



OLINDA | PE

18º SEMINÁRIO NACIONAL  
DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ENERGIA ELÉTRICA

06 a 10 de Outubro de 2008  
Olinda - PE

### Influência do Carregamento no cálculo da Energia Economizada e na Redução da Demanda de Ponta no uso final Motores

Jorge Eduardo Vasconcelos Schorr

Copel Distribuição S.A.

jorge.schorr@copel.com

#### PALAVRAS CHAVE:

Carregamento  
Energia Economizada  
Redução de Demanda na Ponta  
Programa de Eficiência Energética

#### DADOS DA EMPRESA:

Nome: Copel Distribuição S.A.  
Endereço: Rua José Izidoro Biazetto, 158  
Telefone / Fax: 41 3331-2861  
E-mail: jorge.schorr@copel.com

## RESUMO

Os valores de Energia Economizada, EE, e Redução de Demanda na Ponta, RDP, no uso final Motores, apontados pelo equacionamento indicado no Manual do Programa de Eficiência Energética são valores inferiores aos resultados obtidos depois de efetuadas as trocas indicadas nos projetos de eficientização. No caso do projeto de eficientização ser baseado em dados de catálogo e sendo o carregamento em 100%, onde é possível concluir que o cálculo baseado somente em dados de catálogo é conservador. Para o caso analisado neste artigo, os resultados obtidos através das medições foram superiores a 15 % sobre os valores calculados pelos dados de catálogo. Todos os dados utilizados neste artigo são reais e, por motivos de contrato, a privacidade será mantida, o cliente em que foi executado o projeto e as marcas dos motores utilizados no projeto não serão mencionados.

## 1. OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é comparar os resultados de Energia Economizada, EE, e Redução de Demanda na Ponta, RDP, no uso final Motores, apontados pelo equacionamento indicado no Manual do Programa de Eficiência Energética, MPEE, elaborado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel com os resultados obtidos após a conclusão da eficientização energética em projetos executados na área de concessão da Companhia Paranaense de Energia - Copel.

## 2. MÉTODOS

A metodologia utilizada para efetuar as medições está descrita no Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance, PIMVP. Foi utilizada a opção B, “Retrofit Isolado” do referido protocolo para efetuar as medições utilizadas na comparação.

A medição em cada motor foi efetuada com equipamentos calibrados e com memória de massa, o tempo em que os equipamentos de medição ficaram coletando as informações necessárias para as medidas foi de 24 horas antes e após o *retrofit*.

### 3. RESULTADOS

Na primeira análise apresentaremos os dados de catálogo, para se chegar à definição inicial das metas de EE e RDP; na segunda análise apresentaremos dados de medições realizadas em campo no pré-diagnóstico para a situação antes do *retrofit* e utilizaremos dados de catálogo para a situação proposta e o novo cálculo das metas a serem alcançadas de EE e RDP; e, por fim, apresentaremos os dados das medições realizadas em campo antes e após o *retrofit*, além do cálculo das metas alcançadas de EE e RDP.

As equações de EE e RDP são definidas no Manual do Programa de Eficiência Energética elaborado pela ANEEL conforme mostrado abaixo:

$$RDP = \left( P_1 \times N_1 \times \frac{1}{R_1} - P_2 \times N_2 \times \frac{1}{R_2} \right) \times FCP \times 0,736 \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

$$EE = \left( P_1 \times N_1 \times \frac{1}{R_1} - P_2 \times N_2 \times \frac{1}{R_2} \right) \times t \times 0,736 \times 10^{-3} \quad (\text{MWh/ano}) \quad (2)$$

onde:

FCP - Fator de Coincidência na Ponta a ser definido pela concessionária;

$P_1$  - potência nominal do motor existente (cv);

$P_2$  - potência nominal do novo motor (cv);

t - tempo de utilização do motor no ano em horas

$R_1$  - eficiência do motor existente;

$R_2$  - eficiência do novo motor, definido pelo fabricante;

$N_1$  - quantidade de motores existentes;

$N_2$  - quantidade de motores novos;

Como o regime de operação do cliente é contínuo, o FCP foi definido em 1 (um).

#### Situação 1: Dados de Catálogo

Inicialmente iremos analisar o projeto de substituição de motores sem efetuar medições iniciais, considerando os dados de placa dos motores ou do catálogo e o carregamento será de 100%, teremos então a seguinte situação, Tabelas 1 a 5:

Tabela 1

Motores/Equipamentos			Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 4	Motor 5
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
	Horas/ano trabalhadas:	t	8280	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00
Sistema Atual							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	$C_1$	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência	(%)	$R_1$	73,00%	70,00%	78,00%	78,00%	79,00%
Quantidade		$N_1$	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	$P_1$	1,00	1,50	3,00	3,00	3,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		8,35	13,06	23,44	23,44	23,14
Sistema Proposto							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento	(%)	$C_2$	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência - catálogo	(%)	$R_2$	82,60%	81,50%	85,00%	85,00%	85,00%
Quantidade		$N_2$	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	$P_2$	1,00	1,50	3,00	3,00	3,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		7,38	11,22	21,51	21,51	21,51
Resultados Esperados							
Redução de potência (kW)		RDP	0,12	0,22	0,23	0,23	0,20
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	0,97	1,84	1,93	1,93	1,63
Economia (%)			11,62%	14,11%	8,24%	8,24%	7,06%

Tabela 2

Motores/Equipamentos			Motor 6	Motor 7	Motor 8	Motor 9	Motor 10
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sistema Atual							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	78,00%	66,00%	84,00%	88,00%	88,00%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	5,00	7,50	10,00	30,00	30,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		39,06	69,25	72,55	207,75	207,75
Sistema Proposto							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento	(%)	C <sub>2</sub>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	88,00%	90,00%	91,00%	93,00%	93,00%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	5,00	7,50	10,00	30,00	30,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		34,63	50,78	66,97	196,58	196,58
Resultados Esperados							
Redução de potência (kW)		RDP	0,54	2,23	0,67	1,35	1,35
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	4,44	18,47	5,58	11,17	11,17
Economia (%)			11,36%	26,67%	7,69%	5,38%	5,38%

Tabela 3

Motores/Equipamentos			Motor 11	Motor 12	Motor 13	Motor 14	Motor 15
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sistema Atual							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%	90,00%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		270,85	270,85	270,85	338,56	338,56
Sistema Proposto							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento	(%)	C <sub>2</sub>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	93,00%	93,00%	93,00%	93,90%	93,20%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		262,11	262,11	262,11	324,50	326,94
Resultados Esperados							
Redução de potência (kW)		RDP	1,06	1,06	1,06	1,70	1,40
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	8,74	8,74	8,74	14,06	11,62
Economia (%)			3,23%	3,23%	3,23%	4,15%	3,43%

Tabela 4

Motores/Equipamentos			Motor 16	Motor 17	Motor 18	Motor 19	Motor 20
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sistema Atual							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	90,00%	89,00%	89,00%	89,00%	90,00%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	50,00	60,00	60,00	75,00	125,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		338,56	410,84	410,84	513,55	846,40
Sistema Proposto							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento	(%)	C <sub>2</sub>	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	93,20%	93,90%	93,90%	94,10%	94,50%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	50,00	60,00	60,00	75,00	125,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		326,94	389,40	389,40	485,71	806,10
Resultados Esperados							
Redução de potência (kW)		RDP	1,40	2,59	2,59	3,36	4,87
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	11,62	21,44	21,44	27,83	40,30
Economia (%)			3,43%	5,22%	5,22%	5,42%	4,76%

Tabela 5

Motores/Equipamentos			Motor 21	Motor 22	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	
Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	
<b>Sistema Atual</b>					
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	<b>Totais</b>
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	100,00%	100,00%	
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	90,00%	90,00%	
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	125,00	125,00	
Energia Consumida	(MWh/ano)		846,40	846,40	
<b>Sistema Proposto</b>					
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	<b>Totais</b>
Carregamento	(%)	C <sub>2</sub>	100,00%	100,00%	
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	94,50%	94,50%	
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	125,00	125,00	
Energia Consumida	(MWh/ano)		806,10	806,10	
<b>Resultados Esperados</b>					
Redução de potência (kW)			RDP	4,87	4,87
Energia Conservada (MWh/ano)			EE	40,30	40,30
Economia (%)				4,76%	4,76%

Utilizando as equações (1) e (2) chegamos aos resultados esperados para estas substituições que são de:

Tabela 6

Resultados Esperados		Totais
Redução de potência (kW)	RDP	37,96
Energia Conservada (MWh/ano)	EE	314,28

## Situação 2: Pré-Diagnóstico

Na segunda análise, apresentamos o projeto de substituição de motores com medições iniciais, efetuadas no pré-diagnóstico, para a situação atual e para a situação proposta dados de catálogo utilizando o mesmo carregamento da situação atual, teremos então a seguinte situação, Tabelas 7 a 11:

Tabela 7

Motores/Equipamentos			Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 4	Motor 5	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	345	345	345	
Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280	8280	
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
<b>Sistema Atual</b>								
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	95,00%	63,00%	63,00%	76,00%	68,00%	
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	69,00%	71,00%	74,00%	79,00%	79,00%	
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	1,00	1,50	3,00	3,00	3,00	
Demanda	(kW)		1,07	1,55	2,98	2,79	2,79	
Energia Consumida	(MWh/ano)		8,83	12,87	24,71	23,14	23,14	
<b>Sistema Proposto</b>								
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	
Carregamento - catalogo	(%)	C <sub>2</sub>	95,00%	63,00%	63,00%	76,00%	68,00%	
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	81,00%	78,00%	84,00%	85,00%	85,00%	
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	1,00	1,50	3,00	3,00	3,00	
Demanda	(kW)		0,91	1,42	2,63	2,60	2,60	
Energia Consumida	(MWh/ano)		7,52	11,72	21,76	21,51	21,51	
<b>Resultados Esperados</b>								
Redução de potência (kW)			RDP	0,16	0,14	0,36	0,20	0,20
Energia Conservada (MWh/ano)			EE	1,31	1,16	2,94	1,63	1,63
Economia (%)				14,81%	8,97%	11,90%	7,06%	7,06%

Tabela 8

Motores/Equipamentos			Motor 6	Motor 7	Motor 8	Motor 9	Motor 10
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
	Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Atual</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	61,00%	97,00%	63,00%	95,00%	62,00%
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	77,00%	80,00%	75,00%	85,00%	84,00%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	5,00	7,50	10,00	30,00	30,00
Demanda	(kW)		4,78	6,90	9,81	25,98	26,29
Energia Consumida	(MWh/ano)		39,57	57,13	81,25	215,09	217,65
<b>Sistema Proposto</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento - catalogo	(%)	C <sub>2</sub>	61,00%	97,00%	63,00%	95,00%	62,00%
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	87,00%	89,00%	89,00%	92,00%	92,00%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	5,00	7,50	10,00	30,00	30,00
Demanda	(kW)		4,23	6,20	8,27	24,00	24,00
Energia Consumida	(MWh/ano)		35,02	51,35	68,47	198,72	198,72
<b>Resultados Esperados</b>							
Redução de potência (kW)		RDP	0,55	0,70	1,54	1,98	2,29
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	4,55	5,78	12,78	16,37	18,93
Economia (%)			11,49%	10,11%	15,73%	7,61%	8,70%

Tabela 9

Motores/Equipamentos			Motor 11	Motor 12	Motor 13	Motor 14	Motor 15
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
	Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Atual</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	66,00%	69,00%	52,00%	74,00%	76,00%
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	85,00%	85,00%	86,00%	89,00%	89,00%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00
Demanda	(kW)		34,64	34,64	34,23	41,35	41,35
Energia Consumida	(MWh/ano)		286,78	286,78	283,45	342,36	342,36
<b>Sistema Proposto</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento - catalogo	(%)	C <sub>2</sub>	66,00%	69,00%	52,00%	74,00%	76,00%
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	92,00%	92,00%	92,00%	93,00%	93,00%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00
Demanda	(kW)		32,00	32,00	32,00	39,57	39,57
Energia Consumida	(MWh/ano)		264,96	264,96	264,96	327,64	327,64
<b>Resultados Esperados</b>							
Redução de potência (kW)		RDP	2,64	2,64	2,23	1,78	1,78
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	21,82	21,82	18,49	14,73	14,73
Economia (%)			7,61%	7,61%	6,52%	4,30%	4,30%

Tabela 10

Motores/Equipamentos			Motor 16	Motor 17	Motor 18	Motor 19	Motor 20
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
	Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	8280	8280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Atual</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	74,00%	67,00%	52,00%	67,00%	89,00%
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	89,00%	87,00%	88,00%	87,00%	90,00%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>1</sub>	50,00	60,00	60,00	75,00	125,00
Demanda	(kW)		41,35	50,76	50,18	63,45	102,22
Energia Consumida	(MWh/ano)		342,36	420,28	415,51	525,35	846,40
<b>Sistema Proposto</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento - catalogo	(%)	C <sub>2</sub>	74,00%	67,00%	52,00%	67,00%	89,00%
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	93,00%	93,00%	93,00%	92,00%	94,00%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potencia	(CV)	P <sub>2</sub>	50,00	60,00	60,00	75,00	125,00
Demanda	(kW)		39,57	47,48	47,48	60,00	97,87
Energia Consumida	(MWh/ano)		327,64	393,17	393,17	496,80	810,38
<b>Resultados Esperados</b>							
Redução de potência (kW)		RDP	1,78	3,27	2,70	3,45	4,35
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	14,73	27,11	22,34	28,55	36,02
Economia (%)			4,30%	6,45%	5,38%	5,43%	4,26%

Tabela 11

Motores/Equipamentos			Motor 21	Motor 22	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	
Horas/ano trabalhadas:		t	8280	8280	
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	
<b>Sistema Atual</b>					
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	<b>Totais</b>
Carregamento	(%)	C <sub>1</sub>	90,00%	76,00%	
Eficiência	(%)	R <sub>1</sub>	90,00%	89,00%	
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	
Potência	(CV)	P <sub>1</sub>	125,00	125,00	
Demanda	(kW)		102,22	103,37	
Energia Consumida	(MWh/ano)		846,40	855,91	
<b>Sistema Proposto</b>					
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	<b>Totais</b>
Carregamento - catalogo	(%)	C <sub>2</sub>	90,00%	76,00%	
Eficiência - catalogo	(%)	R <sub>2</sub>	94,00%	94,00%	
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	
Potência	(CV)	P <sub>2</sub>	125,00	125,00	
Demanda	(kW)		97,87	97,87	
Energia Consumida	(MWh/ano)		810,38	810,38	
<b>Resultados Esperados</b>					
Redução de potência (kW)		RDP	4,35	5,50	<b>44,56</b>
Energia Conservada (MWh/ano)		EE	36,02	45,53	<b>368,94</b>
Economia (%)			4,26%	5,32%	<b>5,68%</b>

Utilizando as equações (1) e (2) chegamos aos resultados esperados para estas substituições que são de:

Tabela 12

Resultados Esperados		Totais
Redução de potência (kW)	RDP	<b>44,56</b>
Energia Conservada (MWh/ano)	EE	<b>368,94</b>

### Situação Final: Medições de Campo

Antes de efetuar as substituições, foram realizadas as medições iniciais e ficou constatado que os motores não trabalham em regime de 100% de carga e que cada motor possui seu próprio regime de carga, confirmando as medições efetuadas no pré-diagnóstico, as medições realizadas são reproduzidas abaixo, Tabelas 13 a 17:

Tabela 13

Motores/Equipamentos			Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 4	Motor 5
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Atual</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento - (Valores medidos antes)	(%)	C <sub>1</sub>	57,90%	67,05%	53,54%	23,40%	33,34%
Eficiência - (Valores medidos antes)	(%)	R <sub>1</sub>	59,90%	67,79%	71,74%	77,21%	62,90%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potência	(CV)	P <sub>1</sub>	1,00	1,50	3,00	3,00	3,00
Demanda - (Valores medidos antes)	(kW)		0,655	0,983	1,483	0,634	0,901
Energia Consumida - (Valores medidos antes)	(MWh/ano)		4,804	7,963	12,255	5,264	6,318

Tabela 14

Motores/Equipamentos			Motor 6	Motor 7	Motor 8	Motor 9	Motor 10
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Atual</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Carregamento - (Valores medidos antes)	(%)	C <sub>1</sub>	61,27%	66,70%	76,00%	56,87%	73,48%
Eficiência - (Valores medidos antes)	(%)	R <sub>1</sub>	69,18%	76,35%	76,01%	75,18%	82,10%
Quantidade		N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potência	(CV)	P <sub>1</sub>	5,00	7,50	10,00	30,00	30,00
Demanda - (Valores medidos antes)	(kW)		3,096	4,280	7,259	14,198	17,787
Energia Consumida - (Valores medidos antes)	(MWh/ano)		24,117	36,491	51,757	113,648	135,461

Tabela 15

Motores/Equipamentos			Motor 11	Motor 12	Motor 13	Motor 14	Motor 15	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	345	345	345	
	Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	
Sistema Atual								
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	
Carregamento - (Valores medidos antes) (%)			C <sub>1</sub>	72,89%	71,72%	78,06%	78,07%	65,32%
Eficiência - (Valores medidos antes) (%)			R <sub>1</sub>	84,85%	85,39%	87,66%	88,78%	87,24%
Quantidade			N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potência (CV)			P <sub>1</sub>	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00
Demanda - (Valores medidos antes) (kW)				24,025	22,746	24,643	32,036	26,179
Energia Consumida - (Valores medidos antes) (MWh/ano)				183,154	158,314	189,446	260,680	214,400

Tabela 16

Motores/Equipamentos			Motor 16	Motor 17	Motor 18	Motor 19	Motor 20	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	345	345	345	
	Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	
Sistema Atual								
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Standard	Standard	Standard	
Carregamento - (Valores medidos antes) (%)			C <sub>1</sub>	68,89%	88,65%	91,30%	89,42%	70,50%
Eficiência - (Valores medidos antes) (%)			R <sub>1</sub>	87,39%	86,69%	90,93%	87,54%	87,96%
Quantidade			N <sub>1</sub>	1	1	1	1	1
Potência (CV)			P <sub>1</sub>	50,00	60,00	60,00	75,00	125,00
Demanda - (Valores medidos antes) (kW)				27,558	42,793	43,398	53,562	68,576
Energia Consumida - (Valores medidos antes) (MWh/ano)				238,089	343,123	360,323	369,454	589,521

Tabela 17

Motores/Equipamentos			Motor 21	Motor 22		
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00		
	Dias/Ano		345	345		
	Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	
Sistema Atual						
Tipo de equipamento / Tecnologia			Standard	Standard	Totais	
Carregamento - (Valores medidos antes) (%)			C <sub>1</sub>	80,25%		81,20%
Eficiência - (Valores medidos antes) (%)			R <sub>1</sub>	88,50%		89,12%
Quantidade			N <sub>1</sub>	1		1
Potência (CV)			P <sub>1</sub>	125,00		125,00
Demanda - (Valores medidos antes) (kW)				79,252		79,513
Energia Consumida - (Valores medidos antes) (MWh/ano)				649,119		654,801
						22,00
						934,00

Depois de efetuadas as substituições foram realizadas novas medições e ficou constatado que houve pequenas variações no regime de carregamento dos motores em relação às medições iniciais e estes valores são apresentados a seguir, Tabelas 18 a 22:

Tabela 18

Motores/Equipamentos			Motor 1	Motor 2	Motor 3	Motor 4	Motor 5	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	345	345	345	
	Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	
Sistema Proposto								
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	
Carregamento - (Valores medidos depois) (%)			C <sub>2</sub>	59,93%	66,89%	55,74%	23,38%	41,87%
Eficiência - (Valores medidos depois) (%)			R <sub>2</sub>	70,81%	77,50%	82,61%	70,63%	72,25%
Quantidade			N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potência (CV)			P <sub>2</sub>	1,00	1,50	3,00	3,00	3,00
Demanda - (Valores medidos depois) (kW)				0,623	0,933	1,363	0,585	0,998
Energia Consumida - (Valores medidos) (MWh/ano)				4,166	7,162	10,355	4,173	7,088

Tabela 19

Motores/Equipamentos			Motor 6	Motor 7	Motor 8	Motor 9	Motor 10	
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	
	Dias/Ano		345	345	345	345	345	
	Horas/ano trabalhadas:		t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta			FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	
Sistema Proposto								
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	
Carregamento - (Valores medidos depois) (%)			C <sub>2</sub>	78,37%	68,90%	88,54%	46,98%	75,64%
Eficiência - (Valores medidos depois) (%)			R <sub>2</sub>	82,92%	85,17%	88,65%	87,18%	91,10%
Quantidade			N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potência (CV)			P <sub>2</sub>	5,00	7,50	10,00	30,00	30,00
Demanda - (Valores medidos depois) (kW)				2,539	3,706	6,983	11,066	17,233
Energia Consumida - (Valores medidos) (MWh/ano)				18,440	30,128	46,209	84,483	128,974

Tabela 20

Motores/Equipamentos			Motor 11	Motor 12	Motor 13	Motor 14	Motor 15
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
	Horas/ano trabalhadas:	t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Proposto</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento - (Valores medidos depois) (%)		C <sub>2</sub>	70,37%	71,28%	76,91%	76,52%	63,80%
Eficiência - (Valores medidos depois) (%)		R <sub>2</sub>	91,97%	91,65%	91,82%	92,49%	91,48%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potência (CV)		P <sub>2</sub>	40,00	40,00	40,00	50,00	50,00
Demanda - (Valores medidos depois) (kW)			21,853	21,980	22,440	29,533	23,610
Energia Consumida - (Valores medidos) (MWh/ano)			172,089	148,728	174,846	240,636	190,221

Tabela 21

Motores/Equipamentos			Motor 16	Motor 17	Motor 18	Motor 19	Motor 20
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
	Dias/Ano		345	345	345	345	345
	Horas/ano trabalhadas:	t	8.280	8.280	8.280	8.280	8.280
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Sistema Proposto</b>							
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend	Alto rend
Carregamento - (Valores medidos depois) (%)		C <sub>2</sub>	68,00%	86,60%	90,26%	86,32%	72,22%
Eficiência - (Valores medidos depois) (%)		R <sub>2</sub>	92,25%	93,12%	91,55%	91,57%	92,35%
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1	1	1	1
Potência (CV)		P <sub>2</sub>	50,00	60,00	60,00	75,00	125,00
Demanda - (Valores medidos depois) (kW)			24,912	37,843	40,925	51,000	62,589
Energia Consumida - (Valores medidos) (MWh/ano)			210,452	313,199	335,147	346,404	539,360

Tabela 22

Motores/Equipamentos			Motor 21	Motor 22		
Premissas do cálculo do tempo de utilização	Horas/Dia		24,00	24,00		
	Dias/Ano		345	345		
	Horas/ano trabalhadas:	t	8.280	8.280		
Fator de Coincidência de Ponta		FCP	1,00	1,00		
<b>Sistema Proposto</b>						
Tipo de equipamento / Tecnologia			Alto rend	Alto rend	Totais	
Carregamento - (Valores medidos depois) (%)		C <sub>2</sub>	79,92%	81,57%		
Eficiência - (Valores medidos depois) (%)		R <sub>2</sub>	93,62%	93,57%		
Quantidade		N <sub>2</sub>	1	1		
Potência (CV)		P <sub>2</sub>	125,00	125,00		
Demanda - (Valores medidos depois) (kW)			73,829	73,992		
Energia Consumida - (Valores medidos) (MWh/ano)			606,436	617,555		
						22,00
						934,00
					530,54	
					4.236,23	

Com os resultados das medições, antes e depois do *retrofit*, obtivemos os seguintes valores para RDP e EE:

Tabela 23

Resultados Esperados			Totais
Redução de potência (Calculada)	(kW)	RDP	45,02
Energia Conservada (Calculada)	(MWh/ano)	EE	372,27

Comparando os resultados iniciais, nas duas condições, valores de catálogo e pré-diagnóstico, Tabelas 6 e 12, com os resultados finais obtidos, Tabela 23, ficaram demonstrados que os resultados finais foram superiores em relação aos iniciais. Na Tabela 24 mostramos os percentuais ou erro, das relações de RDP e EE entre os valores de catálogo e final, Tabelas 6 e 23, valores de catálogo e pré-diagnóstico, Tabelas 6 e 12 e pré-diagnóstico e final, Tabelas 12 e 23:

Tabela 24

	Catálogo - Final	Catálogo - Pré-Diagnóstico	Pré-Diagnóstico - Final
RDP	18,62%	17,39%	1,04%
EE	18,45%	17,39%	0,90%

#### 4. CONCLUSÕES

Após a realização do *retrofit*, os resultados obtidos foram superiores aos projetados inicialmente, este resultado nos leva a algumas conclusões:

- O cálculo das metas é conservador, pois o carregamento do motor é um dos fatores que influenciam de forma direta o rendimento do motor. Utilizando o carregamento em 100% o rendimento é



máximo, qualquer variação que houver na tensão ou na carga do motor haverá redução no rendimento e, conforme o equacionamento apresentado, haverá uma melhora dos valores de EE e do RDP, como pode ser comprovado com as medições do pré-diagnóstico.

- b. O cálculo sendo conservador preserva as possíveis subutilizações dos motores. Por ser um cálculo que propõe a previsão de economia anual de energia e da redução de demanda na ponta, o valor calculado, utilizando somente os dados de catálogo, se torna os valores mínimos de EE e RDP a serem atingidos pelo projeto.
- c. Ao utilizar os valores das medições efetuadas durante o pré-diagnóstico haverá garantia de que as metas a serem atingidas pelo projeto sejam mais próximas das condições de operação dos equipamentos, podendo assim oferecer melhores subsídios a um eventual contrato de *performance*, no qual o PIMVP é um dos instrumentos para se verificar o atingimento das metas.
- d. A utilização do PIMVP é importante para verificar se as metas projetadas serão atingidas.