

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA COMO FERRAMENTA DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA**

GERDSON TANAKA SOARES

DM 08/2015

**UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil**

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

GERDSON TANAKA SOARES

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA COMO FERRAMENTA DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA**

DM 08/2015

**UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

GERDSON TANAKA SOARES

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA COMO FERRAMENTA DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA**

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Elétrica na área de Sistemas de Energia Elétrica.

**UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém-Pará-Brasil
2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Soares, Gerdson Tanaka, 1980-
Sistema de gerenciamento de energia como ferramenta
de eficiência energética na indústria / Gerdson Tanaka
Soares. - 2015.

Orientadora: Maria Emília de Lima Tostes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Tecnologia,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Elétrica, Belém, 2015.

1. Energia elétrica - conservação. 2.
Política energética. 3. Sistemas de energia
elétrica - planejamento. 4. Energia elétrica -
consumo- aspectos econômicos. I. Título.

CDD 22. ed. 621.3191

**“SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA COMO
FERRAMENTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA”**

AUTOR: GERDSON TANAKA SOARES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA APROVADA PELO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA, SENDO JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA ELÉTRICA NA ÁREA DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA.

APROVADA EM: 24/02/2015

BANCA EXAMINADORA:

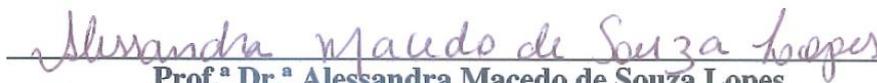
Prof.ª Dr.ª Maria Emília de Lima Tostes

(Orientadora – PPGEE/UFPA)



Prof. Dr. Ubiratán Holanda Bezerra

(Avaliador Interno – PPGEE/UFPA)



Prof.ª Dr.ª Alessandra Macedo de Souza Lopes

(Avaliadora Externa ao Programa – ITEC/UFPA)



Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

(Avaliador Externo – ITEGAM)

VISTO:

Prof. Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes

(Coordenador do PPGEE/ITEC/UFPA)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a DEUS, meu Senhor que me sustentou em todos os momentos para o desenvolvimento deste trabalho. Dedico também a minha família, esposa e filhos, ao qual estimo muito. Estendo essa dedicatória aos meus pais e irmãos e por fim a minha orientadora Maria Emília que me orientou na elaboração deste intento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu Senhor Jesus Cristo por ter me dado entendimento e sabedoria na persistência e concretização deste trabalho.

A minha esposa Bárbara Morita, a minha filha Beatriz Yumi e ao meu filho Elias Yuki por terem me apoiado e compreendido nos momentos mais difíceis.

A minha querida mãe Graciete Tanaka Soares, meu pai Carlos Alberto Correa Soares – in memory, ao meu sogro Eurico Shozo e a minha sogra Maria Derly.

A professora Nadime Mustafa, que me incentivou em todos os momentos delicados deste trabalho, ao professor Doutor Jandecy Cabral Leite, do Instituto de Tecnologia Galileo da Amazônia e a todos os professores da Universidade Federal do Pará, por ter creditado em nós, mestrandos, a confiança pela oportunidade de estar no seio dessa Instituição de ensino agregando valores de qualificação e pesquisa e desenvolvimento dos estudantes da Amazônia.

A minha Orientadora Maria Emília

E a todos que colaboraram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio do Governo do Estado do Amazonas por meio Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, com a concessão de bolsa de estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X	
LISTA DE TABELAS	XII	
LISTA DE SIGLAS	XIII	
RESUMO	XV	
ABSTRACT	XVI	
CAPÍTULO 1	01	
Introdução	01	
1.1	Considerações Iniciais	01
1.2	Objetivos	03
1.2.1	Objetivo Geral	03
1.2.2	Objetivos específicos	03
1.3	Contribuição e Relevância do Estudo	04
1.4	Delimitação da Pesquisa	05
1.5	Escopo do Trabalho	06
CAPÍTULO 2	07	
Eficiência Energética	07	
2.1	Conceitos e Definições	07
2.2	O Cenário da Eficiência Energética no Mundo	09
2.3	Eficiência Energética no Brasil	13
2.4	Eficiência Energética no Amazonas	16
CAPÍTULO 3	23	
Sistema de Gestão Energética	23	
3.1	Gerenciador de Energia	23
3.2	ISO 50001	26
3.3	Medição e Verificação	28
3.4	Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance	33

	CAPÍTULO 4	44
	Gerenciador de Eficiência Energética	44
4.1	Conceitos e definições do Gerenciador de Eficiência Energética	44
4.2	Gerenciador de Energia elétrica	46
4.3	Gerenciador de Controlador de Ar condicionado	49
4.4	Gerenciador e controlador de Ar comprimido	49
4.5	Gerenciador e controlador de Chillers e utilidades	50
4.6	Gerenciador e controlador de Iluminação	50
4.7	Gerenciador e controlador de Equipamentos	51
	CAPÍTULO 5	52
	Estudo de Casos – Sistemas de Ar condicionado	52
5.1	Estudo Caso 1 – Eficiência Energética aos Domingos	59
5.2	Estudo Caso 2 – Eficiência Energética através de substituição de controladores analógicos por controladores digitais	70
	CAPÍTULO 6	82
	Conclusões	82
6.1	Recomendações Trabalhos Futuros	83
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	ANEXOS	88
	APÊNDICES	94
	ARTIGOS PUBLICADOS	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Classificação Mundial Eficiência Energética	12
Figura 2.2	Distribuição do mercado de energia elétrica do Sistema Manaus por classe de consumo em 2013	18
Figura 2.3	Distribuição do mercado de energia elétrica do Sistema Interior por classe de consumo em 2013	19
Figura 2.4	Evolução do consumo de eletricidade das principais classes de consumo no Estado do Amazonas 2008-2012	20
Figura 3.1	Sistema de Monitoramento Gestal	25
Figura 3.2	Arquitetura genérica de um gerenciador de energia	26
Figura 3.3	Exemplo de Histórico de Energia	36
Figura 3.4	Processo de Seleção da Opção	43
Figura 4.1	Integralização dos setores de consumo ao Gerenciador de Eficiência Energética	44
Figura 4.2	Exemplo do GEE na Indústria	45
Figura 4.3	Diagrama Geral do Gerenciador de Energia Elétrica	46
Figura 4.4	Sistema de Gerenciamento de Ar Condicionado	49
Figura 5.1	Histórico Demanda	53
Figura 5.2	Histórico Consumo Fora da Ponta 2013	54
Figura 5.3	Histórico Consumo Ponta 2013	54
Figura 5.4	Divisão dos pontos de medição de energia elétrica	55
Figura 5.5	Diagrama elétrico de ligação dos medidores Microservice	57
Figura 5.6	Diagrama em bloco do sistema de gerenciamento de energia elétrica Microservice	58
Figura 5.7	Esquema de ligação do registrador de temperatura	59
Figura 5.8	Comparativo temperatura Setor Injeção Plástica	61
Figura 5.9	Comparativo temperatura Setor Extrusão	62
Figura 5.10	Consumo energia – Antes da AEE	63
Figura 5.11	Consumo energia – Após a AEE	64
Figura 5.12	Comparativo Consumo	64
Figura 5.13	Regressão Linear Consumo x Temperatura Injeção	66
Figura 5.14	Regressão Linear Consumo x Temperatura Extrusão	66

Figura 5.15	Regressão Linear Múltipla	67
Figura 5.16	Histórico Energia Consumida antes e depois da AEE	68
Figura 5.17	Diagrama Elétrico antes da implementação do Sistema de Controle	72
Figura 5.18	Diagrama elétrico com a implantação do sistema de controle de temperatura digital	73
Figura 5.19	Temperatura no Setor Injeção Plástica antes e sem o Sistema de Controle de Temperatura Digital	74
Figura 5.20	Temperatura no Setor Injeção Plástica após instalação do Sistema de Controle de Temperatura Digital	75
Figura 5.21	Consumo de energia – antes da implantação do sistema de controle	76
Figura 5.22	Consumo de energia – depois da implantação do sistema de controle	77
Figura 5.23	Consumo: Antes x Depois	78
Figura 5.24	Temperatura: Antes x Depois	78
Figura 5.25	Regressão linear simples	79
Figura 5.26	Histórico energia consumida antes e depois da AEE	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Valores médios de tarifas por classe de consumo verificada no ano de 2013	21
Tabela 5.1	Registros das Medições de Energia Consumida e Temperaturas	65
Tabela 5.2	Evolução tarifária de Energia Cliente do “A” e “B”	69
Tabela 5.3	Calculo dos Custos	70
Tabela 5.4	Memorial do Custo do Sistema de Climatização do Salão	71
Tabela 5.5	Memorial de Custo Comparativo ANTES versus DEPOIS da implantação do Sistema de Controle de Temperatura Digital	81

LISTA DE SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACEEE	American Council for an Energy-Efficient Economy
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AEE	Ação de Eficiência Energética
AME	Amazonas Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
Celpe	Companhia Energética de Pernambuco
CIGAS	Companhia de Gás do Amazonas
CONPET	Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados de Petróleo
DETR	Departamento de Meio Ambiente, Transportes e Regiões
DOE	Departamento de Energia Americano
EERN	Energy Efficiency and Renewable Energy Network
EPA	Programa de Etiquetagem e Padronização de Equipamentos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Esco	Empresa de Serviços de Conservação de Energia
EVO	Efficiency Valuation Organization
FC	Fator de Carga
FU	Fator de Utilização
GEE	Gerenciador de Eficiência Energética
IDAE	Instituto para a Diversificação e Economia Energética
IEA	Internacional Energy Agency
ISO	International Organization for Standardization
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LT	Linha de Transmissão
M&V	Medição e Verificação
MCE	Medida de Conservação de Energia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira

PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PIE	Produtores Independentes de Energia
PIM	Polo Industrial de Manaus
PIMVP	Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEF	Plano Nacional de Eficiência Energética
Procel	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
SoP	Electricity Standart of Perfomance
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus

RESUMO

Este trabalho propõe uma metodologia para o gerenciamento de energia como uma ferramenta de Gestão de Eficiência Energética na Indústria pelo lado do consumo de energia no processo produtivo de uma indústria. Uma ação importante neste processo é a criação da interatividade entre os usuários e a energia elétrica. É proposto a implementação de dispositivos de medição, controle e diagnóstico, a fim de obter um melhor aproveitamento do uso da energia elétrica, e com a aquisição dos dados oriundos destes dispositivos permitirem o gerenciamento para redução do consumo de energia e fazer a gestão visando a eficiência energética. São apresentados resultados do sistema proposto nas áreas com centrais de refrigeração de uma indústria de produtos plásticos para atendimento à indústria alimentícia. No presente estudo, aplicou-se também uma metodologia chamada de medição e verificação (M&V) para avaliar o percentual efetivo de economia obtido após a implantação das ações de eficiência energética.

Palavras-Chave: Controle e Automação, Eficiência Energética e Gerenciamento de Energia.

ABSTRACT

This work shows the power management as a management tool for Energy Efficiency in Industry by the side of the energy use in the production process of an industry. An important action in the process is to build the interactivity between users and the electricity. It is proposed the implementation of metering devices, control and diagnosis in order to get a better the use of electricity, and with the acquisition of data from these devices allow management to reduce energy consumption and to make the management aiming at energy efficiency. Presents the results of the system proposed in areas with central refrigerating of a plastic products industry to serve the food industry. The present study, has also applied a methodology used as measurement and verification (M & V) to assess the actual percentage of savings achieved after the implementation of energy efficiency measures.

Keywords: Control and Automation, Energy Efficiency and Energy Management.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com a ISO 50001(2013), um Sistema de Gestão Energética pode ser definido como um conjunto de elementos interligados ou de interação de uma organização para estabelecer a política energética e os objetivos e para atingir os objetivos. O setor industrial responde por 35,1% de toda energia consumida no Brasil, conforme relatório divulgado pelo Balanço Energético Nacional (2013). Na indústria, o consumo de energia elétrica representa um dos custos mais elevado para o processo de produção, e diante deste cenário, a economia de energia obtida em ações de eficiência energética no setor industrial gera benefícios para toda a sociedade. Na análise de 217 projetos de eficiência energética de 13 setores industriais, o custo médio do MW/h economizado foi de R\$ 79,00/MW/h. Considerando o custo marginal de expansão do sistema de energia elétrica estimado pela EPE em R\$ 138/MWh no Plano Decenal 2007/2016, a diferença entre estes dois valores é o ganho médio dos projetos. A economia obtida possibilita ao governo e ao empresário direcionar recursos para outras prioridades. Ações de eficiência energética agregam importantes ganhos sociais, ambientais e de competitividade para Indústria (PROCEL, 2013).

O uso adequado e eficiente dessa energia deve se fazer presente no planejamento das indústrias. Muito tem sido abordado sobre programas de eficiência energética, porém, pouco se conhece sobre como um Sistema de Gestão de Energia agregado a sistemas de controle e automação podem ser utilizados como ferramenta de gestão de eficiência energética e podem reduzir os custos e melhorar a produtividade, e a competitividade da indústria.

Além da redução dos custos operacionais, um sistema de gerenciamento integrado de energia possibilita que a indústria tenha uma atitude responsável e econômica no processo de produção. Em virtude da grande variedade de ramos de atividades das indústrias existentes no polo industrial de Manaus, há uma série de ações que podem ser adotadas para melhorar o aproveitamento do uso da energia elétrica.

De acordo com o Manual de Eficiência Energética na Indústria elaborado pela Cooperativa Paranaense de Energia (COPEL, 2013), com o uso eficiente da energia elétrica, a indústria terá uma melhor utilização das instalações e equipamentos elétricos, uma redução no consumo de energia e conseqüente economia nas despesas com eletricidade. Com o melhor aproveitamento da energia, conseguirá um aumento de produtividade e um padrão de qualidade no produto acabado, isto tudo, mantendo o nível de segurança e diminuindo o tempo de parada das máquinas para a realização de manutenção. Além destas vantagens para a indústria, a sociedade em geral terá uma “redução dos investimentos para a construção de usinas e redes elétricas e conseqüente redução dos custos da eletricidade, redução dos preços de produtos e serviços e, maior garantia de fornecimento de energia” (COPEL, 2013). Hoje, uma redução de consumo de energia afeta toda a cadeia produtiva, incluindo os consumidores finais, que perceberão um reflexo positivo no preço do produto acabado.

Neste cenário, o objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia de gerenciamento de energia elétrica com a implementação de medidas de baixo custo para o setor industrial, através da utilização de dispositivos de medição, registro e de controle e automação e sua integração com Sistemas de Gerenciamento. É propor também algumas medidas comuns a qualquer tipo de indústria e que são básicas e de baixo custo, e que podem proporcionar um grande benefício, tornando-se uma ferramenta de grande importância para um programa de eficiência energética, esboçando alguns planos de consumo eficiente de energia que podem ser adotados por indústrias advindas dos mais variados ramos de atuação. Uma metodologia chamada de medição e verificação (M&V) para avaliar o percentual efetivo de economia obtido após a implantação das ações de eficiência energética é também analisada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor e desenvolver uma metodologia de sistema de gerenciamento de energia elétrica visando a eficiência energética chamada de Gerenciador de Eficiência Energética com a implementação de medidas de baixo custo para o setor industrial.

1.2.2 Objetivos Específicos

Coletar informações de uma indústria do Polo Industrial de Manaus (PIM) que será o laboratório do estudo de caso, no qual se realizará o levantamento do perfil de carga, registros do perfil de consumo, a composição da conta de energia elétrica, histórico de consumo, identificação das oportunidades de redução de custos de energia, identificação dos pontos de desperdícios de energia.

Realizar diagnóstico e pré-estudo de caso através das análises dos dados e registros obtidos através do Sistema de gerenciamento de energia elétrica.

Implementar o Sistema de Gerenciamento de Energia como uma ferramenta de eficiência energética, no qual consistirá na unificação dos registros obtidos na etapa diagnóstico, análise dos dados e registros, elaboração do plano de ação e controle de eficiência energética através da definição e escolha das técnicas e métodos de se fazer eficiência energética;

Propor medidas comuns a qualquer tipo de indústria e que são básicas e de baixo custo, e que podem proporcionar um grande benefício, tornando-se uma ferramenta de grande importância para um programa de eficiência energética, esboçando alguns planos de consumo eficiente de energia que podem ser adotados por indústrias advindas dos mais variados ramos de atuação.

Executar o levantamento dos registros de consumos de energia, coleta dos dados e informações referentes aos resultados obtidos após a implementação das ações de eficiência energéticas estabelecidas pelo sistema gerenciamento na Indústria do PIM utilizada como laboratório.

Utilizar uma metodologia chamada de medição e verificação (M&V) para avaliar o percentual efetivo de economia obtido após a implantação das ações de eficiência energética dentro de uma indústria do PIM, visando a validação eficiência energética.

1.3 CONTRIBUIÇÃO E RELEVÂNCIA DO ESTUDO

É de alta relevância para a região, principalmente devido à aplicação se dar no polo industrial de Manaus, responsável pelo desenvolvimento econômico do estado do Amazonas, onde o uso adequado e eficiente da energia deve se fazer presente no planejamento das indústrias. Muito tem sido abordado sobre programas de eficiência energética, porém, pouco se conhece sobre como um Sistema de Gestão de Energia agregado a sistemas de controle e automação podem ser utilizados como ferramenta de gestão de eficiência energética e podem reduzir os custos e melhorar a produtividade, e a competitividade das indústrias do PIM.

Além da redução dos custos operacionais, um sistema de gerenciamento integrado de energia pelo lado da demanda possibilita que a indústria tenha uma atitude responsável e econômica no processo de produção. Em virtude da grande variedade de ramos de atividades das indústrias existentes no polo industrial de Manaus, há uma série de ações que podem ser adotadas para melhorar o aproveitamento do uso da energia elétrica.

De acordo com o Manual de eficiência energética na indústria elaborado pela COPEL, com o uso eficiente da energia elétrica, a indústria terá uma melhor utilização das instalações e equipamentos elétricos, uma redução no consumo de energia e conseqüente economia nas despesas com eletricidade. Com o melhor aproveitamento da energia, conseguirá um aumento de produtividade e um padrão de qualidade no produto acabado, isto tudo, mantendo o nível de segurança e diminuindo o tempo de parada das máquinas para a realização de manutenção. Além destas vantagens para a indústria, a sociedade em geral terá uma “redução dos investimentos para a construção de usinas e redes elétricas e conseqüente redução dos custos da eletricidade, redução dos preços de produtos e serviços e, maior garantia de fornecimento de energia” (COPEL, 2013). Hoje, uma redução de

consumo de energia afeta toda a cadeia produtiva, incluindo os consumidores finais, que perceberão um reflexo positivo no preço do produto acabado. Através da realização deste projeto, será possível a visualização de forma macro do perfil dos gastos com energia dentro das Indústrias do PIM, além de fornecer uma projeção de custos e com energia elétrica que podem ser economizados.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O GEE - Gerenciador de Eficiência Energética na Indústria tem por objetivo a visualização de forma macro do consumo de energia elétrica de todas as áreas responsáveis pelo funcionamento produtivo da planta, proporcionando as seguintes ações:

- A integralização dos vários setores de consumo na indústria como: Controle e Gerenciamento das Centrais de Ar Condicionado, Gerenciamento e Controle de Chillers e equipamentos de utilidades, Gerenciamento e controle de sistemas de iluminação, Gerenciamento e Controle de sistemas de Ar comprimido, e etc.;
- Através da coleta de dados de medição e verificação apontarem os setores responsável pelo de maior consumo de energia na planta a propor ações de controle e eliminação do desperdício de consumo de energia; Identificar as principais áreas de desperdícios de energia;
- Mostrar a importância do Planejamento estratégico de produção como ferramenta de redução do desperdício e melhor aproveitamento da energia;
- Propor ações de combate às perdas e ao desperdício; Mostrar economia alcançada após a implementação das ações e etc.

1.5 ESCOPO DO TRABALHO

No **Capítulo I**, introdução: são apresentados de forma sucinta, os elementos que motivaram a realização deste trabalho, juntamente com os objetivos, a relevância e contribuição da dissertação e o escopo do trabalho.

No **Capítulo II**, refere-se à revisão bibliográfica e o estado da arte por meio de pesquisas correlatas no acervo literário técnico nacional e internacional sobre o tema de Gerenciamento de energia, eficiência energética, sistemas de controle e automação, registradores de dados, estudos de técnicas e métodos de eficiência energética na indústria, estudo de casos de eficiência energética; Ao longo dos próximos capítulos, são descritos com detalhes os elementos necessários à composição da utilização do Sistema de Gerenciamento como Ferramenta de Eficiência Energética na Indústria.

No **Capítulo III**, está orientado ao estudo e conceitos de Gestão e Gerenciamento de Energia, normas e ferramentas de eficiência energética, bem como procedimentos metodológicos de medição e verificação e suas características.

No **Capítulo IV**, apresenta o conceito e as definições do Gerenciador de Eficiência Energética.

No **Capítulo V**, aborda a aplicação da pesquisa enfocando o estudo de caso em uma indústria de Plásticos.

Por último, o **Capítulo VI**, apresentam-se as conclusões proporcionadas pelos resultados da dissertação e as recomendações para possíveis desdobramentos e aplicações do Gerenciador de Eficiência Energética.

CAPÍTULO 2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2013) conceitua eficiência energética como a relação entre a quantidade de energia final utilizada e de um bem produzido ou serviço realizado.

Segundo Patterson (1996), eficiência energética é como um processo associado a um menor uso de energia por cada unidade de produção, propondo o uso de indicadores que expressam a variação na eficiência energética, esses indicadores são divididos em:

- Termodinâmicos – que são baseados na ciência da termodinâmica indica a relação entre o processo real e o ideal quanto à necessidade de uso de energia;
- Físicos termodinâmicos – que consideram a quantidade de energia requerida em unidades termodinâmicas, mas, as saídas (produtos) são expressas em unidades físicas;
- Econômicos termodinâmicos - cuja energia requerida em unidades termodinâmicas é dada como referência, mas, os produtos são expressos em unidades econômicas (valores monetários);
- Econômicos – onde a energia requerida e os produtos são expressos em grandezas econômicas.

Esses indicadores são os possíveis critérios para expressar a eficiência energética, de acordo com os setores ou atividades econômicas.

Para Schipper (2001), indicadores energéticos descrevem as relações entre o uso de energia e atividade econômica de forma desagregada, representando medições do consumo de energia e permitindo identificar os fatores que o afetam. Enquanto que para Tolmasquim (1998), destacam os indicadores globais prestam-se a avaliar a eficiência energética de um país como um todo, possibilitando a comparação com outros países e o acompanhamento da evolução da eficiência ao longo do tempo.

O conceito apresentado pela IEA - International Energy Agency (2005) de que eficiência energética é a obtenção de serviços energéticos, como produção, transporte e calor, por unidade de energia utilizada, como gás natural, carvão ou eletricidade – é análogo ao apresentado por Raskin (2002), que utiliza o termo “atividade” para relacionar o uso de energia, ou seja, a necessidade de sua redução.

Dentre os conceitos contemporâneos, o Ministério de Meio Ambiente - MMA (2013) define que a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização. A promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento. Adotam-se, como pressupostos básicos, a manutenção das condições de conforto, de segurança e de produtividade dos usuários, contribuindo, adicionalmente, para a melhoria da qualidade dos serviços de energia e para a mitigação dos impactos ambientais (MME, 2013).

Trata-se de uma atividade técnico-econômica que objetiva proporcionar o melhor consumo de energia e água, com redução de custos operacionais correlatos; Minimizar contingenciamentos no suprimento desses insumos e introduzir elementos e instrumentos necessários para o gerenciamento energético e hídrico da empresa ou empreendimento (MME, 2013).

Para o grupo Companhia Energética de Pernambuco – Celpe a eficiência energética consiste em obter o melhor desempenho na produção de um serviço com o menor gasto de energia elétrica (Celpe,2013), já a Associação Brasileira de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO), caracteriza a eficiência energética como uma atividade técnico-econômica que objetiva proporcionar o melhor consumo de energia e água, com a redução dos custos operacionais correlatos, além de minimizar contingenciamentos no suprimento desses insumos, e introduzir elementos e instrumentos necessários para o gerenciamento energético e hídrico da empresa e ou empreendimento (ABESCO, 2013).

Para o Portal da Eficiência Energética (2013), toda a energia passa por um processo de transformação após o qual se transforma em calor, frio, luz, etc. durante essa transformação uma parte dessa energia é desperdiçada e a outra, que chega ao consumidor, nem sempre é devidamente aproveitada. A eficiência energética

pressupõe a implementação de medidas para combater o desperdício de energia ao longo do processo de transformação.

Diante de tantos conceitos e definições, o Gerenciado de Eficiência Energética, apresenta um novo método de conceito de eficiência energética, que se define como:

Eficiência Energética é a integralização do Gerenciador de Energia e/ou sistema que realiza a monitoração e/ou controle de processos que utilizam a energia elétrica, buscando otimizar o consumo dos insumos energéticos e utilidades de forma automática sem interrupção de produção ou prejuízo no conforto ambiental, a fim de garantir o uso adequado de energia elétrica eliminando o desperdício.

2.2 O CENÁRIO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO MUNDO

A partir da primeira crise do petróleo, na década de 1970, a eficiência energética passou a ser preocupação mundial, levando os países industrializados a se organizar e levantar fundos para investimentos em projetos de eficiência energética e fontes renováveis de energia, cujo objetivo era diminuir a dependência em relação ao petróleo e derivados.

Em meados dos anos de 1980, o impacto da queima de combustíveis fósseis na variação climática global entrou na pauta de discussões em todo mundo. Resultado destas inquietações foi o Protocolo de Kyoto em 1997, acordo internacional em que os países signatários estabeleceram metas de redução de emissões de Co₂ (HADDAD, 2012). Para atingir aos objetivos propostos pelo protocolo, tornou-se imperativa a criação de mecanismos que estimulassem a eficiência em toda a cadeia energética.

a) Reino Unido: o plano governamental focou na conscientização da população e no gerenciamento de programas do Departamento de Meio Ambiente, Transportes e Regiões (DETR) e do programa Electricity Standart of Performance (SoP). Foram implementados modernos aquecedores de água, controle de aquecimento, melhorias no isolamento de paredes na construção civil, utilização de combustíveis alternativos, educação, iluminação eficiente e fomento a empreendimentos que contribuíssem com a conservação de energia.

b) França: as atividades em eficiência energética são de responsabilidade da Agência do Meio Ambiente e da Matriz Energética (ADEME) com interação entre políticas ambientais e energéticas. As áreas prioritárias foram a economia dos resíduos, poluição do ar e matriz energética limpa (IDAE, 2012)

c) Espanha: a promoção da eficiência energética no país dá-se por meio do Instituto para a Diversificação e Economia Energética (IDAE), entidade pública empresarial. Desenvolve projetos de fomento ao uso racional da energia e incentivo às fontes renováveis, auditorias energéticas, estímulo ao uso de combustíveis limpos e substituição de equipamentos obsoletos.

d) Canadá: iniciou seus programas de eficiência energética na década de 1970. Em 1995 foi criado o National Action Program on Climate. Os principais programas são voltados à indústria, setor público, transportes, normalização de equipamentos na construção civil, programa de etiquetagem de equipamentos eficientes e orientação de consumidores; estímulo à construção e às reformas dentro de padrões eficientes e de conservação de energia (CLIMATE CHANGE, 2012).

e) Estados Unidos: o Departamento de Energia Americano (DoE) atua por meio do Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EERN, 2013). Objetiva estimular a exploração de fontes renováveis e a competitividade econômica como forma de baixar custos e proteger o meio ambiente. O foco são as) empresas concessionárias de energia, a indústria e os setores de transporte e da construção civil (EERE, 2013).

f) Outros países: Japão, Noruega, Dinamarca, Suécia, Nova Zelândia e Austrália desenvolvem programas similares buscando reduzir desperdícios de energia em todos os segmentos de consumo, por meio de mecanismos similares especialmente com a adoção de programas de etiquetagem e a normalização de produtos, métodos e processos industriais (ACEEE, 2014).

Um país que usa menos energia para alcançar os mesmos ou melhores resultados reduz seus custos e a poluição, criando uma economia mais forte e competitiva. Embora a eficiência energética tenha desempenhado um papel importante nas economias dos países desenvolvidos ao longo de décadas, a eficiência energética de baixo custo continua a ser uma fonte de energia maciçamente subutilizada.

Na segunda edição da “International Energy Efficiency Scorecard”, elaborado pela American Council for an Energy Efficient Economy – ACEEE (2014) foram analisados as 16 maiores economias do mundo, que corresponde a mais de 81% do produto interno bruto mundial e cerca de 71% do consumo mundial de eletricidade, foi estabelecido 31 indicações divididas entre medidas de políticas energéticas e medidas de desempenho energético para avaliar a eficiência com que essas economias usam energia. A medida política é caracterizada pela presença em um país ou região de uma melhor prática de política energética.

Exemplos de políticas energéticas incluem a presença de um objetivo nacional de economia de energia, padrões de economia de combustível para veículos e padrões de eficiência energética para os aparelhos. As medidas de desempenho são uma medida de uso de energia que proporcionam resultados quantificáveis. As métricas são distribuídas entre os três setores principais responsáveis pelo consumo de energia em um país economicamente desenvolvido: edifícios, indústria e transporte. Foi incluído também um número de métricas que cruzam estes setores (como a eficiência de geração de energia elétrica) e que indicam um compromisso nacional para a eficiência energética. Estas métricas são incluídas em uma seção de esforços nacionais. A pontuação máxima possível estipulada para um país foi de 100 pontos, divididos em 25 pontos para todas as seções, e foi feita a atribuição de um valor de ponto para cada métrica em seguida foi classificado todas as economias com base nos resultados da pesquisa (ACEEE, 2014).

De acordo com a pesquisa, a Alemanha teve a maior pontuação geral, com 65 de 100 pontos possíveis. Os países com maior pontuação em cada categoria são:

- Edifícios: China;
- Indústria: Alemanha e Itália;
- Transporte: empate triplo entre a França, a Itália e a União Europeia nos esforços nacionais.

Os resultados da pesquisa elaborada pela ACEEE (2014) indicam que alguns países estão superando significativamente outros, mas o achado mais importante é que há oportunidades significativas de melhoria em todas as economias analisadas. As condições necessárias para um resultado perfeito é atualmente possível e, na

prática, em algum lugar do globo. Para cada métrica, pelo menos um país (e muitas vezes vários) receberam todos os pontos. No entanto, cada país também tem deficiências graves, e a pontuação média foi de apenas 50 pontos, em geral, os países com as maiores pontuações marcaram pontos em todas as quatro seções.

Os Estados Unidos tem feito alguns progressos em direção a uma maior eficiência energética nos últimos anos, particularmente em áreas como as de construção, normas para eletrodomésticos, parcerias voluntárias entre governo e indústria, e, recentemente, os padrões de economia de combustível para os veículos e caminhões pesados. No entanto, a história geral é decepcionante. Os Estados Unidos, por muito tempo foi considerado um líder mundial inovador e competitivo, porém tem progredido lentamente e realizado progressos limitados desde a última “Internacional Scorecard” em 2012 (ACEEE, 2014). Por outro lado, países como Alemanha, Japão e China estão surgindo à frente. Os países que utilizam a energia de forma mais eficiente usam menos recursos para alcançar os mesmos objetivos, reduzindo custos, preservando os recursos naturais valiosos, e ganham uma vantagem competitiva em relação a outros países. Nos Estados Unidos, uma grande quantidade de recursos são desperdiçados, e os custos foram autorizados a permanecer desnecessariamente alto.

Abaixo a figura 2.1 mostra de forma macro a classificação conforme pesquisa.

Figura 2.1 - Classificação Mundial Eficiência Energética.



FONTE: ACEEE, 2014 (Adaptação).

2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Os principais eventos que deram início às discussões em torno da conservação e eficiência energética no Brasil, data da década de 1970 e são uma resposta à crise do petróleo (EPE, 2013):

- ✓ 1973 - 1º Choque do Petróleo;
- ✓ 1975 - 1º Seminário sobre o tema conservação de energia (MME);
- ✓ 1979 - 2º Choque do Petróleo;
- ✓ 1982 - Programa de Mobilização Energética.

Durante a década de 1980 novos problemas ganharam visibilidade e tornaram-se crescentes as preocupações com o meio ambiente e questionamentos relativos ao desperdício de energia. Sobre esse período destacam-se os seguintes eventos:

- ✓ 1984 - Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE);
- ✓ 1985 - Programas Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) [3];
- ✓ 1991 - Programa Nacional de Conservação de Petróleo e Derivados (CONPET);
- ✓ 2001 - Lei nº 10295 Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

A partir de 1998, foi implementado a obrigatoriedade de investimentos em programas de conservação pelas concessionárias, sob fiscalização da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), ratificado pela Lei nº 9.991/2000 e alterações subsequentes. No ano de 2001, durante o racionamento de energia elétrica, diversas medidas de incentivo foram estimuladas, com destaque para a Lei nº 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

Na sequência foi criado pelo governo federal em 1985, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que tem por objetivo promover a racionalização do consumo de energia elétrica, combatendo o desperdício e

reduzindo os custos e os investimentos setoriais, aumentando ainda a eficiência energética.

Como todo país em desenvolvimento, o Brasil tem uma grande demanda reprimida de energia, porém os índices nacionais de perda e desperdício de eletricidade também são altos. O total desperdiçado, segundo o Procel, chega a 40 milhões de kW, ou a US\$ 2,8 bilhões, por ano. Os consumidores - indústrias, residências e comércio - desperdiçam 22 milhões de kW; as concessionárias de energia, por sua vez, com perdas técnicas e problemas na distribuição, são responsáveis pelos 18 milhões de kW restantes (PROCEL, 2013).

Uma das soluções apontadas pelos especialistas para atender este déficit seria conter a demanda por meio de técnicas de conservação - que substituem tecnologia (máquinas, motores, sistemas de refrigeração e iluminação), incluindo o uso da água, por outras com maior eficiência energética e menor custo financeiro e impacto ambiental (PROCEL, 2013).

Assim, além de promover a substituição de insumos esgotáveis (combustíveis fósseis) e a redução da intensidade do uso de energia, qualquer política energética deve estimular a eficiência e o combate ao desperdício por meio de instrumentos de regulação - como a especificação de códigos com consumo máximo de energia em construções ou padrão de desempenho e melhorias em equipamentos para garantir a incorporação de novas tecnologias, mais eficientes, pelos fabricantes.

Nesse sentido, o Selo Procel de Economia de Energia, instituído em 1993, indica ao consumidor, no ato da compra, os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria: geladeiras, freezers, chuveiros elétricos e aparelhos de ar-condicionado. O objetivo é estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais.

As iniciativas desenvolvidas pelo Procel em seus 23 anos de existência proporcionou uma economia total de energia estimada em 24.600 GWh, o que corresponde à energia elétrica necessária para atender aproximadamente 14,4 milhões de residências, durante o período de um ano. O investimento realizado nas duas décadas foi de aproximadamente R\$ 971 milhões, proporcionando investimentos postergados no sistema elétrico brasileiro da ordem de R\$ 17,2 bilhões (PROCEL, 2013).

Recente estudo de planejamento setorial de longo prazo, o Plano Nacional de Energia (PNE 2030) sinalizou a meta de conservação anual de energia equivalente a 10% do mercado de 2030. Contudo, conforme apontado pelo próprio Plano, as principais barreiras ao pleno desenvolvimento da eficiência energética no Brasil demandam um esforço governamental no sentido de se aperfeiçoar o marco legal e regulatório, bem como no estabelecimento de uma estrutura operacional capaz de articular a diversidade de agentes envolvidos e implementar as ações efetivas entre os inúmeros segmentos consumidores (EPE, 2014).

O Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficientes - Reluz tem o objetivo de promover o desenvolvimento de sistemas eficientes de iluminação pública e sinalização semafórica, bem como a valorização noturna dos espaços públicos urbanos, contribuindo para melhorar as condições de segurança pública e qualidade de vida nas cidades brasileiras (PROCEL, 2013).

O Reluz apresentou seus resultados em novembro de 2008: na região Norte atendeu nove municípios, promovendo uma redução de demanda, no horário de ponta do sistema elétrico, de 1.703 kW e uma economia no consumo de energia elétrica de 7.460 MWh/ano. Na região Nordeste foram beneficiados pelo Programa 203 municípios sendo prevista uma redução de demanda, no horário de ponta do sistema elétrico, de 14.267 kW e uma economia no consumo de energia elétrica de 83.219 MWh/ano. Na região Centro-Oeste, foram atendidos 40 municípios, estando prevista uma redução de demanda, no horário de ponta do sistema elétrico, de 26.091 kW e uma economia no consumo de energia elétrica de 116.445 MWh/ano. Na região Sudeste integram o Programa 932 municípios, com previsão de redução de demanda, no horário de ponta do sistema elétrico, de 73.393 kW e uma economia no consumo de energia elétrica de 321.207 MWh/ano. Na região Sul foram atendidos 54 municípios com previsão de uma redução de demanda, no horário de ponta do sistema elétrico, de 22.819 kW e uma economia no consumo de energia elétrica de 89.555 MWh/ano (PROCEL, 2013).

Além de ter uma das tarifas mais altas, o Brasil não tira o melhor da energia que consome. Num ranking que avaliou a eficiência entre as 16 maiores economias do mundo, o país é o 15º colocado geral. Realizado pelo Conselho Americano para uma Economia de Energia Eficiente (ACEEE, 2014), o levantamento avaliou o uso de energia a partir de 25 indicadores, distribuídos em quatro áreas-chave: indústria,

transporte, edificações e esforços nacionais em prol da eficiência energética. Segundo o estudo, um país que usa menos energia para atingir um mesmo resultado, ou mesmo superá-lo, reduz custos e polui menos, criando uma economia mais competitiva.

Ao todo o Brasil atingiu 41 pontos de um total de 100 possíveis. No item indústria, o país fez 10 pontos, menos da metade da pontuação máxima no quesito, de 14. Já no uso de energia pelo setor de edificações, foram 13 pontos de um total de 28. O melhor desempenho em termos de eficiência energética veio da área de transporte - 13 pontos de um total de 15, empatando com os Estados Unidos. E o pior desempenho do país veio do quesito esforços nacionais, que analisa a existência e iniciativas de criação de políticas e legislações específicas para fomentar o uso consciente da energia, como a criação de selos de eficiência: com apenas 5 de um total de 25 pontos possíveis, o Brasil ocupa o último lugar.

Entre todas as economias listadas pela ACEEE (2014), o Brasil foi a que teve o pior desempenho em termos de eficiência energética na indústria. De acordo com o Programa de Eficiência Energética - PEE, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2014), as distribuidoras têm de destinar 0,5% da receita operacional líquida para ações de combate ao desperdício de eletricidade, porém na realidade, apenas de 2% a 3% desses recursos vão para a indústria, e a indústria corresponde a algo entre 35% e 40% da energia consumida no país.

No Brasil, em setembro de 2012, apenas cinco unidades industriais com a certificação ISO 50001, que representa as melhores práticas internacionais em gestão de energia. Nesse quesito, a campeã é a Alemanha que no mesmo período, o país europeu tinha 453 plantas certificadas (ACEEE, 2014).

2.4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO AMAZONAS

O estado do Amazonas possui área de quase 1.6 Milhões de km², com um total de 62 municípios abrigando uma população estimada de 3.8 milhões de habitantes. De acordo com o relatório da concessionária Amazonas Distribuidora de Energia S/A (AME), responsável pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica em todo o estado do Amazonas, aproximadamente 50% da população está concentrada na cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas (AME, 2012).

O cenário elétrico do Estado do Amazonas pode ser dividido em dois sistemas conforme segue:

Sistema Manaus – Constituído da cidade de Manaus, e os municípios de Iranduba, Presidente Figueiredo e Manacapuru que é suprido via parque hidrotérmico composto por termelétricas e a hidroelétrica de Balbina localizada no rio Uatumã próprias da concessionária e de Produtores Independentes de Energia - PIE's, representando o maior Sistema Isolado brasileiro. Várias termelétricas são a gás natural adquirido junto a Companhia de Gás do Amazonas - CIGÁS

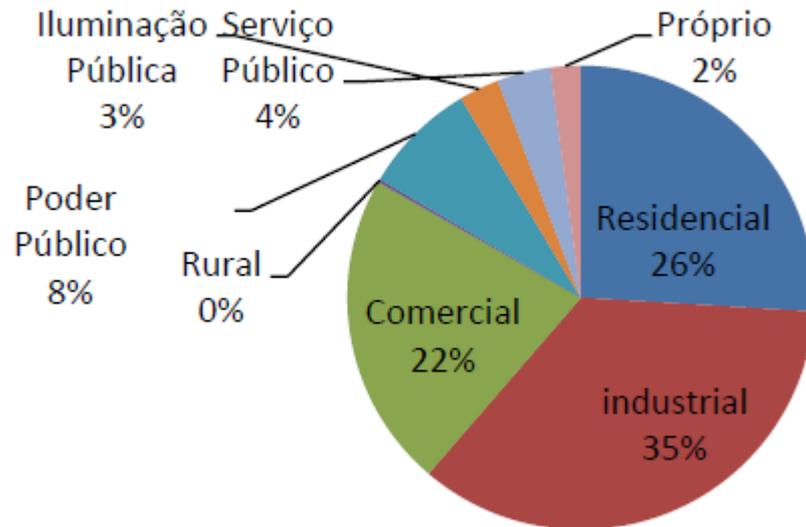
Outro fator importante e que está em fase de testes a interligação do Sistema Manaus ao Sistema Interligado Nacional (SIN) via a Linha de Transmissão Tucuruí-Macapá-Manaus, com entrada efetiva em operação prevista para este ano. Essa Linha de Transmissão (LT) possui capacidade de 1.800 MW. A responsabilidade pela operação e manutenção desta LT cabe a empresa Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A - Eletronorte, com sede em Brasília, sendo uma das empresas do grupo Eletrobrás, tendo na cidade de Manaus uma superintendência.

A interligação ao SIN também cria a possibilidade de grandes consumidores deixarem de ser cativos e passarem a ser livres, ou seja, com possibilidade de compra de energia elétrica junto a Câmara de Comercialização.

O sistema Manaus, no ano de 2013, foi responsável pela geração de aproximadamente 8.5 GWh. Desse total, 1,37% foi recebido do Sistema Interligado Nacional – SIN via a linha de transmissão de Tucuruí-Macapá-Manaus; 15,72% foi proveniente de geração hídrica da Hidrelétrica de Balbina e, 82,91% de origem térmica. Do total da energia produzida por termelétricas, 31,28% foi produzido por Produtores Independentes de Energia (AME, 2013).

Conforme ilustra a figura 2.2 as classes responsáveis pelos maiores consumos, no ano de 2013, foram a industrial (35,34%), residencial (25,96%) e a comercial (22,0%), correspondendo a 83,31% do mercado.

Figura 2.2 - Distribuição do mercado de energia elétrica do Sistema Manaus por classe de consumo em 2013.



FONTE: AME, 2013.

O setor industrial no Sistema Manaus é impulsionado pelas empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM). De acordo com publicação da Superintendente da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, as empresas incentivadas do PIM fecharam o ano de 2013 com um faturamento acumulado de R\$ 83,3 bilhões, o maior valor em reais registrado em sua história, correspondendo ao aumento de 13,35% com relação ao verificado no ano de 2012.

O Sistema Manaus, em dezembro de 2013 registrou o total de 490.752 consumidores. Nesse mesmo ano o consumo médio mensal por consumidor registrado foi de 821 kWh, enquanto o consumo médio residencial foi de 238 kWh (AME, 2013).

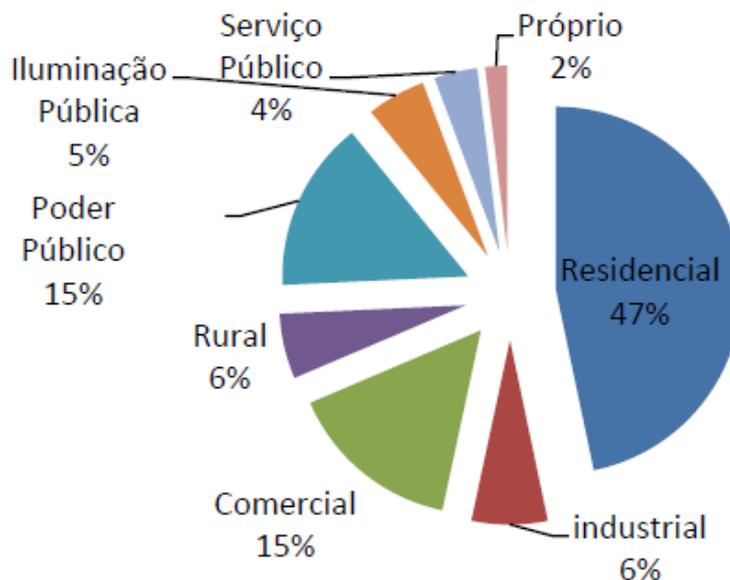
Sistema Interior - Os municípios não conectados ao Sistema Manaus são atendidos por 101 sistemas elétricos isolados supridos por termelétricas. A potência nominal instalada no parque gerador é de 384.888 kW enquanto a efetiva é 292.648 kW. Observa-se que a potência efetiva é aproximadamente 24% menor que a nominal, o que se justifica pelo grande número de máquinas com vida útil bastante comprometida (AME, 2013).

Os municípios de Anamá, Anori, Caapiranga e Codajás são supridos via termelétricas a gás natural, os demais municípios são supridos por usinas termelétricas a óleo diesel/biodiesel. É oportuno registrar que, no caso do município de Itacoatiara, além do parque gerador movido a diesel/biodiesel da concessionária, há uma termelétrica a lenha com potência instalada de 9 MW e capacidade anual de geração média de 64 GWh, operando desde o ano de 2002 pertencente a um PIE (AME, 2013).

O sistema Interior gerou 1.567 GWh no ano de 2013, correspondendo a somente 17% da produção total do estado do Amazonas. Do total, 79,5% foi produzida usando diesel/biodiesel em unidades próprias da concessionária; 17,8% foi gerado no Sistema Manaus; 2,2% foi produzido pelo Produtor Independente de Energia denominado BK Energia, via termelétrica a lenha; 0,4% foi adquirido junto a empresa Eletrobrás Distribuição Acre e; 0,1% foi adquirido do auto produtor Hermasa Navegação da Amazônia (AME, 2013).

Conforme mostra a figura 2.3, as classes responsáveis pelos maiores consumos, no ano de 2013, foram a residencial, comercial, poderes públicos e a industrial; correspondendo a 83,53% do mercado.

Figura 2.3 - Distribuição do mercado de energia elétrica do Sistema Interior por classe de consumo em 2013 [24].



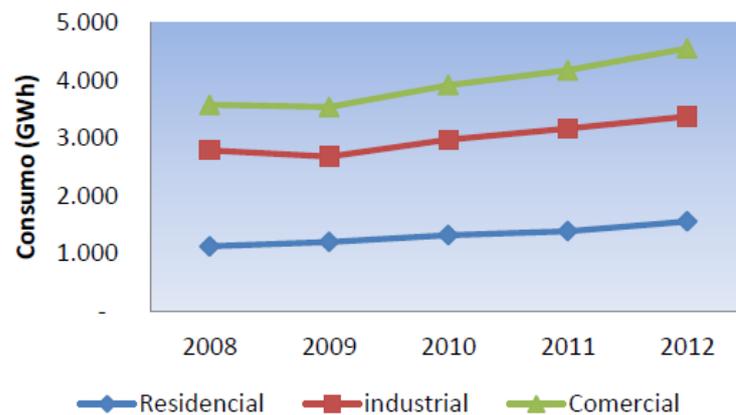
FONTE: AME, 2013

O consumo médio mensal por consumidor registrado em 2013 foi 280 kWh, enquanto o consumo médio residencial foi 168 kWh (AME, 2013).

O mercado de Energia Elétrica no Estado do Amazonas é bastante promissor, com taxa de crescimento estimada em 6% ano para os próximos 10 anos.

Na figura 2.4 pode-se observar o comportamento do consumo das principais classes no período de 2008 a 2012.

Figura 2.4 - Evolução do consumo de eletricidade nas principais classes de consumo no Estado do Amazonas (2008-2012).



FONTE: AME, 2013.

As perdas no sistema elétrico estadual, considerando tanto as técnicas quanto as comerciais, são bastante elevadas. No Sistema Manaus, no ano de 2013, ficaram em torno de 39%. Para este mesmo ano, o percentual de perdas na transmissão (230 kV) foi da ordem de 0,3%; na subtransmissão (69 kV) foi de 2,6% e na distribuição (até 13,8 kV) foi de 36,4%. Tais perdas são responsáveis por aproximadamente R\$ 400 milhões em prejuízo anual (AME, 2013).

No Sistema Interior a situação não é diferente, no ano de 2013 as perdas foram de 27,92 em média, enquanto no ano de 2012 as perdas foram da ordem de 29,9%, representando um decréscimo de 6,62%; devido às ações de fiscalização realizadas pela concessionária. Considerando a configuração elétrica do Sistema Interior, depreende-se que grande parcela das perdas ocorre na distribuição de eletricidade (AME, 2013).

Quando da elaboração de projetos de eficiência energética, tanto no Sistema Manaus quanto no Sistema Interior, a concessionária adota R\$ 416,15/MWh como custo de geração.

Os valores de tarifas médias registradas nos dois sistemas no ano de 2013 para as principais classes de consumo constam na tabela 2.1, onde se observa que estas são inferiores ao custo da energia gerada.

Tabela 2.1 - Valores médios de tarifas por classe de consumo verificada no ano de 2013 [24].

Classe de Consumo	Sistema Manaus (R\$/MWh)	Sistema Interior (R\$/MWh)
Residencial	365,06	264,56
Industrial	228,89	242,10
Comercial	323,93	272,35
Rural	223,82	181,17
Pode Público	164,46	273,93

FONTES: AME, 2013.

As ações de eficiência energética no Estado do Amazonas vêm se desenvolvendo de forma mais efetiva por meio da concessionária de energia elétrica, a Amazonas Distribuidora de Energia, por força de legislação que torna compulsório o investimento em projetos de Eficiência Energética. Portanto, a seguir descrevemos as ações que a AME vem desenvolvendo nessa área.

A AME investe anualmente em média R\$ 7 milhões em seu Programa de Eficiência Energética, ressaltando-se que o valor a ser investido está relacionado com a Receita Operacional Líquida que é crescente (AME, 2013).

Por força da legislação o foco dos investimentos nos últimos anos tem sido a substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas e difusão de geladeiras eficientes. Está previsto o investimento de R\$ 30 milhões para os anos de 2014 e 2015. Esse investimento será para trocar 30.000 geladeiras antigas por outras eficientes com capacidade de 251 litros e consumo de 24 kWh/mês com selo do Procel nível A e instalação de 160.000 lâmpadas fluorescentes compactas de 15 W, em substituição a lâmpadas incandescentes (PROCEL, 2013).

Até 31/12/2012, a Eletrobrás Amazonas Energia desembolsou R\$ 30.282mil em Projetos de PEE já concluídos, sendo quase R\$ 28.788mil na capital e R\$ 2.494mil no interior do Estado do Amazonas. Em projetos em andamento, foram aplicados R\$4.992mil, sendo R\$26mil na capital e R\$ 4.966mil no interior, com investimento total de R\$ 35.274mil em Projetos de Eficiência Energética (PEE). Em 2012, a empresa deu continuidade a 2 projetos de PEE iniciados em anos anteriores, sendo um na capital e outro no interior, na tipologia baixa renda; e deu início à execução de três outros: um na capital; um na área metropolitana de Manaus e outro em 45 localidades do interior do Amazonas, para atendimento ao Poder Público da capital e consumidores baixa renda da área metropolitana e interior. Foram efetivamente pagos R\$ 3.493mil, na execução de projetos de PEE, em 2012 (Eletrobrás, 2014).

Do acervo de 25 projetos de PEE, destacam-se:

- Dez projetos que se destinaram ao beneficiamento de consumidores da subclasse residencial baixa renda, sendo seis na capital e quatro no interior;
- Seis em atendimento ao Poder Público, nos quais quatro na capital e dois no interior;
- Cinco para atendimento a consumidores residenciais, sendo três na capital e dois no interior;

O saldo corrente do Programa de Eficiência Energética é de quase R\$ 12.6 milhões de reais. Este valor é referente ao fechamento do balanço contábil de Dezembro de 2013 da Eletrobrás Amazonas Energia (Eletrobrás, 2014).

CAPÍTULO 3. SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA

3.1 GERENCIADOR DE ENERGIA

O Gerenciador de energia é um sistema composto de equipamentos e dispositivo de medições que realiza a monitoração e o controle de processos buscando otimizar o consumo dos insumos energéticos e utilidades de forma automática sem interrupção de produção ou prejuízo no conforto ambiental. Pode-se citar como as principais aplicações: Eliminação de desperdícios; Aumento da eficiência; Mudança nos padrões de consumo; Monitoramento das Concessionárias de Energia; Elaboração de rateios com alta precisão; Controle de cargas; Controle do fator de potência; Conhecimento das sazonalidades do consumo; Determinação do custo específico, consumo específico e custo de produção (por setores e períodos).

Os Sistemas de Gerenciamento de Energia são implantados basicamente para monitorar as grandezas elétricas e acompanhar o perfil histórico de medições de energia de uma unidade consumidora. Sua instalação, muitas vezes, é motivada pela necessidade de reduzir custos ocasionados por multas de ultrapassagem de demanda e fator de potência, efficientizar o uso da energia e, conseqüentemente, diminuir o valor das contas, além de propiciar ganhos de produtividade, pois se trata de uma ferramenta que facilita a manutenção e a operação das plantas industriais (ABNT, 2013). Segundo o BEN (2013), o gerenciamento e a conservação de energia elétrica têm destaque crescente, em progressão geométrica, por razões específicas: crescente rigidez nos critérios de faturamento e nas tarifas de energia elétrica, e sua aplicação à quase que totalidade dos processos industriais. Pode-se verificar que a importância do gerenciamento vem crescendo também dada a sua potencialidade de facilitar a manutenção e a operação das plantas, trazendo ganhos de produtividade, em termos de manutenção e vida útil de equipamentos e sistemas. Através de um sistema de gerenciamento é possível monitorar uma série de variáveis em tempo real e armazená-las para análises que potencializem o uso eficiente da energia elétrica. Dentre as grandezas e eventos que podem ser armazenadas, podemos citar:

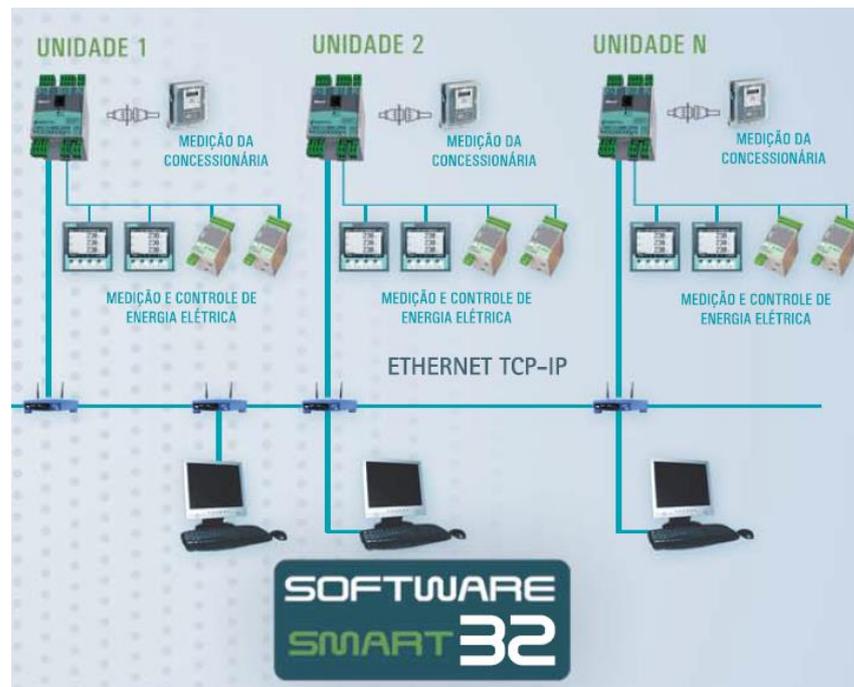
- ✓ corrente;
- ✓ tensão;
- ✓ consumo de energia ativa;
- ✓ consumo de energia reativa;
- ✓ demanda;
- ✓ fator de carga ($FC = \text{demanda média} / \text{demanda máxima}$);
- ✓ fator de utilização ($FU = \text{demanda média} / \text{demanda contratada}$);
- ✓ fator de potência;
- ✓ demanda máxima;
- ✓ produção (unidades produzidas pela atividade-fim da empresa);
- ✓ consumo específico (consumo de energia/unidades produzidas);
- ✓ afundamentos de tensão;
- ✓ elevações momentâneas de tensão;
- ✓ transientes;
- ✓ distorção harmônica de V e I;
- ✓ interrupções de energia da concessionária;
- ✓ interrupções de energia em alimentadores internos;
- ✓ Informações referente a data/hora em que cargas retiradas por atuação do controle de demanda e/ou fator de potência.
- ✓ Etc.

Qualquer instalação industrial ou predial é composta por uma parte associada à produção direta de bens ou serviços, e outra associada à energia elétrica necessária para sua operação. No entanto, essas duas partes necessitam integrar-se da forma mais eficiente possível buscando uma melhoria dos processos produtivos, aliado a redução dos gastos com energia elétrica.

Atualmente existem no mercado vários Gerenciadores de energia, que atuam como controlador, gerenciador de consumo, controlador de demanda e fator de potência, e estes podem ser conectados ao medidor da concessionária de energia (saída do usuário) como também a uma rede de transdutores de energia com saída serial e/ou ethernet, permitindo supervisão e controle locais ou remotos em tempo real, bem como a possibilitar análises e relatórios, constituindo-se numa ferramenta ideal para aplicações que requerem o controle.

A figura 3.1 ilustra um exemplo de plataforma de gerenciamento de energia da empresa GESTAL, no qual através de um módulo de interface chamado de Smart Gate C é possível o monitoramento de medidores de energia e controladores de dispositivos, possibilitando assim a integração de softwares supervisórios de terceiros via protocolo padrão Modbus RTU (GESTAL, 2014) .

Figura 3.1 – Sistema de Monitoramento Gestal.



FONTE: Gestal, 2014.

A gestão dos dados obtidos através do gerenciador de energia elétrica pode ser realizada remotamente via Internet através de softwares específicos.

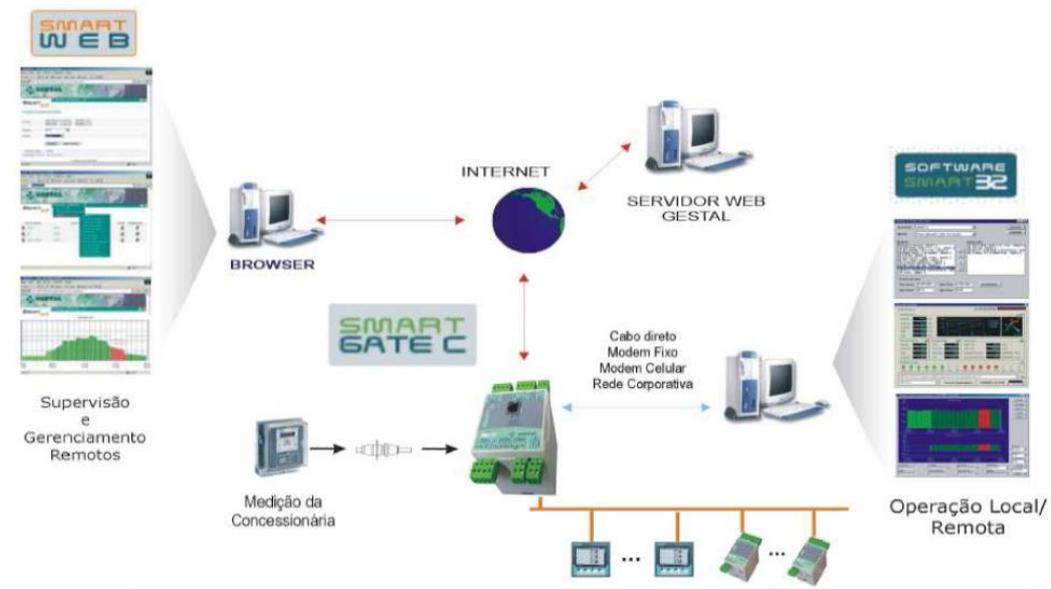
Segue algumas das principais características de um software de supervisão:

- ✓ Supervisão on-line multimídia de todas as grandezas coletadas pela unidade de controle.
- ✓ Gestão de Alarmes e Eventos padrão e configurados pelo usuário.
- ✓ Gráficos e Relatórios padrão com Telas de Supervisão (sinóticos) livremente configuradas pelo usuário.
- ✓ Análise Contratual e Rateio de Custo.
- ✓ Análises Técnico-Estatísticas-Financeiras sobre dados históricos.
- ✓ Simulação de cargas ativas, reativas e faturas.

- ✓ Cálculo do Banco fixo e automático de capacitores.

A figura 3.2, ilustra uma arquitetura genérica de um gerenciador de energia baseado no conceito da empresa Gestal:

Figura 3.2 - Arquitetura genérica de um gerenciador de energia.



FONTE: Gestal, 2014.

3.2 ISO 50001

Publicada no dia 15 de junho de 2011 pela Internacional Organization for Standardization e lançada para a sociedade brasileira no dia 7 de julho de 2011, a ABNT NBR ISO 50001: Sistema de gestão da energia – Requisitos com orientações para uso é uma norma com o propósito de permitir o estabelecimento de sistemas e processos do desempenho energético em todos os tipos de organizações (ABNT, 2013).

A norma especifica os requisitos para uma organização estabelecer, implementar, manter e melhorar um Sistema de Gestão Energética, que considere uma abordagem sistêmica para alcançar a melhoria contínua do desempenho energético. Ela é baseada nos mesmos elementos encontrados nas demais normas,

sendo compatível com os selos ISO 9001 (qualidade de gestão) e ISO 14001 (gestão ambiental).

Com três focos principais – eficiência energética, uso da energia e consumo de energia – a ABNT NBR ISO 50001:2011 recomenda às organizações vários procedimentos como, por exemplo, adoção de critérios de eficiência na compra de equipamentos, conscientização e treinamento sobre os aspectos vinculados ao uso adequado da energia (ABNT, 2013).

A expectativa diante de uma aplicação global é obter maior disponibilidade de suprimento, melhorar a competitividade de organizações e reduzir o impacto nas mudanças climáticas.

Através de ações por todo o mundo, a norma tem potencial de causar um impacto positivo de 60% no consumo final. Isso porque a melhoria contínua do desempenho energético das organizações, um dos objetos dessa ISO, implica diretamente em uma diminuição do consumo de energia (ABNT, 2013).

No cenário brasileiro, além da sintonia com o PNE2030 – Plano Nacional de Energia e com PNEF – Plano Nacional de Eficiência Energética, a ABNT NBR ISO 5001:2011 deverá estimular a indústria e os consumidores a aumentarem o uso de produtos eficientes identificados com o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel). Lançado em 2007 pelo Ministério de Minas e Energia e a Empresa de Pesquisa Energética, o PNE estipula uma redução de 10% do consumo de energia elétrica, no país até 2030 e tem na eficiência energética um fator fundamental para equacionamento do suprimento.

Para as empresas, a implementação da norma contribui com impactos positivos no cenário de competitividade industrial. Um bom sistema de gestão energética traz a redução acentuada nos custos de produção, já que os desperdícios de energia e perdas em sistemas não monitorados representam custos invisíveis nas faturas de energia. A norma também permite a exploração de marketing, uma vez que a redução do consumo implica diretamente na diminuição de impactos ambientais.

3.3 MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO

De acordo com o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – PIMVP, Medição e Verificação (M&V) é o processo de utilização de medições para determinar corretamente a economia real dentro de uma instalação individual por um programa de gestão de energia. A economia de energia não pode ser medida diretamente, uma vez que representa a ausência do consumo de energia, logo a economia é determinada comparando o consumo medido antes e depois da implementação de um projeto, fazendo ajustes adequados para as alterações nas condições (PIMVP, 2014).

O Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (2014), afirma que Investir em eficiência energética é uma oportunidade para o Brasil conseguir, ao mesmo tempo, grandes benefícios econômicos e ambientais. O potencial economicamente viável para reduzir perdas de energia certamente é grande, apesar dos estudos para seu dimensionamento ainda estarem incipientes.

Uma parte importante da demanda crescente para serviços energéticos (como iluminação, força motriz, refrigeração, etc.) pode ser “suprida” por medidas de eficiência com custos e investimentos menores que a expansão equivalente da oferta de energia. Resultam também em mais emprego, menos importações e impactos ambientais menores. Estas características trazem benefícios ao país como um todo (INEE, 2014).

Os proprietários das instalações enfrentam diversas barreiras à racionalização energética que muitas vezes impedem a realização dos ganhos potenciais. Em muitas destas situações, prestadores de serviços de efficientização podem fazer uma contribuição decisiva à implementação efetiva das medidas.

Assim, em alguns países industrializados começou a surgir um expressivo setor de prestação de serviços de conservação de energia. O crescimento trouxe inovações importantes na comercialização dos serviços, como no financiamento e nos tipos de contrato. Uma parte fundamental desta evolução foi o aprimoramento de contratos de desempenho garantido ou de risco.

Nestes o prestador do serviço garante a realização de um determinado nível de economia e é remunerado pelo fluxo de ganhos obtidos do projeto. As empresas que oferecem este tipo de contrato foram chamadas de ESCOs (“Energy Service

Companies” em inglês e Empresas de Serviços de Conservação de Energia, em português) (PIMVP, 2014).

Quando as empresas investem em eficiência energética, elas naturalmente desejam saber quanto economizaram e por quanto tempo a economia permanecerá. Se a planta foi construída para gerar energia, as medições são triviais - instalar um medidor. Entretanto, estimar as economias resultando da aplicação de uma “medida de conservação de energia” (MCE) é um desafio, especialmente para os fins de um contrato. Trata-se da ausência do uso de energia em relação ao padrão antes da implementação da medida. Necessita, simultaneamente, de medição e de metodologia reproduzível aceita pelas partes envolvidas, como o proprietário da instalação, o instalador.

O sucesso de projetos de efficientização pode ser comprometido se o comprador e vendedor não concordarem num plano adequado de medições e verificação dos ganhos. Para facilitar o consenso sobre os procedimentos é muito útil ter um Protocolo de Medição e de Verificação (M&V). Um protocolo apresenta uma guia imparcial dos pontos que devem ser considerados e um elenco de metodologias e procedimentos para quantificar os ganhos alcançados pelas medidas contratadas. Orienta as partes sobre fatores na escolha da metodologia mais adequada, a alocação e gestão de riscos, a investigação e resolução de desentendimentos e outros aspectos importantes na relação entre comprador e vendedor que são relevantes à determinação dos resultados alcançados (PIMVP, 2014).

Medição e Verificação (M&V) é o processo de utilização de medições para determinar, de modo seguro, a economia real criada dentro de uma instalação individual por um programa de gestão de energia. A economia não pode ser medida diretamente, uma vez que representa a ausência de consumo de energia. Nesse caso a economia é determinada pela comparação do consumo medido antes e depois da implementação de um projeto, com ajustes adequados, tendo em conta alterações nas condições (PIMVP, 2014).

As atividades de M&V consistem em algumas ou todas as seguintes ações:

- ✓ Instalação, calibração e manutenção de medidores;
- ✓ Coleta e tratamento de dados;
- ✓ Desenvolvimento de um método de cálculo e estimativas aceitáveis;

- ✓ Cálculos com os dados medidos;
- ✓ Relatórios garantia de qualidade e verificação de relatórios por terceiros.

As técnicas de M&V podem ser utilizadas pelos proprietários da instalação ou pelos investidores do projeto de eficiência energética com os seguintes objetivos (PIMVP, 2014):

- a) Aumentar a economia de energia - A determinação exata da economia de energia fornece aos proprietários e gestores da instalação valiosa informação acerca das suas ações de eficiência energética (AEEs). Esta informação ajuda-os a ajustar a concepção da AEE, ou as operações para aumentar a economia, a fim de melhorar e assegurar maior duração e menos variações ao longo do tempo das economias;
- b) Documentar transações financeiras - Para alguns projetos, a economia obtida pela eficiência energética constitui a base de pagamentos financeiros fundamentados no desempenho energético e/ou na garantia, em um contrato de desempenho energético. Um Plano de M&V bem definido e implementado pode representar a base para documentar, de forma transparente, o desempenho energético sujeito a verificação independente;
- c) Aumentar o financiamento para projetos de eficiência - Um bom Plano de M&V aumenta a transparência e a credibilidade dos relatórios acerca dos resultados dos investimentos em eficiência. Também aumenta a credibilidade das projeções dos resultados dos investimentos em eficiência. Esta credibilidade pode subir o nível de confiança que investidores e patrocinadores depositam em projetos de eficiência energética, fazendo crescer as possibilidades de estes projetos serem financiados;
- d) Melhorar projetos de engenharia, funcionamento e manutenção da instalação - A preparação de um bom Plano de M&V encoraja a

concepção completa de um projeto, ao incluir todos os custos de M&V nos aspectos econômicos. Uma boa M&V também ajuda os gestores a descobrir e reduzir problemas de manutenção e funcionamento, a fim de gerir instalações de forma mais eficiente, além de fornecer informações para a concepção de projetos futuros;

- e) Gerir orçamentos energéticos - Mesmo quando economias não estão em questão, as técnicas de M&V ajudam os gestores a avaliar e gerir a utilização de energia para explicar as variações dos orçamentos. As técnicas de M&V são usadas para ajustar alterações das condições de funcionamento da instalação, a fim de estabelecer orçamentos adequados e explicar as variações destes orçamentos;
- f) Aumentar o valor dos créditos de redução de emissão - Considerar as reduções de emissão acrescenta valor adicional aos projetos de eficiência. A utilização de um Plano de M&V para determinar a economia de energia melhora relatórios de redução de emissão, em comparação com relatórios realizados sem Plano de M&V;
- g) Apoiar a avaliação de programas de eficiência regionais - Programas governamentais ou de empresas de energia para a gestão de utilização de um sistema de fornecimento de energia podem utilizar técnicas de M&V no objetivo de avaliar a economia em instalações selecionadas de usuários de energia. Com a utilização de técnicas estatísticas e outras suposições, a economia determinada pelas atividades de M&V em instalações individuais selecionadas pode ajudar a prever a economia em locais não medidos, a fim de determinar o desempenho energético de todo o programa;
- h) Aumentar a compreensão do público acerca da gestão de energia como ferramenta de política pública

Ao melhorar a credibilidade dos projetos de gestão de energia, a M&V aumenta a aceitação pública da redução de emissões associadas. Esta aceitação pública encoraja o investimento em projetos de eficiência energética.

Os princípios fundamentais de uma boa prática de M&V são descritos abaixo (PIMVP, 2014):

Completude - Ao reportar a economia de energia deve-se ter em consideração todos os efeitos de um projeto. As atividades de M&V devem usar medições para quantificar os efeitos significativos, enquanto estimam todos os outros;

Conservadorismo - Onde pareceres forem emitidos sobre quantidades incertas, os procedimentos de M&V devem ser concebidos para avaliar por baixo a economia;

Consistência - O relatório da eficácia energética de um projeto deve ser consistente entre:

- ✓ Diferentes tipos de projetos de eficiência energética;
- ✓ Diferentes profissionais de gestão energética para qualquer projeto;
- ✓ Diferentes períodos de tempo para o mesmo projeto;
- ✓ Projetos de eficiência energética e projetos de geração de nova energia.

Precisão - Os relatórios de M&V devem ser tão precisos quanto o permita o orçamento de M&V. Os custos de M&V devem se apresentar pequenos em relação ao valor monetário da economia a ser avaliada. Os gastos de M&V devem também ser consistentes com as implicações financeiras de reportar com sobre informação ou subinformação do desempenho energético do projeto. Os compromissos sobre a precisão devem ser acompanhados de maior conservadorismo em qualquer estimativa ou parecer.

Relevância - A determinação da economia deve medir os parâmetros de desempenho energético mais importante ou menos conhecidos, enquanto outros parâmetros menos críticos ou previsíveis podem ser estimados.

Transparência - Todas as atividades de M&V devem ser clara e completamente divulgadas.

3.4 PIMVP – PROTOCOLO INTERNACIONAL DE MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO E PERFORMANCE

O Volume I do Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético (PIMVP) Volume I é um documento de apoio que descreve as práticas comuns de medição, cálculo e relatório de economia, obtidas por projetos de eficiência energética ou de consumo eficiente de água nas instalações do usuário final. O PIMVP apresenta uma estrutura e quatro opções de medição e verificação (M&V), para avaliar de forma transparente, segura e consistente a economia obtida por um projeto. As atividades de M&V incluem estudos no local; medição de energia ou de água; monitoramento de variáveis independentes, cálculos e apresentação de relatórios. Quando aderem às recomendações do PIMVP, estas atividades de M&V podem produzir relatórios da economia verificada (PIMVP, 2014).

O PIMVP destina-se aos profissionais para ser usado como base de preparação de relatórios de economia. Cada usuário deve estabelecer o próprio Plano de M&V específico, de modo que vá ao encontro das características únicas do projeto. O PIMVP não é uma norma e, por conseguinte, não existe um mecanismo de conformidade formal para este documento. A adesão ao PIMVP requer a preparação para um projeto específico de um Plano de M&V, consistente com a terminologia do PIMVP. Devem-se nomear as Opções do PIMVP a serem utilizados, os métodos de medição e de análise a serem empregados, os procedimentos de garantia de qualidade a serem seguidos, e a pessoa responsável pela M&V.

Os Capítulos do Volume I do PIMVP encontram-se organizados da seguinte forma (PIMVP, 2014):

1. Introduz o PIMVP e a EVO (2012)
2. Define M&V e enumera oito utilizações para as técnicas de M&V

3. Indica os fundamentos da M&V, ao definir os princípios inerentes a uma boa M&V. O restante do documento resume métodos usuais aplicados para implementar estes princípios fundamentais;
4. Define a estrutura do PIMVP e suas quatro Opções. Apresenta as metodologias e os ajustes básicos para a medição de energia ou de água necessárias para reportar a economia adequadamente. Os Quadros 2 e 4 e a Figura 4 resumem as Opções e oferecem orientação na escolha da melhor opção para cada aplicação;
5. Enumera os tópicos indispensáveis a um Plano de M&V, e fornece orientações acerca das decisões de concepção necessárias para tornar a atividade de M&V rentável para todos os usuários dos relatórios de economia;
6. Apresenta informações-chave que devem ser incluídas em cada relatório de economia;
7. Define meios para especificar a utilização do PIMVP e reivindicar a sua adesão;
8. Enumera várias questões adicionais que surgem frequentemente durante a concepção e o relatório da M&V
9. Apresenta a definição de todas as palavras encontradas em itálico no documento
10. Fornece uma lista de referências e outros recursos úteis.

O PIMVP promove investimentos eficazes através das seguintes atividades:

1. Documenta termos comuns e métodos para avaliar o desempenho energético de projetos de eficiência, dirigidos a clientes, fornecedores e financiadores destes projetos. Alguns destes termos e métodos podem

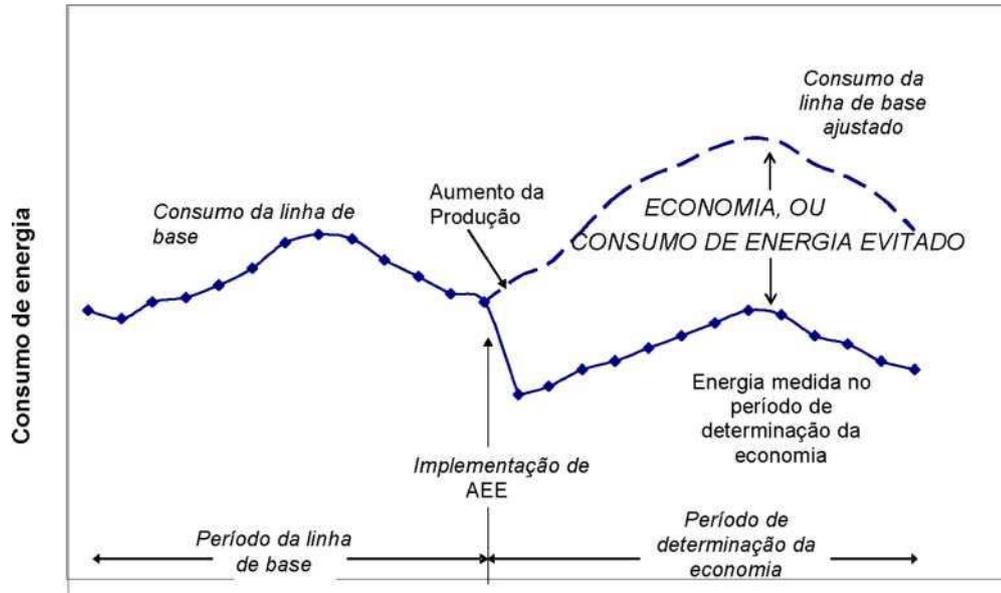
ser utilizados em contratos, embora o PIMVP não disponibilize linguagem contratual;

2. Fornece métodos, com diferentes níveis de custo e exatidão, com a função de determinar economias para toda a instalação ou para ações individuais de eficiência energética (AEE) ;
3. Especifica o conteúdo de um Plano de Medição e Verificação (Plano de M&V). Este Plano de M&V adere aos princípios fundamentais de M&V aceitos em todo o mundo, e deve produzir relatórios da economia verificada. Deve ser desenvolvido um Plano de M&V para cada projeto, por profissional qualificado;
4. Aplica-se a grande variedade de instalações, incluindo edifícios novos, edifícios já existentes, e processos industriais. O Apêndice D, um guia para o usuário, resume o modo pelo qual leitores diferentes podem usar o PIMVP.

A economia de energia, água ou da demanda não pode ser medida diretamente, uma vez que economia representa a ausência do consumo de energia/água ou da demanda. A economia é determinada comparando-se o consumo medido anteriormente e o consumo medido posteriormente à implementação de um programa, e realizando ajustes adequados às alterações nas condições de uso (PIMVP, 2014).

Como exemplo de um processo de determinação de economia, a Figura 3.2 mostra o histórico do consumo de energia de uma caldeira industrial, antes e depois da implementação de uma AEE para recuperar calor dos seus gases de combustão. Quando da execução da AEE, a produção da fábrica também aumentou.

Figura 3.2 - Exemplo de Histórico de Energia.



FONTE: PIMVP, 2014

Para documentar adequadamente o impacto da AEE, seu efeito energético deve ser separado do efeito energético do aumento da produção. A fim de determinar a relação entre consumo de energia e produção, foi estudado o padrão de utilização da “linha de base energética” antes da instalação da AEE. Depois da instalação da AEE, essa relação da linha de base foi utilizada para calcular a quantidade de energia que a fábrica teria utilizado por mês, se não tivesse havido uma AEE (a chamada “linha de base ajustada”). A economia, ou ‘consumo de energia evitado’ é a diferença entre a consumo da linha de base ajustado e a energia que foi realmente medida durante o período de determinação da economia (PIMVP, 2014).

Sem o ajuste para a mudança na produção, a diferença entre o consumo da linha de base e o consumo do período de determinação de economia de energia teria sido muito inferior, fornecendo uma subinformação acerca do efeito da recuperação de calor.

É necessário separar os efeitos energéticos de um programa de economia dos efeitos de outras mudanças simultâneas, responsáveis por afetar os sistemas que usam energia. A comparação entre o antes e o depois do consumo de energia ou da demanda deve ser feita sobre uma base consistente, utilizando a seguinte Equação geral (PIMVP, 2014):

Economia = (Consumo ou Demanda durante o período da linha de base – Consumo ou Demanda durante o período de determinação da economia) ± Ajustes

O termo "Ajustes" nesta equação geral é usado para ajustar o consumo ou a demanda dos períodos da linha de base e de determinação da economia sob um conjunto comum de condições. O termo 'ajustes' faz distinção entre relatórios de economia reais e simples comparação de custo ou utilização antes e depois da implementação de uma AEE. Sem tais ajustes, simples comparações de custos de fornecimento de energia reportam apenas alterações de custo, e não o verdadeiro desempenho energético de um projeto. Para reportarem adequadamente a "economia," os ajustes devem contemplar as diferenças nas condições entre o período da linha de base e os períodos de determinação da economia (PIMVP, 2014).

As informações do período da linha de base no projeto de uma instalação existente consistem usualmente no desempenho da instalação ou sistema antes das alterações produzidas pelas AEEs. Estas informações existem e podem ser obtidas por medição antes das alterações. Em novas construções as informações do período da linha de base são hipotéticas e normalmente baseadas em normas, regulamentos, prática usual ou desempenho documentado, ou em instalações similares. Em qualquer condição, o modelo para o período da linha de base deve ser capaz de representar as mudanças nas condições e nos parâmetros operacionais, de forma que os "ajustes" possam ser efetuados (PIMVP, 2014).

Terminologia da Energia, da Água e da Demanda - Os processos de determinação de economia de energia são semelhantes aos da determinação da economia de água ou da demanda. Para simplificar as descrições neste documento, a palavra energia em itálico será normalmente utilizada para significar o consumo de energia e de água ou da demanda. De modo semelhante, a expressão Ação de Eficiência Energética (AEE) será normalmente usada para significar: medidas que melhoram a eficiência, conservam energia ou água, ou gerenciam a demanda.

A concepção da M&V e o processo de relatá-la são paralelos ao processo de concepção e implementação da AEE. Os processos de M&V devem incluir os seguintes passos (PIMVP, 2014):

1. Considerar as necessidades do usuário dos relatórios planejados de M&V. Se o usuário está centrado no controle do custo global, os métodos para toda a instalação podem ser os mais adequados. Se o usuário se centrar em AEEs específicas, técnicas de medição isoladas das AEEs implementadas poderão ser mais adequadas.
2. Ao desenvolver a(s) AEE(s), selecionar a opção do PIMVP mais consistente com o objetivo da(s) AEE(s); o grau de precisão e o orçamento para a M&V. Decidir se o ajuste de todas as quantidades de energia será feito para as condições do período de determinação da economia ou para outro conjunto de condições. Decidir a duração do período da linha de base e do período de determinação da economia onde estas decisões fundamentais podem ser mencionadas nos termos de um contrato de desempenho energético;
3. Reunir dados relevantes de energia e operação do período da linha de base e registrá-los de modo que possam ser consultados no futuro;
4. Preparar um Plano de M&V com inclusão dos resultados dos passos 1 a 3 acima mencionados. Ele definirá os passos seguintes de 5 a 9;
5. Conceber, instalar, calibrar e pôr em funcionamento qualquer equipamento de medição especial necessário segundo o Plano de M&V, como parte da concepção final e instalação da AEE;
6. Certificar-se, após a execução da AEE, de que esta tem potencial de produzir as economias, realizando uma verificação operacional. Isto pode significar a inspeção dos equipamentos instalados e a revisão dos procedimentos na operação, como necessários para atender à intenção da AEE. Estas exigências podem ser alcançadas por uma ação de “comissionamento” formal, como parte do projeto;
7. Reunir dados de energia e funcionamento do período de determinação da economia, como definido no Plano de M&V;

8. Calcular a economia de energia e monetária de acordo com o Plano de M&V;
9. Reportar as economias de acordo com o Plano de M&V.

Visão Geral das Opções do PIMVP - As quantidades de energia nas várias formas da Equação podem ser medidas por uma ou mais das seguintes técnicas (PIMVP, 2014):

- ✓ Faturas da concessionária ou do fornecedor de combustível, ou leitura dos medidores da concessionária, executando-se os mesmos ajustes às leituras feitos pela concessionária;
- ✓ Medidores especiais que isolam a AEE, ou parte da instalação, do restante da instalação. As medições podem ser periódicas durante pequenos intervalos, ou contínuas durante o período da linha de base ou dos períodos de determinação da economia;
- ✓ Medições separadas de parâmetros usados no cálculo do consumo de energia. Por exemplo, parâmetros de funcionamento dos equipamentos de carga elétrica e horas de funcionamento podem ser medidos separadamente e multiplicados um pelo outro, para calcular o consumo de energia do equipamento;
- ✓ Medição de representantes (proxies) comprovados de consumo de energia. Por exemplo, se o consumo de energia de um motor for correlacionado com o sinal de saída do variador de velocidade que controla este motor, o sinal de saída poderá ser um representante comprovado para a energia do motor;
- ✓ Simulação por computador calibrada com alguns dados de desempenho energético reais para o sistema ou a instalação a serem modelados. Um exemplo de simulação por computador é a análise DOE-2 para edifícios (apenas a Opção D).

Se um valor de energia já é conhecido com a precisão adequada, ou quando é mais dispendioso medir do que justificar pelas circunstâncias, então a medição de energia pode não ser necessária ou adequada. Nestes casos, algumas estimativas podem ser feitas de determinados parâmetros da AEE, mas outros devem ser medidos (apenas a Opção A).

O PIMVP fornece quatro opções para determinar a economia (A, B, C e D). A escolha entre as opções implica muitas considerações, inclusive o local da fronteira de medição. Se for decidido determinar a economia em nível da instalação, a Opção C ou a Opção D poderão ser favorecidas. No entanto, se apenas é considerado o desempenho energético da própria AEE, uma técnica de medição isolada pode ser mais adequada (Opção A, Opção B ou Opção D) (PIMVP, 2014).

Segue abaixo o resumo das quatro opções explicadas:

OPÇÃO A - Medição Isolada da AEE: Medição dos parâmetros-chave A economia é determinada por medições no campo dos parâmetros chave. Estes parâmetros definem o uso de energia dos sistemas afetados pela AEE, e/ou o sucesso do projeto. A frequência da medição vai desde o curto prazo a contínua, dependendo das variações esperadas no parâmetro medido e da duração do período de determinação da economia. Os parâmetros não selecionados para medição no campo são estimados. As estimativas podem basear-se em dados históricos, especificações do fabricante, ou avaliação de engenharia. É necessária a documentação da fonte ou a justificação do parâmetro estimado. O erro de economia plausível que surge da estimativa em vez da medição é avaliado.

COMO CALCULAR A ECONOMIA - Cálculo de engenharia do consumo da linha de base e do consumo do período de determinação da economia a partir de:

- ✓ Medições em curto prazo ou contínuas de parâmetros chave de funcionamento;
- ✓ Valores estimados, Ajustes de rotina e não de rotina como exigido.

EXEMPLO DE APLICAÇÕES TÍPICAS - A AEE da iluminação onde a potência requerida é o parâmetro chave de desempenho energético, medido

periodicamente. Estimar as horas de funcionamento da iluminação com base nos horários do edifício e no comportamento dos ocupantes.

OPÇÃO B - Medição isolada da AEE - Medição de todos os parâmetros: A economia é determinada pela medição no campo do consumo de energia do sistema afetado pela AEE. A frequência da medição vai desde o curto prazo à contínua, dependendo das variações esperadas na economia e da duração do período de determinação da economia.

COMO CALCULAR A ECONOMIA: Medições em curto prazo ou contínuas do consumo da linha de base e consumo do período de determinação da economia, e/ou cálculos de engenharia, usando medições de representantes do consumo de energia. Ajustes de rotina e não de rotina como exigido.

EXEMPLO APLICAÇÕES TÍPICAS - Aplicação de variador de velocidade ajustável (variador de frequência) e controle de motor para ajustar o fluxo da bomba. Medir a potência elétrica com um medidor de kW instalado na alimentação elétrica do motor, o qual lê a potência a cada minuto. No período da linha de base este medidor permanece durante uma semana para verificar se a carga é constante. O medidor permanece no lugar durante o período de determinação da economia, para medir as variações da potência.

OPÇÃO C - Toda a Instalação: A economia é determinada pela medição do consumo de energia em nível de toda a instalação ou subinstalação. Medições contínuas do consumo de energia de toda a instalação são efetuadas durante o período de determinação da economia.

COMO CALCULAR A ECONOMIA: Análise dos dados do medidor da linha de base de toda a instalação e do período de determinação da economia. Ajustes de rotina como exigido, usando técnicas tais como uma simples comparação ou análise de regressão.

EXEMPLO DE APLICAÇÕES TÍPICAS: Programa de gestão de energia multifacetado, afetando muitos sistemas em uma instalação. Medição do consumo

de energia com os medidores de gás e eletricidade das concessionárias para um período da linha de base de doze meses e durante o período de determinação da economia.

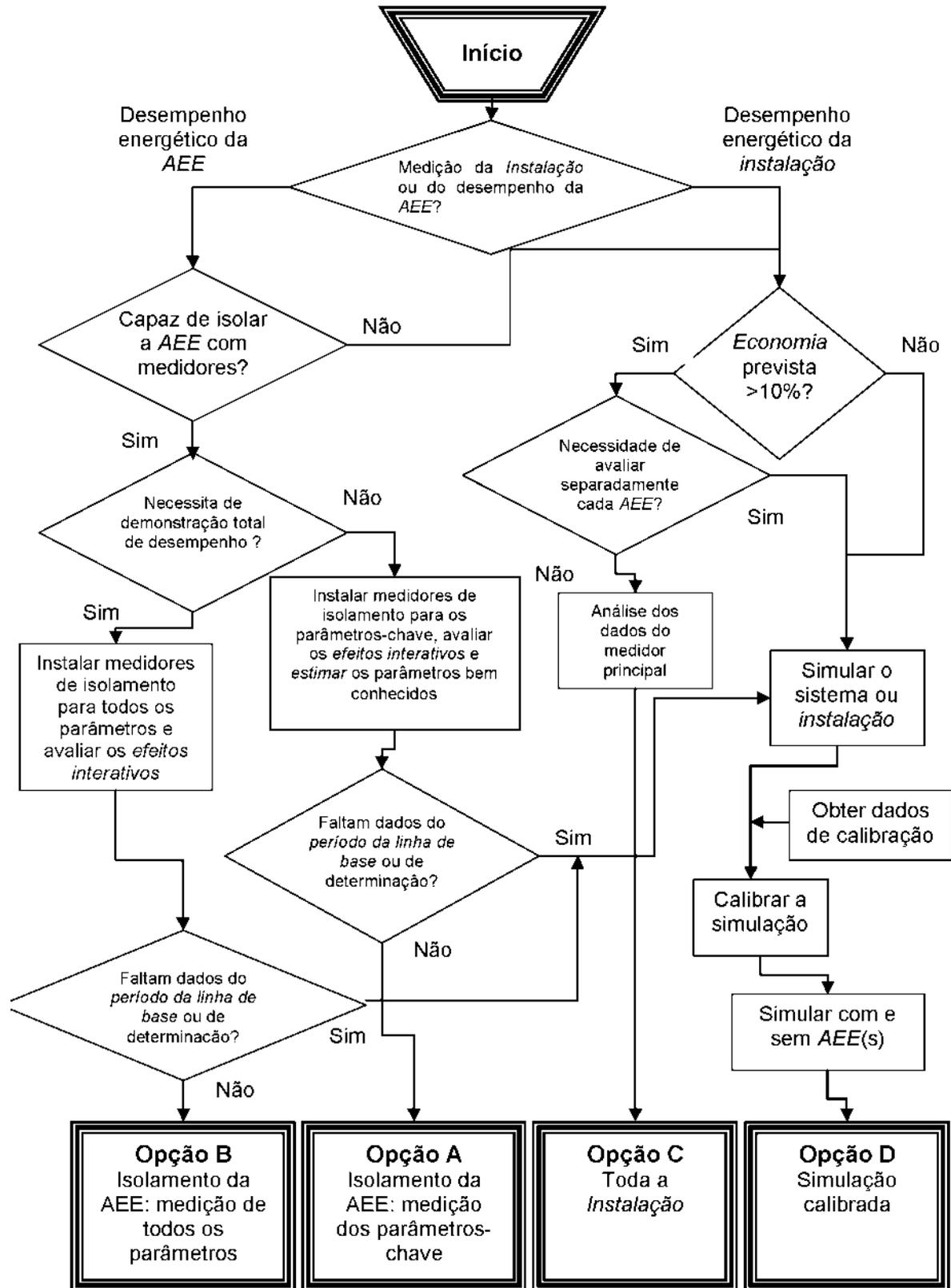
OPÇÃO D - Simulação calibrada: A economia é determinada através da simulação do consumo de energia de toda a instalação, ou de uma subinstalação. Rotinas de simulação demonstram modelar adequadamente o desempenho energético real medido na instalação. Esta opção requer habitualmente competências consideráveis em simulação calibrada.

COMO CALCULAR ECONOMIA: Simulação do consumo de energia, calibrada com dados de faturamento por hora ou mensal da concessionária (medidores de consumo de energia final podem ser usados para ajudar a refinar dados de entrada).

EXMPLO DE APLICAÇÕES TÍPICAS - Programa de gestão de energia multifacetado, afetando muitos sistemas em uma instalação, onde não existia nenhum medidor no período da linha de base. Medições do consumo de energia, após a instalação de medidores de gás e de eletricidade, são usados para calibrar a simulação. Consumo de energia da linha de base, determinado com utilização da simulação calibrada, é comparado à simulação do consumo de energia do período de determinação da economia.

Guia de Seleção de opções - A seleção de uma opção do PIMVP é decisão tomada pelo técnico de concepção do programa de M&V para cada projeto, com base em todo o conjunto de condições, análises, orçamentos, e avaliação profissional. A Figura 3.4 descreve a lógica comum usada na seleção da melhor opção.

Figura 3.4 Processo de Seleção da opção.



FONTE: PIMVP, 2014.

CAPÍTULO 4. GERENCIADOR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

4.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES DO GERENCIADOR DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Gerenciador de Eficiência Energética – GEE tem por objetivo a visualização de forma macro do consumo de energia elétrica de todas as áreas responsáveis pelo funcionamento de um sistema, proporcionando a integralização dos vários setores de consumo conforme a Fig. 4.1 ilustra de forma macro.

Figura 4.1 – Integralização dos Setores de consumo ao gerenciado de eficiência energética



FONTE: Autor, 2014

As principais características do GEE são relacionadas a seguir:

- Através da coleta de dados obtidos através do Gerenciador de energia e com a utilização da medição e verificação, o GEE identifica quais os setores responsáveis pelo maior consumo de energia na planta e propor ações de controle e eliminação do desperdício de consumo de energia;
- Identifica as principais áreas de desperdícios de energia;

- Mostra a importância do Planejamento estratégico como ferramenta de redução do desperdício e melhor aproveitamento da energia;
- Propõe ações de combate as perdas e ao desperdício;
- Mostra economia alcançada após a implementação das ações.

A figura 4.2 ilustra um exemplo de aplicabilidade do GEE na Indústria.

Figura 4.2 – Exemplo do GEE na Indústria



FONTE: Autor, 2014

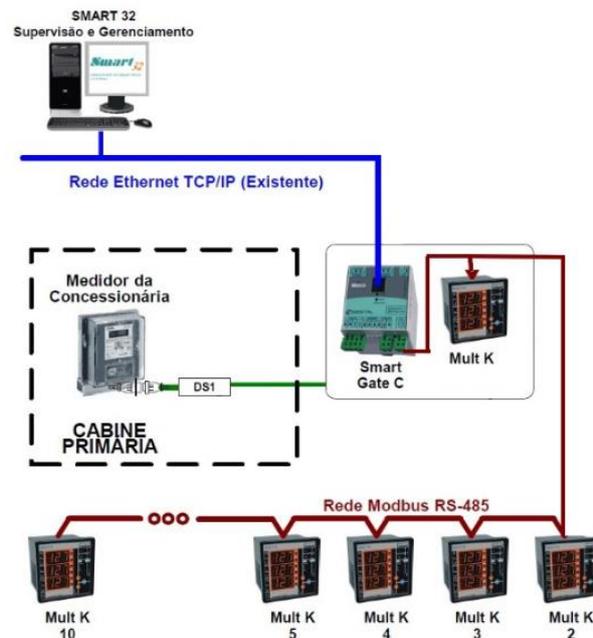
A ideia do gerenciador de eficiência energética na indústria é a integralização da gestão de todas as áreas que utilizam o consumo de energia elétrica visando a realização de eficiência energética na indústria, outro fator importante está relacionado a análise e processamento dos dados obtidos pelas diversas áreas de consumo, no processamento do GEE é implementado uma metodologia de Medição e Verificação, justamente para validar as ações do GEE diante dos resultados, o GEE da Industrial é composto pelas seguintes ramificações:

4.2 GERENCIADORES DE ENERGIA ELÉTRICA

Consiste no conjunto de equipamentos e dispositivos de medição e controle responsáveis pela coleta das grandezas elétricas e do registro do consumo de energia elétrica setorial da planta industrial.

A figura 4.3 mostra um esquema de ligação do gerenciador de energia elétrica:

Figura 4.3 – Diagrama geral do Gerenciador de Energia Elétrica



FONTE: Autor, 2013

Dentro do sistema de gerenciamento alguns conceitos são importantes conforme segue:

- ✓ Energia Ativa – quantidade de energia que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-horas (kWh).
- ✓ Energia Reativa – Quantidade de energia que circula continuamente entre os diversos tipos de campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt ampere-reactivo-hora (kVArh).

- ✓ Potencia – Energia elétrica ativa referida a unidade de tempo expressa em quilowatt (KW)
- ✓ Fator de Potência – Relação entre energia ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados da energia ativa e reativa, no mesmo período de tempo definido.
- ✓ Fator de Carga – Relação entre a demanda média e a demanda máxima ocorridas no mesmo intervalo de tempo definidos
- ✓ Demanda - É a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.
- ✓ Demanda contratada - Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).
- ✓ Demanda de ultrapassagem - Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW). É cobrada quando a demanda medida excede em 105% a demanda contratada, para o caso de indústrias conectadas a rede de 69 kV ou mais.
- ✓ Demanda faturada - Valor da demanda de potência ativa, identificado de acordo com os critérios estabelecidos e considerado para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW).

- ✓ Demanda medida - Maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, medida em quilowatts (kW).
- ✓ Ponto de entrega – É o ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica, responsabilizando-se pela execução dos serviços de operação manutenção, não sendo necessariamente o ponto de medição.
- ✓ Carga Instalada – Soma das potências nominais de todos os aparelhos instalados nas dependências do Consumidor, os quais, em qualquer tempo, podem consumir energia da concessionaria.
- ✓ Horário de Ponta – período definido pela concessionaria e composto de 03 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais, considerando as características do seu sistema elétrico. (das 20hrs às 23hrs)
- ✓ Horário Fora de Ponta – Período composto pelo consumo das horas diárias consecutivas e complementares aquelas definidas no horário de ponta (00hrs às 19:59hrs)
- ✓ Período Seco – Período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.
- ✓ Período Úmido – Período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

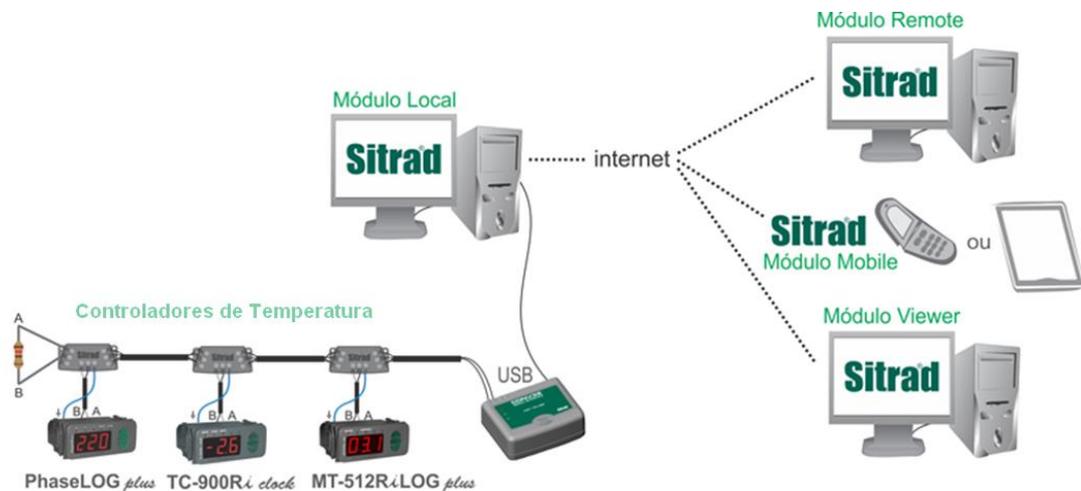
4.3 GERENCIADOR E CONTROLADOR DE AR CONDICIONADO

Consiste no gerenciamento e controle através de sistemas de controle e automação de equipamentos responsáveis climatização das áreas produtivas e áreas de apoio industrial, sendo os principais componentes que compõe este gerenciador:

- Centrais de Ar Condicionado
- Controladores de temperatura

A figura 4.4 mostra um exemplo de sistema de gerenciamento de ar condicionado:

Figura 4.4 – Sistema de gerenciamento de Ar condicionado



FONTE: Fullgauge, 2014

4.4 GERENCIADOR E CONTROLADOR DE AR COMPRIMIDO

Consiste no gerenciamento e controle através de sistemas de controle e automação de equipamentos responsáveis pela geração e suprimento de ar comprimido para da planta industrial, sendo os principais componentes que compõe este gerenciador:

- Compressor de Ar comprimido
- Bombas de vácuo

- Secadores de Ar
- Desumidificadores de AR

4.5 GERENCIADOR E CONTROLADOR DE CHILLERS E UTILIDADES

Consiste na gama de equipamentos e dispositivos responsáveis pelo fornecimento de água gelada e água de processo necessários para funcionamento da planta industrial produtiva, composto pelos principais dispositivos e equipamentos abaixo:

- Bombas de processo
- Bombas de Circulação
- Chillers
- Torres de resfriamento
- Válvulas moduladoras

4.6 GERENCIADOR E CONTROLADOR DE ILUMINAÇÃO

Consiste em todos os equipamentos e dispositivos de iluminação necessários para iluminação das áreas produtivas e todas as áreas de apoio.

- Sensores de presença
- Acionadores
- Luminárias
- Refletores

Principais características do Gerenciador de Eficiência energética

- ✓ Realizar a medição e registro das grandezas elétricas através do Gerenciador de energia elétrica;
- ✓ Analisar, identificar e apontar qual o setor corresponde ao maior consumo de energia elétrica;

- ✓ Apresentar soluções de baixo custo para a redução dos custos com energia, bem como fazer o comparativo do antes e o depois das implementações das ações.
- ✓ Apresentar através dos relatórios os resultados obtidos.

4.7 GERENCIADOR E CONTROLADOR DE EQUIPAMENTOS

Consiste no levantamento e gerenciamento de todos os dados dos equipamentos que consomem energia elétrica na planta, tendo as características principais:

- ✓ Levantamento da matriz de carga
- ✓ Dados de fabricação
- ✓ Características de consumo de energia
- ✓ Potência nominal
- ✓ Regime de funcionamento
- ✓ Regime de carga
- ✓ Equivalência entre potencia nominal e potencia real

O conceito do gerenciamento e controle de equipamentos é realizar um comparativo entre os dados e características de consumo fornecido pelo fabricante com o real medido, e classificar estes equipamentos em função de consumo e eficiência energética, bem como realizar o monitoramento através do consumo.

CAPÍTULO 5. ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado em uma Indústria de Plásticos para produtos alimentícios localizada no Polo Industrial de Manaus no Amazonas. Através da aquisição de dados proposta pelo gerenciador de energia, identificou-se uma oportunidade de se fazer a eficiência energética.

O estudo de caso foi dividido em duas etapas o primeiro estudo mostra os resultados obtidos através da utilização do Gerenciamento de Energia como ferramenta de eficiência energética, no qual se observou, que aos domingos quando a fábrica não estava produzindo, havia um grande desperdício de energia nos setores de Injeção Plástica e Extrusão Plástica, pois os sistemas de Ar condicionado responsável por manter o salão de produção climatizado permaneciam em funcionamento constante aos domingos mesmo sem nenhuma atividade produtiva, nesta etapa aplicou-se também uma metodologia chamada de medição e verificação (M&V) para avaliar o percentual efetivo de economia obtido após a implantação das ações de eficiência energética.

O segundo estudo trata da implementação de um sistema de controle digital, como ferramenta de eficiência energética apontada pelo Gerenciador de Eficiência Energética.

A seguir são apresentados alguns dados importantes referentes ao perfil e matriz energética da empresa no qual se realizou os estudos de caso:

Características Técnicas da Planta Industrial:

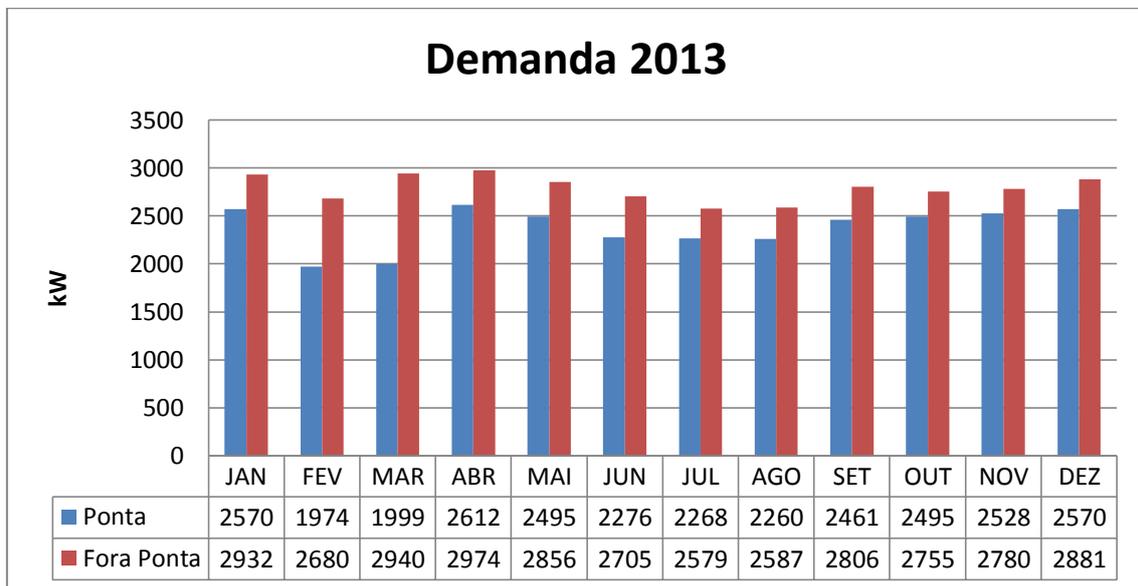
- Potência total dos transformadores: 10/15 MVA
- Carga Instalada: 10.000 kW
- Demanda Ponta: 3200 kW / Demanda Fora da Ponta: 3700 kW

A figura 5.1 mostra gráfico com o histórico de demanda na ponta e fora da ponta da indústria no período corrente do ano 2013, estes dados foram obtidos através do gerenciador de Energia elétrica, no qual foi possível a realização do

levantamento da matriz do perfil de demanda na ponta e fora da ponta, conforme segue:

- Demanda Máxima na Ponta: 2612 kW
 - Mês: Abril
- Demanda Mínima Ponta: 1964 kW
 - Mês: Fevereiro
- Demanda Média na Ponta: 2376 kW
- Demanda Máxima Fora da Ponta: 2974 kW
 - Mês: Abril
- Demanda Mínima Fora da Ponta:
 - Mês: Julho
- Demanda Média Fora da Ponta: 2790 kW

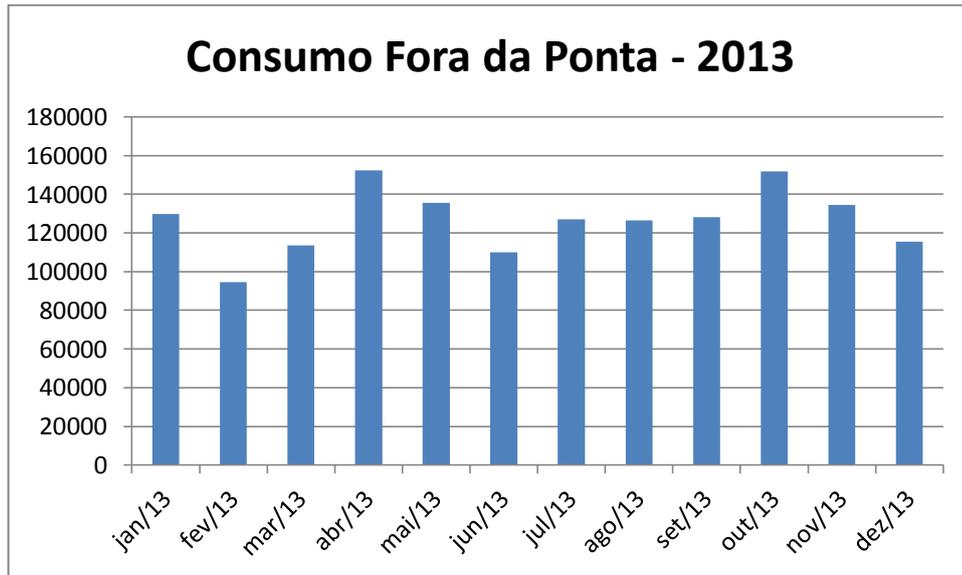
Figura 5.1 - Histórico Demanda.



FONTE: Autor, 2014

As figuras 5.2 e 5.3 respectivamente mostram os gráficos da evolução dos registros do consumo fora da ponta e na ponta referente ao período de janeiro a dezembro de 2013, obtidos através do gerenciador de energia elétrica, no qual é possível mostrar a matriz de consumo na ponta e fora da ponta a seguir:

Figura 5.2 – Histórico Consumo Fora da Ponta 2013

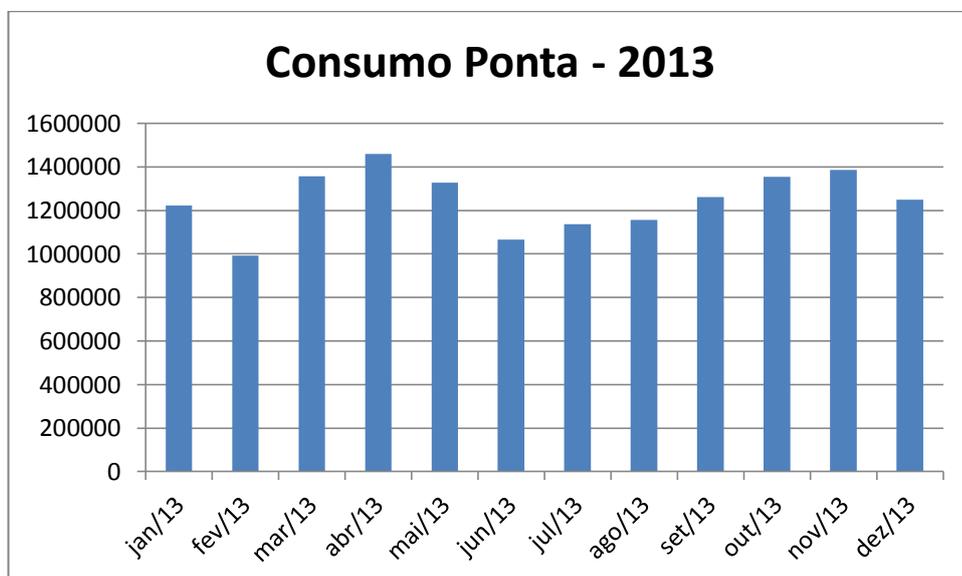


FONTE: Autor, 2014.

Registros consumo Fora da Ponta:

- Consumo Máximo Fora da Ponta: 1.459.359 kWh
 - Mês: Abril
- Consumo Mínimo Fora da Ponta: 993.293 kWh
 - Mês: Fevereiro
- Consumo Médio Fora da Ponta: 1.247.260 kWh

Figura 5.3 – Histórico Consumo Ponta 2013



FONTE: Autor, 2014.

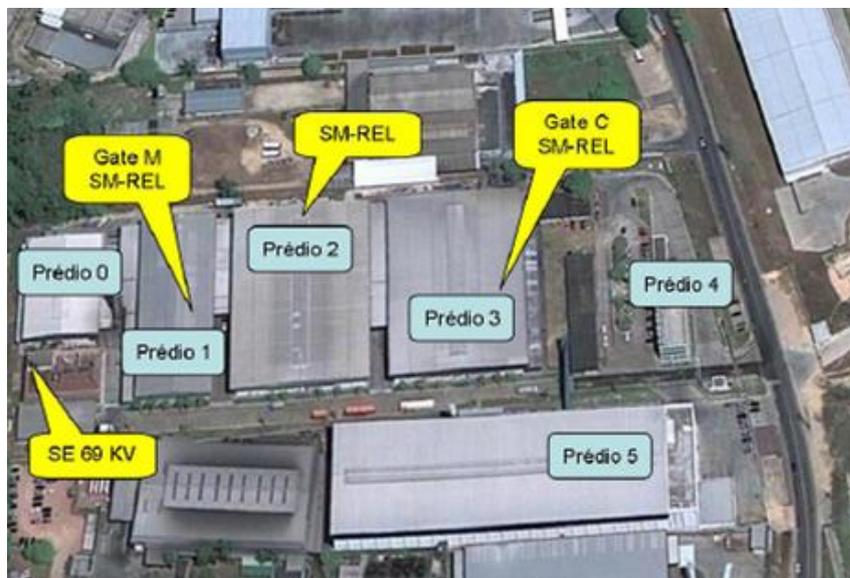
Registros consumo na Ponta:

- Consumo Máximo na Ponta: 152.409 kWh
 - Mês: Abril
- Consumo Mínimo Ponta: 94.525 kWh
 - Mês: Fevereiro
- Consumo Médio na Ponta: 126.603 kWh

A figura 5.4, ilustra a distribuição por prédio da planta industrial, conforme segue:

- SE 69kV – Subestação 69kV;
- Prédio 0 – Extrusão
- Prédio 1 – Injeção Plástica / Filmes / Gráfica
 - Gate-M – Módulo de comunicação Master
 - SM-Rel – Modulo relés de comando de saída
- Prédio 2 – Materiais
- Prédio 3 – Desativado
 - Gate C- Módulo de comunicação Master
 - SM-Rel – Modulo relés de comando de saída
- Prédio 4 – Administração
- Prédio 5 - Distribuição

Figura 5.4 – Divisão dos pontos de medição de energia elétrica por prédio

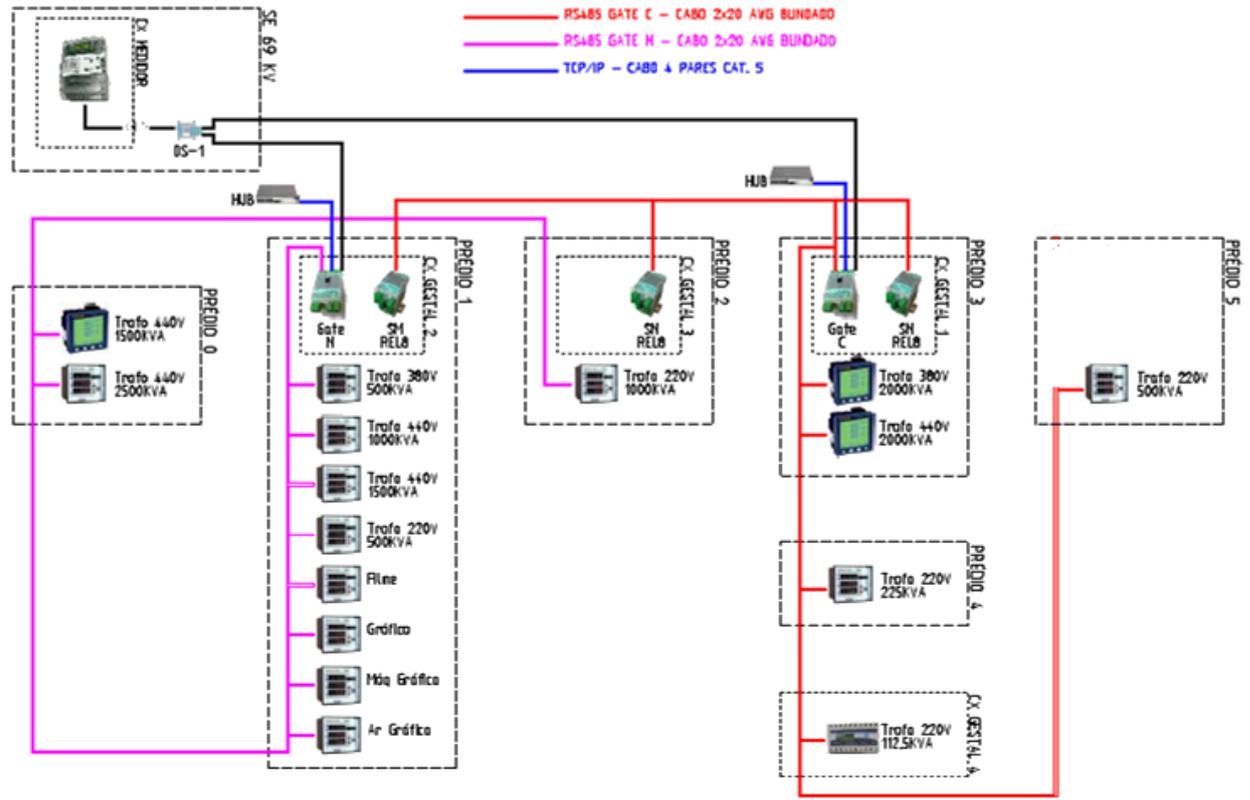


FONTE: Autor, 2013.

A figura 5.5 ilustra o diagrama elétrico de ligação dos medidores ao sistema de gerenciamento de energia elétrica, que é composto dos seguintes itens:

- SE 69kV
 - Conversor DS-1 - Medidor Concessionária
- Prédio 0
 - Medidor 01 – Trafo 440V / 1500 kVA
 - Medidor 02 – Trafo 440V / 2500 kVA
- Prédio 1
 - Medidor 03 - Trafo 380V / 500kVA
 - Medidor 04 – Trafo 440V / 1000kVA
 - Medidor 05 – Trafo 440V / 1500 kVA
 - Medidor 06 – Trafo 220V / 500 kVA
 - Medidor 07 – Filmes
 - Medidor 08 – Gráfica
 - Medidor 09 – Máquinas Gráfica
 - Medidor 10 – Ar Gráfica
- Prédio 2
 - Medidor 11 – Trafo 220V / 1000 kVA
- Prédio 3
 - Medidor 12 – Trafo 380V / 2000 kVA
 - Medidor 13 – Trafo 440V / 2000 kVA
- Prédio 4
 - Medidor 14 – Trafo 220V / 225 kVA
 - Medidor 15 – Trafo 220V / 112,5kVA
- Prédio 5
 - Medidor 16 – Trafo 220V / 500 kVA

Figura 5.5 – Diagrama elétrico de ligação dos Medidores

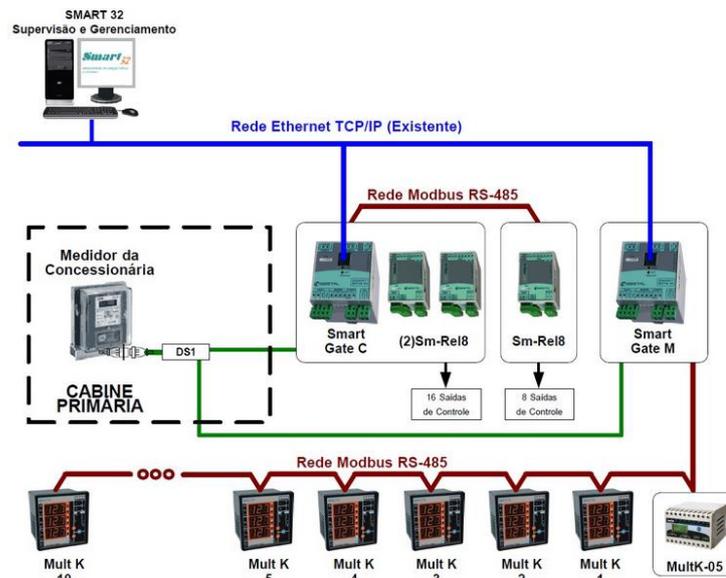


FONTE: Autor, 2014.

A Figura 5.6 mostra o diagrama geral do sistema de gerenciamento de energia elétrica da Indústria no qual se realizou o estudo de caso.

O sistema gerenciador é composto por um conjunto de medidores de energia fixos nos quadros geral dentro de cada subestação 13,8 kV, estes são responsáveis pelas medições das grandezas elétricas como Potência Ativa, Potência Reativa, corrente elétrica, consumo ativo, e etc. Os dados registrados são transmitidos através de uma rede Modbus RS-485, e coletados através do Software de gerenciamento Smart32 desenvolvido pela empresa Gestal.

Figura 5.6 – Diagrama em bloco do sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica



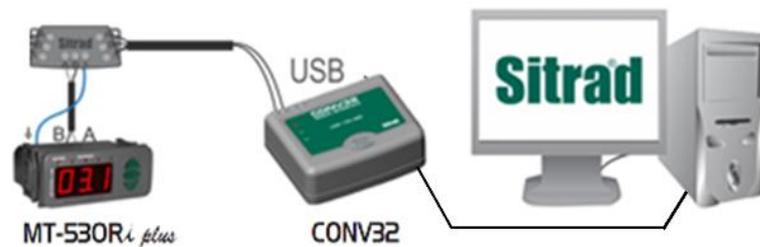
Fonte: Autor, 2014.

Para realização do estudo de caso foram utilizados os seguintes dispositivos:

- Para coleta e registro dos dados de temperatura do salão da Produção:
 - 01 Controlador de temperatura Full Gauge modelo MT-530Ri;
 - 01 CONV32 - Conversor de RS485 para USB;
 - 01 Notebook Dell;
 - 01 Software Sitrad - Full Gauge
- Para coleta e registro do consumo de Potencia Ativa:
 - ✓ Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica da Gestal
 - ✓ Interface Gate C – Gestal
 - ✓ Interface Gate M – Gestal;
 - ✓ Medidores de Energia – KRON

A coleta dos dados do perfil de temperatura do salão da Produção dos setores Injeção Plástica e Extrusão ocorreu através do esquema de ligação ilustrado na Figura 5.7, que basicamente é interligação do controlador de temperatura a interface de conversão, interligada a um PC, armazenando os dados pelo software Sitrad:

Figura 5.7 - Esquema de Ligação do Registrador de Temperatura



FONTE: Autor, 2014.

5.1 ESTUDO DE CASO 1 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA AOS DOMINGOS.

A metodologia aplicada no estudo de caso 01 foi a seguinte:

1. Levantamento dos dados referente ao perfil de temperatura dos setores da planta antes da AEE;
2. Levantamento dos dados referente ao perfil de consumo de energia elétrica dos setores da planta antes da AEE;
3. Análise dos dados de consumo e temperatura anterior a AEE;
4. Implementação da AEE;
5. Registro dos dados do perfil de temperatura dos setores após a AEE;
6. Registro dos dados de consumo dos setores após a AEE;
7. Realização das análises do antes e o depois da AEE;
8. Validação da economia obtida através da M&V;
9. Elaboração do memorial dos cálculos antes e depois da AEE;

A seguir são apresentados os dados referentes aos registros de temperatura obtidos:

Registros e Medições no Setor Injeção Plásticas – Situação Antes

- ✓ 1º Período de supervisão: 19/05/2013 08h até 20/05/2013 07h
- ✓ Tempo de registro: 24h
- ✓ Mínimo = 17,46 °C
- ✓ Máximo = 19,52 °C;
- ✓ Média = 18,04 °C
- ✓ Desvio Padrão = 0,63;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,29;

Analisando o perfil de temperatura registrada conforme ilustra Figura 5.8(antes), com média de 18,04°C no período de 24h de registro observa-se que a temperatura está abaixo do valor estipulado pelo processo do setor de Injeção Plástica que é de 23°C com desvio de +/- 1°C durante a produção, e nos finais de semana o valor de processo é de 26°C com desvio de +/- 1°C.

Na sequência é realizado a alteração do Setpoint manualmente para 26°C e novamente é realizado o registro do perfil de temperatura conforme ilustrado na Figura 5.8(depois).

Registros e Medições no Setor Injeção Plásticas – Após alterações dos Setpoint.

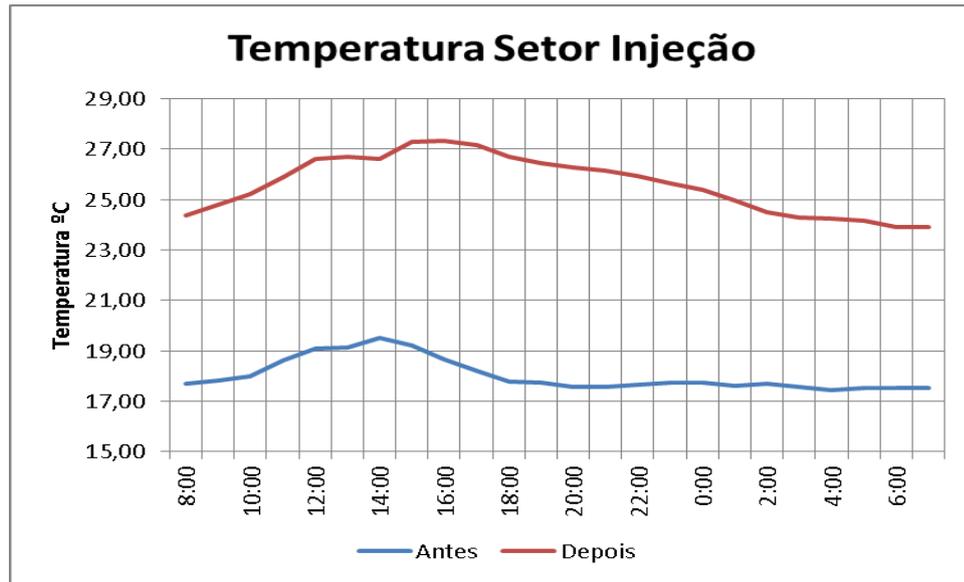
2º Período de supervisão: 26/05/2013 08h até 27/05/2013 07h (Após a mudança do Setpoint).

- ✓ Tempo de Registro = 24h
- ✓ Mínimo = 23,90 °C
- ✓ Máximo = 27,34 °C;
- ✓ Médio = 25,61°C
- ✓ Desvio Padrão = 1,12;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,23;

Analisando o gráfico da Figura 5.8, calculou-se:

- ✓ Diferença mínima entre as temperaturas = 6,35 °C;
- ✓ Diferença Máxima entre as temperaturas = 8,97 °C;
- ✓ Diferença Média entre as temperaturas = 7,57 °C;
- ✓ Desvio Padrão = 0,84;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,09;

Figura 5.8 - Comparativo da Temperatura Setor Injeção Plástica



FONTE: Autor, 2014

O mesmo procedimento foi realizado no setor Extrusão, conforme ilustra a Fig. 5.9 para o perfil de temperatura antes e depois das alterações do Setpoint.

Registros e Medições no Setor Extrusão – Situação Antes

1º Período de supervisão: 19/05/2013 08h até 20/05/2013 07h.

- ✓ Tempo de Registro = 24h
- ✓ Mínimo = 16,70 °C
- ✓ Máximo = 22,90 °C;
- ✓ Médio = 19,73 °C
- ✓ Desvio Padrão = 1,31;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,13;

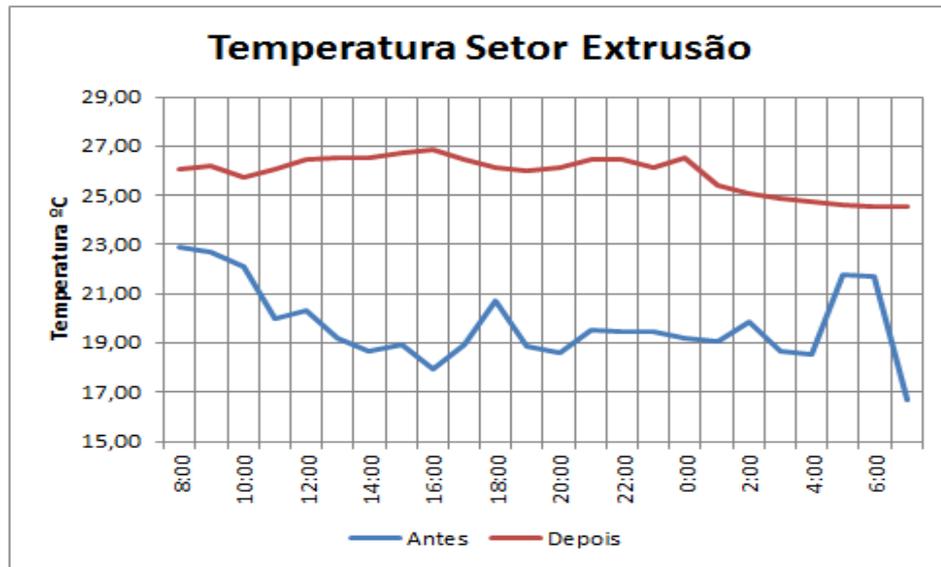
Registros e Medições no Setor Extrusão – Situação Depois

2º Período de supervisão: 26/05/2013 08h até 27/05/2013 07h (Após a mudança do Setpoint);

- ✓ Tempo de Registro = 24hrs;
- ✓ Mínimo = 24.54 °C;
- ✓ Máximo = 26,86 °C;
- ✓ Médio = 25,89 °C;

- ✓ Desvio Padrão = 0,73;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,35;

Figura 5.9 - Comparativo Temperatura Setor Extrusão



FONTE: Autor, 2014.

Analisando o gráfico da Fig. 5.9, calculou-se:

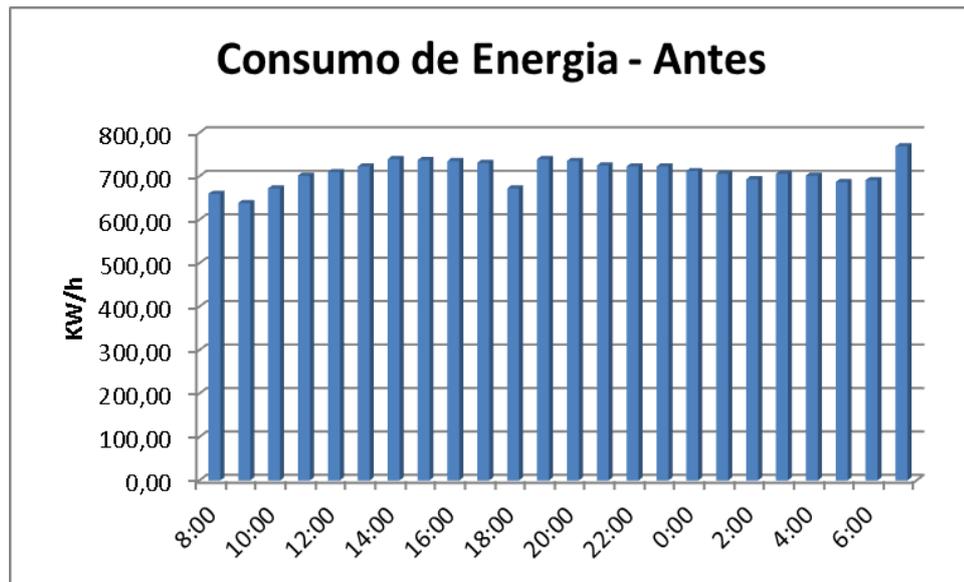
- ✓ Diferença mínima entre as temperaturas = 5,57 °C;
- ✓ Diferença Máxima entre as temperaturas = 7,45 °C;
- ✓ Diferença Média entre as temperaturas = 6,35 °C;
- ✓ Desvio Padrão = 0,49;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,13;

O registro do consumo de potência ativa foi realizado em paralelo ao registro e coleta dos dados de temperatura, pelo Gerenciado de Energia Elétrica conforme ilustra a Figura 5.6, e na Figura 5.10 mostra o perfil de consumo de potencia ativa antes das implementações das alterações, observa-se que a média do consumo ativo chega a 709,36 kW/h, e na Figura 5.11 está o registro do perfil de consumo de potencia ativa após as alterações nos Setpoint das Centrais de Ar condicionado dos Setores de Injeção Plástica e Extrusão, este perfil de consumo se repetiu por vários domingos com a média de 476,26 kW/h. Esta ação simples de Eficiência Energética reduziu o consumo médio de 709,36 kW/h para 476,26 kW/h.

Consumo de Energia – Antes da Implementação

- ✓ Tempo de Registro = 24h
- ✓ Mínimo = 638,40 kW/h;
- ✓ Máximo = 768,60 kW/h;
- ✓ Médio = 709,36 kW/h
- ✓ Desvio Padrão = 29;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,24;

Figura 5.10 - Consumo de energia– Antes da AEE

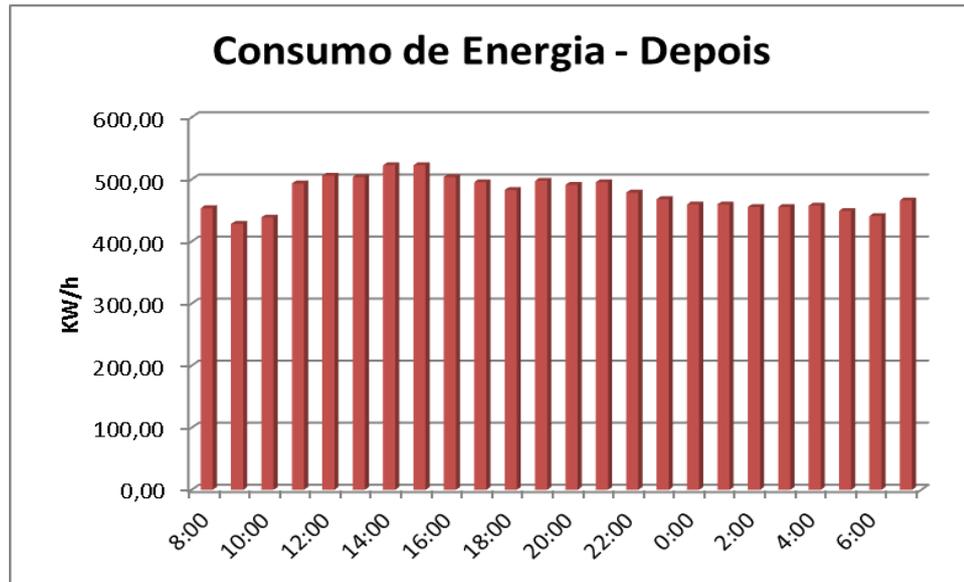


FONTE: Autor, 2014.

Consumo de Energia – Após as alterações.

- ✓ Tempo de Registro = 24h
- ✓ Mínimo = 428,40 kW/h;
- ✓ Máximo = 522,90 kW/h;
- ✓ Médio = 476,26 kW/h
- ✓ Desvio Padrão = 26,31;
- ✓ Coeficiente de Variação = 0,18;

Figura 5.11 - Consumo de Energia – Após a AEE

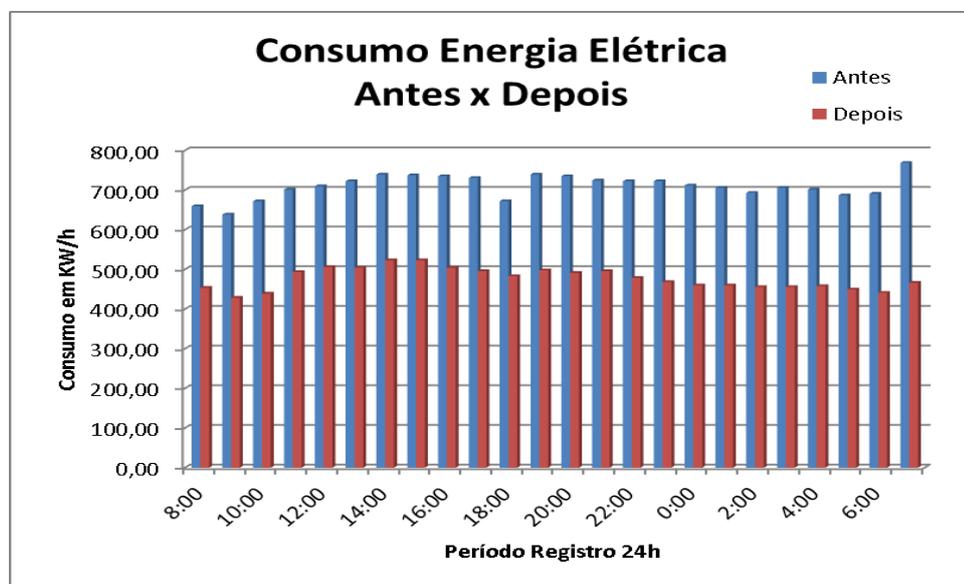


FONTE: Autor, 2014.

A Figura 5.12 mostra o gráfico comparativo de energia consumida antes das implementações e a energia consumida depois das implementações, e analisando esta é possível calcular e obter:

- ✓ Diferença mínima de 5,57°C e máxima de 7,45 °C;
- ✓ Diferença Média entre as temperaturas = 6,35 °C;
- ✓ Desvio Padrão de 0,49 e coeficiente de Variação de 0,13;

Figura 5.12 - Comparativo consumo energia elétrica.



Fonte: Autor, 2014.

A Tabela 5.1 mostra de forma resumida os registros e os dados coletados de temperatura e consumo de energia nos períodos antes e após as implementações.

TABELA 5.1 – Registros das Medições de Energia Consumida e Temperaturas

	ENERGIA CONSUMIDA			INJECAO			EXTRUSÃO		
	ANTES	DEPOIS	≠	ANTES	DEPOIS	≠	ANTES	DEPOIS	≠
	KW/h	KW/h	KW/h	°C	°C	°C	°C	°C	°C
8:00	659,40	453,60	205,80	17,70	24,36	6,66	22,90	26,05	3,15
9:00	638,40	428,40	210,00	17,82	24,80	6,98	22,70	26,23	3,53
10:00	672,00	438,90	233,10	18,01	25,23	7,22	22,10	25,77	3,67
11:00	701,40	493,50	207,90	18,64	25,88	7,25	20,01	26,05	6,05
12:00	709,80	506,10	203,70	19,12	26,64	7,52	20,31	26,45	6,14
13:00	722,40	504,00	218,40	19,15	26,71	7,56	19,19	26,56	7,37
14:00	739,20	522,90	216,30	19,52	26,62	7,10	18,65	26,51	7,86
15:00	737,10	522,90	214,20	19,21	27,29	8,08	18,96	26,75	7,80
16:00	735,00	504,00	231,00	18,68	27,34	8,66	17,97	26,86	8,89
17:00	730,80	495,60	235,20	18,20	27,16	8,97	18,92	26,49	7,57
18:00	672,00	483,00	189,00	17,81	26,72	8,91	20,70	26,12	5,42
19:00	739,20	497,70	241,50	17,74	26,45	8,71	18,84	26,03	7,19
20:00	735,00	491,40	243,60	17,58	26,28	8,71	18,59	26,11	7,52
21:00	724,50	495,60	228,90	17,59	26,17	8,58	19,51	26,47	6,96
22:00	722,40	478,80	243,60	17,66	25,93	8,27	19,49	26,45	6,96
23:00	722,40	468,30	254,10	17,73	25,66	7,93	19,47	26,11	6,65
0:00	711,90	459,90	252,00	17,76	25,41	7,65	19,20	26,52	7,33
1:00	705,60	459,90	245,70	17,60	24,97	7,37	19,07	25,44	6,37
2:00	693,00	455,70	237,30	17,70	24,52	6,81	19,88	25,10	5,22
3:00	705,60	455,70	249,90	17,59	24,29	6,71	18,71	24,91	6,20
4:00	701,40	457,80	243,60	17,46	24,25	6,79	18,53	24,77	6,25
5:00	686,70	449,40	237,30	17,54	24,16	6,62	21,80	24,62	2,82
6:00	690,90	441,00	249,90	17,55	23,90	6,35	21,70	24,54	2,84
7:00	768,60	466,20	302,40	17,52	23,90	6,37	16,70	24,54	7,84

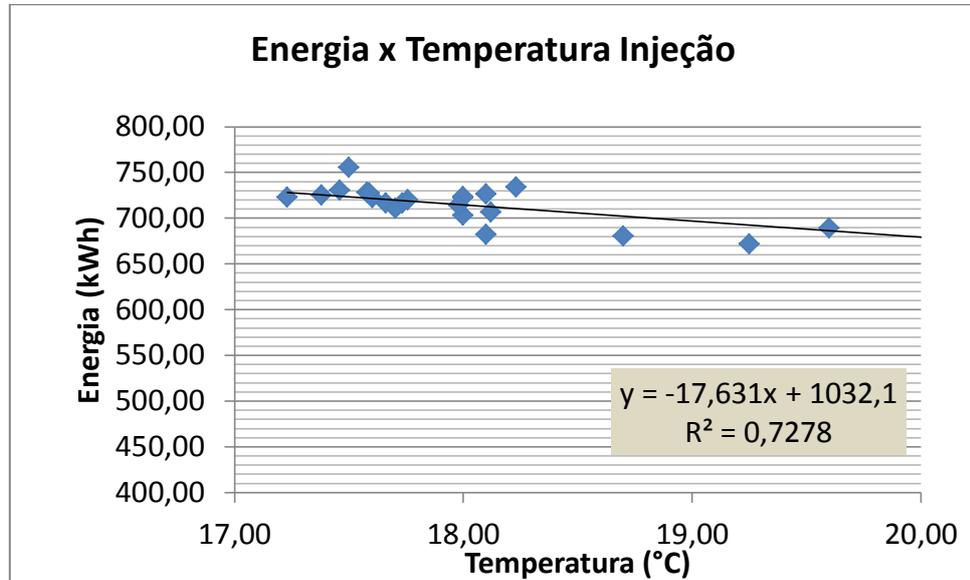
FONTE: Autor, 2014.

No presente estudo, aplicou-se uma metodologia chamada de medição e verificação (M&V) para avaliar o percentual efetivo de economia obtido após a implantação das ações de eficiência energética mencionadas anteriormente.

No presente plano de M&V, considerou-se a opção B do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance - PIMVP, que estabelece que a avaliação das ações de eficiência energética serão realizadas tendo como base somente medições. O período da linha de base considerado foi das 08h do dia 19/05/2013 às 07h do dia 20/05/2013. Através da ferramenta de análise de

regressão linear foi criado o modelo que relaciona o consumo de energia versus a temperatura do setor Injeção Plástica conforme figura 5.13.

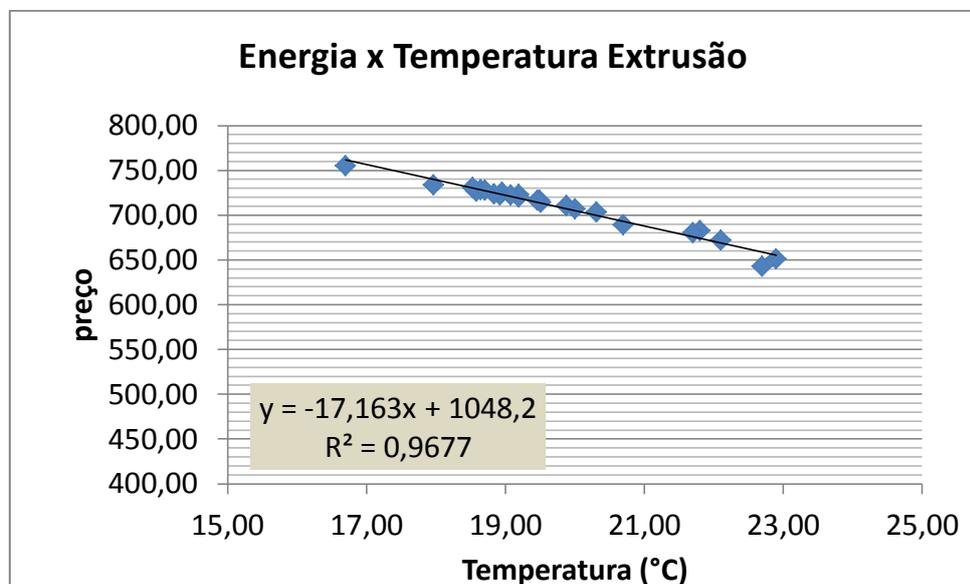
Figura 5.13 – Regressão Linear Consumo x Temperatura Injeção



Fonte: Autor, 2014.

A figura 5.14 mostra o modelo que relaciona o consumo de energia com a temperatura do setor Extrusão obtivo através da regressão linear.

Figura 5.14 – Regressão Linear Consumo x Temperatura Extrusão



Fonte: Autor, 2014.

O modelo que relaciona Consumo com a temperatura do setor injeção plástica e temperatura do setor Extrusão foi representado matematicamente pela equação abaixo, e está mostrado na Figura 5.15.

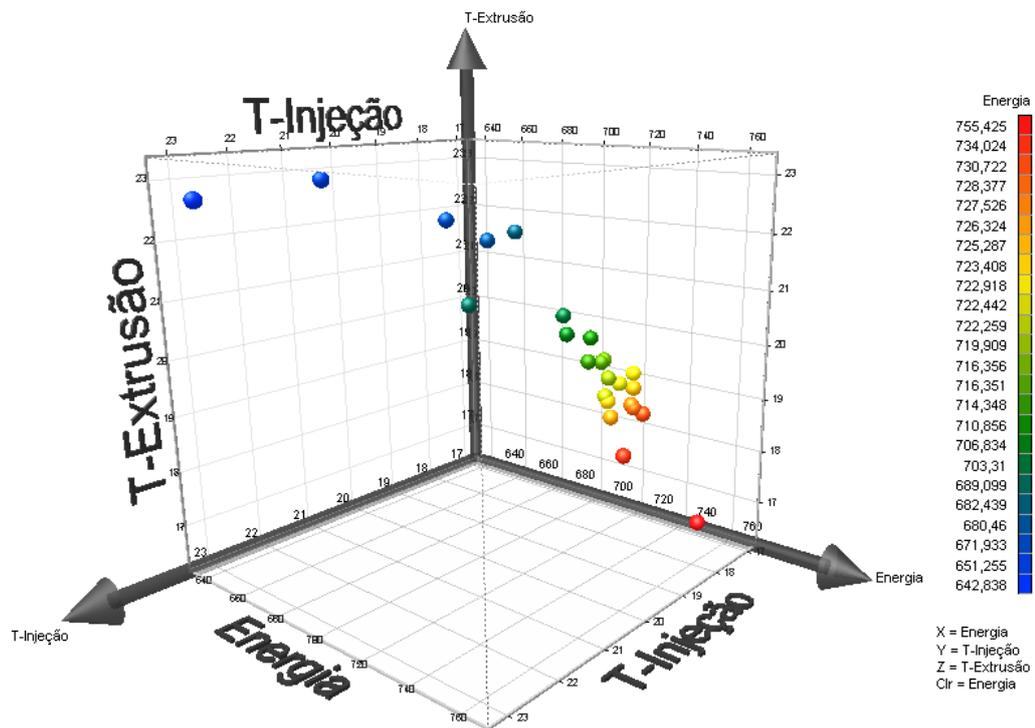
$$E_{consumida} = 6,15xTI - 16,77TE + 930$$

Onde: $E_{consumida}$ é a energia consumida (kWh);

TE É a temperatura do setor de extrusão (°C);

TI É a temperatura do setor de injeção (°C);

Figura 5.15 - Regressão Linear Múltipla



FONTE: Autor, 2014.

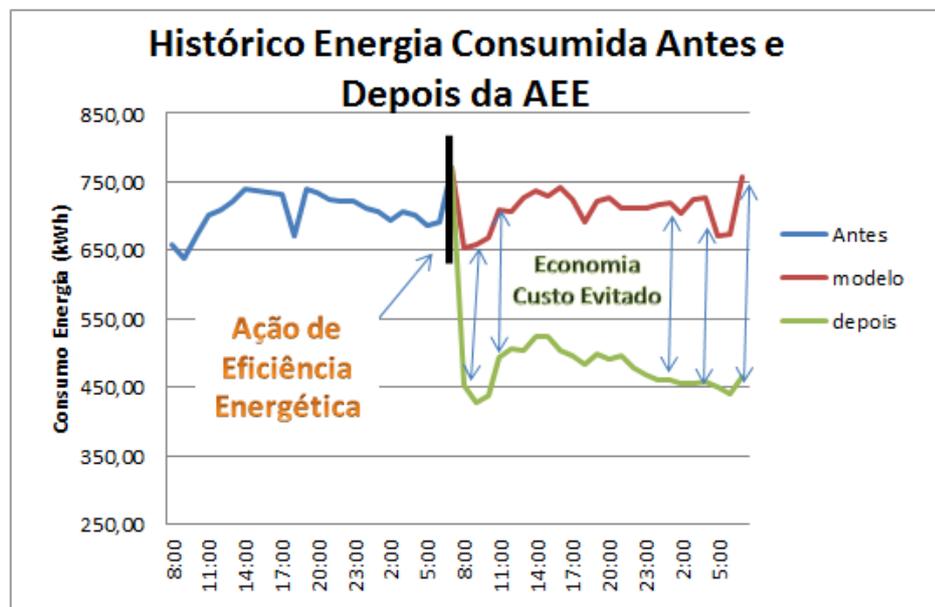
Realizando-se uma análise do modelo mostrado na Figura 5.15, observou-se que:

- ✓ O modelo é útil para prever o consumo de energia, pois o valor $-p$ do teste F é menor que 0,05;

- ✓ Há evidência de que tanto a temperatura do Setor Injeção Plástica quanto da Extrusão estão diretamente relacionadas com o consumo, pois ambas possuem valor-p menor que 0,05;
- ✓ Temperatura da injeção e Extrusão explicam 81,27% da variabilidade do consumo, pois este modelo apresentou um R^2 de 0,81, o que mostra que o modelo se ajustou à amostra de dados de forma satisfatória.

Com base neste modelo, obteve-se o gráfico mostrado na Figura 5.16, que ilustra a energia medida antes das ações de eficiência energética, energia depois das ações de eficiência energética e a economia obtida.

Figura 5.16 – Histórico energia consumida antes e depois da AEE.



FONTE: Autor, 2014.

Analisando o gráfico mostrado na figura 5.16, pode-se verificar que a economia efetiva obtida com as ações de eficiência energética foi, em média, de 35,5%, o que corresponde no período seco sobre a tarifa Ponta a R\$ 0,111 e R\$ 0,056 na tarifa Fora da Ponta e para no período úmido na ponta corresponde a R\$ 0,097 e fora da ponta a R\$ 0,048 conforme cálculo realizado através da Tabela 5.2.

TABELA 5.2 – Evolução tarifária de Energia Cliente do “A” e “B”

		Evolução Tarifária de energia elétrica do Grupo "A" e "B"				
		Resolução ANEEL: 1.454 de 24/01/13 Vigência: 24/01/2013				
A3 (69kV) : HOROSAZONAL - Alta Tensão						
KW: Ponta: 19,47						
kW F.Ponta: 5,34						
DEMANDA						
	Ponta		F.Ponta	Ponta:	-4,135	
Ind/Com	25,959993		7,119998	F. Ponta:	-3,956	
Poder/Públ	25,959993		7,119998			
Serv/Públic	22,065994		6,051998	15%		
CONSUMO						
P/Sec:236,47	PONTA				P/Seca:	-19,019
P/Um: 206,59			F.Ponta		P/Umida:	-21,07
FP/Se:118,78	Seca	Umida	Seca	Umida		
FP/Um:101,44						
Ind./Com	0,315293	0,2754532	0,158	0,135253	FP/Seca:	-31,269
Poder/Público	0,315293	0,2754532	0,158	0,135253	FP/Umida:	-34,664
Serv/Publico	0,267999	0,2341352	0,135	0,114965	15%	
Tributos compõem as tarifas: PIS/PASEP: 0% - COFINS 0% e ICMS: 25%						
Período: Seco: De maio a novembro						
Período: Úmido de Dezembro de um ano a abril do ano seguinte						

FONTE: ANEEL, 2013.

Utilizando os resultados da Tabela 5.1 e a composição tarifária da Tabela 5.2 é calculada a economia estimada dos custos com energia aos domingos na planta da fábrica chegando a um montante de R\$ 39.941,29 por ano que a fábrica deixa de gastar com consumo de energia aos domingos conforme Tabela 5.3, com os estudos realizados neste trabalho, demonstraram-se os avanços a partir da inserção prática do Gerenciador de Eficiência Energética nas indústrias como ferramenta de eficiência energética.

TABELA 5.3 – Calculo dos Custos.

	CONSUMO DE ENERGIA		
	Antes (KW/h)	Depois (KW/h)	Diferença (KW/h)
Mínima	638,40	428,40	189,00
Máxima	768,60	522,90	302,40
Media	709,36	476,26	233,10
Acumulado Dia	17024,70	11430,30	5594,40
Desvio Padrão	29,00	26,31	22,70
Coef. de Variação	24,46	18,10	10,27
CÁLCULO DOS CUSTOS			
Consumo Mês (KW/h)	68098,8	45721,2	22377,6
Custo Mês Seco	R\$ 10.785,02	R\$ 7.241,01	R\$ 3.544,01
Custo Mês Úmido	R\$ 9.210,58	R\$ 6.183,94	R\$ 3.026,64
Custo Ano	R\$ 121.548,08	R\$ 81.606,78	R\$ 39.941,29

FONTE: Autor, 2014.

5.2 ESTUDO DE CASO 2 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ATRAVÉS DE SUBSTITUIÇÃO DE CONTROLADORES ANALÓGICOS POR CONTROLADORES DIGITAIS DE TEMPERATURA.

Para realização do estudo de caso foram utilizados os mesmos dispositivos utilizado no estudo de caso 1.

A metodologia aplicada no estudo de caso 02 foi a seguinte:

1. Levantamento dos dados referente ao perfil de temperatura dos setores da planta antes da AEE;
2. Levantamento dos dados referente ao perfil de consumo de energia elétrica dos setores da planta antes da AEE;
3. Análise dos dados de consumo e temperatura anterior a AEE;
4. Implementação da AEE;
5. Registro dos dados do perfil de temperatura dos setores após a AEE;
6. Registro dos dados de consumo dos setores após a AEE;
7. Realização das análises do antes e o depois da AEE;

8. Validação da economia obtida através da M&V;
9. Elaboração do memorial dos cálculos antes e depois da AEE;

A tabela 5.4 mostra a composição e o memorial do custo do sistema de climatização do salão da produção, no qual foram consideradas 24 horas por dia, 30 dias por mês, fator de diversidade de 80% e tarifa de energia vigente em 2013 conforme tabela 5.2.

Tabela 5.4. Memorial do Custo do Sistema de Climatização do Salão.

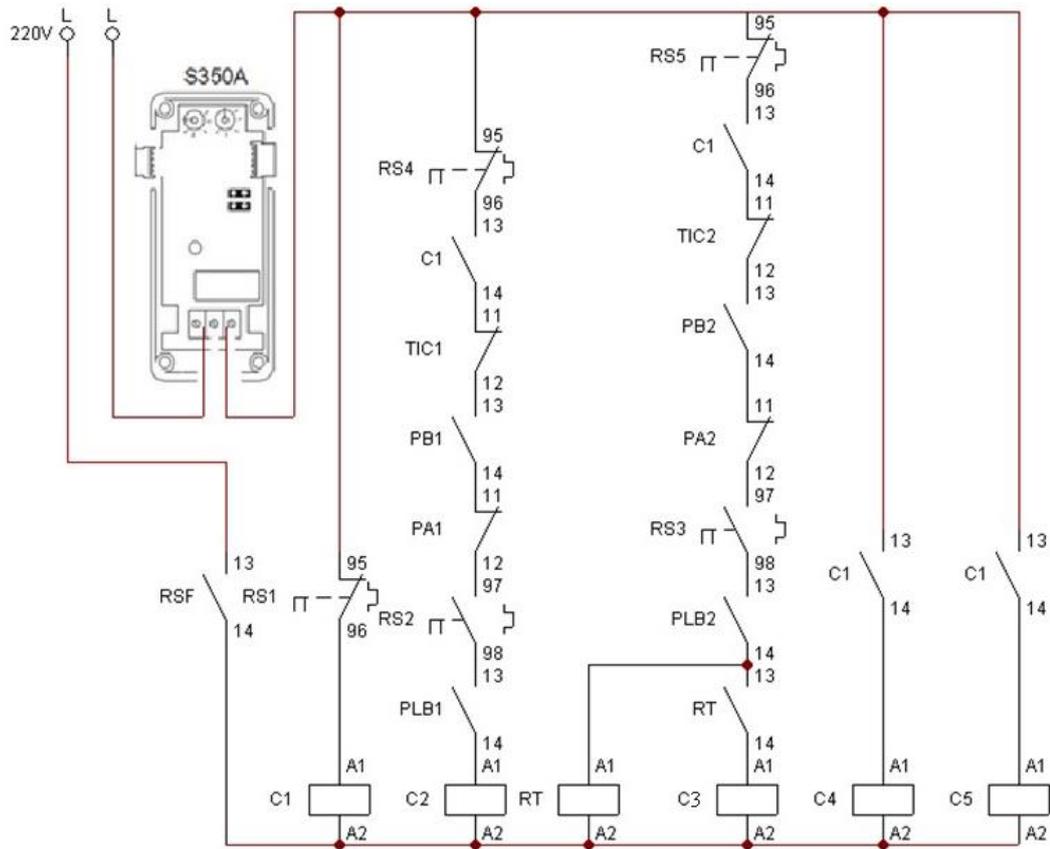
Qty	Equipamentos	TR'S	Potência total [kW]	Consumo de Energia Mensal [MWh]	Custo Seco [R\$]	Custo Úmido [R\$]	Custo Ano [R\$]
11	Central de Ar 20TR's	220	71,5	41,18	R\$ 6.522,44	R\$ 11.344,26	R\$ 102.378,42
3	Central de Ar 30 TR's	90	52	29,95	R\$ 4.051,10	R\$ 8.250,37	R\$ 69.609,60
	Total	310	123,5	71,14	R\$ 10.573,55	R\$ 19.594,64	R\$ 171.988,01

FONTE: Autor, 2014.

A Figura 5.17 mostra o diagrama elétrico antes da implantação do Sistema de Controle de Temperatura Digital. Ao analisar o diagrama elétrico, é possível observar que o sistema possui a característica do controlador analógico (tipo Liga/Desliga), pois o evaporador, os compressores e os condensadores são ligados e desligados simultaneamente. Dessa forma as principais consequências são:

- ✓ Picos elevados de correntes devido a entrada e saída das cargas;
- ✓ Geram harmônicas para rede elétrica;
- ✓ Altos índices de intervenção da manutenção;
- ✓ Queima elevada dos compressores;
- ✓ Desgaste prematuro dos dispositivos de comando, e;
- ✓ Maior consumo de energia elétrica.

Figura 5.17 - Diagrama elétrico antes da implantação do Sistema de Controle.

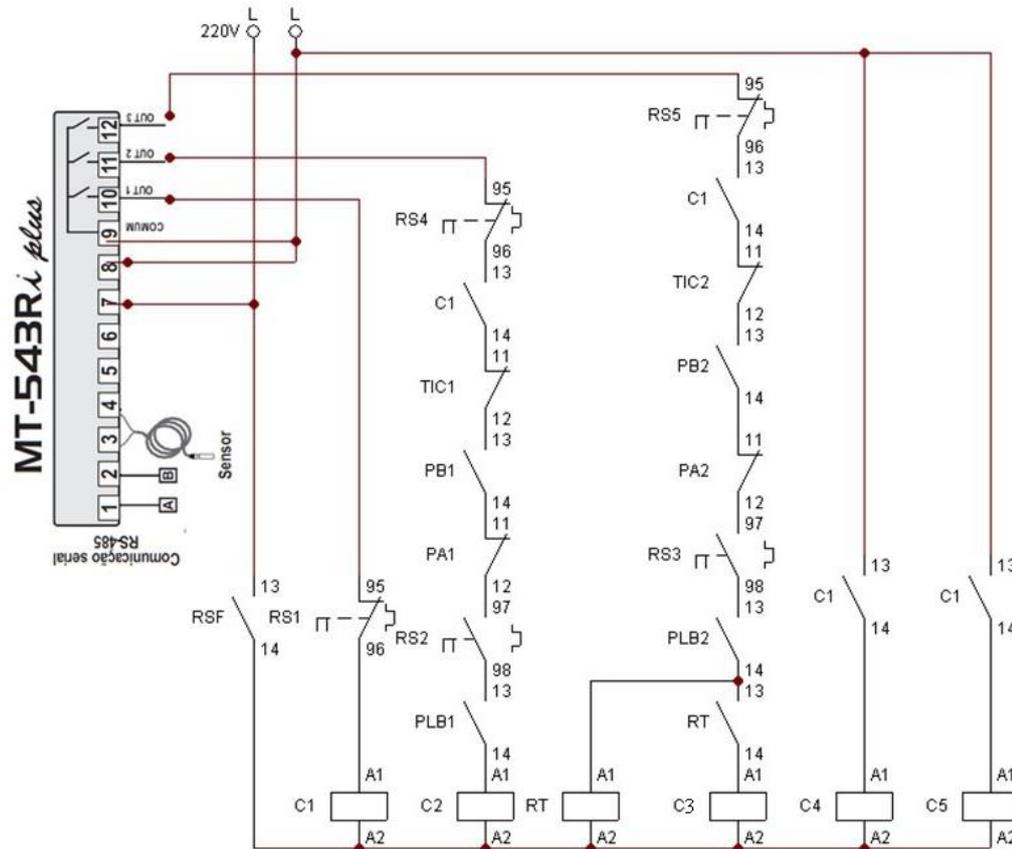


FONTE: Autor, 2014.

A figura 5.18 mostra o diagrama elétrico após à implantação do sistema de controle de temperatura digital. Ao analisar o diagrama elétrico após a inclusão do controle digital, é possível se obter o controle individual do funcionamento do evaporador, compressores e conseqüentemente condensadores. Esta implantação garante melhor estabilidade e controle de temperatura preciso, pois é caracterizado pelo controle individual de cada dispositivo, portanto se obtém as seguintes vantagens:

- ✓ Baixa quantidade de vezes que os dispositivos são ligados e desligados;
- ✓ Baixos picos de correntes;
- ✓ Menor quantidade de harmônicas geradas para rede elétrica;
- ✓ Menor índice de intervenção de manutenção corretiva, e;
- ✓ Aumento da vida útil dos dispositivos de comando e compressores.

Figura 5.18 - Diagrama elétrico com a implantação do Sistema de Controle de Temperatura Digital.



FONTE: Autor, 2014.

Legenda dos diagramas elétricos:

- ✓ RT- Relé de tempo.
- ✓ RSF - Relé falta de fase.
- ✓ PLB - Pressostato Limite de Baixa Pressão.
- ✓ TIC - Termostato Interno ao Compressor.
- ✓ PB - Pressostato de Baixa Pressão.
- ✓ PA - Pressostato de Alta Pressão.
- ✓ RS - Relé de Sobrecarga.
- ✓ C1 - Contactora de comando: liga Evaporador.
- ✓ C2 - Contactora de comando: liga Compressor 01.
- ✓ C3 - Contactora de comando: liga Compressor 02.
- ✓ C4 - Contactora de comando: liga Condensador 01.
- ✓ C5 - Contactora de comando: liga Condensador 02.

- ✓ S350A – Controlador de Temperatura analógico;
- ✓ MT-543Ri - Controlador de Temperatura Digital;

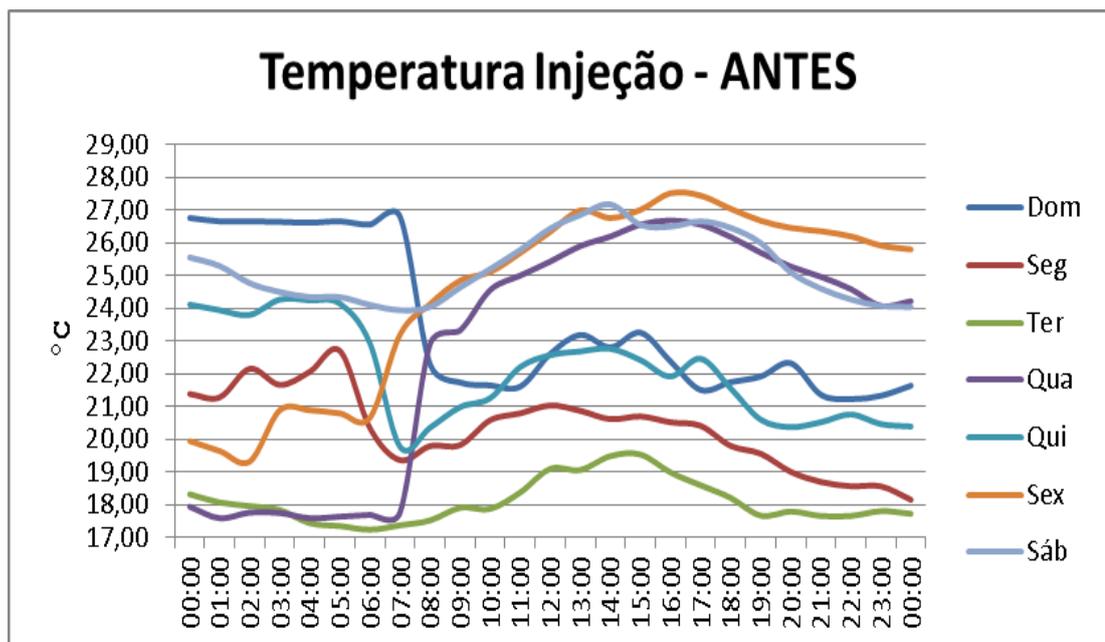
A seguir são apresentados os dados referentes aos registros obtidos:

Registros e medições no setor Injeção Plásticas – Situação Antes:

- ✓ 1º Período de supervisão: 26/05/2013 00:00h até 01/06/2013 23:00h.
- ✓ Tempo de registro: 07 dias.
- ✓ Mínimo = 17,24 °C.
- ✓ Máximo = 27,52 °C.
- ✓ Média = 22,36°C.
- ✓ Desvio Padrão = 3,10.

A Figura 5.19 mostra de forma contínua o comportamento da temperatura medida durante o intervalo de tempo especificado no item 4.1.

Figura 5.19 - Temperatura no Setor de Injeção Plástica antes sem o sistema de controle de temperatura digital.



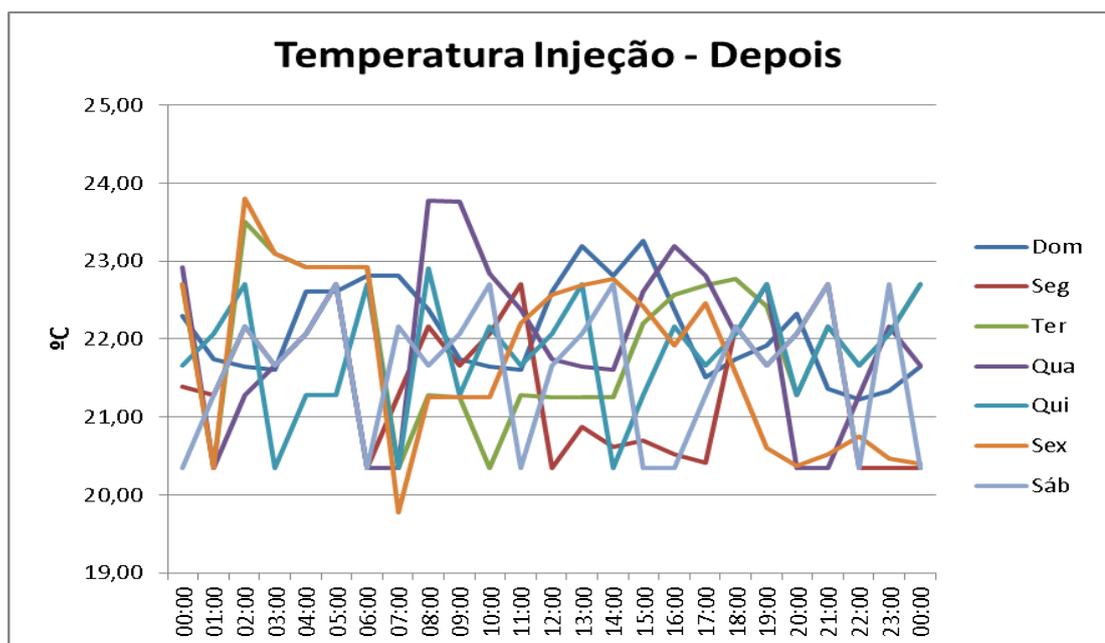
FONTE: Autor, 2014.

Analisando o perfil de temperatura registrada na Figura 5.19 (antes), observa-se a instabilidade, picos elevados e oscilações da temperatura com desvio de

valores entre 17,24 °C e 27,52 °C, sendo que a temperatura estipulada para o processo de Injeção Plástica no setor é definida em 21°C com desvio de +/- 2°C durante a produção.

Na sequência é realizada implantação do Sistema de Controle de Temperatura Digital e novamente é realizado o registro do perfil de temperatura conforme ilustrado a Figura 5.20 (depois).

Figura 5.20 - Temperatura no Setor de Injeção Plástica após instalação do sistema de controle de temperatura digital.



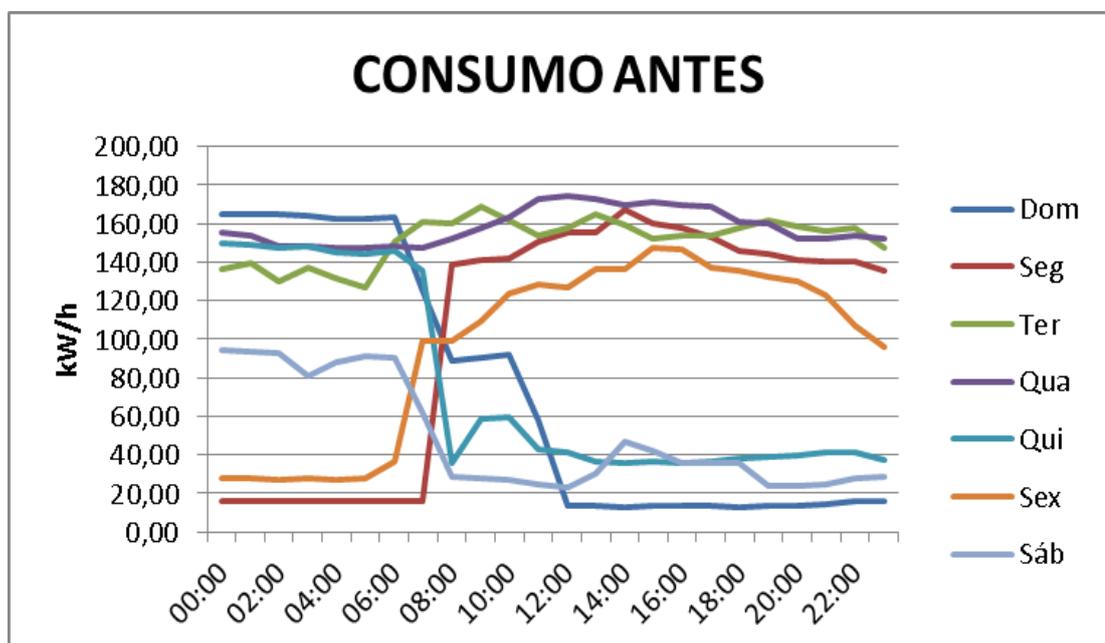
FONTE: Autor, 2014.

Registros e medições no setor Injeção Plásticas – Situação depois:

- ✓ 2º Período de supervisão: 07/07/2013 08:00h até 13/07/2013 07:00h – Após a instalação do Sistema de Controle de Temperatura Digital
- ✓ Tempo de Registro: 07 dias.
- ✓ Mínimo = 19,77 °C.
- ✓ Máximo = 23,80 °C.
- ✓ Médio = 21,81 °C.
- ✓ Desvio Padrão = 0,91.

O registro do consumo de potência ativa foi realizado em paralelo ao registro e coleta dos dados de temperatura pelo Gerenciador de Energia Elétrica. A Figura 5.21 e na Figura 5.22 mostram o perfil de consumo de potência ativa antes e depois da implantação das alterações. Observa-se que a média do consumo de potência ativa ANTES chega a 101,31kW/h e o consumo de potência ativa DEPOIS da instalação com sistema de controle de temperatura digital nas centrais de ar condicionado do setor de Injeção Plástica obteve o consumo (que se repetiu por várias semanas) médio de 40,67kW/h. Esta ação de Eficiência Energética reduziu o consumo médio de 101,31kW/h para 40,67kW/h.

Figura 5.21: Consumo de Energia – Antes da implantação do sistema de controle.

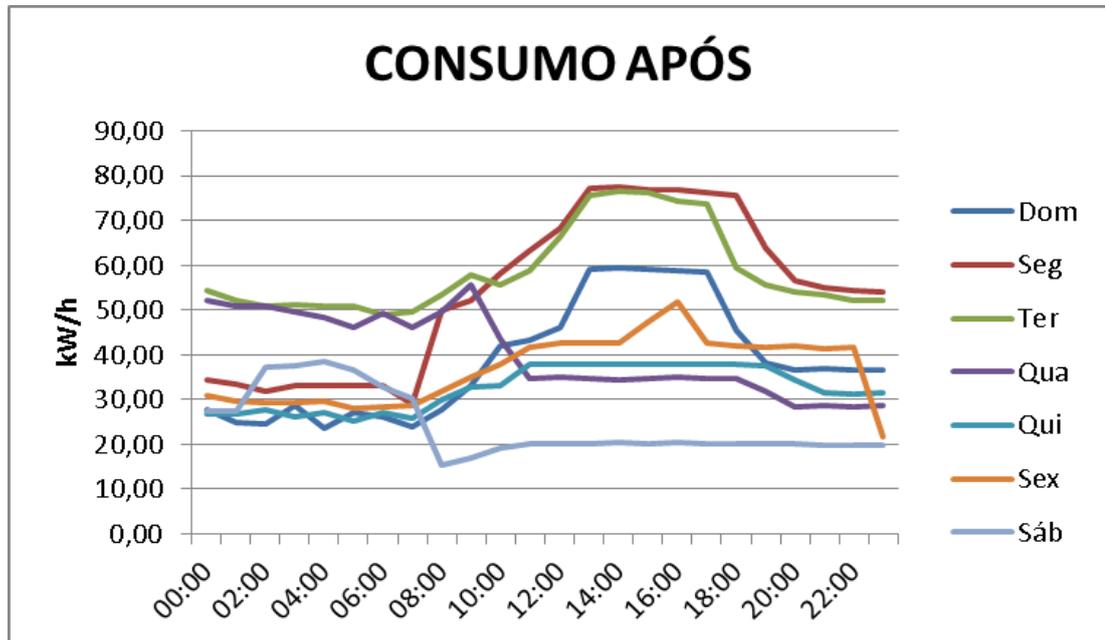


FONTE: Autor, 2014.

1º Registro do Consumo: Antes

- ✓ Tempo de Registro: 07 dias
- ✓ Mínimo = 13,00kW/h.
- ✓ Máximo = 174,50kW/h.
- ✓ Médio = 101,31kW/h.
- ✓ Desvio Padrão = 58,23.
- ✓ Coeficiente de Variação = 1,74.

Figura 5.22 - Consumo de Energia – Depois da implantação do sistema de controle de temperatura digital.



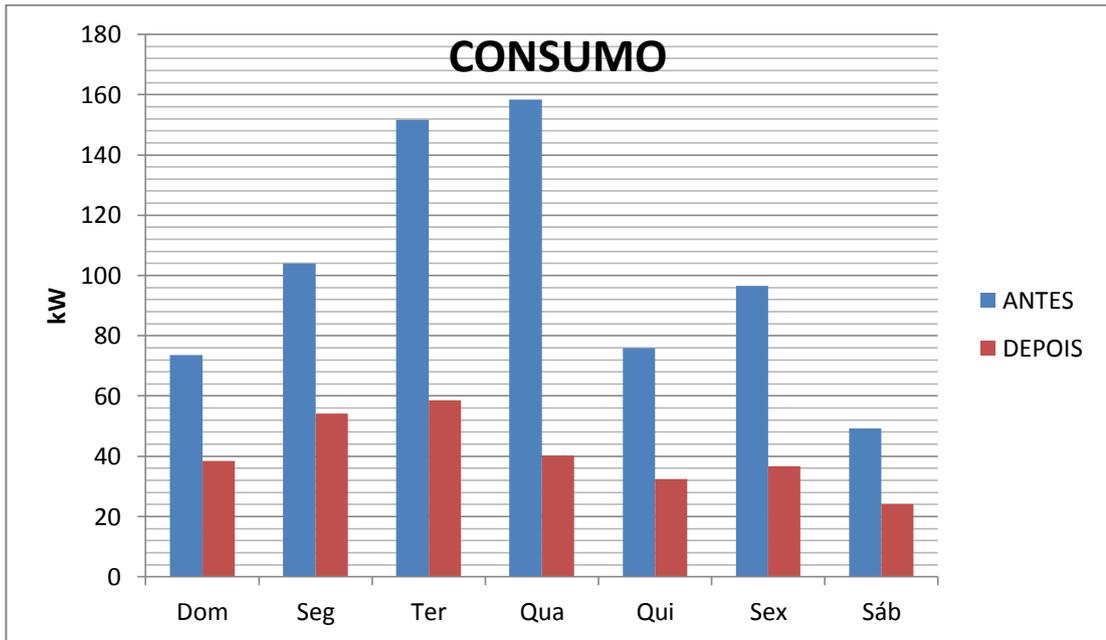
FONTE: Autor, 2014.

2º Registro do Consumo: Depois

- ✓ Tempo de Registro = 07 dias.
- ✓ Mínimo = 15,25kW/h.
- ✓ Máximo = 77,50kW/h.
- ✓ Médio = 40,67kW/h.
- ✓ Desvio Padrão = 15,16.
- ✓ Coeficiente de Variação = 2,68.

A figura 5.23 representa o comportamento do consumo de energia médio diário antes e depois da implementação da AEE.

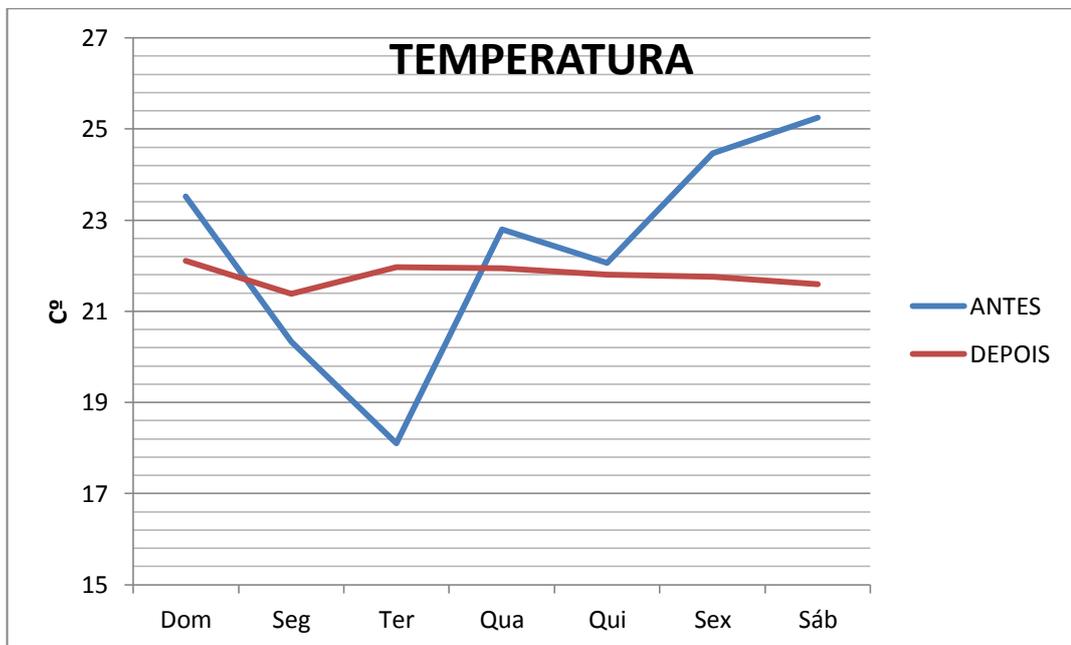
Figura 5.23 – Consumo: Antes x Depois



FONTE: Autor, 2014.

A figura representa a e 5.24 representa o comparativo do perfil médio diário da temperatura setorial antes e depois da implementação AEE.

Figura 5.24 – Temperatura: Antes x Depois



FONTE: Autor, 2014.

Para avaliar o percentual efetivo de economia obtido após a implantação das ações de eficiência energética mencionadas anteriormente, aplicou-se uma metodologia chamada de medição e verificação (M&V).

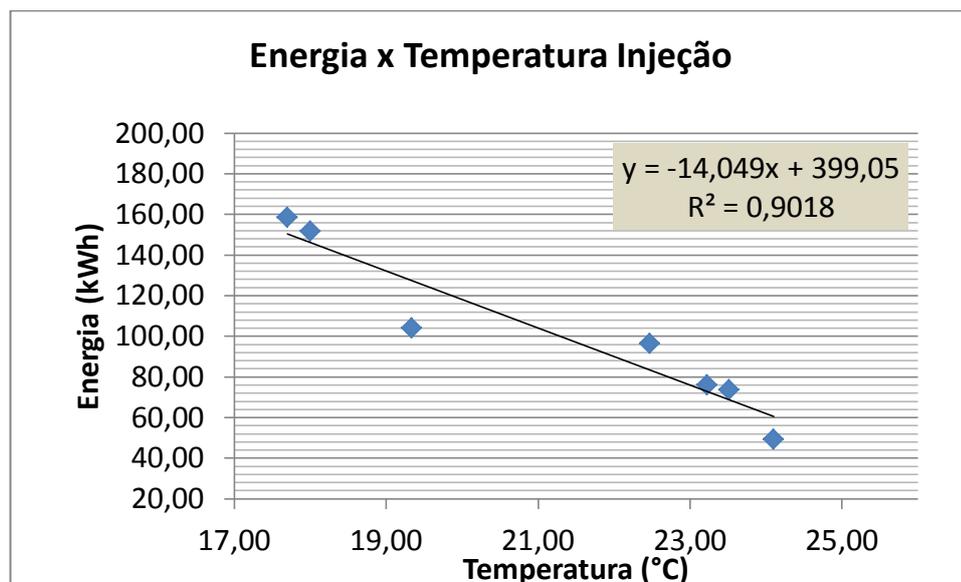
No presente plano de M&V, considerou-se a opção B do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance - PIMVP, que estabelece que a avaliação das ações de eficiência energética serão realizadas tendo como base somente medições. Através dos dados das Figuras 5.23 e 5.24, foi estabelecido o período da linha de base utilizado na regressão linear simples elaboração do modelo que relaciona a temperatura do setor com a energia consumida e é representado matematicamente pela equação a seguir, e está mostrado na Figura 5.25.

$$E_{consumida} = 399,05 - 14,05xT$$

Onde: $E_{consumida}$ é a energia consumida (kWh);

T É a temperatura do setor Injeção (°C);

Figura 5.25 - Regressão Linear Simples



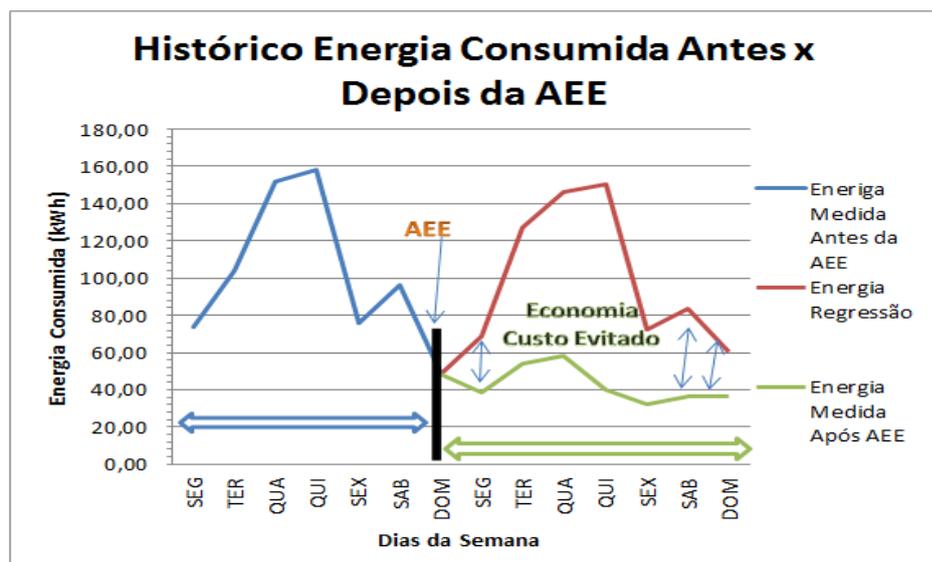
FONTE: Autor, 2014.

Realizando-se uma análise do modelo mostrado na Figura 5.25, observou-se que o modelo é um modelo válido, uma vez que apresentou um valor-P menor que

0,05. Além disso, este modelo apresentou um R^2 de 0,90 que mostra que o modelo se ajustou à amostra de dados de forma satisfatória (Magalhães, 2002) além de mostrar evidências de que a temperatura do Setor Injeção Plástica está diretamente relacionadas com o consumo, pois possui valor-p menor que 0,05;

Com base neste modelo, obteve-se o gráfico mostrado na Figura 5.26, que ilustra e energia medida antes das ações de eficiência energética, energia depois das ações de eficiência energética e a economia obtida.

Figura 5.26 - Histórico energia consumida antes e depois da AEE



FONTE: Autor, 2014.

Analisando o gráfico mostrado na figura 5.26, pode-se verificar que a economia efetiva obtida com as ações de eficiência energética foi, em média, de 38,82%, o que corresponde no período seco sobre a tarifa Ponta a R\$ 0,122 e R\$ 0,061 na tarifa Fora da Ponta e para no período úmido na ponta corresponde a R\$ 0,106 e fora da ponta a R\$ 0,0525 conforme calculo realizado através da Tabela 5.2.

Na tabela 5.5 é mostrado o custo comparativo do consumo de energia de forma resumida. Este memorial de cálculo dos custos ANTES e DEPOIS a implantação do Sistema de Controle de Temperatura Digital obteve uma economia final média de R\$ 47.166,86 por ano, tendo como referencia a tarifa vigente para o período seco e úmido, conforme tabela 5.2 (ANEEL, 2013).

É importante ressaltar que o custo total da aquisição dos equipamentos e instalação do Sistema de Controle de Temperatura Digital foi de R\$ 4.973,45, aproximadamente R\$ 5.000,00. Tendo uma economia final de R\$ 47.166,86 podemos afirmar que após o sistema funcionando corretamente, o mesmo se pagou em 39 dias.

Tabela 5.5. Memorial de Custo Comparativo ANTES versus DEPOIS da implantação do Sistema de Controle de Temperatura Digital.

	Consumo Energia		
	Antes (KW/h)	Depois (KW/h)	Diferença (KW/h)
Mínima	13,00	15,25	-2,25
Máxima	174,50	77,50	97,00
Media	101,31	40,67	60,63
Acumulado Dia	17019,50	6833,00	10186,50
Desvio Padrão	58,23	15,16	
Coef. de Variação	1,74	2,68	
Calculo Custos			
Cosumo Mês (KW/h)	68078,00	27332,00	40746,00
Custo Mês Seco	R\$ 10.781,73	R\$ 7.528,69	R\$ 3.253,04
Custo Mês Umido	R\$ 9.207,77	R\$ 4.328,66	R\$ 4.879,11
Custo Ano	R\$ 121.510,95	R\$ 74.344,09	R\$ 47.166,86

FONTE: Autor, 2014.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO

A implementação de sistemas de gerenciamento de energia permite ao consumidor industrial utilizá-los como ferramenta de gestão de eficiência energética, com o acompanhamento do comportamento da planta com foco na eficiência energética, possibilitando o gerenciamento macro de todos os setores de consumo de energia, proporcionando as seguintes vantagens:

- ✓ Melhor controle de demanda e de fator de potência;
- ✓ Disponibilizando dados para estudo e análises;
- ✓ Melhor vantagem competitiva;
- ✓ Evitando perdas ao aproveitar a energia gerada e não usada diminuindo pico de consumo;
- ✓ Aumentando consumo em horários de menor volume de energia no sistema;
- ✓ Melhorando aproveitamento da rede física instalada.
- ✓ Análise do perfil do consumo das máquinas e equipamentos industriais;
- ✓ Calcular o valor economizado;
- ✓ Propor alterações e ações de redução aos desperdícios.

Através do estudo de caso 1 apresentado, é possível confirmar a importância para a Indústria o uso do Gerenciador de Energia como ferramenta de Eficiência Energética, pois através dos dados e das informações obtidas, é possível reduzir os custos, as perdas e otimizar o consumo de energia na planta da Indústria. Através da análise dos dados registrados, foi possível obter informações importantes, como as das temperaturas registradas nos setores de Injeção e Extrusão aos domingos estavam em média respectivamente mais de 7,57 °C e 6,35°C abaixo do valor estipulado pelo processo produtivo em ambos os setores, representando um desperdício médio de energia elétrica de 233 kW/h, essa informação levou a implementação de ações de controle para corrigir a defasagem de temperatura nos setores e otimizar a temperatura das duas áreas produtivas e conseqüentemente otimizar o consumo de energia, resultando em uma economia de quase R\$40.000,00/ano.

Através da análise dos dados registrados no estudo de caso 2, foi possível obter informações importantes, como as das temperaturas registradas no setor de Injeção Plástica que antes da implementação do sistema de controle digital possuíam picos que variavam entre a mínima de 17,24°C e a máxima de 27,52°C, ocasionando um desvio médio de temperatura respectivamente de 5°C acima e 4°C abaixo da temperatura especificada pelo processo produtivo, representando um desperdício médio de energia elétrica de 60kW/h. Essa informação levou a implementação do Sistema de Controle de Temperatura Digital como ações de controle para corrigir a defasagem de temperatura no setor e otimizar a temperatura da área produtiva e conseqüentemente otimizar o consumo de energia, resultando em uma economia de quase R\$ 48.000,00/ano.

A somatória total da economia obtida a través da implementação das AEE nos dois estudos de caso aplicado na indústria, contribuiu para uma economia de quase R\$ 90.000,00 por ano, que valida o conceito da implementação do Gerenciamento de Eficiência Energética através de AEE de baixo custo com a obtenção de excelentes resultados, além de proporcionar os seguintes benefícios para as centrais de ar condicionados:

- ✓ Aumento da vida útil do equipamento;
- ✓ Redução do tempo de funcionamento dos compressores em carga;
- ✓ Redução das horas trabalhadas das centrais;
- ✓ Redução dos custos com manutenção;
- ✓ Redução dos custos com materiais de limpeza das centrais de ar e etc.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O GEE é um novo conceito dentro do ramo da Gestão Energética contemporânea e deve ser expandido aos mais diversos setores que consomem energia elétrica, podendo ser objeto de estudo para trabalho futuros através dos seguintes tópicos:

- ✓ Aplicação do GEE no comercio e partição publica – consiste no levantamento e elaboração de um método do GEE aplicado ao perfil do comercio e partições públicas;

- ✓ Aplicação do GEE nas residências - consiste no levantamento e elaboração de um método do GEE aplicado ao perfil residencial;

- ✓ Integralização do GEE a sistemas contábeis e controladoria – consiste no estudo e análise da viabilidade de integralização do GEE ao processo contábil/controladoria da indústria e empresas, visando os seguintes aspectos:
 - Levantamento real dos custos com energia;
 - Através dos relatórios do GEE, ser base para composição dos custos de negociação.
 - GEE como ferramenta de marketing dentro da ISSO 50001.

- ✓ GEE aplicado a levantamento de banco de dados para elaboração de perfil e padrões de Eficiência Energética.

- ✓ Implementação de um sistema supervisor para visualização em tempo real dos índices de eficiência energética setorial.

- ✓ Integralização do OEE ao GEE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia disponível no site: <http://www.abesco.com.br/>, consulta em 05/12/2013.

ACEEE - American Council for an Energy Efficient Economy – EXECUTIVE SUMMARY: THE 2014 INTERNATIONAL ENERGY EFFICIENCY SCORECARD JULY 2014, consulta em 08/12/2014.

AMAZONAS. Lei No. 2.325, de 08 de maio de 1995. CRIA a Sociedade de Economia Mista de Gás do Amazonas – CIGÁS, e dá outras providências.

AmE – Amazonas Distribuidora de Energia. Plano de Negócios para a Eletrobrás Amazonas Energia. Manaus, 2012.

AmE – Amazonas Distribuidora de Energia. Relatório de Gestão Exercício 2012. Manaus, 2013.

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica, disponível <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27>> Acesso em: 22 Nov. 2014.

ANEEL. Evolução Tarifária de energia elétrica do Grupo “A” e “B”. Resolução 1.454 de 24/01/13, Vigência 24/01/2013.

BEN – Balanço Energético Nacional, 2013. Disponível no site <https://ben.epe.gov.br/>, consulta em 01/09/2013.

CELPE - Companhia Energética de Pernambuco. Disponível no site <http://www.celpe.com.br/> , consulta em 01/12/2013.

CLIMATE CHANGE. Disponível em: <<http://www.epa.gov/climatechange>> Acesso em: 27 Nov. 2014.

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. Manual de Eficiência Energética na industrial, 2013. Disponível no site www.copel.com/, consulta em 05/08/2013.

DEFRA - DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS. Disponível em: <<http://www.defra.gov.uk>> Acesso em: 22/11/2013.

EER - ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. Disponível em: <www.eere.energy.gov>. Acesso em: 03 Mar. 2014.

Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019), Rio de Janeiro: EPE, 2013.

EVO. Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance. Conceitos e Opções para Determinação de economias de Energia e de Água. Volume 1. 2012.

FULLGAUGE, Full Gauge Controls, 2014. Disponível no site: <http://www.fullgauge.com.br/produtos/temperatura>, acesso em 27 out 2014.

GESTAL – Gestão de Energia e utilidades, disponível < <http://www.gestal.com/>> Acesso em: 26 Nov. 2014.

HADDAD, Jamil. Eficiência e conservação de energia. Dossiê Energia Positiva para o Brasil. Disponível em: <www.greenpeace.org.br> Acesso em: 10 Out. 2013.

IAEA – International Atomic Energy Agency. Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodology. Vienna (Áustria): IAEA, 2005.

IDAE - INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA. Disponível em: <<http://www.idade.es>> Acesso em: 01 Dez. 2014.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética, disponível <<http://www.inee.org.br/>> Acesso em: 25 Nov. 2014.

IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol, disponível <<http://www.evo-world.org/>> Acesso em: 20 Nov. 2014.

ISO 50.001 – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013. Disponível no site: <https://www.abnt.org.br>, consulta em 25/08/2013.

MAGALHÃES, Marcos Nascimento, LIMA, Antônio Carlos Pedroso. Noções de Probabilidade e Estatística. EDUSP. 2002.

MME – Ministério Meio Ambiente 2013,. Disponível no site <http://www.mma.gov.br/clima/energia/eficiencia-energetica>, consulta em 01/09/2013.

PATTERSON, M. What is Energy Efficiency? - Concepts, Indicators and Methodological Issues. Energy Policy v. 24, n.5, p. 377-390, 1996.

Portal da Eficiência Energética – Conceitos, disponível no site: <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/conceitos.html>, consulta em 08/10/2013.

PROCEL Indústria – Eficiência Energética na Indústria, 2013. Disponível no site <https://www.cni.org.br>, consulta em 01/09/2013.

RASKIN, P. et al. Great Transition: The Promise and Lure of The Times Ahead. Boston, MA (Estados Unidos): Stockholm Environment Institute, 2002. Disponível no site: <http://www.world-governance.org/article90.html?lang=en>, consulta em dezembro 2013.

SCHIPPER, L. et al. Indicators of Energy Use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economic Link. Annual Review of Energy and the Environment n. 26, p. 49-81, 2001.

TOLMASQUIM, M. et al. Tendências da Eficiência Elétrica no Brasil: Indicadores de eficiência energética. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, Enege, 1998.

ANEXOS

ANEXO 01 – MANUAL CONTROLADOR MT-530 SUPER



1. DESCRIÇÃO

O MT-530 Super possui três saídas: uma para controle de temperatura, uma para controle da umidade e uma terceira saída auxiliar que atua como um segundo estágio de controle de temperatura ou umidade.

Este controlador é indicado para baixa e média umidade relativa do ar (de 10 a 85% sem condensação), também apresenta alarme sonoro interno (buzzer), atuando como alarme ou temporizador (timer cíclico). Seus sensores de temperatura e umidade são unidos em um único bulbo, diminuindo o espaço e fiação de instalação.

O instrumento possui comunicação serial para conexão com o SITRAD® via internet. Produto em conformidade UL Inc. (Estados Unidos e Canadá).

2. APLICAÇÃO

- Umidificadores/desumidificadores
- Adegas climatizadas
- Laboratórios
- Salas cirúrgicas
- Secagem de grãos
- Salas limpas
- Ambientes de TI (Data Centers)

* Para altos percentuais de umidade relativa na presença de condensação de água, utilize o modelo AHC-80 Ri plus.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- Alimentação direta: MT-530 Super - 115 ou 230 Vac ±10%(50/60 Hz)
MT-530L Super - 12 ou 24 Vac/dc
- Temperatura de controle: -10 a 70.0 °C ±1.5°C (com resolução de 0.1°C)
14 a 158 °F ±3°F (com resolução de 1°F)
- Umidade de controle: 10 a 85%UR ±5%UR (com resolução de 0.1%UR)
- Corrente máxima por saída: 5(3)A/250Vac 1/8HP
- Temperatura de operação: 0 a 50°C
32 a 122°F
- Umidade de operação do sensor: 10 a 85% UR (sem condensação)
- Dimensões: 71 x 28 x 71 mm

4.3 - Tabela de parâmetros

Fun	Descrição	CELSIUS				FAHRENHEIT			
		Min	Máx	Unid	Padrão	Min	Máx	Unid	Padrão
F01	Código de acesso: 123 (cento e vinte e três)	-99	999	-	-	-99	999	-	-
F02	Modo de operação da saída THERM (termostato)	0 - refrig.	1 - aquec.	-	0 - refrig.	0 - refrig.	1 - aquec.	-	0 - refrig.
F03	Mínimo setpoint permitido ao usuário final (termostato)	-10.0	70.0	°C	-10.0	14	158	°F	14
F04	Máximo setpoint permitido ao usuário final (termostato)	-10.0	70.0	°C	70.0	14	158	°F	158
F05	Diferencial de controle (histerese) do termostato	0.1	20.0	°C	1.5	1	36	°F	3
F06	Retardo mínimo para ligar a saída THERM	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0
F07	Modo de operação da saída HUMID (umidostato)	0 - desum.	1 - umid.	-	1 - umid.	0 - desum.	1 - umid.	-	1 - umid.
F08	Mínimo setpoint permitido ao usuário final (umidostato)	0	100	%UR	0	0	100	%UR	0
F09	Máximo setpoint permitido ao usuário final (umidostato)	0	100	%UR	100	0	100	%UR	100
F10	Diferencial de controle (histerese) do umidostato	0.1	20.0	%UR	5	0.1	20.0	%UR	5
F11	Retardo mínimo para ligar a saída HUMID	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0
F12	Tempo de saída HUMID ligada	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5
F13	Tempo de saída HUMID desligada	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5
F14	Modo de operação da saída AUX (auxiliar)	0	10	-	5	0	10	-	5
F15	Mínimo setpoint permitido ao usuário final (saída AUX)	0	100	-	0	0	100	-	0
F16	Máximo setpoint permitido ao usuário final (saída AUX)	0	100	-	100	0	100	-	100
F17	Diferencial de controle (histerese) da saída AUX	0.1	20.0	-	5	0.1	20.0	-	5
F18	Retardo mínimo para ligar a saída AUX	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0
F19	Base de tempo do timer da saída AUX	0	3	-	0	0	3	-	0
F20	Tempo de saída AUX ligada	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5
F21	Tempo de saída AUX desligada	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5
F22	Alarme de temperatura ambiente baixa	-10.0	70.0	°C	-10.0	14	158	°F	14
F23	Alarme de temperatura ambiente alta	-10.0	70.0	°C	70.0	14	158	°F	158
F24	Alarme de umidade ambiente baixa	0	100	%UR	0	0	100	%UR	0
F25	Alarme de umidade ambiente alta	0	100	%UR	100	0	100	%UR	100
F26	Tempo de inibição da saída AUX ao ligar o controlador (modo alarme)	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F27	Modo de operação do Buzzer	0	1	-	1	0	1	-	1
F28	Ponto de atuação do Buzzer por temperatura baixa	-10.0	70.0	°C	-10.0	14	158	°F	14
F29	Ponto de atuação do Buzzer por temperatura alta	-10.0	70.0	°C	70.0	14	158	°F	158
F30	Ponto de atuação do Buzzer por umidade baixa	0	100	%UR	0	0	100	%UR	0
F31	Ponto de atuação do Buzzer por umidade alta	0	100	%UR	100	0	100	%UR	100
F32	Tempo máximo da saída THERM acionada para disparar o alarme	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F33	Tempo máximo da saída HUMID acionada para disparar o alarme	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F34	Tempo máximo da saída AUX acionada para disparar o alarme	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F35	Tempo de Buzzer ligado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1
F36	Tempo de Buzzer desligado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1
F37	Tempo de inibição do Buzzer ao ligar o controlador	0	999	min.	0	0	999	min.	0
F38	Estado das saídas em caso de alarme	0	1	-	0	0	1	-	0
F39	Modo de visualização	0	2	-	0	0	2	-	0
F40	Deslocamento da indicação de temperatura (offset de temperatura)	-5.0	5.0	°C	0	-9	9	°F	0
F41	Deslocamento da indicação de umidade (offset de umidade)	-20.0	20.0	%UR	0	-20.0	20.0	%UR	0
F42	Endereço do controlador na rede RS-485	1	247	-	1	1	247	-	1

4. CONFIGURAÇÕES

4.1 - Ajuste da temperatura e umidade de controle (SETPOINTS)

- Pressione **SET** por 2 segundos até aparecer **SEE**, saltando em seguida.
- Aparecerá **TL** e a temperatura ajustada para a saída THERM.
- Utilize as teclas **↑** e **↓** para modificar o valor e, quando pronto, pressione **SET**.
- Aparecerá agora **HI** e a umidade ajustada para a saída HUMID.
- Utilize as teclas **↑** e **↓** para modificar o valor e, quando pronto, pressione **SET**.
- Em seguida, caso a saída AUX esteja configurada para controle (F14 = 0, 1, 2 ou 3) poderá aparecer **FE2** ou **FE3**.
- Caso apareça algumas destas indicações, configure o valor da saída AUX com a teclas **↑** e **↓** e pressione **SET** para confirmar.

4.2 - Alteração dos parâmetros

- Aceso a função F01 pressionando simultaneamente as teclas **↑** e **↓** por 2 segundos até aparecer **Fun**, saltando em seguida. Logo aparecerá **FD1** então pressione **SET** (toque curto).
- Utilize as teclas **↑** e **↓** para entrar com o código de acesso (123) e, quando pronto, pressione **SET** para entrar.
- Utilize as teclas **↑** e **↓** para acessar a função desejada.
- Após selecionar a função, pressione **SET** (toque curto) para visualizar o valor configurado para aquela função.
- Utilize as teclas **↑** e **↓** para alterar o valor e, quando pronto, pressione **SET** para memorizar o valor configurado e retornar ao menu de funções.
- Para sair do menu de funções e retornar à operação normal, pressione **SET** até aparecer **---**.

Exemplo: Umidificação

Controle = 80% UR *Tempo de umidade ligada = 20 seg
 Histerese = 5% UR *Tempo de umidade desligada = 10 seg
 Quando a umidade cair a 75% UR (80 - 5), a saída do umidostato passa a ciclar: 20 seg. ligada - 10 seg. Desligada

4.4 - Descrição dos parâmetros**F01 - Código de acesso (123)**

É necessário quando se deseja alterar os parâmetros de configuração. Para somente visualizar os parâmetros ajustados não é necessária a inserção deste código.

F02 - Modo de operação da saída THERM (termostato)

- Refrigeração
 Aquecimento

F03 - Mínimo setpoint permitido ao usuário final (termostato)**F04 - Máximo setpoint permitido ao usuário final (termostato)**

Limites eletrônicos cuja finalidade é evitar que, por engano, regule-se temperaturas exageradamente altas ou baixas de setpoint.

F05 - Diferencial de controle (histerese) do termostato

É a diferença de temperatura (histerese) entre LIGAR e DESLIGAR a saída THERM.

F06 - Retardo mínimo para ligar a saída THERM

É o tempo mínimo em que a saída THERM permanecerá desligada, ou seja, espaço de tempo entre a última parada e o próxima partida.

F07 - Modo de operação da saída HUMID (umidostato)

- Desumidificação
 Umidificação

F08 - Mínimo setpoint permitido ao usuário final (umidostato)**F09 - Máximo setpoint permitido ao usuário final (umidostato)**

Limites eletrônicos cuja finalidade é evitar que, por engano, regule-se umidades exageradamente altas ou baixas de setpoint.

F10 - Diferencial de controle (histerese) do umidostato

É a diferença de umidade (histerese) entre LIGAR e DESLIGAR a saída HUMID

F11 - Retardo mínimo para ligar a saída HUMID

É o tempo mínimo em que a saída HUMID permanecerá desligada, ou seja, espaço de tempo entre a última parada e o próxima partida.

F12 - Tempo de saída HUMID ligada

Esta função serve para ajustar o tempo que a saída HUMID permanecerá acionada.

F13 - Tempo de saída HUMID desligada

Esta função serve para ajustar o tempo que a saída HUMID permanecerá desacionada.

OBS.: As funções F12 e F13 controlam uma temporização cíclica (em segundos) para a saída do umidostato. Essa temporização permite que a água vaporizada tenha tempo de se converter em umidade relativa do ar. Para desabilitar essa temporização, ajuste em "00.0" o valor das mesmas.

F14 - Modo de operação da saída AUX (auxiliar)

- Refrigeração
 Aquecimento
 Desumidificação
 Umidificação
 Alarme intra-faixa
 Alarme extra-faixa
 Timer cíclico independente
 Timer cíclico atuando somente quando a temperatura atingir o setpoint (saída THERM desligada)
 Timer cíclico atuando somente quando a umidade atingir o setpoint (saída HUMID desligada)
 Timer cíclico atuando quando a temperatura ou a umidade atingir seu setpoint
 Timer cíclico atuando somente quando a temperatura e a umidade atingirem seus setpoints.

Quando modificado o valor desta função os seguintes parâmetros serão ajustados com os seus valores padrão: F15, F16, F17 e o setpoint da saída AUX.

F15 - Mínimo setpoint permitido ao usuário final (saída AUX)**F16 - Máximo setpoint permitido ao usuário final (saída AUX)**

Limites eletrônicos cuja finalidade é evitar que, por engano, regule-se valores exageradamente altos ou baixos de setpoint. Os limites dependerão do modo de operação da saída ajustado em F14.

F17 - Diferencial de controle (histerese) da saída AUX

É a diferença de temperatura ou umidade (histerese) entre LIGAR e DESLIGAR a saída auxiliar. Esta função depende do modo de operação da saída AUX ajustado em F14.

F18 - Retardo mínimo para ligar a saída AUX

É o tempo mínimo em que a saída AUX permanecerá desligada, ou seja, espaço de tempo entre a última parada e a próxima partida. Este tempo é válido somente quando a saída AUX estiver configurada nos modos de controle (F14 configurada em 0, 1, 2 ou 3).

F19 - Base de tempo do timer da saída AUX

Permite configurar a escala do tempo ligado ou desligado do timer cíclico da saída AUX.

Valor	Tempo ligado (F20)	Tempo desligado (F21)
0	Segundos	Segundos
1	Minutos	Minutos
2	Segundos	Minutos
3	Minutos	Segundos

F20 - Tempo de saída AUX ligada

É o tempo que a saída AUX permanecerá acionada quando configurada para alarme ou timer cíclico. Vide F14.

F21 - Tempo de saída AUX desligada

É o tempo que a saída AUX permanecerá desacionada quando configurada para alarme ou timer cíclico. Vide F14.

F22 - Alarme de temperatura ambiente baixa

Temperatura para acionamento do alarme de temperatura baixa.

F23 - Alarme de temperatura ambiente alta

Temperatura para acionamento do alarme de temperatura alta.

F24 - Alarme de umidade ambiente baixa

Umidade para acionamento do alarme de umidade baixa.

F25 - Alarme de umidade ambiente alta

Umidade para acionamento do alarme de umidade alta.

F26 - Tempo de inibição da saída AUX ao ligar o controlador (modo alarme)

É o tempo mínimo em que a saída AUX permanecerá desligada após a inicialização do controlador. Este tempo é válido somente quando a saída AUX estiver configurada nos modos de alarme (F14 configurada em 4 ou 5).

F27 - Modo de operação do Buzzer

- Alarme intra-faixa
 Alarme extra-faixa

F28 - Ponto de atuação do Buzzer por temperatura baixa

É o valor inferior de temperatura para a atuação do alarme do Buzzer conforme o Modo de operação do Buzzer (F27) configurado.

F29 - Ponto de atuação do Buzzer por temperatura alta

É o valor superior de temperatura para a atuação do alarme do Buzzer conforme o Modo de operação do Buzzer (F27) configurado.

F30 - Ponto de atuação do Buzzer por umidade baixa

É o valor inferior de umidade para a atuação do alarme do Buzzer conforme o modo de operação do Buzzer (F27) configurado.

F31 - Ponto de atuação do Buzzer por umidade alta

É o valor superior de umidade para a atuação do alarme do Buzzer conforme o Modo de operação do Buzzer (F27) configurado.

F32 - Tempo máximo da saída THERM acionada para disparar o alarme

Permite configurar o tempo máximo que a saída THERM poderá ficar acionada, sem atingir o setpoint, antes de acionar o alarme sonoro (BUZZER). Para desativar esta função basta decrementar o valor até que a mensagem **DIFF** seja exibida no display.

F33 - Tempo máximo da saída HUMID acionada para disparar o alarme

Permite configurar o tempo máximo que a saída HUMID poderá ficar acionada, sem atingir o setpoint, antes de acionar o alarme sonoro (BUZZER). Para desativar esta função basta decrementar o valor até que a mensagem **DIFF** seja exibida no display.

F34 - Tempo máximo da saída AUX acionada para disparar o alarme

Permite configurar o tempo máximo que a saída AUX poderá ficar acionada, sem atingir o setpoint, antes de acionar o alarme sonoro (BUZZER). Para desativar esta função basta decrementar o valor até que a mensagem **DIFF** seja exibida no display.

F35 - Tempo de Buzzer ligado

É o tempo que o Buzzer permanecerá ligado (ciclo ativo). Para fazer com que o buzzer opere em modo contínuo ajuste o valor "0" para esta função.

F36 - Tempo de Buzzer desligado

É o tempo que o Buzzer permanecerá desligado (ciclo inativo). Para fazer com que o buzzer opere em modo contínuo ajuste o valor "0" para esta função.

F37 - Tempo de inibição do Buzzer ao ligar o controlador

É o tempo que o Buzzer permanecerá desligado mesmo que em condições de alarme. Esse tempo serve para inibir o Buzzer durante o tempo que o sistema ainda não atingiu as condições de trabalho.

F38 - Estado das saídas em caso de alarme:

- Não muda o estado das saídas em caso de alarme;
 Desliga as saídas THERM, HUMID e AUX.

Obs.: A saída AUX não será desligada se a mesma estiver configurada para saída de alarme intra-faixa ou para saída de alarme extra-faixa. Em caso de erro nos sensores as saídas serão desligadas independentemente do valor configurado nesta função.

F39 - Modo de visualização

- Indicação alternada de temperatura e umidade
 Indicação somente de temperatura
 Indicação somente de umidade

F40 - Deslocamento da indicação de temperatura (offset de temperatura)

Permite compensar eventuais desvios na leitura da temperatura provenientes da troca do sensor.

F41 - Deslocamento da indicação de umidade (offset de umidade)

Permite compensar eventuais desvios na leitura da umidade provenientes da troca do sensor.

F42 - Endereço do controlador na rede RS-485

Endereço do controlador na rede para comunicação com o software SITRAD®.
Obs: em uma mesma rede não podem haver mais de um instrumento com o mesmo endereço.

5. FUNÇÕES COM ACESSO FACILITADO**5.1 - Registros de mínimas e máximas temperaturas e umidades**

Pressione . Aparecerá seguido pela mínima e máxima temperaturas registradas. Logo após aparecerá seguido pela mínima e máxima umidades registradas.

Nota: Para reinicializar os registros, basta manter pressionada a tecla durante a visualização dos registros mínimos e máximos até aparecer **F5E**.

5.2 - Visualizar umidade ou temperatura

Caso a função F39 não esteja no modo de visualização alternada ("0"), é possível visualizar a outra variável (umidade ou temperatura) pressionando a tecla .

5.3 - Inibição do buzzer

Caso esteja acionado, pressione e simultaneamente para inibir o buzzer.

6. SINALIZAÇÕES

Led THERM aceso - Saída do termostato ligada

Led HUMID aceso - Saída do umidostato ligada

Led AUX aceso - Saída auxiliar ligada

Led BUZZ aceso - Buzzer interno (sirene) acionado

Err 1 - Sensor de temperatura irregular

Err 2 - Sensor de umidade irregular

PPP - Parâmetros de configuração inválidos;

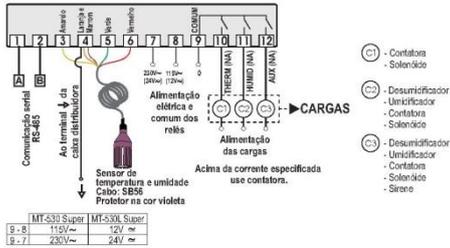
- Nesta situação as saídas são desligadas automaticamente;

- Verifique qual dos parâmetros possui dados inválidos e corrija-os para retornar a operação normal.

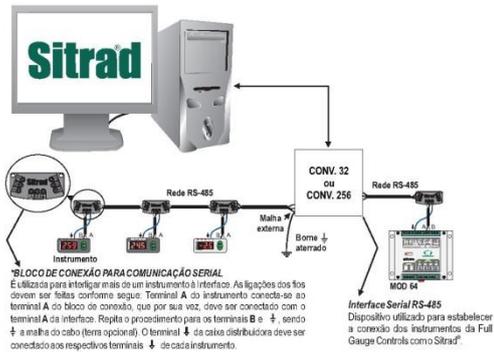
7. SELEÇÃO DE UNIDADE (°C / °F)

Para definir a unidade que o instrumento irá operar entre na função "F01" com o código de acesso 231 e confirme na tecla **ESC**. Pressione a tecla **↵** e aparecerá a indicação **UNIT**. Pressione **ESC** para escolher entre **°C** ou **°F** e confirme. Após selecionar a unidade aparecerá **FHE** e o instrumento voltará para a função "F01". Toda a vez que a unidade for alterada os parâmetros devem ser reconfigurados, pois eles assumem os valores "padrão".

8. ESQUEMA DE LIGAÇÃO



Interligando Controladores, Interface Serial RS-485 e Computador



*Vendido Separadamente

IMPORTANTE

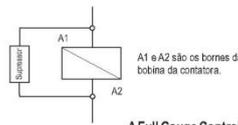
Conforme capítulos da norma NBR 5410:

1: Instale **protetores contra sobretensões** na alimentação

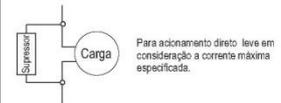
2: Cabos de sensores e de comunicação serial podem estar juntos, porém não no mesmo eletroduto por onde passam alimentação elétrica e acionamento de cargas

3: Instale supressores de transientes (filtro RC) em paralelo às cargas, como forma de aumentar a vida útil dos relés.

Esquema de ligação de supressores em contadoras



Esquema de ligação de supressores em cargas acionamento direto



A Full Gauge Controls disponibiliza supressores para venda

Nota: O comprimento do cabo do sensor pode ser aumentado pelo próprio usuário em até 200 metros utilizando cabo PP 2 x 24 AWG.

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

Embalagem:
 Os materiais utilizados nas embalagens dos produtos Full Gauge são 100% recicláveis. Procure fazer o descarte através de agentes recicladores especializados.

Produto:
 Os componentes utilizados nos controladores Full Gauge podem ser reciclados e reaproveitados se forem desmontados por empresas especializadas.

Descarte:
 Não queime nem jogue em lixo doméstico os controladores que atingirem o fim de sua vida útil. Observe a legislação existente em sua região com relação à destinação de resíduos eletrônicos. Em caso de dúvidas entre em contato com a Full Gauge Controls.

VINIL PROTETOR:
 Protege os instrumentos instalados em locais sujeitos a respingos d'água, como em balcões frigoríficos, por exemplo. Este vinil adesivo acompanha o instrumento, dentro da sua embalagem. Faça a aplicação somente após concluir as conexões elétricas.

Retire o papel protetor e aplique o vinil sobre toda a parte superior do aparelho, dobrando as abas conforme indicado pelas setas.



ANEXO 02 – MANUAL DO CONTROLADOR MT 543RI PLUS



1. DESCRIÇÃO

O **MT-543RI plus** possui 3 saídas de controle de temperatura mais um buzzer interno. Por possuir uma grande versatilidade, permite que o segundo estágio atue como alarme e o terceiro, além de funcionar como timer cíclico, pode atuar em conjunto com o primeiro em sistemas que necessitam ventilação mínima. O instrumento possui comunicação serial para conexão com o SITRAD™ via internet.
 Produto em conformidade com CE (União Européia) e UL Inc. (Estados Unidos e Canadá).

2. APLICAÇÕES

- Bancos de sangue
- Sistemas multiestágio de temperatura
- Condicionadores de ar
- CPDs

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- Alimentação: MT-543RI plus - 115/230 Vac ±10% (50/60 Hz)
 MT-543RIL plus - 12/24 Vac/dc
- Temperatura de controle: NTC: -50 a 105 °C (±0.1 °C) / -58 a 221°F (±1 °F)
 PT-100: -99 a 300 °C (±1 °C) / -99 a 572°F (±1 °F)
- Dimensões: 71 x 28 x 71 mm
- Temperatura de operação: 0 a 50 °C / 32 a 122°F
- Umidade de operação: 10 a 90% UR (sem condensação)
- Corrente por saída: 5(3)A / 250 Vac 1/8HP

CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO A NORMA IEC60730-2-9:

- Limite de temperatura da superfície de instalação: 50°C / 122°F
- Tipo de construção: Controlador eletrônico incorporado
- Ação automática: Tipo 1
- Controle de poluição: Grau 2
- Tensão de impulso: 1,5kV
- Temperatura para o teste de pressão de esfera: 75°C e 125°C / 167°F e 257°F
- Isolação: Classe II
- Dimensões: 71 x 28 x 71 mm

5. DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS

F01 - Código de acesso (123)
 É necessário quando se deseja alterar os parâmetros de configuração. Para somente visualizar os parâmetros ajustados não é necessária a inserção deste código.

F02 - Deslocamento de indicação (offset)
 Permite compensar eventuais desvios na leitura da temperatura, provenientes da troca do sensor ou alteração do comprimento do cabo.

F03 - Modo de operação do 1º estágio

- 0 - Refrigeração
- 1 - Aquecimento

F04 - Mínimo setpoint permitido ao usuário final (1º estágio)

F05 - Máximo setpoint permitido ao usuário final (1º estágio)

Limites eletrônicos cuja finalidade é evitar que, por engano, regule-se temperaturas exageradamente altas ou baixas de setpoint.

F06 - Diferencial de controle (histerese) do 1º estágio

É a diferença de temperatura (histerese) entre LIGAR e DESLIGAR a saída OUT1.

F07 - Retardo mínimo para ligar a saída do 1º estágio

É o tempo mínimo em que a saída OUT1 permanecerá desligada, ou seja, espaço de tempo entre a última parada e próxima partida.

F08 - Modo de operação do 2º estágio

- 0 - Refrigeração
- 1 - Aquecimento
- 2 - Alarme intra-faixa (F09 e F10)
- 3 - Alarme extra-faixa (F09 e F10)
- 4 - Alarme extra-faixa relativo ao 1º estágio ([SP1] - F09 e [SP1] + F10), considera-se os valores absolutos de F09 e F10).

F09 - Mínimo setpoint permitido ao usuário final (2º estágio)

F10 - Máximo setpoint permitido ao usuário final (2º estágio)
 Limites eletrônicos cuja finalidade é evitar que, por engano, regule-se temperaturas exageradamente altas ou baixas de setpoint. Quando o 2º estágio (F08) é definido como alarme, os pontos de atuação são definidos em F09 e F10.

4. TABELA DE PARÂMETROS

Fun	Descrição	NTC						PT-100								
		CELSIUS			FAHRENHEIT			CELSIUS			FAHRENHEIT					
		Min	Máx	Unid	Padrão	Min	Máx	Unid	Padrão	Min	Máx	Unid	Padrão			
F01	Código de acesso (123 (cento e vinte e três)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F02	Deslocamento de indicação (offset)	-5.0	5.0	°C	0	-9	9	°F	0	-50	50	°C	0	-90	90	°F
F03	Modo de operação do 1º estágio	0	1	-	1	0	1	-	1	0	1	-	1	0	1	-
F04	Mínimo setpoint permitido ao usuário final (1º estágio)	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58	-99	300	°C	-99	-99	572	°F
F05	Máximo setpoint permitido ao usuário final (1º estágio)	-50	105	°C	105	-58	221	°F	221	-99	300	°C	300	-99	572	°F
F06	Diferencial de controle (histerese) do 1º estágio	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	2	1	40	°C	2	1	72	°F
F07	Retardo mínimo para ligar a saída do 1º estágio	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0	0	999	seg.
F08	Modo de operação do 2º estágio	0	4	-	3	0	4	-	3	0	4	-	3	0	4	-
F09	Mínimo setpoint permitido ao usuário final (2º estágio)	-50	105	°C	21.0	-58	221	°F	70	-99	300	°C	21	-99	572	°F
F10	Máximo setpoint permitido ao usuário final (2º estágio)	-50	105	°C	27.0	-58	221	°F	81	-99	300	°C	27	-99	572	°F
F11	Diferencial de controle (histerese) do 2º estágio	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	2	1	40	°C	2	1	72	°F
F12	Retardo mínimo para ligar a saída do 2º estágio	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0	0	999	seg.
F13	Tempo de inibição do alarme ao ligar o controlador	0	999	min.	0	0	999	min.	0	0	999	min.	0	0	999	min.
F14	Tempo de reativação do alarme quando inibido manualmente	#Unid	999	min.	#Unid	999	min.	#Unid	999	#Unid	999	min.	#Unid	999	min.	#Unid
F15	Tempo de alarme ligado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.
F16	Tempo de alarme desligado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.
F17	Modo de operação do 3º estágio	0	2	-	0	0	2	-	0	0	2	-	0	0	2	-
F18	Mínimo setpoint permitido ao usuário final (3º estágio)	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58	-99	300	°C	-99	-99	572	°F
F19	Máximo setpoint permitido ao usuário final (3º estágio)	-50	105	°C	105	-58	221	°F	221	-99	300	°C	300	-99	572	°F
F20	Diferencial de controle (histerese) do 3º estágio	0.1	20.0	°C	1.0	1	36	°F	2	1	40	°C	2	1	72	°F
F21	Retardo mínimo para ligar a saída do 3º estágio	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0	0	999	seg.	0	0	999	seg.
F22	Base de tempo do timer cíclico do 3º estágio	0	1	-	0	0	1	-	0	0	1	-	0	0	1	-
F23	Tempo para ativação do timer cíclico do 3º estágio	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5	0	999	seg.	5	0	999	seg.
F24	Tempo de timer cíclico do 3º estágio ligado	0	999	-	0	0	999	-	0	0	999	-	0	0	999	-
F25	Tempo de timer cíclico do 3º estágio desligado	0	999	-	0	0	999	-	0	0	999	-	0	0	999	-
F26	Modo de operação do timer cíclico	0	4	-	0	0	4	-	0	0	4	-	0	0	4	-
F27	Modo de operação do Buzzer	0	2	-	1	0	2	-	1	0	2	-	1	0	2	-
F28	Ponto de atuação do Buzzer (limite inferior)	-50	105	°C	-50	-58	221	°F	-58	-99	300	°C	-99	-99	572	°F
F29	Ponto de atuação do Buzzer (limite superior)	-50	105	°C	105	-58	221	°F	221	-99	300	°C	300	-99	572	°F
F30	Tempo de Buzzer ligado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.
F31	Tempo de Buzzer desligado	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.	1	0	999	seg.
F32	Tempo de inibição do Buzzer na energização	0	999	min.	0	0	999	min.	0	0	999	min.	0	0	999	min.
F33	Tempo de reativação do Buzzer quando inibido manualmente	#Unid	999	min.	#Unid	999	min.	#Unid	999	#Unid	999	min.	#Unid	999	min.	#Unid
F34	Intensidade do filtro digital	0	9	-	0	0	9	-	0	0	9	-	0	0	9	-
F35	Endereço do equipamento na rede RS - 485	1	247	-	1	1	247	-	1	1	247	-	1	1	247	-

F11 - Diferencial de controle (histerese) do 2º estágio

É a diferença de temperatura (histerese) entre LIGAR e DESLIGAR a saída OUT2.

F12 - Retardo mínimo para ligar a saída do 2º estágio

É o tempo mínimo em que a saída OUT2 permanecerá desligada, ou seja, espaço de tempo entre o última parada e a próxima partida. Somente se programado em F08 = 0 ou 1.

F13 - Tempo de inibição do alarme ao ligar o instrumento

Esta função serve para inibir o alarme durante um período devido ao sistema ainda não ter atingido a temperatura de trabalho (somente se F08 configurada para alarme).

F14 - Tempo de reativação do alarme quando inibido manualmente

Esta função permite três configurações diferentes (somente se F08 configurada para alarme):

- F08** - O alarme será inibido por um período indeterminado ou até que a temperatura entre em condição normal de trabalho e retorne a condição de alarme novamente;
- 0** - O alarme não poderá ser inibido pelas teclas de acesso facilitado;
- 1 a 999** - O alarme será inibido durante este período (em minutos), retornando a ligar caso persista a condição de alarme;

F15 - Tempo de alarme ligado

Esta função serve para ajustar o tempo que a saída OUT2 permanecerá acionada (somente se F08 configurada para alarme).

F16 - Tempo de alarme desligado

Esta função serve para ajustar o tempo que a saída OUT2 permanecerá desacionada (somente se F08 configurada para alarme). Para manter o alarme sempre acionado basta configurar "0" nesta função.

F17 - Modo de operação do 3º estágio

- 0 - Refrigeração
- 1 - Aquecimento
- 2 - Timer cíclico

F18 - Mínimo setpoint permitido ao usuário final (3º estágio)**F19 - Máximo setpoint permitido ao usuário final (3º estágio)**

Limites eletrônicos cuja finalidade é evitar que, por engano, regule-se temperaturas exageradamente altas ou baixas de setpoint.

F20 - Diferencial de controle (histerese) do 3º estágio

É a diferença de temperatura (histerese) entre LIGAR e DESLIGAR a saída OUT3.

F21 - Retardo mínimo para ligar a saída do 3º estágio

É o tempo mínimo em que a saída OUT3 permanecerá desligada, ou seja, espaço de tempo entre o última parada e a próxima partida. Somente se programado em F17 = 0 ou 1.

F22 - Base de tempo do timer cíclico do 3º estágio

- 0 - segundos
- 1 - minutos

F23 - Tempo para ativação do timer cíclico do 3º estágio

Esta função é dependente de F26. Toda a vez que a temperatura atingir o valor configurado em **F23** o tempo configurado nesta função é respeitado, para após ser ativado o timer cíclico. Para ativar o timer no momento que o **F23** for atingido coloque o valor "0" para esta função.

F24 - Tempo de timer cíclico do 3º estágio ligado

É o tempo que o timer cíclico permanecerá acionado.

F25 - Tempo de timer cíclico do 3º estágio desligado

É o tempo que o timer cíclico permanecerá desacionado.

F26 - Modo de operação do timer cíclico

- 0 - Timer cíclico independente
- 1 - Timer cíclico disparado pelo setpoint do 1º estágio
- 2 - 1º estágio atrelado ao timer cíclico (timer inicia ligado)
- 3 - 1º estágio atrelado ao timer cíclico (timer inicia desligado)
- 4 - Saída do timer cíclico ligada sempre que a saída do 1º estágio estiver ligada

F27 - Modo de operação do Buzzer

- 0 - Alarme intra-faixa (F28 e F29)
- 1 - Alarme extra-faixa (F28 e F29)
- 2 - Alarme extra-faixa relativo ao 1º estágio (**F27** - F28 e **F27** + F29), considera-se os valores absolutos de F28 e F29).

F28 - Ponto de atuação do Buzzer (limite inferior)

É o valor inferior de temperatura para a atuação do alarme do Buzzer conforme o Modo de operação do Buzzer (F27) configurado.

F29 - Ponto de atuação do Buzzer (limite superior)

É o valor superior de temperatura para a atuação do alarme do Buzzer conforme o Modo de operação do Buzzer (F27) configurado.

F30 - Tempo de Buzzer ligado

É o tempo que o Buzzer permanecerá ligado (ciclo ativo). Para desabilitar o alarme sonoro (Buzzer) ajuste o valor "0" para esta função.

F31 - Tempo de Buzzer desligado

É o tempo que o Buzzer permanecerá desligado (ciclo inativo). Para desabilitar o alarme sonoro (Buzzer) ajuste o valor "0" para esta função.

F32 - Tempo de inibição do Buzzer na energização

É o tempo que o Buzzer permanecerá desligado mesmo que em condições de alarme. Esse tempo serve para inibir o Buzzer durante o tempo que o sistema ainda não atingiu as condições de trabalho.

F33 - Tempo de reativação do Buzzer quando inibido manualmente

Esta função permite três configurações diferentes:

- F08** - O Buzzer será inibido por um período indeterminado ou até que a temperatura entre em condição normal de trabalho e retorne a condição de alarme novamente;
- 0** - O Buzzer não poderá ser inibido pelas teclas de acesso facilitado;
- 1 a 999** - O Buzzer será inibido durante este período (em minutos), retornando a ligar caso persista a condição de alarme;

F34 - Intensidade do filtro digital

Esse filtro tem a finalidade de simular um aumento de massa no sensor, aumentando assim o seu tempo de resposta (inércia térmica). Quanto maior o valor ajustado nesta função, maior o tempo de resposta do sensor.

Uma aplicação típica que necessita desse filtro são freezers para sorvetes e congelados, pois ao abrir a porta, uma massa de ar quente atinge diretamente o sensor, provocando uma rápida elevação na indicação da temperatura medida e, muitas vezes, acionando desnecessariamente o compressor.

F35 - Endereço do equipamento na rede RS - 485 (comunicação serial)

Cada equipamento conectado à rede RS - 485 deve possuir um único endereço, diferente dos demais, de modo que o computador possa identificá-lo.

Atenção: Para evitar problemas na comunicação, certifique-se que não existem equipamentos com o mesmo endereço.

6. CONFIGURAÇÕES**6.1 - Ajuste da temperatura de controle (SETPOINT)**

- Pressione **SET** por 2 segundos até aparecer **SETE**, soltando em seguida. Aparecerá **SP1** e a temperatura ajustada para o 1º estágio.
- Utilize as teclas **▲** e **▼** para modificar o valor e, em seguida, pressione **SET**.
- Ajuste da mesma forma **SP2** (2º estágio) e **SP3** (3º estágio).

7. ALTERAÇÃO DOS PARÂMETROS

- Acesse a função F01 pressionando simultaneamente as teclas **▲** e **▼** por 2 segundos até aparecer **F01**, soltando em seguida. Logo aparecerá **F01** e então pressione **ENT** (toque curto).
- Utilize as teclas **▲** e **▼** para entrar com o código de acesso (123) e, quando pronto, pressione **ENT**.
- Utilize as teclas **▲** e **▼** para acessar a função desejada.
- Após selecionar a função, pressione **ENT** (toque curto) para visualizar o valor configurado para aquela função.
- Utilize as teclas **▲** e **▼** para alterar o valor e, quando pronto, pressione **ENT** para memorizar o valor configurado e retornar ao menu de funções.
- Para sair do menu e retornar à operação normal (indicação da temperatura) pressione **ENT** (toque longo) até aparecer **---**.

8. FUNÇÕES DE RÁPIDO ACESSO**8.1 Registros das temperaturas máxima e mínima**

Pressione **▲**, aparecerá a temperatura mínima registrada. Logo após aparecerá a temperatura máxima registrada.

Nota: Para reinicializar os registros, basta manter pressionada a tecla **▲** durante a visualização das temperaturas mínima e máxima até aparecer **---**.

8.2 Inibição do alarme e Buzzer

Para inibir o alarme OUT2 pressione simultaneamente as teclas **▲** e **ENT**.
Para inibir o Buzzer pressione simultaneamente as teclas **▼** e **ENT**.

9. SINALIZAÇÕES

OUT 1 - Saída do 1º estágio ligada

OUT 2 - Saída do 2º estágio ligada

OUT 3 - Saída do 3º estágio ligada

BUZZ - Buzzer interno (sirene) acionado

ERR - Sensor desconectado ou temperatura fora da faixa especificada.

10. SELEÇÃO DE UNIDADE (°C / °F)

Para definir a unidade que o instrumento irá operar entre na função "F01" com o código de acesso 231 e confirme na tecla **ENT**. Pressione a tecla **▲** e aparecerá a indicação **UNIT**. Pressione **ENT**. Para escolher entre **°C** ou **°F** e confirme. Após selecionar a unidade aparecerá **F01** e o instrumento voltará para a função "F01". Toda a vez que a unidade for alterada os parâmetros devem ser reconfigurados, pois eles assumem os valores "padrão".

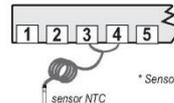
11. SELEÇÃO DO TIPO DE SENSOR**F01 - Código de acesso (312)**

É necessário quando se deseja selecionar entre o termistor NTC ou PT-100.

Após inserir o código confirme na tecla **ENT**. Acesse a função **SEN** e seleccione entre **NTC** ou **PT-100**. Toda a vez que for selecionado um novo sensor o instrumento deve ter suas funções ajustadas

11.1 SENSOR NTC

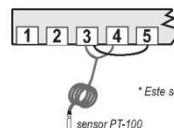
Deve ser conectado nos bornes 3 e 4, conforme figura abaixo:



* Sensor fornecido com o controlador.

11.2 - SENSOR PT-100

Deve ser conectado nos bornes 3 e 4 e interligados os bornes 3 e 5, conforme figura abaixo:

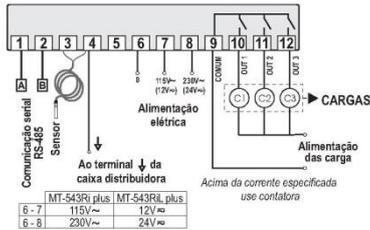


* Este sensor deve ser adquirido separadamente.

Tabela de relação bitola de fio / distância máx. para PT-100 a dois fios.

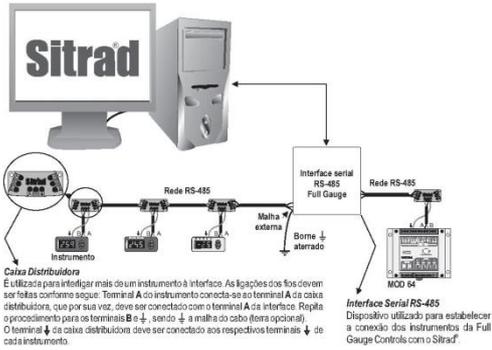
Diâmetro (AWG) (mm)	Dist. máx. (metros)
14	1.63 18.1
16	1.29 11.4
18	1.02 7.2
20	0.81 3.0
22	0.64 1.9
24	0.51 1.8
28	0.40 1.1

12. ESQUEMA DE LIGAÇÃO



Nota: O comprimento do cabo do sensor pode ser aumentado pelo próprio usuário, em até 200 metros, utilizando cabo PP 2 x 24AWG. Para imersão em água utilize poço termométrico.

Interligando Controladores, Interface Serial RS-485 e Computador

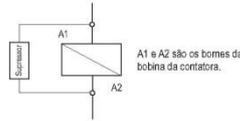


IMPORTANTE

Conforme capítulos da norma NBR 5410:

- 1: Instale protetores contra sobretensões na alimentação.
- 2: Cabos de sensores e de sinais de computador podem estar juntos, porém não no mesmo eletroduto por onde passam alimentação elétrica e acionamento de cargas.
- 3: Instale supressores de transientes (filtros RC) em paralelo às cargas, como forma de aumentar a vida útil dos relés.

Esquema de ligação de supressores em contadoras



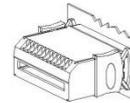
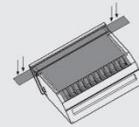
Esquema de ligação de supressores em cargas acionamento direto



VINIL PROTETOR:

Protege os instrumentos instalados em locais sujeitos a respingos d'água, como em balcões frigoríficos, por exemplo. Este vinil adesivo acompanha o instrumento, dentro da sua embalagem. Faça a aplicação somente após concluir as conexões elétricas.

Retire o papel protetor e aplique o vinil sobre toda a parte superior do aparelho, dobrando as abas conforme indicado pelas setas.



APÊNDICE A

Nesta sessão são apresentados os resultados obtidos durante o processamento da regressão linear utilizando a ferramenta de análises de dados do Microsoft Excel 20130.

APÊNDICE A01 -REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA – ESTUDO DE CASO 01

Dados de Entrada

	Energia	T-Injeção	T-Extrusão
1	659,40	21,00	22,90
2	638,40	23,00	22,70
3	672,00	19,25	22,10
4	701,40	18,12	20,01
5	709,80	18,00	20,31
6	722,40	17,23	19,19
7	739,20	17,58	18,65
8	737,10	17,38	18,96
9	735,00	18,23	17,97
10	730,80	18,00	18,92
11	672,00	19,60	20,70
12	739,20	18,00	18,84
13	735,00	18,10	18,59
14	724,50	17,98	19,51
15	722,40	17,66	19,49
16	722,40	17,73	19,47
17	711,90	17,76	19,20
18	705,60	17,60	19,07
19	693,00	17,70	19,88
20	705,60	17,59	18,71
21	701,40	17,46	18,53
22	686,70	18,10	21,80
23	690,90	18,70	21,70
24	768,60	17,50	16,70

RESUMO DOS RESULTADOS ESTUDO DE CASO 01

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,906705108
R-Quadrado	0,822114152
R-quadrado ajustado	0,805172643
Erro padrão	13,07438824
Observações	24

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	16590,2441	8295,12203	48,5266181	1,33809E-08
Resíduo	21	3589,73218	170,939628		
Total	23	20179,9763			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	1081,005157	39,649126	27,2642871	7,0789E-18	998,5502857	1163,460029	998,5502857	1163,460029
T-Injeção	-5,5736235	3,14702873	-1,77107487	0,09106271	-12,11822801	0,970981013	-12,118228	0,970981013
T-Extrusão	-13,65522058	2,65680899	-5,13970731	4,3126E-05	-19,18035734	-8,13008382	-19,1803573	-8,13008382

Dados de saída

RESULTADOS DE RESÍDUOS

<i>Observação</i>	<i>Previsto(a) Energia</i>	<i>Resíduos</i>
1	651,25	8,145487613
2	642,84	-4,438309503
3	671,93	0,067470026
4	706,83	-5,4343954
5	703,31	6,489725746
6	722,92	-0,517900725
7	728,38	10,82290222
8	725,29	11,81318221
9	734,02	0,976272463
10	722,26	8,541099072
11	689,10	-17,09907056
12	723,41	15,79245405
13	726,32	8,675767632
14	714,35	10,15206869
15	716,36	6,043845691
16	716,35	6,0486862
17	719,91	-8,009005383
18	722,44	-16,84219815
19	710,86	-17,85599103
20	727,53	-21,92630979
21	730,72	-29,32234455
22	682,44	4,261236827
23	680,46	10,43988887
24	755,42	13,17543778

APÊNDICE A02 -REGRESSÃO LINEAR SIMPLES – ESTUDO DE CASO 02

Dados de Entrada

	CONSUMO	TEMP
SEG	73,63	23,52
TER	103,97	19,34
QUA	151,60	18,00
QUI	158,40	17,70
SEX	75,88	23,23
SAB	96,52	22,47
DOM	49,16	24,10

RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estadística de regressão</i>	
R múltiplo	95%
R-Quadrado	90%
R-quadrado ajustado	88%
Erro padrão	13,98
Observações	7

ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	8974,438496	8974,438496	45,91566516	0,001064263
Resíduo	5	977,2741465	195,4548293		
Total	6	9951,712643			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-p</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>perior 95,0%</i>
Interseção	399,0501215	44,25678084	9,016700128	0,000280201	285,2844445	512,8157984	285,2844445	512,8158
TEMP	-14,04876203	2,073278367	-6,776109884	0,001064263	-19,37829374	-8,719230324	-19,37829374	-8,71923

Dados de saída

RESULTADOS DE RESÍDUOS

<i>Observação</i>	<i>Previsto(a) CONSUMO</i>	<i>Resíduos</i>
1	68,66	4,96272789
2	127,38	-23,40859848
3	146,17	5,431761812
4	150,39	8,008799869
5	72,70	3,177620586
6	83,37	13,14639477
7	60,47	-11,31870644

APÊNDICE B

(ARTIGOS PUBLICADOS RELACIONADOS DISSERTAÇÃO)

ARTIGOS PUBLICADOS EM CONGRESSOS INTERNACIONAIS

1. CIRINO, Weverson dos Santos.; MORAES, Nadime Mustafa; REIS, Ana Maria.; OLIVEIRA, Anderson Castro.; SOARES, Gerdson Tanaka.: TOSTES. M.E.L.; BEZERRA, U.H. **Sistema de Control de Temperatura Digital como Herramienta para la Eficiencia Energética em la Industria.** III Convención Internacional de la Ingeniería en Cuba. Havana, Cuba. III CIIC 2014.

ARTIGOS PUBLICADOS EM CONGRESSOS NACIONAIS

1. SOARES, Gerdson Tanaka.; SOARES Thiago Mota.; TOSTES. M.E.L.; **Sistema de Gerenciamento de Energia e M&V como Ferramenta de Eficiência Energética na Indústria.** V Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos - SBSE 2014. Foz do Iguaçu – PR, Brasil.
2. SOARES, Gerdson Tanaka.: TOSTES. M.E.L.; MORAES, Nadime Mustafa; REIS, Ana Maria; CIRINO, Weverson dos Santos. **Controladores de Temperatura Digital como Ferramenta de Eficiencia em Centrais de Ar Condicionados na Indústria.** Seminário Nacional de Distribuição de energia Elétrica – SENDI XXI - 2014. Santos – RJ, Brasil.

ARTIGOS PUBLICADOS EM REVISTAS

1. SOARES, Gerdson Tanaka.; SOARES Thiago Mota.; TOSTES. M.E.L.; **Sistema de Gerenciamento de Energia e M&V como Ferramenta de Eficiência Energética na Indústria.** Revista O Setor Elétrico, Ed. 104 – Set. 2014, pp: 122-131. Revista QUALIS CAPES B5 ENGENHARIA IV