



Considerações sobre redimensionamento de motores elétricos de indução

Artigo publicado na revista Lumiere Electric edição nº 166

Aplicações de investimentos dentro das empresas sempre são questionadas quanto à sua real necessidade e à atratividade do retorno esperado por eles. Indubitavelmente tais questionamentos são importantes para o correto direcionamento do capital, pois todo investimento, seja ele um alicate, um equipamento de grande porte ou um motor elétrico deve ir ao encontro dos objetivos da empresa. Além de questões ambientais, em muitas plantas industriais o consumo de energia representa uma parcela importante dos custos de produção. Os motivos vão desde características inerentes ao projeto até instalação de má qualidade e aplicações inadequadas.

De acordo com o último Balanço Energético Nacional (BEN 2009) motores elétricos são, normalmente, os maiores responsáveis por um elevado consumo energético, correspondendo a mais de 60% deste na indústria (figura 01).

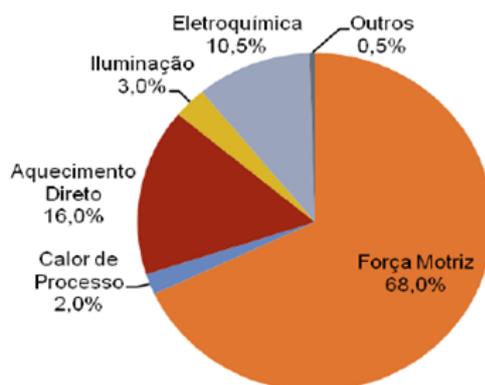


Figura 01

Isto ocorre devido a sua grande utilização, mas se agrava considerando o fato de que, em muitas vezes, sua aplicação está inadequada, ou seja, é comum encontrar motores sobredimensionados, operando com baixa porcentagem de carga, ou ainda, motores subdimensionados, operando com cargas acima do especificado, implicando em baixa eficiência e redução de vida útil. Estima-se que aproximadamente 40% dos motores operam abaixo de 50% da sua capacidade nominal e por isso o projeto e a seleção destes equipamentos deve ser muito criteriosa e assertiva, levando-se em conta todos os dados relacionados à carga acionada (aplicação) e a instalação.

Para se avaliar adequadamente a possibilidade de redimensionar um motor em uma determinada aplicação, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos:

1. Dados da carga

Quando se fala em dimensionamento ou redimensionamento de motores é imprescindível que se conheça os dados do equipamento que será acionado e as condições de operação a que é submetido.

O torque de partida e o torque nominal (ou de operação), obtidos a partir da curva de aceleração (torque x rotação) e a inércia do equipamento são dados essenciais para análise dinâmica do acionamento. Com estas informações é possível determinar o tempo de



aceleração, que deve ser menor ou igual a 80% do tempo de rotor bloqueado para o motor selecionado, com intuito de garantir o correto funcionamento da aplicação.

Estes dados podem ser obtidos com o fabricante do equipamento em questão, caso isso não seja possível, é necessário se fazer uma estimativa a partir de medições em campo. De qualquer forma, dimensionar ou redimensionar um motor sem essas informações, mesmo que estimadas, implica em riscos para a continuidade do processo produtivo.

Abaixo segue um exemplo de uma curva de aceleração (torque x rotação) comum para bombas e ventiladores centrífugos, que possuem característica parabólica, ou seja, o torque varia proporcionalmente com o quadrado da rotação (figura 02).

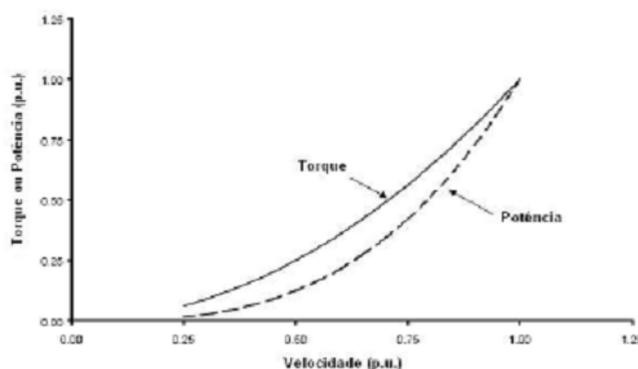


Figura 02

2. Histórico de manutenção

É importante para avaliar se ocorrem e quais são as principais causas de falhas nos motores e assim dimensionar e especificar um equipamento de maneira a evitar a recorrência destas falhas. Por exemplo, caso haja histórico de quebra de rolamentos por falta ou excesso de graxa, certamente o problema irá persistir durante a operação com o novo motor, caso não se solucione o problema, ou seja, lubrificação deficiente.

3. Percentual de carga do motor em operação

Em plantas industriais de diversos segmentos é muito comum encontrar motores operando fora da sua faixa ideal de carga, tanto abaixo quanto acima. As causas principais podem ser a necessidade de uma maior potência para partida de cargas com alta inércia, uma urgência de manutenção que na pressa para restabelecer a produção se utilizou de um motor maior disponível no estoque, ou ainda compensação de incertezas durante a fase de projeto. Geralmente isto é verificado pelas equipes de manutenção ou operação que comparam medições pontuais da corrente de trabalho dos motores com o valor nominal declarado na placa de identificação, ou em catálogos de fabricantes, e se utilizam desta relação para determinar o percentual de carga dos motores e, conseqüentemente, a nova potência de acionamento.

Entretanto, como pode ser observado na curva característica de um motor de 100cv 4 pólos (figura 03) essa relação não traduz a condição real de carga a qual o motor está submetido, devido ao formato não linear da curva, e, portanto, não deve ser utilizada para determinar a nova potência para acionamento. Neste mesmo exemplo, é possível verificar que para o motor operando com metade da corrente nominal, o percentual de carga é de aproximadamente 25% e não 50% como poderia se esperar.

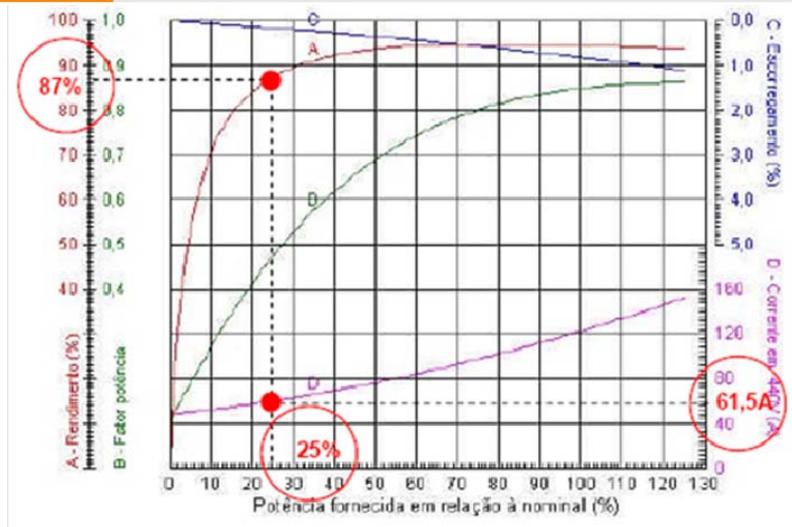


Figura 03

4. Rendimento e Fator de Potência

O rendimento é a grandeza que mede a “qualidade” com que ocorre a conversão de energia elétrica, absorvida da rede, em energia mecânica na ponta do eixo (trabalho). Já o fator de potência mede o quanto da energia que circula pela rede é energia útil, ou seja, é utilizada efetivamente para realizar trabalho (figura 04). Ambos variam conforme a potência solicitada do motor.

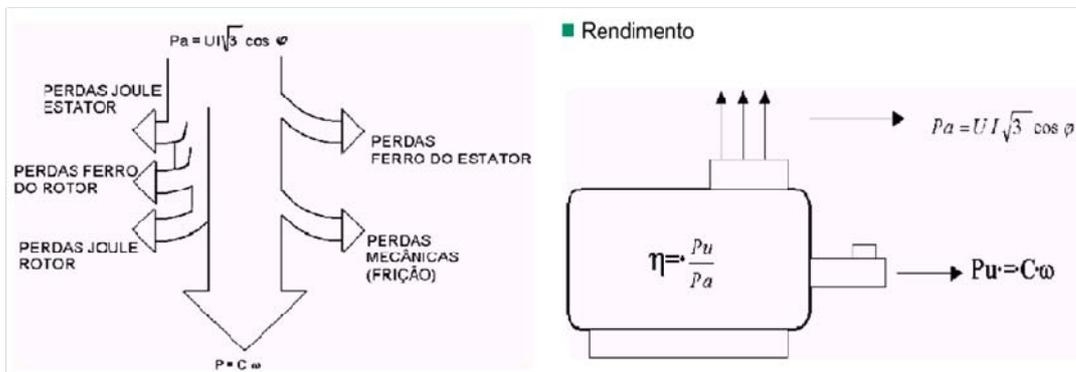


Figura 04

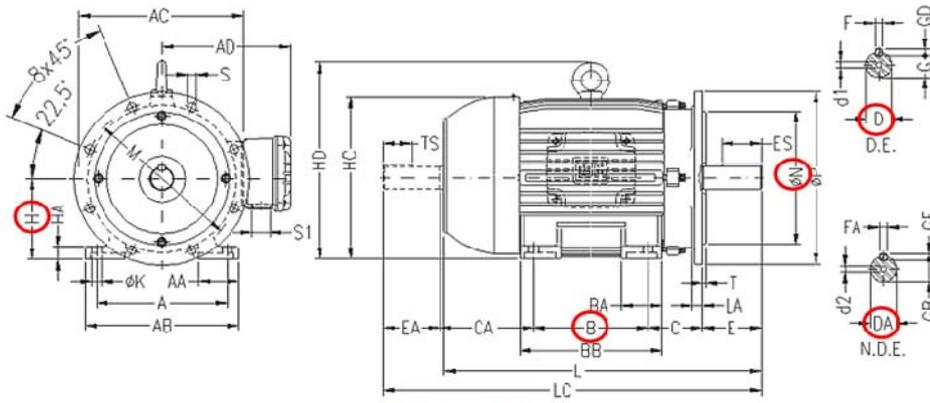
Analisando novamente a curva do motor de 100cv 4 polos (figura 03) pode-se observar que quanto menor a carga, menores o rendimento e o fator de potência do motor. O rendimento também decresce quando o motor opera acima da sua carga nominal. Quanto menor rendimento, maiores são as perdas e, conseqüentemente, a potência elétrica absorvida da rede (consumo de energia).

Na maioria dos casos, a faixa ótima para operação está entre 75 e 100%, pois indica uma região mais estável de rendimento mesmo com variações de carga. Assim, a ideia de redimensionamento parte do princípio de fazer com que os motores operem dentro desta faixa ótima. Nesta condição, substituir, por exemplo, um motor que opera com “folga” por outro, cuja potência foi adequada a carga operando dentro da sua faixa ótima, permite melhoria significativa de rendimento e fator de potência, quando comparado com a simples substituição por outro motor mais eficiente e de mesma potência. Isto implica em economias expressivas de energia, melhora no fator de potência, reduzindo a necessidade de capacitores para sua correção, redução no custo do ativo (estoque ou reposição) e rápido retorno do capital investido.

5. Adaptações na instalação



Ao se substituir um motor por outro com menor potência, por exemplo, é possível que ocorra redução da carcaça. Neste caso, pensando na instalação deve-se atentar para alterações no dimensional do novo motor, sendo necessários ajustes (base, acoplamento, proteções, etc). Mas antes disso, é necessário se certificar que estas alterações no dimensional garantem o correto funcionamento da aplicação.



Motor 100 cv

A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	D	E	ES	F	G	GO	DA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	
457	100	557	600	468	368/419	42	510	190	350/299	75m6	740	125	20	67.5	12	65m6	40	125	18	58	1	280	42	578	668	24	1036	1188	2XRWG	2" D	M20 mm	M20 mm
Flange	LA	M	N	P	T	S	Angle	Holes																								
FF-500	18	500	450	550	5	19	22°30'	8																								

Motor 40 cv

A	AA	AB	AC	AD	B	BA	BB	C	CA	D	E	ES	F	G	GO	DA	EA	TS	FA	GB	GF	H	HA	HC	HD	K	L	LC	S1	d1	d2	
318	82	385	396	300	267	85	332	133	222	55m6	110	80	16	49	11	48k6	10	80	14	42.5	9	200	30	402	464	18.5	729	842	RWG	2" A	4 mm	A 4 mm
Flange	LA	M	N	P	T	S	Angle	Holes																								
FF-350	18	350	300	400	5	19	45°	4																								

Figura 05

Quando o acoplamento é feito por polias e correias, o eixo e os rolamentos ficam submetidos a esforços radiais que são função, principalmente, do tamanho das polias e do tipo de correia utilizado. Por exemplo, para um motor com um tamanho de carcaça menor, o diâmetro do eixo e os rolamentos são menores e, conseqüentemente, suportam esforços menores. Se uma análise adequada não for realizada, pode-se criar um problema até então inexistente, ou seja, quebras de eixo ou de rolamentos. Isto não é impeditivo para o redimensionamento, mas é necessário se especificar o material do eixo e o tipo de rolamento adequados para suportar tal condição imposta pela aplicação.

Estudo de caso

Situada em Jaraguá do Sul, SC, a Zanotti Elásticos é uma empresa com um parque industrial com mais de 60 mil m² de área construída e cujo core business são fitas de cetim, fios elásticos revestidos, fios sintéticos e produtos sob fabricação especial. Atualmente está posicionada entre as maiores indústrias do mundo em seu ramo de atividade.

O trabalho realizado teve como foco a redução de consumo de energia elétrica e a viabilidade de melhoria do sistema de acionamento de máquinas revestidoras de elástico (figura 06). O projeto englobou um total de quarenta máquinas cujo acionamento original é feito por dois motores independentes de 20cv – 4 pólos que acionam toda a máquina por um sistema de polias, fusos e correias (figura 6). Nas medições realizadas foi verificado que os motores operavam com no máximo 60% de carga cada um, e, portanto havia realmente um grande potencial de melhorias.



Figura 06

Assim, foi instalado o analisador de energia em algumas máquinas e durante todo o processo de fabricação a carga requerida pelos motores foi analisada. Nesta avaliação foi possível verificar que a partida dos motores gerava um grande pico de corrente e, até que o segundo motor partisse, ele se tornava uma carga a mais para o primeiro, tornando assim a partida do conjunto pesada e lenta, como mostrado na figura 07, onde a partida completa do conjunto levou aproximadamente 40 segundos e o pico de corrente foi de aproximadamente 180A, o que a longo prazo influenciaria negativamente na vida útil dos motores.

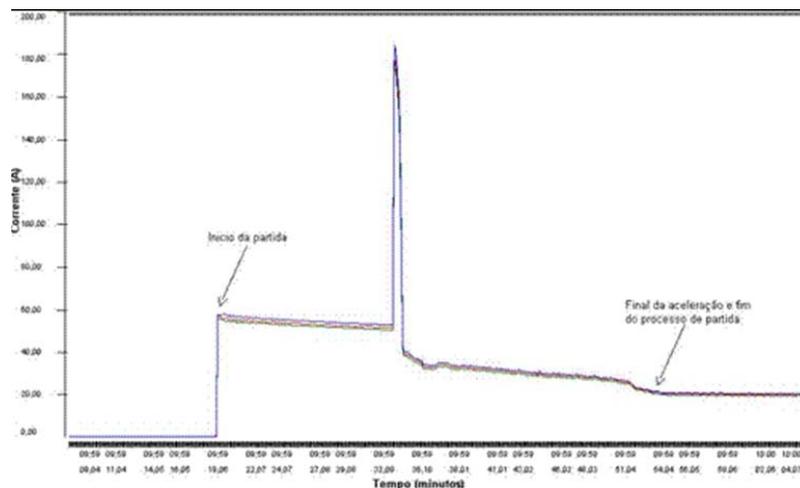


Figura 07

A partir da análise das curvas da partida e regime das máquinas foi feita uma proposta de utilização de apenas um motor, com potência de 25cv – 4 polos e adaptação de um mancal no local do motor que seria retirado, como mostra a figura 08.





Figura 08

Como pode ser visto na figura 09, o processo de partida se tornou mais suave, com um pico de corrente muito menor e uma aceleração real a carga em menor tempo (pico de aproximadamente 60A e aceleração da carga em 30 segundos).

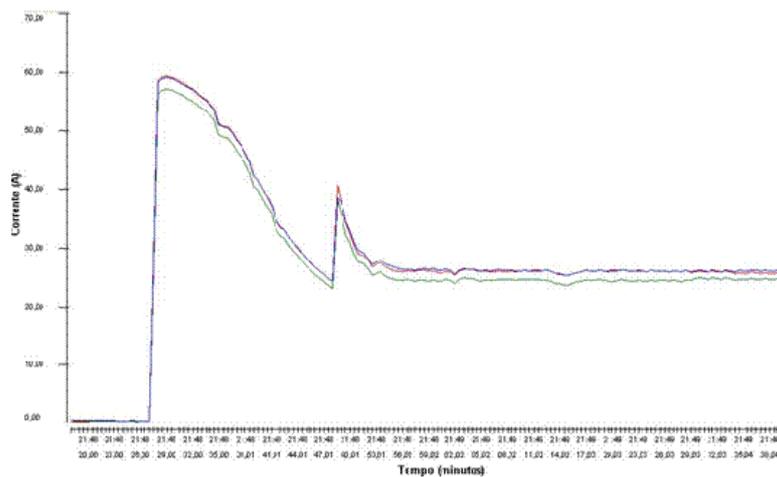


Figura 09

Os valores medidos antes e depois das modificações encontram-se na tabela comparativa a seguir:

	Projeto original	Modificação
Custo unitário (R\$/KWh)	R\$ 0,16565	
Horas de operação / dia	24 horas	
Dias de operação / ano	297 dias	
KWh médio (KWh)	762,44	436,56
Consumo anual (KWh)	5.434.672,32	3.112.084,80
Custo anual (R\$)	R\$ 900.253,60	R\$ 515.516,80

Cálculo do Retorno sobre o Investimento (ROI) considerando:





- **Economia:** R\$ 384.736,80 / ano
- **Investimento:** R\$ 107.572,80 (aquisição de 40 motores)
- **Adaptações mecânicas:** R\$ 40.000,00 (aquisição de acoplamentos)
- **Mão-de-obra:** R\$ 11.040,00 (6h eletricitista: R\$25,00/h + 6h mecânico: R\$ 21,00/h por motor)

ROI = 0,41 anos = Cinco meses

Conclusão

Com a crescente busca pelas empresas por redução de custos operacionais e crescimento sustentável, eficiência energética tem se tornado a solução mais prática e barata para que alcancem estes objetivos. Neste cenário, onde motores elétricos são os principais consumidores de energia, sendo esta responsável por 98% do seu custo operacional, a análise para sua adequação às reais necessidades de carga implicam em grandes economias de energia, além de reduzir a necessidade de capacitores para correção do fator de potência.

Fazendo-se uma analogia, pode-se entender que um motor sobredimensionado seria equivalente a se utilizar um caminhão para transportar, por exemplo, um saco de cimento, enquanto que um motor subdimensionado seria o contrário, ou seja, se utilizar de um veículo de carga de menor porte para carregar um peso superior a sua capacidade. Em ambas situações ocorre a utilização inadequada do recurso, o que implica em consumo excessivo e desnecessário de combustível e redução da sua vida útil.