

## COLEÇÃO “BOAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS NA CERÂMICA VERMELHA”

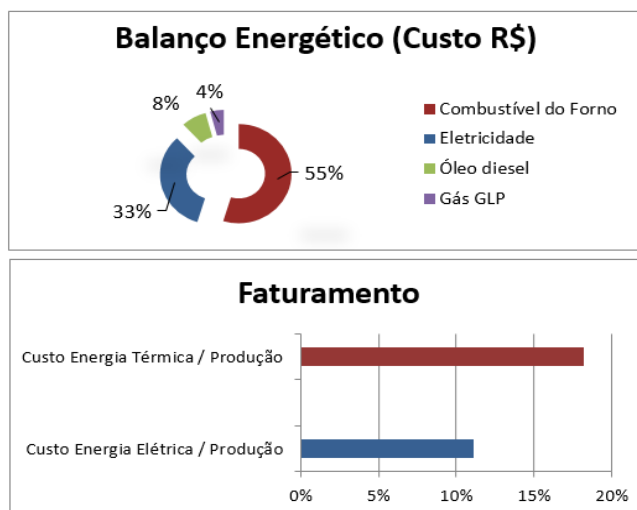


USO EFICIENTE DA  
ENERGIA ELÉTRICA  
Nº 08/2022



### INTRODUÇÃO

Apesar de não ser o principal insumo energético utilizado, nem o principal custo da indústria de cerâmica vermelha, a gestão eficiente do consumo de energia elétrica pode se proporcionar economias importantes para as empresas.



Representação percentual dos insumos energéticos utilizados em uma indústria cerâmica típica.

Atualmente os principais incentivos para a eficiência energética nas indústrias são o Programa de Eficiência Energética (PEE-ANEEL) e a norma internacional ISO 50001. O PEE é um programa que financia projetos de eficiência energética através de chamadas públicas, realizadas anualmente pelas concessionárias distribuidoras de energia e pela Eletrobras, via PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Já a ISO 50001 é uma norma que estabelece requisitos para a implantação de um Sistema de Gestão de Energia, e traz um roteiro básico a ser seguido.

O Selo PROCEL/INMETRO é outro mecanismo bastante útil, pois classifica equipamentos elétricos, ajudando na escolha do equipamento mais eficiente de cada categoria de consumo (motores, lâmpadas, condicionadores de ar, dentre outros).

### DEFINIÇÕES IMPORTANTES

**CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA** – É a quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo (horas), expresso em quilowatt-hora (kWh). O consumo de uma empresa é o resultado da soma de todas as potências de cada equipamento elétrico pelo período em horas de seu funcionamento.

**DEMANDA** - Somatório das potências elétricas, ativas ou reativas, de cada equipamento na empresa. É expressa em quilowatts (kW).

DEMANDA CONTRATADA - Calculada no período em que mais cargas funcionam simultaneamente. Essa demanda deve ser contratada junto à concessionária distribuidora de energia elétrica local. A demanda, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento, deverá ser integralmente paga, seja ela utilizada ou não, durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

HORÁRIO DE PONTA - É o período de 3 (três) horas consecutivas, exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. No caso da região do Seridó, esse horário é de 17h:30min às 20h:30min, onde as tarifas de demanda e de consumo de energia elétrica têm valores mais elevados.

HORÁRIO FORA DE PONTA - Demais 21 horas do dia, que não sejam referentes ao horário de ponta.

#### MODALIDADES TARIFÁRIAS

- **Para consumidores do Grupo B**, onde se enquadram uma minoria de indústrias, que recebem energia elétrica em baixa tensão (O transformador é da concessionária local e não está dentro da propriedade):

**Tarifa Branca ou Convencional** – Neste tipo de contrato, o consumidor paga pela energia de acordo com os horários ao longo do dia. Nos dias úteis, são cobrados três valores diferentes de tarifa, denominados:

- Horário Ponta: tarifa mais elevada (17h:30min às 20h:30min);
- Horário Intermediário: tarifa de valor intermediário (RN – 15h:30min às 17h:29min e PB – 16h:30min às 17h:29min e 20h:31min às 21h:30min)
- Horário Fora Ponta: tarifa de valor menor E também para fins de semana e feriados nacionais.

Enquanto a Tarifa Branca varia conforme horários pré-determinados, a Tarifa Convencional possui um preço fixo independente do horário do dia, o qual fica entre os valores de Fora de Ponta e Intermediário.

- **Para consumidores do grupo A**, onde se enquadram as indústrias que recebem energia elétrica em média/alta tensão, e possuem transformador próprio:

**Tarifa Azul** - Nesta modalidade há dois valores de demanda, um para o período de ponta e outro para o período de fora de ponta. Ideal para unidades que funcionam dentro do horário de ponta ou em boa parte dele.

**Tarifa Verde** - Para a modalidade tarifária verde, não haverá contrato de demanda de ponta, presumindo-se que a unidade consumidora não faz utilização ou pouco utiliza a energia elétrica neste horário ou que se utiliza de outras fontes de alimentação para suas atividades neste período. Caso haja realização de consumo no horário de ponta, tarifas elevadas de consumo e demanda são aplicadas.

DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM - Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada (acima de 5%), expressa em quilowatts (kW). Normalmente o valor é três vezes superior ao da demanda contratada.

DEMANDA MEDIDA OU REGISTRADA - Maior demanda de potência ativa verificada pelo medidor, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

DEMANDA FATURÁVEL - Maior das demandas entre o valor “contratado” e o “medido”, mais acréscimos de ultrapassagem se houver.

TARIFA MONÔMIA E BINÔMIA - A modalidade monômnia é aplicada aos consumidores do Grupo B (recebem energia em baixa tensão) constituída por preços aplicáveis somente ao consumo de energia elétrica (kWh) e a binômnia aos do Grupo A (recebem energia em média/alta tensão) constituída por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica e também à demanda faturável (kW), onde se enquadram as indústrias de cerâmica vermelha.

BANDEIRAS TARIFÁRIAS – Atualmente, com a resolução instituída pela ANEEL nº 547/2013, estão sendo praticadas “bandeiras tarifárias”, que indica acréscimos ao valor da tarifa com o objetivo de sinalizar para o consumidor os períodos em que a geração de energia está mais cara ou mais barata.

A seguir estão apresentados os valores das bandeiras tarifárias para o período de julho de 2022 a junho de 2023, aprovados pela ANEEL.

Bandeira Verde	Condições favoráveis de geração	Sem custo adicional
Bandeira Amarela	Condições menos favoráveis	R\$ 2,989 a cada 100 kWh consumidos
Bandeira Vermelha 1	Condições desfavoráveis	R\$ 6,500 a cada 100 kWh consumidos
Bandeira Vermelha 2	Condições muito desfavoráveis	R\$ 9,795 a cada 100 kWh consumidos
Bandeira Escassez Hídrica	Condições extremas	R\$ 14,200 a cada 100 kWh consumidos

As bandeiras tarifárias são decididas com base na análise dos dados meteorológicos, dos níveis de água nos reservatórios, consumo, feita pela empresa ONS (Operador Nacional do Sistema elétrico brasileiro).

### COMO EVITAR EXCEDENTES DE COBRANÇA EM SUA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

O consumidor, além do pagamento até a data de vencimento da conta, deve ficar atento a duas condições que podem levar a acréscimos na conta de energia elétrica mensal, são estes:

- O medidor deve registrar demandas com variações máximas de 5% para mais ou para menos da demanda contratada junto à concessionária local (para consumidores do grupo A – atendidos em média/alta tensão);
- O Fator de Potência deve estar dentro da faixa permitida pela resolução 414 da ANEEL. Caso contrário um excedente de cobrança aparecerá na conta com o nome de Energia Reativa Excedente – ERE ou Excedente de Reativo – ER.

Esses tópicos serão detalhados adiante.

### ACOMPANHAMENTO E CONTRATAÇÃO DA DEMANDA

Para uma primeira contratação junto à concessionária local (contrato de fornecimento), é permitida a avaliação pelo consumidor de até 3 ciclos de faturamento (equivalente a 90 dias) para pedir alteração no valor da demanda contratada estipulada inicialmente. Após realização deste contrato, e passado o período de testes, só será possível a alteração do contrato após 12 ciclos de faturamento, ou em caso de realização de projetos de eficiência energética, cabendo à concessionária aceitar ou não, em um prazo de 30 dias.

O ideal é que a demanda contratada seja um pouco abaixo da demanda registrada, para aproveitar a tolerância de 5% que é permitida. No entanto, as demandas variam dia a dia e mês a mês, naturalmente, por inúmeras razões.

Assim, a escolha da demanda contratada ideal deve levar em conta:

- Minimizar ao máximo acionar cargas simultâneas (melhoria do Fator de Carga)
- Histórico de pelo menos 12 meses
- Sazonalidade na atividade da empresa
- Enquadramento tarifário (atual e ideal)
- Eventuais previsões de crescimento
- Projetos de geração própria e eficiência energética

## CONTROLE E AJUSTE DO FATOR DE POTÊNCIA - FP

O fator de potência (FP) nada mais é do que a relação entre potência ativa — ou seja, aquela que realmente converte a energia elétrica em energia mecânica, por exemplo, medida em quilowatt (kW) — e potência reativa, que mantém campos magnéticos e é medida em quilo Volt-Ampere Reativo (kVAr).

Simplificando ao máximo, FP é uma força necessária para realização de um trabalho por um equipamento. Essa força é limitada pela concessionária para evitar que consumidores usem muita energia para realização de trabalhos que outros consumidores também o fazem com uma quantidade bem menor de energia.

O Fator de Potência deve ser no mínimo de 0,92. Caso o valor se encontre abaixo disso, a unidade consumidora estará sujeita a “excedentes” de cobrança pela concessionária de energia elétrica local. Esses valores aparecem nas contas como “Excedente de Reativo” ou “Energia Reativa Excedente”. Esse problema normalmente em indústrias de cerâmica vermelha está diretamente ligado a motores e/ou transformadores trabalhando superdimensionados, ou seja, operando com pequenas cargas ou em vazio por muito tempo.

## USO EFICIENTE DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

### MOTORES

Nas empresas cerâmicas o principal consumo se dá em motores em geral, acoplados a equipamentos diversos com o propósito de converter a energia elétrica em mecânica.


Considerando a alta vida útil dos equipamentos em geral, pode se dizer que ainda existem muitos tipos ultrapassados ainda em funcionamento, como também muitos desses foram reconicionados com novos enrolamentos, que tornaram ainda mais ineficientes. Hoje em dia os motores são desenvolvidos para desempenhos energéticos superiores, e têm as etiquetas de eficiência energética do PROCEL/INMETRO. Isso significa que os motores novos são mais eficientes e trabalham com o menor gasto de energia possível.

Recentemente entrou em vigor a lei que determina o nível mínimo de rendimento em IR3 (faixa de potência de 0,16 a 500 cv, de 2 a 8 polos), válido para todos os motores comercializados. Além do IR3 Premium, exigido por lei, fabricantes já disponibilizam linhas IR4 Super Premium e IR5 Ultra Premium, superando os valores da norma.


Alguns fabricantes em parceria com as concessionárias de energia elétrica locais incentivam a substituição de motores usados antigos, danificados ou com baixos níveis de rendimento por modelos novos garantindo bônus na compra de um novo, de alta eficiência. O dimensionamento correto do motor ao trabalho a ser realizado é um item fundamental e deve ser feito por um especialista. Depois disso deve-se manter as características do motor caso necessite de troca. Se as características não forem obedecidas, um motor subdimensionado irá queimar facilmente e um superdimensionado irá gastar mais energia para realizar o mesmo trabalho, além de gerar problemas de fator de potência.

Uma análise prática seria a medição da corrente do motor em funcionamento para comparação com a corrente

nominal apresentada na placa. Estando estas bem próximas, o motor provavelmente estará bem dimensionado.

	Dados	Motor Atual Superdimensionado
	Potência (CV)	10
	In-Corrente Nominal de Placa (A)	27
	Corrente Média Medida (A)	15,6
	Tensão (V)	220
	Fator de Potência	0,85
	Rendimento (%)	80%
	Horas de Funcionamento por mês	176
	Consumo médio mensal (kWh)	2.917,20



	Dados	Novo Motor Instalado
	Potência (CV)	5
	In-Corrente Nominal de Placa (A)	13,6
	Corrente Média Medida (A)	11,5
	Tensão (V)	220
	Fator de Potência	0,95
	Rendimento (%)	90%
	Horas de Funcionamento por mês	176
	Consumo médio mensal (kWh)	2.403,50
	Economia	17,61%

Exemplo de substituição de motor superdimensionado

## INVERSORES DE FREQUÊNCIA

O inversor de frequência é um equipamento eletroeletrônico que possui duas funções:

- Minimizar as altas correntes de partida que geram altos consumos de energia elétrica e podem danificar os motores;









Controlar e modular as velocidades dos motores ao trabalho que ele de fato está sendo submetido durante sua operação. Este dispositivo é imprescindível na otimização de processos industriais e principalmente no caso da automação industrial, pois consegue modular a corrente elétrica que chega aos motores de determinadas máquinas ajustando a velocidade de operação de ventiladores, bombas, marombas, dentre outros.

## ILUMINAÇÃO

O uso de energia para iluminação é bastante baixo nas indústrias de cerâmica vermelha, limitado a escritórios, em galpões para trabalhos noturnos e ao redor da empresa visando segurança. As orientações gerais são:

- Utilizar equipamentos com selos “A” de eficiência (PROCEL/INMETRO).
- Utilização da tecnologia LED em todos os pontos de luz da unidade consumidora.
- Observação a norma ABNT 5413 de iluminâncias necessárias para cada ambiente de trabalho.

- O conjunto óptico deve ser sempre composto de lâmpada e luminária devidamente adequadas e dimensionadas para cada ambiente.

POTÊNCIA DAS LÂMPADAS EM WATTS (W)								FLUXO LUMINOSO EM LÚMENS (lm)	
LED	INCANDESCENTES	FLUORESCENTES COMPACTAS	FLUORESCENTES TUBULARES	HALÓGENAS PALITO	VAPOR DE SÓDIO OU MULTI VAPOR METÁLICO	VAPOR DE MERCÚRIO	MISTAS	Mínimo	Máximo
									
2	20	6						50	80
3	35	8						180	270
5	40	11						240	420
6	50	13	12					390	550
7	60	15	14					510	640
9	70	18	18					600	830
10	80	20	20	50				610	950
12	100	25	25	60				900	1100
13	110	30	28	70				955	1200
15	120	40	32	75				1000	1400
18	140	50	40	90				1100	1700
20	150	60	44	120				1200	1900
25	200	70	58	150				1250	2400
30	250	80	70	170				1300	2500
35	300	90		180			160	1350	3200
50	350	100		200	100	150	250	2440	4500
80	400	150		250	150	250		3600	7500
100	500	200		300	250	400		5100	9500
120	550	250		350	300	700		6000	11000
150	700	300		500	400	1000		7500	14000

Equivalência de Lâmpadas (fluxos luminosos) para substituição pela tecnologia LED

Fonte: VOLANI, 2015

Um ponto que pode refletir em melhor produtividade é que durante o dia o olho humano é mais sensível à luz de cor próxima ao sol (Luz Morna Amarelada – 2300 a 4000K) e a noite da luz próxima à da lua (Luz Fria Azulada – 4000 a 6500K). Visto isso, vale analisar os períodos de funcionamento da indústria para aplicação dos equipamentos adequados. No caso das indústrias cerâmicas é indicado a instalação de lâmpadas LED de cor morna nos escritórios e nos galpões as lâmpadas LED de cor fria.

### CONDICIONAMENTO DE AR - AMBIENTES DE ESCRITÓRIO - RECOMENDAÇÕES

- Utilizar equipamentos do tipo “split system” com selos de eficiência PROCEL/INMETRO “A”;
- Dimensionar o equipamento para o ambiente de trabalho utilizando calculadoras de cargas térmicas ou de BTU’s disponíveis na internet;
- Manter portas e janelas fechadas;
- Escolher o melhor equipamento, a quantidade de equipamentos e a disposição desses equipamentos no ambiente para se conseguir conforto e homogeneidade da temperatura requerida.

Lembrar que os equipamentos devem gerar um fluxo rotativo de ar na parte superior do ambiente (devem ser instalados acima das janelas), fazendo com que o ar da parte de cima do ambiente fique mais frio, e por convecção, desça, de forma homogênea, até as pessoas que utilizam o ambiente. É importante levantar que num bom projeto de condicionamento de ar, as pessoas devem se sentir confortáveis (temperaturas entre 23 a 25°C) e não sentirem incidência da ventilação.

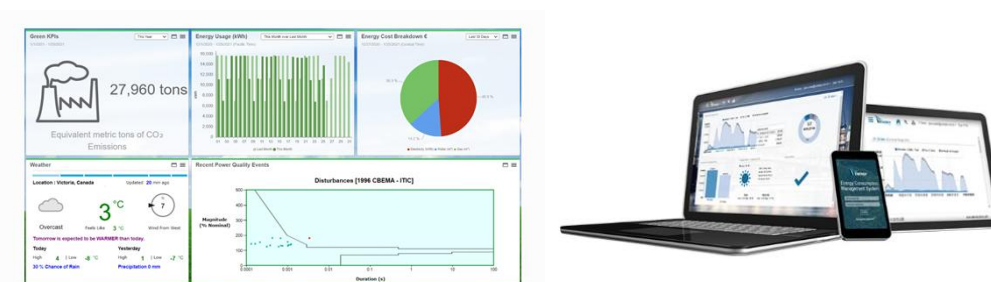
### MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Manutenção é uma atividade essencial para garantir maior disponibilidade, segurança e durabilidade aos ativos da empresa. São três tipos de manutenção que são efetuadas - corretiva, preventiva e preditiva, aplicáveis

respectivamente para sanar um defeito, evitar algum um problema que possa acontecer, e planejar ações de modo a minimizar riscos seguindo avaliações e dados coletados antecipadamente.

## IMPORTÂNCIA DE UMA GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA INFORMATIZADA

Para um acompanhamento dos parâmetros de energia elétrica de forma mais acurada, estão disponíveis no mercado alguns *softwares* de gerenciamento de energia. Estes proporcionam uma visualização dos dados de consumo de energia em tempo real, enquanto também fornecem indicadores confiáveis para um planejamento mais adequado de operação, manutenção e correção de desvios e ineficiências.



Softwares de gerenciamento de energia

Com o mapeamento e monitoramento digital dos diversos pontos e unidades de consumo de energia, consegue-se também definir ações mais básicas de eficiência energética, como a necessidade de substituir ou modernizar equipamentos e infraestrutura, que pode incluir automação no desligamento de linhas de produção, por exemplo.

## USO DE INDICADORES DE DESEMPENHO

. Os principais indicadores de desempenho de energia elétrica para a indústria de cerâmica vermelha podem ser expressos por: consumo em kWh/mês por tonelada produzida ou milheiro. Vale ressaltar que quando a indústria opera perto da sua capacidade máxima de produção, esses indicadores tendem a ficar mais baixo, ou seja, quanto menor o valor do indicador melhor.

## OBSERVAÇÕES FINAIS

Vale lembrar que nas instalações elétricas, o quadro de distribuição é o componente responsável por abrigar um ou mais dispositivos de proteção e/ou de manobra e onde estão as principais conexões dos condutores elétricos. Sua finalidade é a de distribuir a energia de forma segura aos diversos circuitos e equipamentos da unidade. Os quadros devem sempre estar limpos, com seus equipamentos de proteção ou comando bem dimensionados, com seus cabos e fios bem presos (evitando maus contatos), aterrados e fechados.

O atendimento às normas reguladoras, estabelecidas pelo Ministério do Trabalho, voltadas para redução dos riscos de acidentes em ambientes industriais também são importantes, e têm requisitos obrigatórios para garantir a proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores. Destacam-se a NR- 10 e a NR-12. A primeira se ocupa das diretrizes para instalações elétricas em suas etapas de projeto, engenharia, montagem, operação e manutenção; e a segunda define os procedimentos indispensáveis aos ambientes que comportam máquinas, equipamentos, operações e dispositivos de partida e parada.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, 2010 – Resolução nº414 - Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 25.07. 2022.

\_\_\_\_\_,2013 - Resolução nº547 - Estabelece os procedimentos comerciais para aplicação do sistema de bandeiras tarifárias, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em 25.07. 2022.

ABNT, 1992 - NBR 5413: Iluminação de interiores. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/NBR5413.pdf>. Acesso em 25.07. 2022.

WEG, 2014 - Catálogo Geral de Motores Elétricos. Jaraguá do Sul – SC: Weg. Disponível em: <http://www.weg.com.br/>. Acesso em 25.07. 2022.

VOLANI, 2015. Equivalência entre Watts e Lumens em produtos LED. Fonte: Volani - Lighting Designs. Obtido em: <http://www.volani-designs.com/produtos-led/>. Acesso em 25.07. 2022.



Elaboração:



Este informe técnico faz parte do conjunto de materiais de disseminação tecnológica do Projeto “Eficiência Energética nos Arranjos Produtivos Locais (APL) do Setor de Cerâmica Vermelha na Região do Seridó dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte”, a cargo do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), e sob encomenda do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). É voltado para apoio ao polo produtor de cerâmica vermelha regional e busca promover o Uso Eficiente de Energia e a Implementação de Fontes Renováveis de Energia. Seu objetivo maior é fomentar maior produtividade e sustentabilidade no setor no seu sentido mais amplo.

Para mais conteúdos referentes ao setor de cerâmica vermelha, acesse:

<https://www.gov.br/int/pt-br/central-de-conteudos/ceramica-vermelha>

Elaborado por:

**Instituto Nacional de Tecnologia (INT)** - <https://www.gov.br/int>

**Laboratório de Energia (LABEN) – Divisão de Avaliações e Processos Industriais (DIAP)**

Contatos: [augusto.rodrigues@int.gov.br](mailto:augusto.rodrigues@int.gov.br) / [mauricio.henriques@int.gov.br](mailto:mauricio.henriques@int.gov.br)

Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Eficiência energética. Coleção Boas Práticas e Tecnologias na Cerâmica Vermelha, N° 05. Projeto APL Cerâmica Vermelha no Seridó. Rio de Janeiro, 2022.

