

### Diagnóstico de eficiência energética em uma agroindústria utilizando termografia

Enerdan Fernando Dal Ponte<sup>1</sup>, Rosemar Cristiane Dal Ponte<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Camargo Nogueira<sup>1</sup>, Jair Antônio Cruz Siqueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel-PR.

efdalponete@hotmail.com, rosemardalponete@hotmail.com, cecn1@yahoo.com.br, jair.siqueira@unioeste.br

**Resumo:** A agroindústria em geral busca um aumento da sua produção com redução de seus custos. Neste contexto, as empresas investem em diagnósticos em eficiência energética para identificarem os pontos onde há perda de energia. Através da utilização da análise termográfica e estudo de eficiência de motores é possível determinar a eficiência energética. Este estudo de caso propõe realizar uma análise termográfica e uma simulação para troca de motores elétricos antigos por motores elétricos de alto rendimento para reduzir o consumo de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Energia, Imagens Térmicas, Motores Elétricos.

**Abstract:** Agribusiness in general seeks an increase of its production with reduction of its costs. In this context, companies invest in diagnostics in energy efficiency to identify the points where there is loss of energy. Through the use of thermographic analysis and study of efficiency of engines it is possible to determine the energy efficiency. This case study proposes to perform a thermographic analysis and a simulation for the exchange of old electric motors with high efficiency electric motors to reduce the consumption of electric energy.

**Key words:** Energy, Thermal Imaging, Electric Motors.

### Introdução

Através da eficiência energética é possível obter um melhor desempenho na produção através de um menor consumo de energia. Para a redução do consumo de energia

elétrica de uma agroindústria, pode ser implementado um conjunto de ações, visando a redução das perdas de energia durante o processo produtivo (AIMINHO, 2010).

Dentre estas ações destacam-se:

- Adotar sistemas de velocidade variável, tais como inversores de frequência e arrancadores suaves (“soft-start”) nos motores com potências maiores;
- Controlar o regime de funcionamento de todos os consumidores de energia elétrica de forma a assegurar que estão ligados, apenas, os necessários;
- Proceder a verificação termográfica da rede de distribuição e de todos os pontos de ligação e utilização;
- Melhorar o fator de potência ao longo da rede de distribuição de energia (AIMINHO, 2010).

A termografia é uma técnica de detecção da distribuição de energia térmica emitida pela superfície de um ou vários corpos ou objetos. É um método capaz de detectar, visualizar e gravar diferentes níveis de distribuição de temperatura através da superfície de um objeto (ITEAG, 2010). A radiação eletromagnética, em especial a radiação térmica, pode ser emitida nas faixas de ultravioleta, luz visível, infravermelho e até na faixa de micro-ondas do espectro eletromagnético. Contudo, grande parte da radiação térmica para temperaturas típicas encontradas em equipamentos é emitida dentro da faixa de infravermelho. Por este motivo, os termovisores utilizados são fabricados com detectores que respondem a essa faixa do espectro, mais especificamente de 3 a 5  $\mu\text{m}$  ou de 8 a 14  $\mu\text{m}$ , sendo a última faixa ainda mais adequada às temperaturas e condições encontradas em inspeções de equipamentos industriais e de alta tensão expostos ao tempo.

A radiação infravermelha é um tipo de energia eletromagnética similar à radiação visível, ondas rádio e raios-X, que se desloca à velocidade da luz sob a forma de onda sinusoidal, diferindo apenas no comprimento de onda, e onde todos os corpos com uma temperatura acima do zero absoluto a emitem e a absorvem (ITEAG, 2010).

A termografia é utilizada para testar transformadores, caixas de distribuição elétrica, sistemas de comutação ou unidades elétricas. Pode ser usada também em todos os sistemas elétricos para localizar falhas nas conexões elétricas, para identificar condições de sobrecarga de qualquer tipo (ITEAG, 2010).

Os tipos de motores elétricos mais utilizados pelas indústrias são os trifásicos e os monofásicos de indução, os síncronos e os de corrente contínua (COPEL, 2005). A participação dos motores elétricos no consumo industrial no Brasil é expressiva, exigindo

atenção especial em qualquer programa de gerenciamento e conservação de energia elétrica (COPEL, 2005).

As perdas em um motor de indução podem ser subdivididas em:

- perdas no enrolamento;
- perdas no funcionamento em vazio;
- perdas mecânicas, referentes a atritos nos mancais e potência para ventilação;
- perdas suplementares, decorrentes da distribuição não uniforme da corrente no enrolamento e das perdas adicionais no ferro (COPEL, 2005).

Sob qualquer carga, o motor apresenta perdas fixas, como as no ferro e as devido à ventilação e ao atrito. Além das perdas fixas, há as perdas variáveis com o carregamento do motor, como as perdas no cobre, que crescem com o quadrado da corrente de carga. Sendo assim, com pequenas cargas, em relação a sua potência nominal, o rendimento do motor é baixo, tendo em vista serem grandes as perdas fixas em comparação com a potência fornecida (ITEAG, 2010).

Os motores de alto rendimento apresentam características específicas que fazem com que acionem a mesma carga, porém absorvendo uma potência elétrica menor da rede. Conseqüentemente ele funcionará sob uma menor temperatura de trabalho resultando numa vida útil maior e menor necessidade de manutenção (COPEL, 2005).

Para fins de identificação das perdas de energia, o objetivo deste trabalho é propor um diagnóstico de eficiência energética utilizando sistemas de imagens termográficas dos painéis elétricos e avaliação de consumo de motores elétricos utilizados.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido em uma agroindústria no ramo de nutrição animal, localizada na região oeste do Paraná. A primeira etapa do trabalho caracterizou-se pela realização levantamento fotográfico para a identificação dos equipamentos que compõem as instalações tais como: painéis e motores elétricos. Os dados coletados foram:

a) Levantamento e identificação das características nominais e de operação dos equipamentos de força motriz (motores elétricos de indução), a partir dos dados fornecidos na placa de identificação dos motores (tipo de motor elétrico, potência, tensão e corrente nominais, rendimento e fator de potência), e a partir dos valores medidos de tensão entre fases, corrente em cada fase, fator de potência e potências ativa, reativa e aparente;

b) Análise termográfica dos painéis e dos conjuntos de motores/redutores/polias;

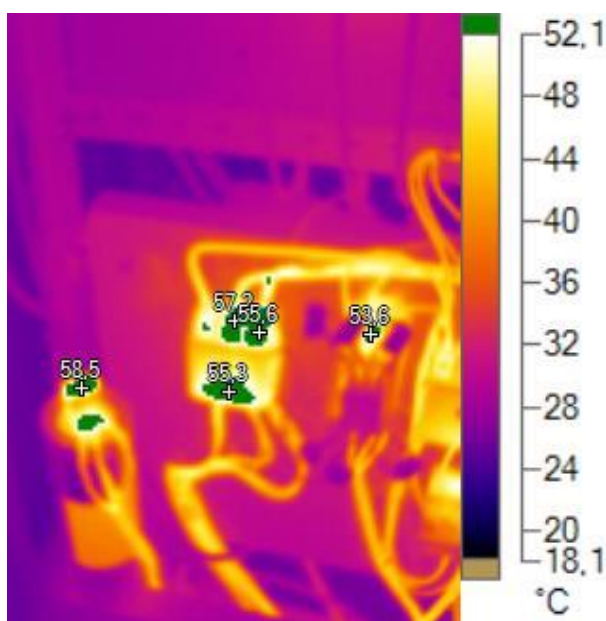
c) Avaliação do sistema motriz utilizado, verificando a possibilidade da substituição dos motores elétricos antigos por motores elétricos de alto rendimento.

Para realização da inspeção termográfica foi utilizado o TERMOVISOR (Modelo: Fluke Ti110 Thermography, Série: Ti110-14110375; Faixa de Medição: -10°C até +250°C; Precisão:  $\pm 5^\circ\text{C}$  ou 5% da leitura; Emissividade: 0,95)

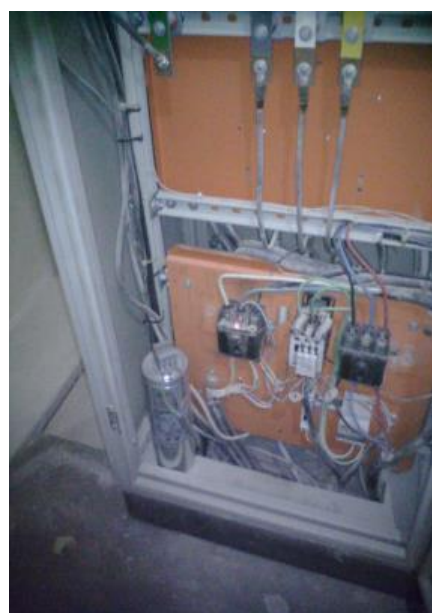
Após o levantamento dos dados foi confeccionado um diagnóstico de gestão energética industrial, que permite à empresa executar as medidas indicadas, para otimizar a utilização da energia, de forma adequada.

### Resultados e Discussão

A partir das imagens geradas pelo termovisor foi possível identificar os pontos em que as temperaturas dos componentes ultrapassam às suas temperaturas de trabalho, conforme mostrado nas Figuras 1 e 2.



**Figura 1.** Imagem Térmica Painel Elétrico



**Figura 2.** Imagem Painel Elétrico

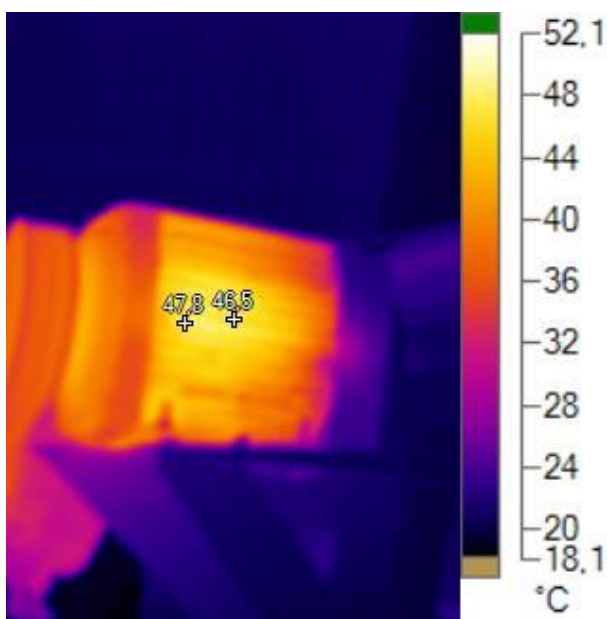
Como pode ser observado pela Tabela 1, a temperatura dos pontos P0, P1, P2 e P3 apresentam temperaturas superiores à temperatura máxima permitida no ambiente de  $40^\circ\text{C}$ .

**Tabela 1.** Marcadores da Imagem Térmica Painel Elétrico

Nome	Temperatura
Ponto Central	57,2°C
P0	53,6°C
P1	55,3°C
P2	55,6°C
P3	58,5°C

Emissividade = 0,95 é a relação da energia de infravermelho irradiada por um objeto em uma determinada temperatura e faixa espectral e a energia emitida pelo irradiador perfeito.

Pode-se observar nas Figuras 3 e 4, um motor em condições de trabalho normal, a temperatura registrada foi de 46,5°C a 47,8°C.

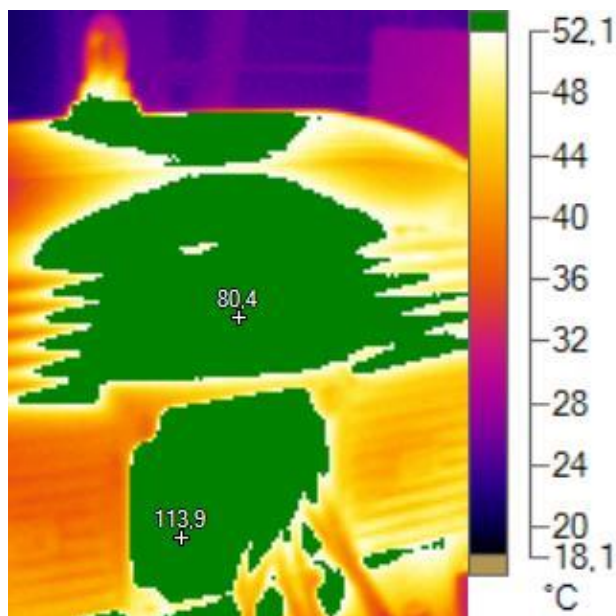
**Figura 3.** Imagem Térmica Motor1**Figura 4.** Imagem Motor1

Conforme Tabela 2, é possível observar que a temperatura do motor está abaixo da temperatura de trabalho do motor.

**Tabela 2.** Marcadores da Imagem Térmica Motor1

Nome	Temperatura
Ponto Central	46,5°C
P0	47,8°C

As Figuras 5 e 6 mostram, um motor em condições de trabalho que ultrapassa o limite de temperatura de operação conforme norma NBR 17094 para os motores tipo Classe A, à uma temperatura ambiente de 40°C, a temperatura do ponto mais quente não pode ultrapassar 105 °C.



**Figura 5.** Imagem Térmica Motor2



**Figura 6.** Imagem Motor2

Já na Tabela 3, é possível observar que temperatura do motor ultrapassa o limite da temperatura de operação, indicando que o motor está trabalhando em sobre carga.

**Tabela 3.** Marcadores da Imagem Térmica Motor2

Nome	Temperatura
Ponto Central	80,4°C
P0	113,9°C

Conforme Tabela 4, expõe-se o resultado de uma simulação do consumo de energia dos motores utilizados atualmente pela empresa e, motores de alto rendimento com as mesmas potências, considerando o uso dos motores de alto rendimento durante 10 horas por dia, observa-se uma redução diária de 11,36% no de consumo de energia.

**Tabela 4.** Consumo de Energia Elétrica - Motor Normal x Motor de Alto Rendimento

QTD.	Descrição	Pot.(cv)	Rend. Motor Normal	Rend. Motor Alto Rend.	Consumo Motor Normal (kW/h)	Consumo Motor Alto Rend. (kW/h)	Diferença Consumo	Redução Consumo
8	MOTOR 3CV	3	85,1	87,5	2,58	2,20	3,04	117,83%
8	MOTOR 5 CV	5	88,0	89,0	4,20	3,70	4,00	95,24%
7	MOTOR 15 CV	15	91,5	90,5	12,00	11,00	7,00	58,33%
1	MOTOR 2 CV	2	84,2	86,5	1,85	1,50	0,35	18,92%
9	MOTOR 10 CV	10	91,0	92,0	8,24	7,50	6,66	80,83%
4	MOTOR 20 CV	20	92,4	93,4	16,23	15,00	4,92	30,31%
1	MOTOR 25 CV	25	92,8	93,8	19,97	18,50	1,47	7,36%
2	MOTOR 40cv	40	93,4	94,4	31,70	30,00	3,40	10,73%
1	MOTOR 50cv	50	93,6	94,6	39,10	37,00	2,10	5,37%
1	MOTOR 60cv	60	94,1	95,1	47,30	45,00	2,30	4,86%
3	MOTOR 300cv	300	95,9	96,4	228,2	220,00	24,60	10,78%
6	MOTOR 12,5cv	12,5	91,0	92,0	10,2	9,20	6,00	58,82%
2	MOTOR 1,5 cv	1,5	81,6	83,0	1,5	1,10	0,80	53,33%
3	MOTOR 6cv	6	88,5	89,5	5,5	4,50	3,00	54,55%
3	MOTOR 4 cv	4	86,5	88,0	3,8	3,00	2,40	63,16%

**Redução de consumo total por dia > 11,36%**

### Conclusões

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que através da revisão dos circuitos elétricos dos painéis, reaperto dos borners e troca dos terminais condutores, contribui com a redução de suas temperaturas contribuindo para a redução no consumo de energia.

Com a substituição dos motores elétricos atualmente utilizados, por motores de alto rendimento é possível atingir uma redução diária de 11,36% no consumo de energia elétrica.

### Referências

AIMINHO – Associação Empresarial, **Manual de Boas Práticas para a Eficiência Energética**, Braga, out 2010.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>> Acesso em: 04 out 2016.

CEMIG. COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Alternativas energéticas: uma visão Cemig. Belo Horizonte, CEMIG, 2012. 369 p.

COPEL. **Manual de Eficiência Energética na Indústria**, nov 2005.

ITEAG, “**Termografia: Teoria, Procedimentos e Vantagens**”, Portugal, março 2010.  
Disponível em:  
[http://sites.unisanta.br/ppgecomar/documentos/ANAIS\\_TERCEIRO\\_ENCONTRO\\_POS.pdf](http://sites.unisanta.br/ppgecomar/documentos/ANAIS_TERCEIRO_ENCONTRO_POS.pdf)  
f Acesso: 04 out 2016

**Termografia em sistemas eletricos. Soluções** Texto. Disponível em: [www.testo.pt](http://www.testo.pt).. Acesso em: 10 out 2016.

---

**Recebido para publicação em: 16/11/2016**

**Aceito para publicação em: 18/11/2016**