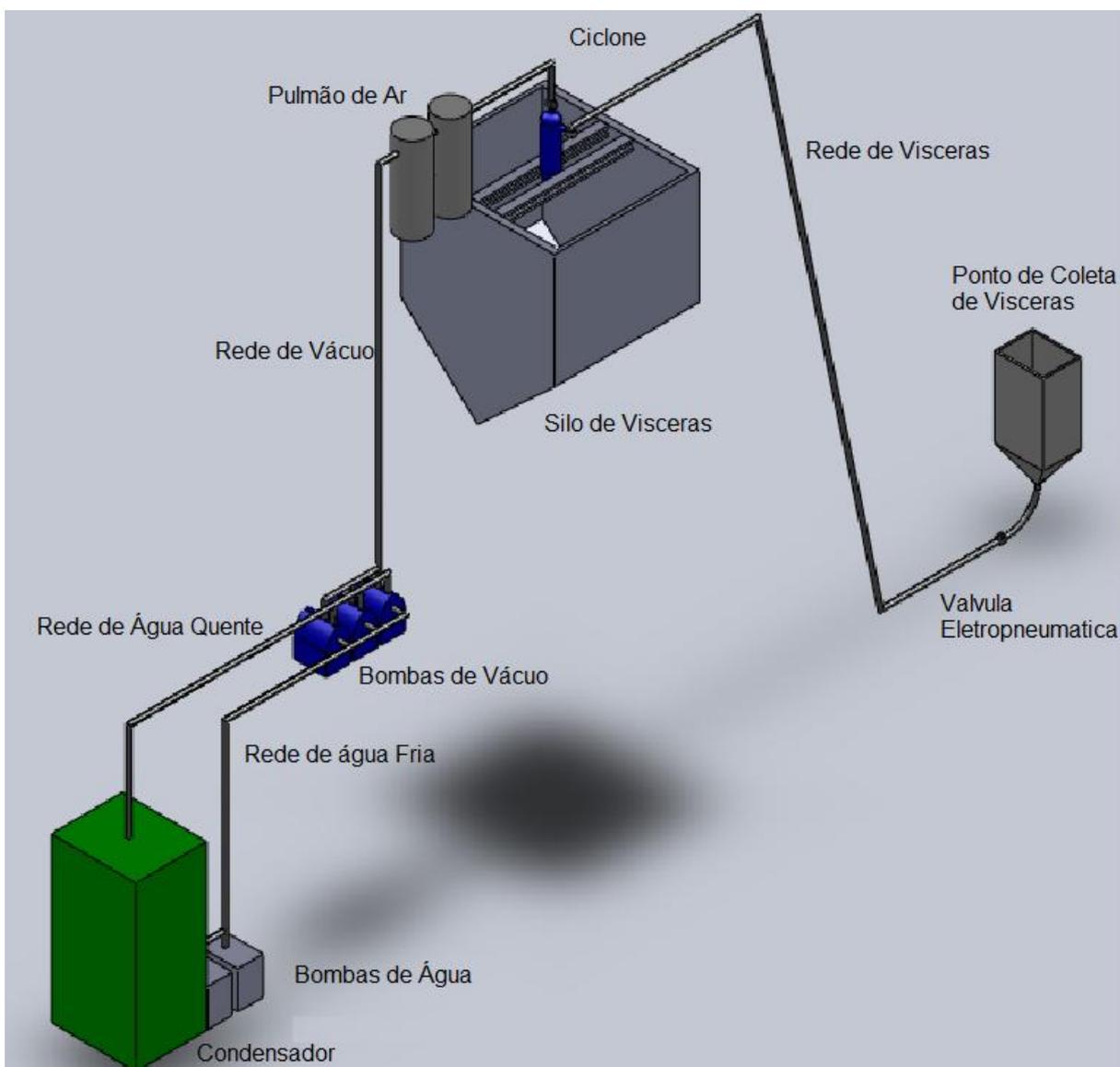


Figura 9 – Esboço do Processo Sistema a Vácuo

Fonte: Autorial própria.

Observa-se na Figura 9 que o início do processo de transporte consiste no ponto de coleta de vísceras, responsável pelo acúmulo das vísceras em seu tanque até que seja acionada a abertura da válvula eletropneumática. Até este ponto as vísceras provenientes da sala de evisceração são transportadas por calhas.

Com a abertura da válvula eletropneumática inicia-se o transporte das vísceras do tanque de coleta até o silo de vísceras. Este processo é realizado pelo sistema de transporte a vácuo, o qual possui vários equipamentos como Ciclone, Silo de Vísceras, Pulmões de Ar, Bombas de Vácuo, Bombas de Água e Condensador conforme ilustrado na Figura 9, sendo todos essenciais para o bom funcionamento do sistema.

O vácuo do sistema é produzido através de três bombas, denominadas bombas de vácuo, interligadas ao restante do sistema por uma rede de inox com seis polegadas de diâmetro. Além destas, o sistema de transporte a vácuo possui dois tanques pulmão cuja função é garantir, em caso de falha da válvula eletropneumática de abertura e fechamento da rede, que as vísceras não se desloquem até as bombas de vácuo prejudicando o funcionamento destes equipamentos.

Em função do aquecimento do sistema de geração de vácuo faz-se necessário um sistema de refrigeração. Este sistema de refrigeração é composto por um condensador, que recebe a água em alta temperatura através de uma rede de água quente, e retorna a água em temperatura ambiente através de duas bombas de água.

Por fim as vísceras são depositadas em um tanque denominado ciclone responsável por interligar a rede de vácuo e rede de transporte de vísceras. Quando o mesmo atinge a capacidade de armazenamento, as válvulas eletropneumática fecham a rede de vácuo e de transporte e uma válvula de despressurização é ativada para depositar as vísceras no silo.

Todas as etapas de fechamento e abertura das válvulas eletropneumáticas são controladas por um controlador lógico programável (CLP) que possui temporização do funcionamento de cada componente do sistema.

O funcionamento do sistema com as etapas e os tempos estão melhores ilustrados na Tabela 6, considerando que durante todas as etapas o sistema de

refrigeração da água e o sistema de geração de vácuo estão ligados, válvula aberta (A) e válvula fechada (F).

Tabela 6 – Etapas do Processo de Transporte de Vísceras.

Etapa	Estado das Válvulas	Condição do sistema	Tempo (s)
Início	Válvula da rede de vácuo (A) Válvula da rede de vísceras (F) Válvula de despressurização (F) Tampa do ciclone (F)	Ciclone – Pressurizado	30
Transporte das vísceras até o ciclone	Válvula da rede de vácuo (A) Válvula da rede de vísceras (A) Válvula de despressurização (F) Tampa do ciclone (F)	Ciclone - Pressurizado	20
Abertura do ciclone para depósito das vísceras no silo	Válvula da rede de vácuo (F) Válvula da rede de vísceras (F) Válvula de despressurização (A) Tampa do ciclone (A)	Ciclone - Despressurizado	10
Fim do processo	Válvula da rede de vácuo (A) Válvula da rede de vísceras (F) Válvula de despressurização (F) Tampa do ciclone (F)	Ciclone - Pressurizado	10

Fonte : Autoria Própria.

Portanto pela Tabela 6 observa-se que o ciclo completo do sistema é de aproximadamente 60 segundos. Após o término de um ciclo inicia-se novamente o processo, ou seja, um novo ciclo.

4.1 Levantamento de Carga e Equipamentos do Sistema a Vácuo.

O sistema de transporte de vísceras baseado no sistema a vácuo apresenta elevado custo, tanto de consumo de energia como de manutenção preventiva e corretiva devido a grande quantidade de motores e pontos susceptíveis a falhas (eletroválvulas e tubulação).

O sistema possui como carga instalada seis motores no total, sendo: três motores de 30 (CV) e três motores de 15 (CV), totalizando um consumo de 108,06 kWh. A Tabela 7 apresenta detalhadamente esta relação de motores com a suas respectivas finalidades, horas em funcionamento, rendimento e consumo.

Tabela 7 – Descrição de Carga dos Motores

Motores (CV)	Utilidade	Horas em Funcionamento	Rendimento (%)	Consumo (KWh)
30 CV	Bomba de Vácuo	16,3	92,4	23,89
30 CV	Bomba de Vácuo	16,3	92,4	23,89
30 CV	Bomba de Vácuo	16,3	92,4	23,89
15 CV	Bomba de Água	16,3	91	12,13
15 CV	Bomba de Água	16,3	91	12,13
15 CV	Motor Ventilador	16,3	91	12,13
Total				108,06

Fonte: Aatoria Própria.

Na Tabela 8, segue a relação de todos os principais equipamentos que compõem o sistema de transporte de vísceras a vácuo. Nota-se que tal sistema contém 16 pontos de falhas críticos, pontos estes que quando em condição de defeito pode manter a produção parada por um longo tempo.

Tabela 8 – Relação de Equipamentos do Sistema a Vácuo

EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
Motor Elétrico (30CV)	3
Motor Elétrico (15CV)	3
Controlador Lógico Programável	1
Soft-Starter (30CV)	3
Tanque Inox (3000L)	2
Eletroválvula	3
Ciclone	1

Fonte: Autoria Própria.

4.2 Consumo do Sistema de Transporte a Vácuo

O consumo de energia elétrica por hora de um motor é dado em kWh (quilowatt.hora) e é calculado conforme equação abaixo.

$$C(KWh) = \frac{P(cv).0,736}{Rend.(\%)} .100\% \quad (10)$$

A Figura 10 ilustra o consumo do sistema de transporte de vísceras a vácuo durante o período de operação diário.

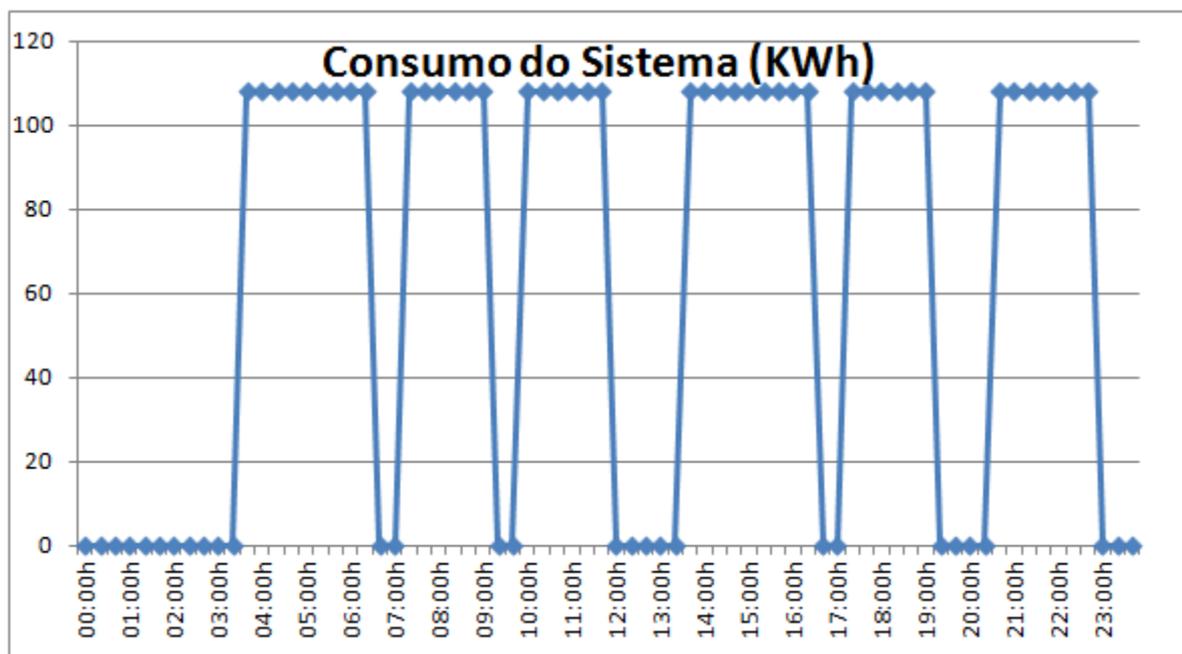


Figura 10 – Consumo Diário do Sistema a Vácuo

Fonte: Autoria Própria.

Observa-se que o sistema fica em operação nos intervalos de 03:20 h a 06:40 h, 07:00 h a 09:20 h, 09:40 h a 12:00 h, 13:20 h a 16:40 h, 17:00 h a 19:20 h, e 19:40 h a 22:20 h, ou seja, na maior parte do dia, totalizando 16 horas e 20 minutos em funcionamento.

Com o levantamento do tempo de operação diário é possível o cálculo do consumo médio diário conforme (11).

$$C_{med.dia} (KWh) = 108,06 * 16,33 \Rightarrow 1764,61 KWh / dia \quad (11)$$

Como o horário de ponta estipulado pela concessionária é de 18:00 h a 21:00 h tem-se 248,54 kWh de consumo no horário de ponta, e 1512,84 kWh no horário fora de ponta.

O valor da fatura de energia consumida, desconsiderando as parcelas correspondentes aos encargos e demanda, pode ser obtido através da equação (12).

$$V_f = \left[(T_{cp} \cdot C_p + T_{cfp} \cdot C_{fp}) + (TD_p \cdot DF_p + TD_{fp} \cdot DF_{fp}) \right] \quad (12)$$

Onde:

V_f = Valor da fatura.

T_{cp} = Tarifa de consumo no horário de ponta.

C_p = Consumo no horário de ponta.

T_{cfp} = Tarifa de consumo no horário fora de ponta.

C_{fp} = Consumo no horário fora de ponta.

TD_p = Tarifa Demanda horário de ponta.

TD_{fp} = Tarifa Demanda horário fora de ponta.

DF_p = Demanda Contratada horário de ponta.

DF_{fp} = Demanda Contratada fora de ponta.

Como o objetivo do trabalho é a redução de consumo de energia, a equação (12) pode ser rescrita conforme (13), desconsiderando os custos referentes às parcelas correspondentes a demanda contratada e a tarifa de ultrapassagem e considerando impostos inclusos nas tarifas.

$$V_f = (T_{cp} \cdot C_p + T_{cfp} \cdot C_{fp}) \quad (13)$$

Considerando $T_{cp} = 0,400829$, $T_{cfp} = 0,261180$, $C_p = 248,54$ e $C_{fp} = 1512,54$ têm-se:

$$V_f = (248,54 * 0,400829 + 1512,54 * 0,261180) \quad (14)$$

$$V_f = 494,65 \quad (15)$$

Portanto o custo mensal com energia elétrica gasto pela Aurora Alimentos com o sistema de transporte a vácuo corresponde a R\$ 494,65.

4.3 Custo de Manutenção do Sistema a Vácuo

Levando em consideração que o custo de manutenção é um fator relevante dentro de uma empresa, faz-se importante sua análise, a fim de verificar seus impactos no custo operacional da planta, tornando-o um indicador importante na análise de viabilidade técnica.

Tal levantamento foi realizado através da análise do histórico de manutenção do sistema a vácuo atual, onde constam informações importantes como custos de manutenções preventivas e corretivas nos equipamentos do sistema.

A Tabela 9 descreve os custos de manutenção total para cada equipamento. Estes custos incorporam as manutenções corretiva, preventiva e de lubrificação de 2009 a 2012.

Tabela 9 – Custo Anual de Manutenção do Sistema a Vácuo

ANO	EQUIPAMENTO	CUSTO (R\$)
2009	Bomba de Vácuo 1	1460,09
	Bomba de Vácuo 2	760,34
	Bomba de Vácuo 3	312,12
	Bomba de Água 1	462,37
	Bomba de Água 2	112,07
	Motor Ventilador	4,39
	Rede de vácuo	1535,17
	Torre Condensadora	35,94
	TOTAL	4682,49
2010	Bomba de Vácuo 1	4282,86
	Bomba de Vácuo 2	1320,97
	Bomba de Vácuo 3	430,87

	Bomba de Água 1	895,56
	Bomba de Água 2	230,76
	Motor Ventilador	11,53
	Rede de vácuo	1370,29
	Torre Condensadora	395,54
	TOTAL	8938,38
2011	Bomba de Vácuo 1	1634,47
	Bomba de Vácuo 2	1123,54
	Bomba de Vácuo 3	350,23
	Bomba de Água 1	114,47
	Bomba de Água 2	98,9
	Motor Ventilador	7,92
	Rede de vácuo	6347,51
	Torre Condensadora	19,6
	TOTAL	9696,64
2012	Bomba de Vácuo 1	1300,86
	Bomba de Vácuo 2	1231,65
	Bomba de Vácuo 3	411,43
	Bomba de Água 1	208,44
	Bomba de Água 2	114,89
	Motor Ventilador	8,13
	Rede de vácuo	950,28
	Torre Condensadora	19,23

	TOTAL	4244,91
--	--------------	----------------

Fonte: Adaptado de Aurora Alimentos

Para o cálculo do custo de manutenção por máquina levou-se em consideração:

- Valor da mão de obra: Valor dependente do tempo de execução do serviço realizado pelo técnico.
- Valor do material: Custo com materiais utilizados na execução do serviço.
- Valor Serviço: Custo de serviços realizados por terceiros, por exemplo, rebobinagem de motores, preenchimento de eixo entre outros.

Para facilitar a comparação do custo de manutenção entre os diversos equipamento é apresentado a Figura 11.

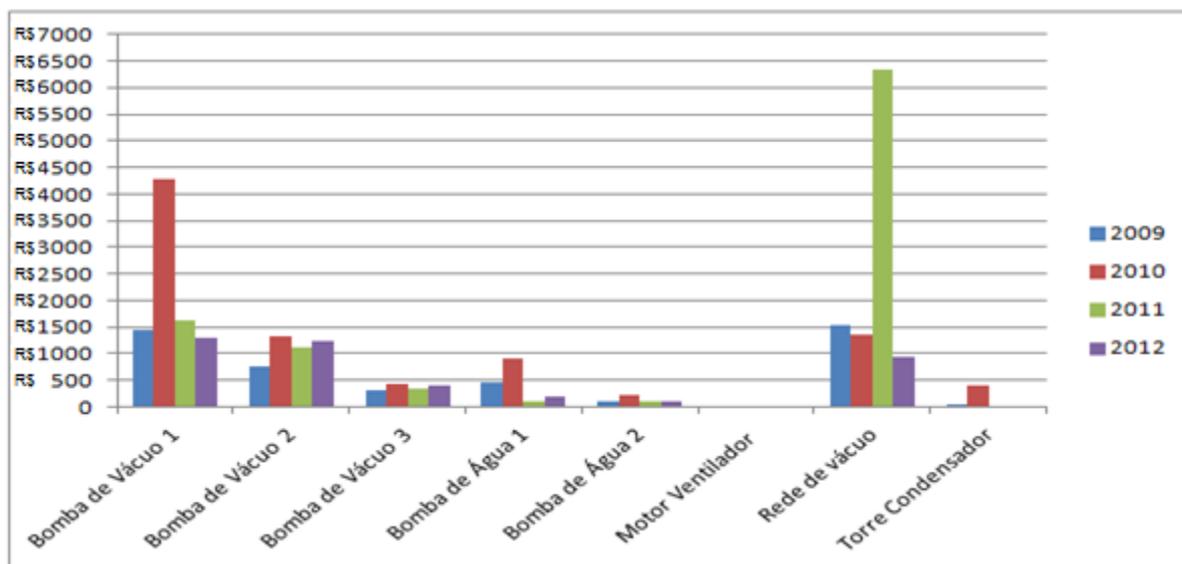


Figura 11 – Custo de Manutenção Anual por Equipamentos.
Fonte: Autoria Própria.

Observa-se que o maior custo de manutenção é na rede de vácuo, constituída por tubulação, tanque pulmão, ciclone entre outros como descrito na Tabela 9.

Para análise dos custos de manutenção considerou-se a média dos últimos quatro anos como mostrada na Figura 12 a seguir.

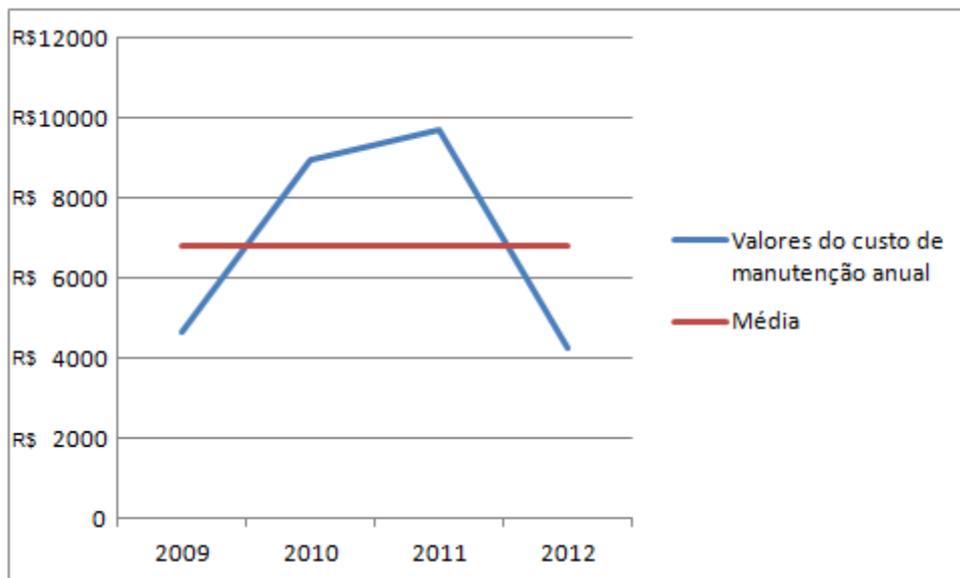


Figura 12 – Custo de Manutenção dos Equipamentos do Sistema de Transporte a Vácuo Anual

Fonte: Autoria Própria.

Portanto o custo médio anual de manutenção de R\$ 6.810,43 e consequentemente o custo mensal fica aproximadamente R\$ 567,54.

5. SISTEMA DE TRANSPORTE DE VÍSCERAS PROPOSTO

5.1 Sistema de Transporte de Vísceras por Bomba Sanitária

A bomba sanitária de coluna a vácuo é de fácil instalação e de funcionamento simples. Na figura 13 tem-se o modelo da bomba sanitária proposto para implantação.



Figura 13 – Esboço da Bomba Sanitária de Coluna a Vácuo
Fonte: Autoria própria.

Para o funcionamento do sistema é necessário conectar a rede de ar comprimido no painel de comando da bomba.

A bomba é formada por um painel em que está implementado toda a lógica de comando de sucção e exaustão, a mesma possui duas mangueiras que interligam o sistema de exaustão e sucção com a bomba no ponto 1, mostrado na Figura 13. O ponto 2 é onde há sucção das vísceras do tanque de coleta, este ponto possui uma válvula borboleta que no momento da sucção abre para o sentido interno da bomba e no momento de exaustão não permite que as vísceras retornem ao tanque de coleta. O ponto 3 é onde há saída das vísceras na exaustão do sistema destinando-as ao silo, este ponto possui uma válvula borboleta que ao início da sucção não permite o retorno das vísceras que estão na tubulação.

A bomba possui um quadro de comando onde encontra-se o sistema de sucção e exaustão responsável pelo bombeamento das vísceras do tanque de coleta até o silo.

O sistema é ativado após atingir uma quantidade significativa de vísceras no tanque de coleta, iniciando-se a sucção das vísceras. A sucção é realizada até as vísceras atingirem o relé de nível baixo, acionado o relé de nível, o sistema de comando interrompe a sucção e inicia-se o processo de exaustão por 10 segundos,

bombeando as vísceras da bomba sanitária através da rede de transporte até o silo. Ao término dos 10 segundos o processo de sucção de vísceras inicia-se novamente.

A Figura 14 apresenta o esboço do sistema de transporte de vísceras baseado na bomba sanitária de coluna a vácuo.

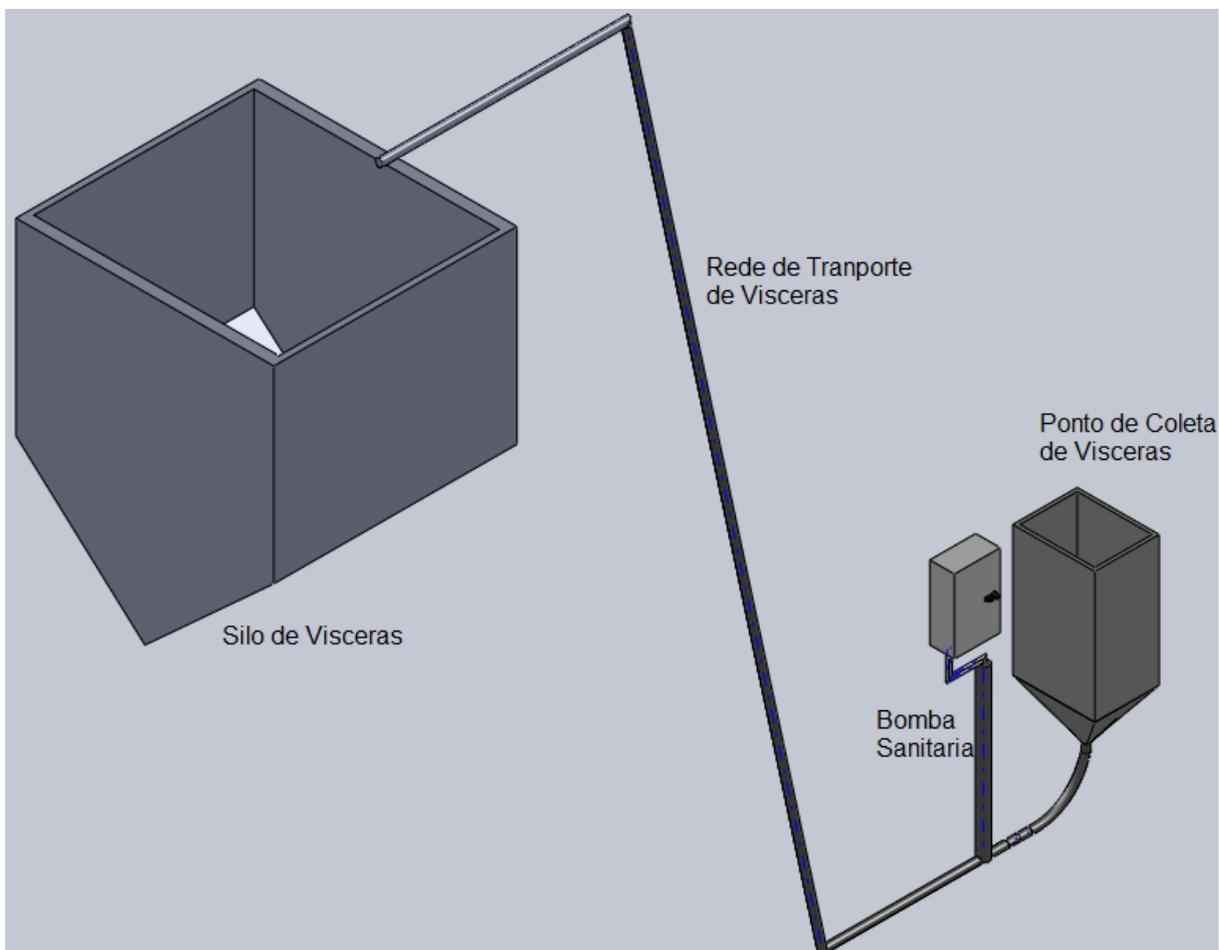


Figura 14 – Esboço do Sistema Proposto
Fonte: Autoria própria.

A implantação deste sistema tem como benefício, reduzir custos relacionados ao consumo de energia elétrica e manutenção, menor espaço ocupado quando comparado ao sistema citado anteriormente, facilidade de operação e manutenção quando necessário.

5.2 Características Técnicas Necessárias

Atualmente o frigorífico produz em média 52.000 Kg de vísceras e 30.000 Kg de CMS, totalizando aproximadamente 82.000 Kg (82m³) de resíduos que precisam ser transportados da galeria técnica até a fabrica de farinha durante as 16,3 horas de funcionamento, média de 4,3m³/hora.

Para realização do orçamento definiram-se algumas características técnicas necessárias para escolha da bomba. Considerou-se no dimensionamento do equipamento uma margem de segurança para caso de aumento na produção de resíduos nos próximos meses, estes dados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Características da Bomba Sanitária.

Bomba Sanitária de Coluna a Vácuo	
Consumo de Ar	30 pés ³ /minuto
Pressão Máxima de Trabalho	7 bar
Vazão Máxima/Capacidade de Bombeamento	6m ³ /hora
Tamanho de Sólidos Transportados	150mm

Fonte : Autoria Própria.

5.3 Orçamento Bomba Sanitária

Com o levantamento das especificações necessárias do equipamento para que atenda a necessidade da empresa em realizar o transporte de resíduos, foram solicitados orçamentos as empresas especializadas no ramo. Na Tabela 11 segue modelo, especificações e custo sugerido.

Tabela 11 – Orçamento Bomba VC

Bomba VC 6" WILDEN	
Consumo de Ar	30 pés ³ /minuto
Consumo de Energia Elétrica	5,6 kWh
Pressão Máxima de Trabalho	7 bar
Vazão Máxima/Capacidade de Bombeamento	11m ³ /hora
Temperatura	-12° a 104°C
Tamanho de Sólidos Transportados	150mm
Custo	R\$ 55.000,00

Fonte: Autoria Própria

Este orçamento foi fornecido por uma empresa que atua no ramo frigorífico há vários anos, nos dando confiabilidade nos dados obtidos.

As características do equipamento orçado estão acima do especificado por ser a mínima vazão fornecida pelo equipamento disponível para venda. Mesmo assim, é apropriada para a substituição do antigo sistema de transporte, pois a mesma é capaz de oferecer maior capacidade de bombeamento com menor custo por tonelada de vísceras transportadas.

Com a substituição de toda a tubulação de inox 6 polegadas utilizada para o transporte de vísceras (aproximadamente 50 metros), e custo de terceiros para a implantação do sistema, é orçado um valor final de 70 mil reais.

5.4 Consumo de Energia pela Bomba Sanitária

Considerando que o horário de operação permanecerá o mesmo, como descrito na Figura 10, ou seja, 16 horas e 20 minutos em operação, 14 horas no horário fora ponta e 2 horas e 20 minutos no horário de ponta, o custo diário do sistema devido ao consumo de energia se da por (16).

$$V_f = (78,4 * 0,261180 + 12,88 * 0,400829) \quad (16)$$

$$V_f = 25,65 \quad (17)$$

Obtêm-se com o sistema de transporte de resíduos por bomba sanitária um custo de R\$ 25,65 por dia, aproximadamente 5% do valor consumido pelo sistema atual.

5.5 Custo de Manutenção Bomba Sanitária

Para o levantamento do custo de manutenção do sistema de bomba sanitária tomou-se como referência um sistema de coluna a vácuo já existente na unidade. O mesmo possui a função de bombear partes de frangos que possam ser reaproveitadas na linha de condicionais. A Tabela 12 apresenta o custo anual de manutenção dos últimos quatro anos deste sistema.

Tabela 12 – Custo Anual de Manutenção Bomba Sanitária.

	Ano	Custo (R\$)
Bomba de coluna a vácuo	2009	1411,35
	2010	1229,91
	2011	1326,55
	2012	3502,41
Total	7470,22	

Fonte: Adaptado de Aurora Alimentos.

Na tabela 12 tem-se os custos anuais de manutenção no sistema de coluna a vácuo instalado na unidade. Para custo médio de manutenção do sistema proposto tem-se como base a média dos últimos quatro anos. O custo médio de manutenção do sistema proposto é apresentado na figura 15.

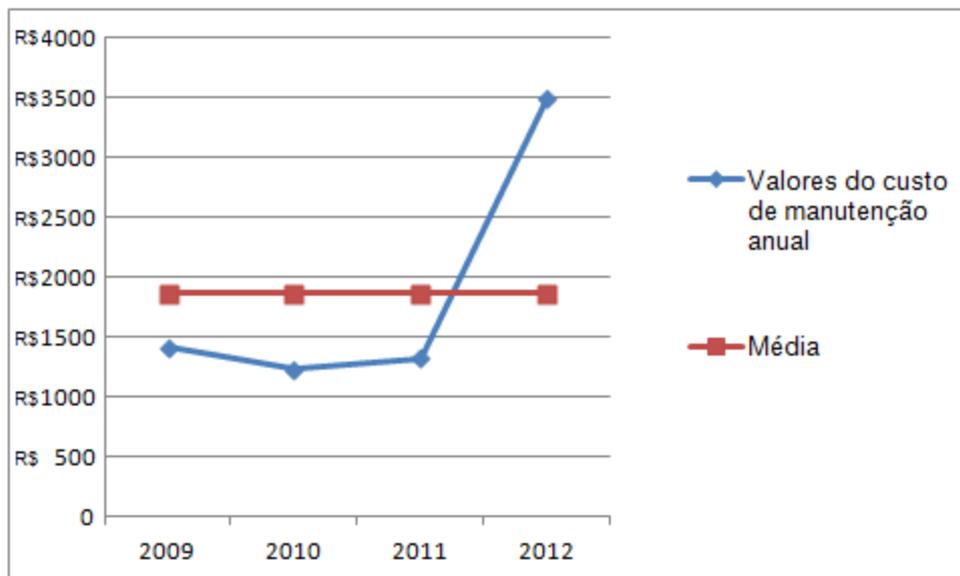


Figura 15 – Custo Anual de Manutenção Bomba Sanitária.
Fonte: Autoria Própria.

O custo médio anual do sistema proposto é de R\$ 1.867,55, conseqüentemente o custo mensal do sistema fica em aproximadamente R\$ 155,62 representando uma redução de 73% em relação ao sistema baseado no transporte de vísceras a vácuo.

6. ANÁLISE DE VIABILIDADE

6.1 Viabilidade Econômica

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos indicadores econômicos de retorno (VP, VPL, VPLm, IBC e ROIA) e de risco (TIR, TMA/TIR, *payback* e *payback/N*). Os cálculos foram realizados com auxílio da planilha eletrônica. A Figura 16 ilustra o Fluxo de Caixa Líquido (FCL) do projeto, que representa a diferença das receitas do projeto (redução no valor de consumo de energia e custo de manutenção – R\$ 10.729,77) e o custo do projeto proposto (orçamento para implantação da bomba sanitária – R\$ 70.000,00), considerando com tempo de depreciação 60 meses.

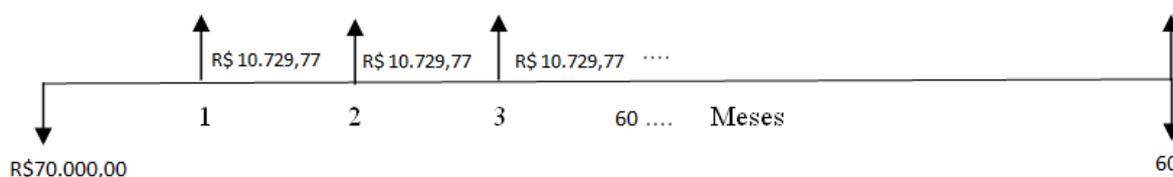


Figura 16 – Fluxo de Caixa Mensal do Projeto
Fonte: Autoria Própria.

A Figura 16 apresenta o valor de Fluxo de Caixa Inicial FC_0 igual a R\$ 70.000,00, referente ao valor de investimento para implantação do projeto e o valor de Fluxo de Caixa Líquido (FCL) R\$ 10.729,77.

A tabela 13 apresenta os valores dos indicadores calculados considerando para o projeto uma TMA de 7,25% a.a (ao ano), o qual se refere à taxa SELIC (taxa básica de juros da economia brasileira). Esta taxa básica é utilizada como referência para o cálculo das demais taxas de juros cobradas pelo mercado. Como o projeto terá retorno mensal, esta taxa é de 0,58% a.m (ao mês). A empresa impõem como critério para aprovação do projeto o *Payback* menor ou igual 12 meses.

Tabela 13 – Indicadores de Viabilidade Econômica

Indicador	Valor	Descrição Preliminar
VP	R\$ 542.391,57	Projeto viável
VPL	R\$ 472.391,57	Projeto viável
VPLM	R\$ 9.345,01	Projeto viável
IBC	5,4401	Projeto viável
ROIA	2,86%	Projeto viável
TIR	15,33%	Projeto viável
<i>Payback</i>	7	Projeto viável
TMA/TIR	3,78%	Baixo Risco
<i>Payback/N</i>	11,67%	Baixo Risco

Fonte: Autoria própria.

Para melhor compreensão dos resultados dos indicadores apresentados na tabela 13, será realizada análise de cada indicador no item 6.3.

6.2 Análise dos Indicadores

6.2.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O resultado do valor presente líquido positivo nos mostra que o projeto é viável, sendo que se o capital inicial tivesse sido investido no mercado financeiro a uma taxa de 0,58% ao mês ainda a empresa teria um ganho nos valores de hoje de R\$ 472.391,57. Pode-se através deste valor afirmar que a escolha pela substituição do sistema de transporte de vísceras a vácuo pelo sistema de bomba sanitária é de alto ganho.

6.2.2 Valor Presente Líquido Mensal (VPLm)

Através do VPLm, é possível observar melhor a viabilidade do projeto, pois o valor de R\$ 9.345,01 é o ganho por período (mensal). Este valor representa o ganho além da taxa de 0,58% ao mês caso fosse aplicado no mercado financeiro o investimento inicial.

6.2.3 Índice Custo Benefício (IBC)

O IBC é um indicador no qual pode-se observar o retorno para cada unidade capital imobilizado no projeto. Em caso de troca do sistema de transporte de vísceras a vácuo pelo sistema de bomba sanitária para cada R\$1,00 imobilizado

espera se obter R\$ 5,4401. Este valor é um retorno além do que se esperava obter caso o valor tivesse sido aplicado no mercado financeiro a 0,58% ao mês.

6.2.4 Retorno Sobre Investimento (ROIA)

O ROIA significa para o investidor a melhor estimativa de rentabilidade para o projeto no qual esta investindo. O projeto apresenta um ROIA de 2,86% o qual confirma que a viabilidade da troca do sistema de transporte de vísceras é expressiva.

6.2.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é taxa na qual anula-se o VPL de um fluxo de caixa. Pode-se interpretar como o limite para a variação da TMA. Portanto para o projeto tem-se uma TIR de 15,33%. Sendo assim, enquanto a TMA for inferior a 15,33% é viável investir no projeto do que aplicar o dinheiro à taxa de TMA. Esta distância de valores da TIR e da TMA representa a segurança ou risco em investir no projeto, no caso do projeto em análise precisaríamos ter uma variação 2542,29% na TMA para que se tenha um melhor retorno no mercado financeiro do que no projeto. Na figura 17, é possível observar a área de risco a qual o projeto esta sujeito.

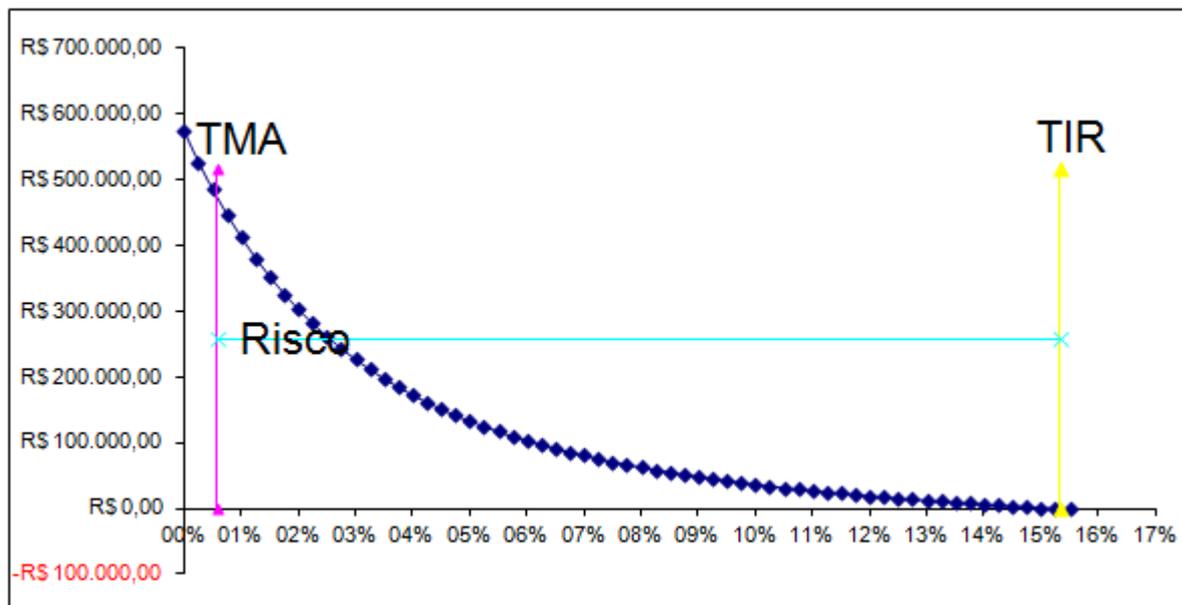


Figura 17 – Relação entre VLP e TMA.
Fonte: Autoria Própria.

6.2.6 Payback

Representa o tempo necessário para que se tenha o retorno do investimento. No caso do projeto o critério que a empresa impôs, é que o *payback* seja menor ou igual a 12 meses. Através da tabela 14 observa-se que o retorno do investimento é a partir do sétimo mês, o qual esta abaixo do critério estabelecido, mostrando a expressiva viabilidade de se investir no mesmo.

Tabela 14 – Análise Econômica.

Período	FCL	Descapitalizar FCL	Acumulado	Payback
0	-R\$ 70.000,00	-R\$ 70.000,00	-R\$ 70.000,00	
1	R\$ 10.729,77	R\$ 10.667,90	-R\$ 59.332,10	
2	R\$ 10.729,77	R\$ 10.606,38	-R\$ 48.725,72	
3	R\$ 10.729,77	R\$ 10.545,22	-R\$ 38.180,51	
4	R\$ 10.729,77	R\$ 10.484,41	-R\$ 27.696,10	

5	R\$ 10.729,77	R\$ 10.423,95	-R\$ 17.272,15	
6	R\$ 10.729,77	R\$ 10.363,84	-R\$ 6.908,31	
7	R\$ 10.729,77	R\$ 10.304,07	R\$ 3.395,76	7
8	R\$ 10.729,77	R\$ 10.244,66	R\$ 13.640,42	8
9	R\$ 10.729,77	R\$ 10.185,58	R\$ 23.826,00	9
10	R\$ 10.729,77	R\$ 10.126,84	R\$ 33.952,84	10
11	R\$ 10.729,77	R\$ 10.068,45	R\$ 44.021,29	11
12	R\$ 10.729,77	R\$ 10.010,39	R\$ 54.031,67	12
13	R\$ 10.729,77	R\$ 9.952,66	R\$ 63.984,33	13

Fonte: Autoria Própria.

6.2.7 Análise de Risco TMA/TIR e *Payback/N*

Analisando estes indicadores tem-se os riscos do projeto, A TMA/TIR de 3,78% nos mostra que o risco do projeto é muito baixo. Analisando o *payback* em relação ao horizonte de planejamento, no caso deste trabalho o tempo de vida útil do projeto, pode observar que neste indicador temos 11,67%, que comprova o retorno do investimento em 11% da vida útil sendo o risco muito baixo.

7. CONCLUSÕES

Analisando tecnicamente a substituição do sistema de transporte de vísceras a vácuo por o sistema de bomba sanitária, através de vários fatores foi possível observar que o projeto é viável.

Nos valores encontrados tem-se uma redução significativa no consumo de energia elétrica e no custo de manutenção.

Além de reduzir o consumo de energia elétrica, outro benefício será a disponibilidade dos equipamentos retirados para outras aplicações (descrito na Tabela 8). Equipamentos estes relativamente caros.

A redução do consumo de energia elétrica com a substituição do sistema reflete em um custo diário de aproximadamente R\$ 495,00 na fatura de energia. Valor relativamente alto quando comparado com o custo do sistema proposto (mostrado no item 5.4).

Como a empresa nos últimos meses está operando dentro da margem limite da tarifa de ultrapassagem (5% a mais da demanda contratada) e a redução da demanda de energia é proporcional ao aumento da margem de segurança, com o resultado obtido na redução da energia elétrica consumida, de aproximadamente 3%, não é possível e nem recomendado a mudança da demanda contratada.

O custo de manutenção do sistema de transporte a vácuo para o sistema de bomba sanitária é pequeno quando comparado à redução de energia elétrica, porém quando comparado os valores de manutenção para cada sistema, observa-se um valor significativo de 73 % na redução do custo, se mostrando viável do ponto de vista econômico.

Os indicadores econômicos avaliados demonstram de forma clara e objetiva a viabilidade de se investir na troca do sistema de transporte de vísceras a vácuo por um sistema de bomba sanitária tendo um retorno considerável e em um curto horizonte de tempo, sendo este abaixo do critério imposto pela empresa.

Além do estudo demonstrar a viabilidade técnica e econômica para a substituição do sistema de transporte de vísceras, obtém-se benefícios na qualidade final do produto, reduz-se etapas e paradas no processo produtivo, com isso aumenta o percentual de ganho sobre o produto final.

Sendo assim conclui-se que os objetivos propostos neste trabalho foram atendidos em todas as suas etapas, possibilitando a aplicação dos conhecimentos técnicos científicos adquiridos ao longo do curso de engenharia elétrica em uma aplicação prática.

REFERÊNCIAS

ANEEL (2005). Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Agencia Nacional De Energia Elétrica, Brasilia.

EPE, (2011). Consumo Anual de Energia Eletrica por Classe. Acesso em 19 de Março de 2013, disponível em EPE: <http://www.epe.gov.br>

EPE, (2012). Eficiencia Energetica. Acesso em 19 de Março de 2013, disponível em EPE: <http://www.epe.gov.br>

EPE, (2010). Eficiencia Energetica na Industria e Residencias. Acesso em 19 de Março de 2013, disponível em EPE: <http://www.epe.gov.br>

EPE, (Dezembro de 2012). Projeção da Demanda Energetica (2013-2022). Acesso em 20 de Março de 2013, disponível em EPE: <http://www.epe.gov.br>

ANEEL, (2012). Contratos de Concessão/Permissão. Acesso em 20 de Março de 2013, disponível em ANEEL: <http://www.aneel.gov.br>

ANEEL, (2011). Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - Módulo 8. Agência Nacional de Energia Elétrica.

BOSE, B. K. (March de 2010). Global Warming, Energy, Environmental Pollution and the Impact of Power Electronics. IEE Industrial Electronics Magazine .

COPEL, (2005). Manual de Eficiência Energética na Indústria.

IEA's, I. E. (2007). World Energy Outlook.

Moraes, F. J. (2008). Estrategias de redução do consumo de energia eletrica da empresa visando alternativas mais eficientes para a redução de custo.

Moreira, D. A. (2008). Administração da Produção e Operação. São Paulo: Cengage Learning.

Piaia, O. (2009). Utilização de um Sistema a Vácuo na Otimização do Transporte de Resíduos Cárneos Industriais. Santa Cruz do Sul.

SOUZA, A.; CLEMETE, A. (2008). Decisões Financeiras e Análises de Investimentos. 6. ed., São Paulo: Atlas, 2008.

Ishikawa, K. (1993). Controle de Qualidade Total., Rio de Janeiro

Luchtremberg, (2010). Viabilidade Técnica e Econômica da Verticalização na Produção de Válvulas Reguladoras de Pressão para Painéis de Pressão em Indústrias de Artefatos de Alumínio. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.