

Controle e Automação

Acionamentos Elétricos

Prof. Michel Robert Veiga

A1

Objetivos

A disciplina tem por objetivo apresentar a tecnologia de automação fazendo com que o aluno, ao estudar um processo produtivo, seja capaz de ajudar a definir o tipo e o nível adequado de automação. Introdução aos princípios e técnicas de controle, visando a síntese e análise de controladores para sistemas dinâmicos, notadamente os mecânicos, térmicos e fluídicos, usando abordagens do controle clássico e do controle moderno.

Acionamentos Elétricos

- Em toda **atividade industrial**, ações são empregadas no acionamento dos mais diversos tipos de máquinas e equipamentos, que podem ser classificados nos seguintes grupos:
 - transporte de fluídos incompressíveis e compressíveis,
 - processamento de materiais não metálicos e metálicos,
 - manipulação de cargas,
 - transporte de cargas e de passageiros.
 - etc

Acionamentos Elétricos

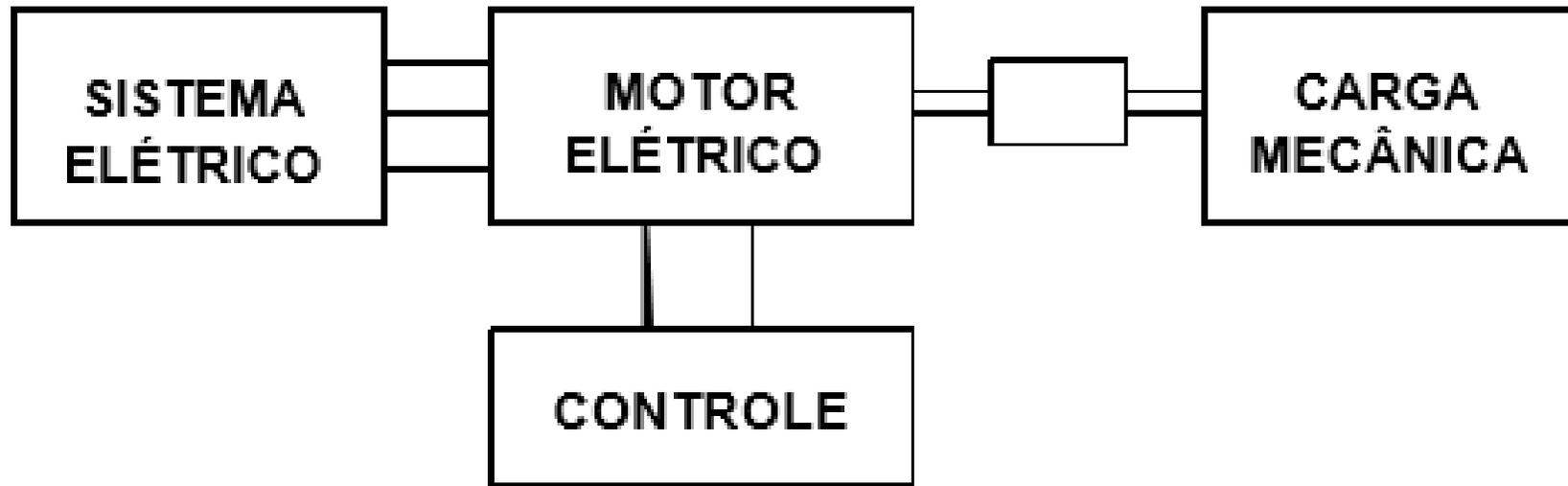
- A **carga mecânica** exige um dado conjugado mecânico numa dada velocidade que podem variar ao longo do tempo sem provocar "desconforto" mecânico.
- Da mesma forma o **motor elétrico** deve atender o comportamento da carga causando o menor "transtorno" possível ao sistema elétrico ao qual está conectado com uma preocupação de reduzir perdas para aumentar a eficiência do conjunto.

É uma solução de compromisso.

Acionamentos Elétricos

- A **escolha do motor e de seus dispositivos de partida e parada**, mesmo influenciada por aspectos ambientais, está diretamente relacionado a carga mecânica a ser acionada e ao impacto dela no sistema elétrico.
- **No acionamento** das cargas mecânicas os conjugados resistentes e de arraste precisam ser analisados para evitar problemas operacionais como desgaste, vibração, aquecimento...

Acionamentos Elétricos

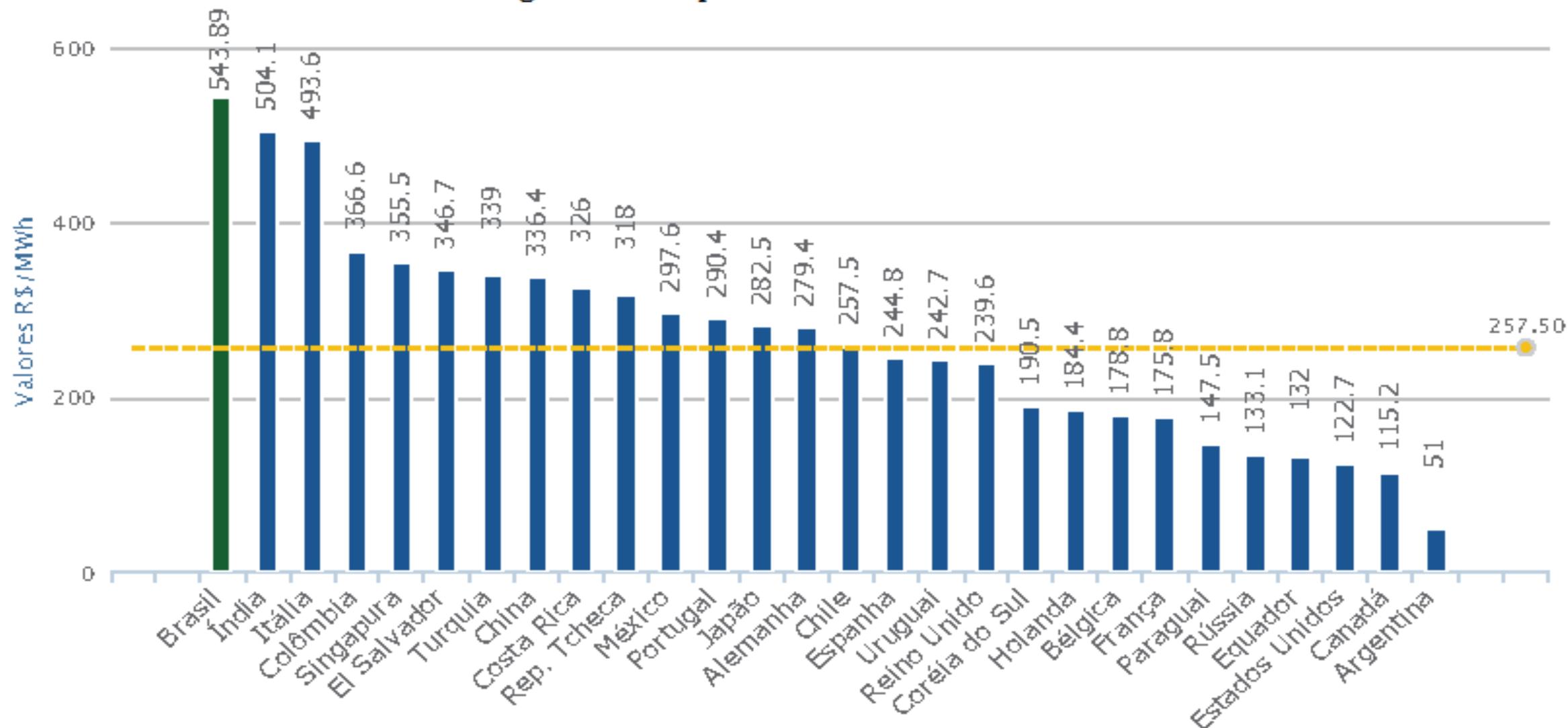


Acionamentos Elétricos

- **O sistema elétrico**

- Tendo em vista os altos custos da energia elétrica, empresas têm a eficiência energética como grande aliada para poupar eletricidade, otimizar processos e reduzir seus custos.
- No Brasil, apesar de termos há muito tempo custos elevados com energia elétrica, muitas empresas trabalham com baixa eficiência.

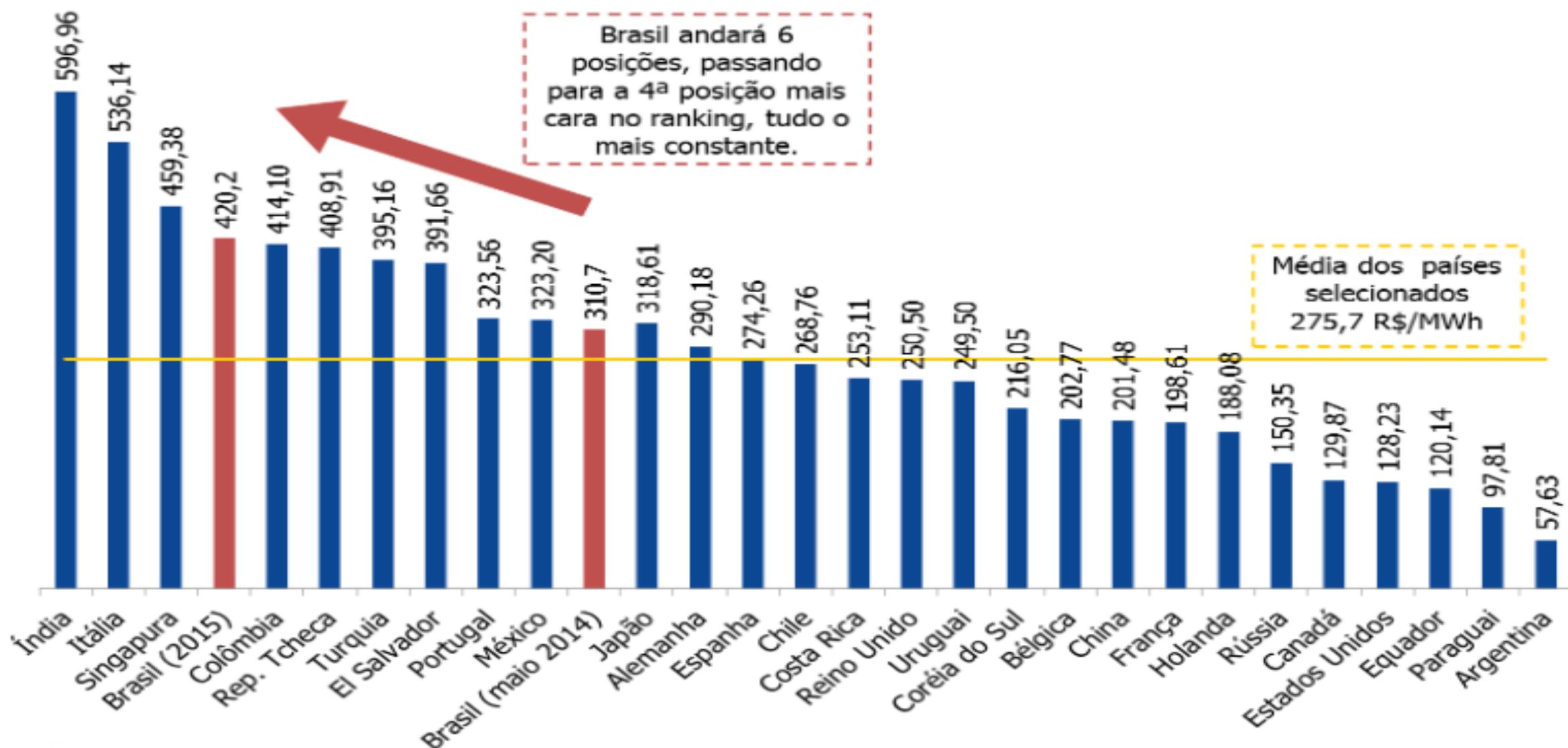
Custo da Energia Elétrica para a Indústria - Países selecionados - 2015



Fonte: Firjan

Países Média Internacional

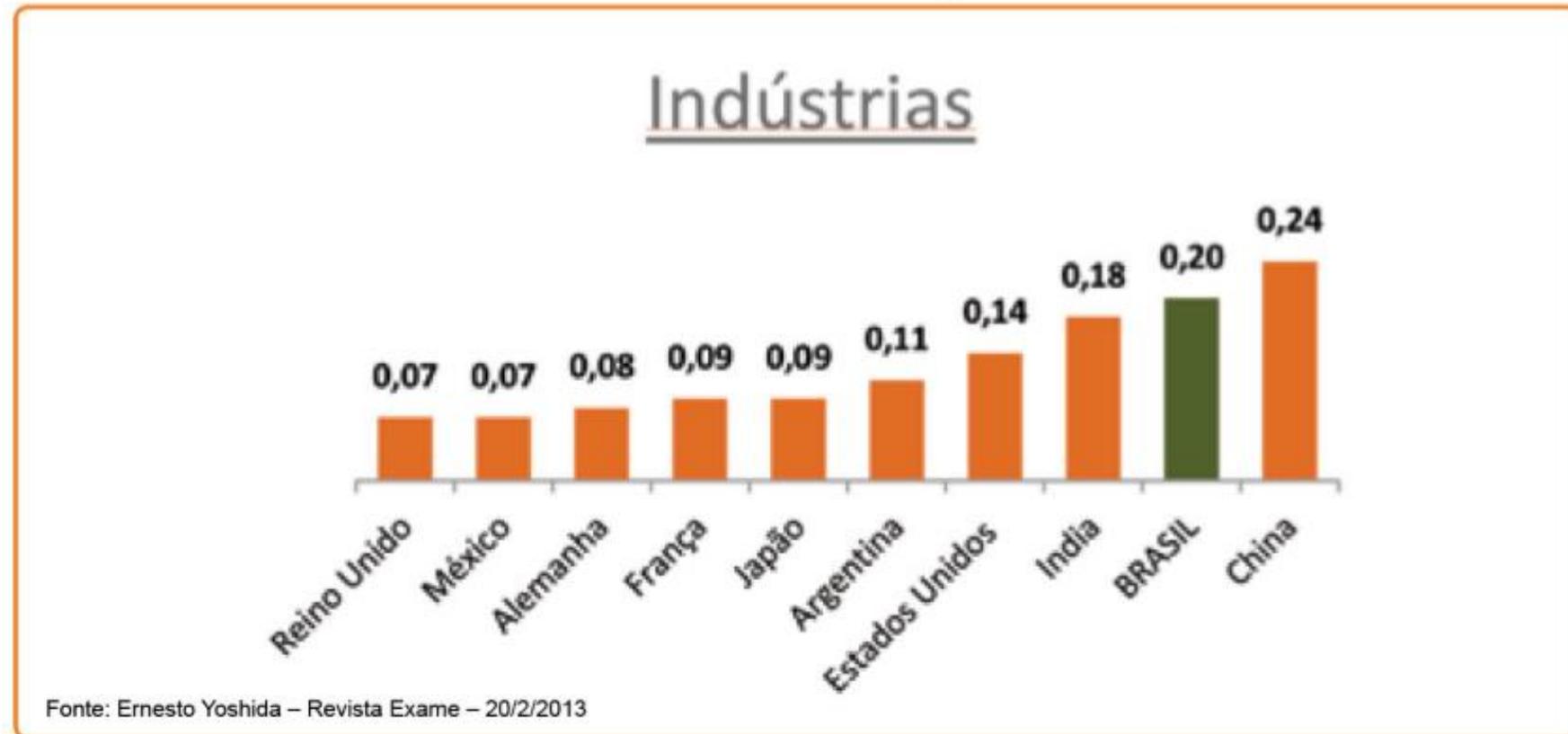
Gráfico 1 – Custo da energia elétrica para a indústria em países selecionados



Este “relaxamento” em relação à eficiência energética nos levou à condição mostrada na Gráfico

Consumo total de energia para gerar cada dólar do PIB

Cálculos em quilograma equivalente de petróleo, base 2011



Acionamentos Elétricos

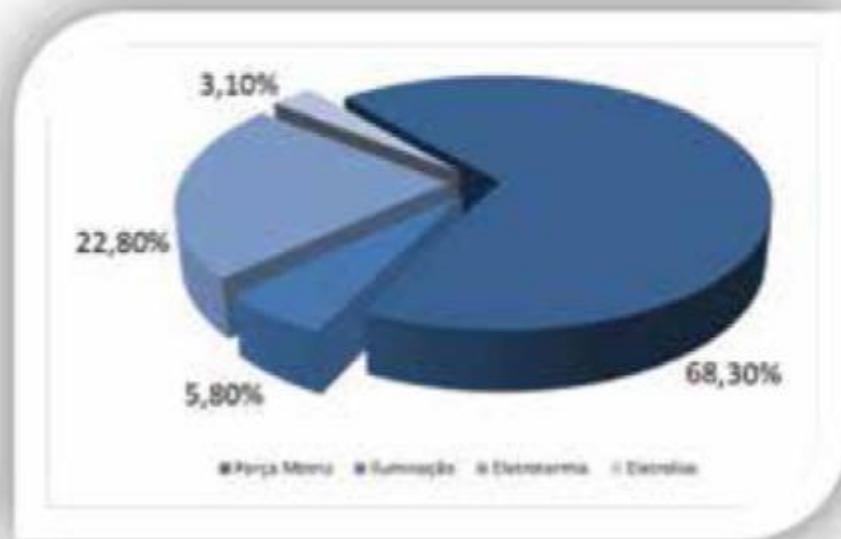
- **Gastamos muito mais energia** do que quase todos os países considerados para gerar cada dólar do PIB na indústria.
- Ainda fazemos isso **pagando a energia elétrica mais cara** entre os países pesquisados e isso é um atropelo na competitividade da nossa indústria. O custo de energia para a indústria no Brasil é 111,2% superior ao da média nos principais países.
- Em resumo, nossa indústria possui **equipamentos mais antigos** que não possuem o mesmo nível de eficiência e automação, quando comparados aos países desenvolvidos.

Acionamentos Elétricos

- Temos a cultura do ajuste, da recuperação dos equipamentos, ao passo que, na Alemanha, por exemplo, o tempo médio de uso é de quatro anos.
- Assim, estamos atrás da indústria mundial e nossos custos de energia elétrica exorbitantes, colocam a indústria brasileira em um único caminho: aumentar a eficiência energética de seus processos.

- Energia elétrica está presente em 100% das empresas, em qualquer segmento, com destaque às indústrias.
- Nestas também há um equipamento que se destaca por ser o maior consumidor de energia, o motor elétrico.

Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final na indústria



Fonte: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – Procel.

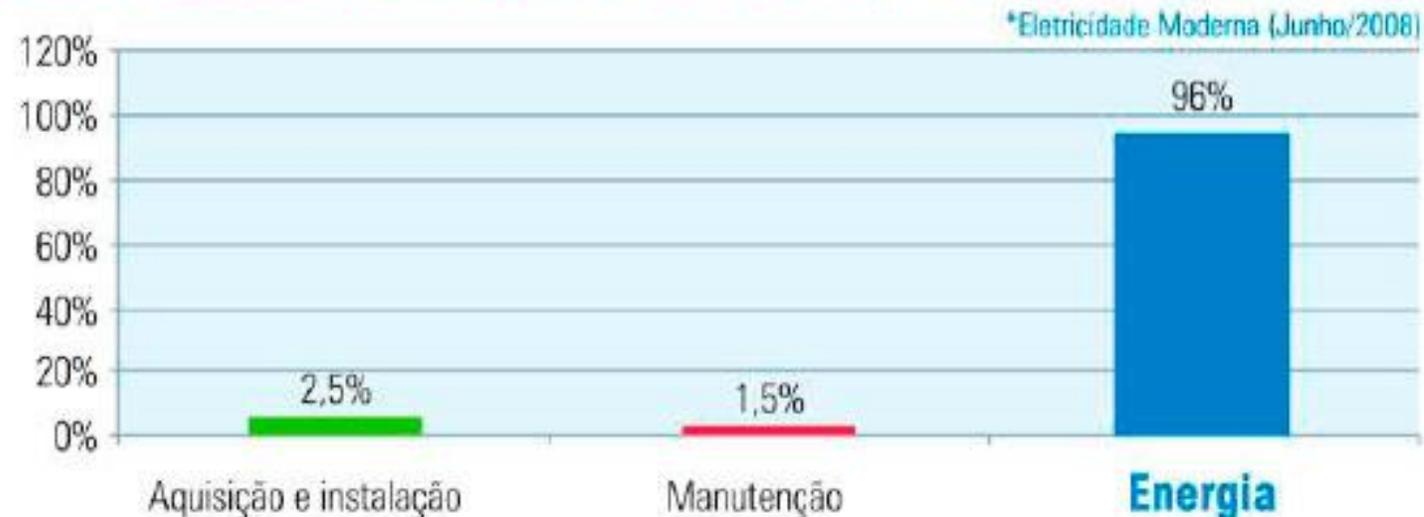
- Detalhando por segmentos, observa-se que a oportunidade de ação sobre os motores elétricos pode ser ainda bem mais destacada, conforme a Tabela

Participação da força motriz no consumo em eletricidade na indústria

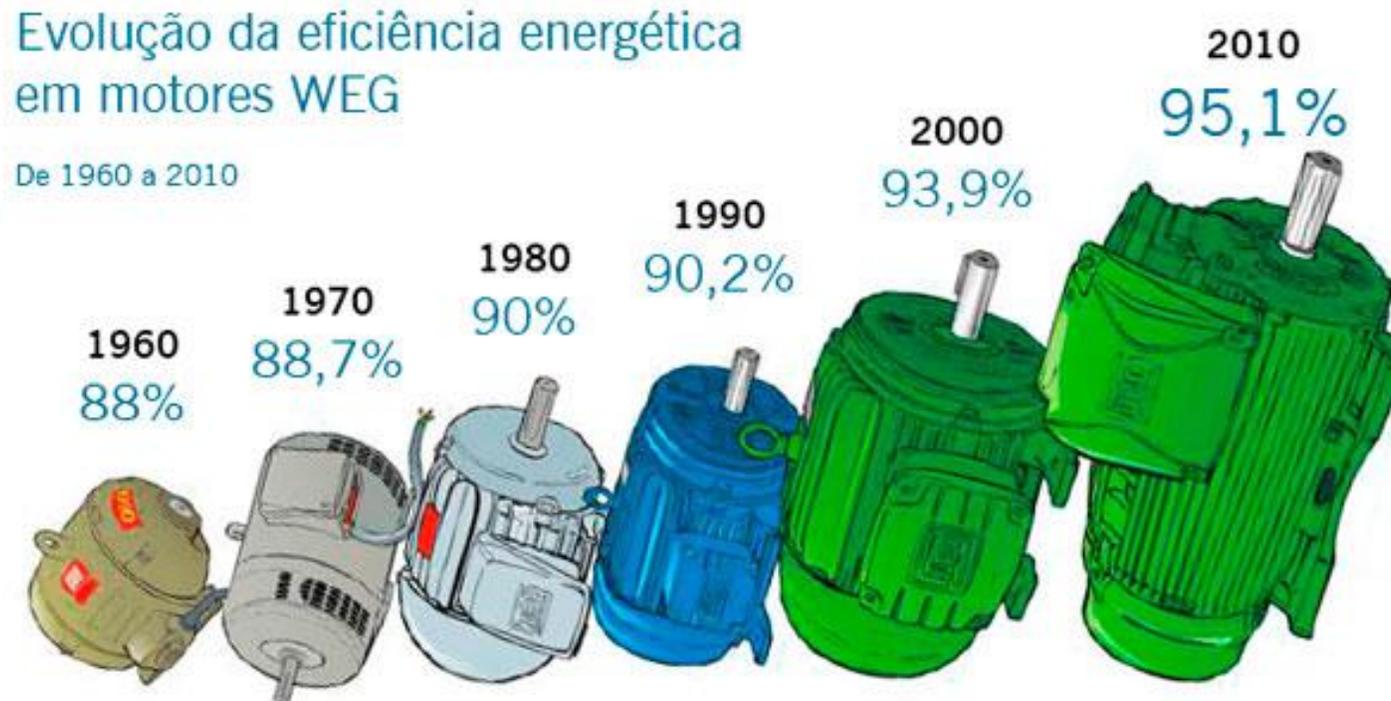
Setor	Total GWh/a	Força motriz e refrigeração	
		GWh/a	%
Cimento	3.754	3.702	99%
Ferro-gusa e aço	16.889	14.111	84%
Ferro-ligas	7.659	236	3%
Mineração e pelotização	9.292	8.586	92%
Não ferrosos	33.907	10.282	30%
Química	21.612	16.465	76%
Alimentos e bebidas	19.851	16.009	81%
Têxtil	7.776	7.585	98%
Papel e celulose	14.098	13.442	95%
Cerâmica	3.050	2.745	90%
Outros	34.173	23.750	70%
Total	172.061	116.909	68%

Num estudo (publicado na Eletricidade Moderna em Junho de 2008), considerando o custo de um motor elétrico no período de 10 anos, chegou-se à conclusão de que 96% do custo final é com a energia elétrica. **Os custos com a aquisição e manutenção de motores é de apenas 4%.**

Custos de um motor elétrico em 10 anos



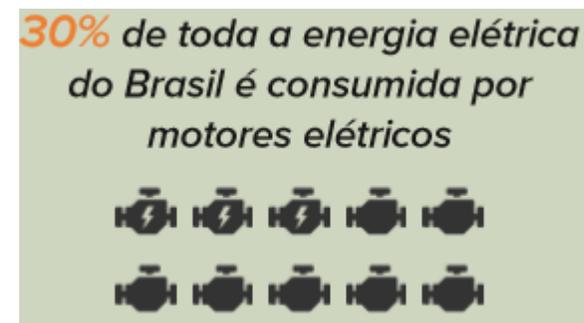
A partir destes dados, chegamos a uma conclusão óbvia: **quanto mais eficiente o motor, menor será o custo a longo prazo.** Também devemos considerar o fato de que uma instalação industrial tem, em média, uma vida útil de 17 anos (fonte: ABRAMAN)



Acionamentos Elétricos

- Estas oportunidades foram visualizadas pelo governo e tiveram ações como a **Lei 10.295/2001** complementada pela Portaria 553/2005
- **Que determinou a obrigatoriedade de níveis mínimos de rendimentos para motores elétricos trifásicos de 1 CV a 250 CV.**

Entretanto, a lei serve apenas para novas aquisições, nada determinado para o parque atual instalado, antigo e que é continuamente reparado mesmo após as queimas, as quais usualmente reduzem a eficiência original, que, nesse caso, já é ultrapassada.



Acionamentos Elétricos

- O estudo da PUCRio 2014, sob coordenação de Rodrigo Calili, mostra que o **aproveitamento irregular de motores elétricos**, principalmente pelo mercado de motores usados à margem da lei, **provoca um desperdício de 7.000 GWh/ano**, ou o equivalente à produção de uma usina do porte de PortoPrimavera (1.540 MW de potência, considerando fator de capacidade 55%).



Acionamentos Elétricos

- Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), Nota Técnica DEA 26/14 – EPE, nosso potencial de economia de energia elétrica na força motriz é de 15.050 GWh/ano. Isso é equivalente a uma usina de 3.086 MW de potência instalada, pouco menos do que a hidrelétrica de Jirau.
- Brasil tem um enorme desafio pela frente: até 2030 deve reduzir em 10% o consumo de energia. A meta, ambiciosa, foi estabelecida pelo Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf).

Acionamentos Elétricos

- Conforme previsto no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2024), os ganhos com eficiência energética chegarão a 5,3% do consumo elétrico em 2024, o que corresponderá a 44 mil GWh de energia conservada.
- Com isso, a previsão de consumo potencial, que seria da ordem de 835,1 TWh, deve cair para 790,8 TWh.
- Para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética, foi implementada em março a Lei Nº 13.280/16, que altera a Lei nº 9.991/00.



Acionamentos Elétricos

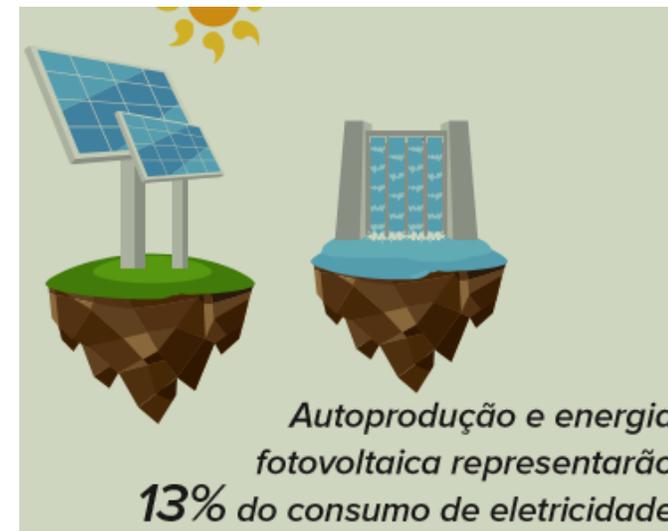
- A nova legislação tem o objetivo de fortalecer o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), que passa a receber 20% dos recursos para eficiência energética aplicados pelas concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica.



Em 29 de outubro 2015, a Aneel publicou um programa de incentivo à substituição de motores elétricos antigos por novos, mais eficientes. A iniciativa concede bônus e arca com parte do custo de aquisição destes bens.

Acionamentos Elétricos

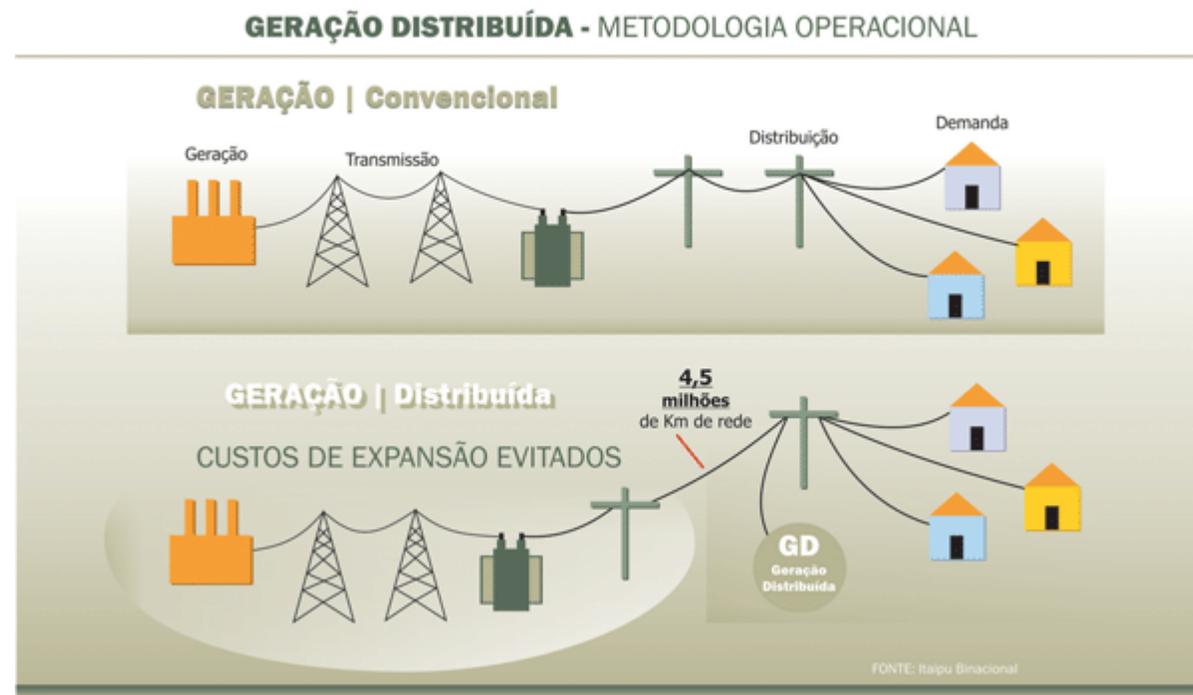
- A contribuição da geração distribuída
 - O Plano Decenal de Energia 2024, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), destaca o papel da geração distribuída - autoprodução e fotovoltaica - no atendimento à demanda de eletricidade



A autoprodução e a energia fotovoltaica representarão cerca de 13% do consumo de eletricidade e 3% do consumo energético total em 2024. Segundo o documento, estima-se que essas alternativas de atendimento permitirão abater um total de 100 TWh da demanda solicitada à rede.

Acionamentos Elétricos

- Este montante da geração distribuída corresponderá a algo equivalente à soma das energias asseguradas das duas maiores usinas hidroelétricas atualmente existentes no País: Itaipu (incluindo a parcela Paraguaia) e Tucuruí I e II



Em sistemas de pequeno porte, estima-se 1,6 TWh em 2024, devido à penetração de sistemas de geração solar fotovoltaica nas classes residencial e comercial.

Acionamentos Elétricos

- Diante de tudo isso, necessitamos efetivamente de ações práticas para mudar a realidade de nossas indústrias e aumentar sua competitividade.
- Em termos de eficiência energética, existem ações conhecidas, simples de identificar e também de aplicar.
- Com mais de dez anos de trabalho em eficiência energética na indústria, a Weg mapeou de forma bastante objetiva as ações com os melhores retornos em força motriz.

Acionamentos Elétricos

- Estas se concentram nas seguintes soluções:
 - Substituição de motores;
 - Redimensionamento de motores;
 - Sistemas industriais.

Acionamentos Elétricos

- **Substituição de motores**

- É a ação mais abrangente a se aplicar em uma planta industrial, contemplando o maior número de equipamentos e, assim, proporcionando uma maior redução de demanda, além de promover a atualização do parque fabril.
- Quanto maior a idade dos motores, as horas de operação e o custo da energia, maiores serão os benefícios a serem obtidos.
- Existem softwares bastante amigável no mercado para análises.

Acionamentos Elétricos

- Redimensionamento de motores

- Além da atualização do parque fabril, o redimensionamento traz o diferencial de promover uma redução de consumo de energia ainda mais acentuada.
- Um motor superdimensionado consome muito mais energia do que um motor com a potência correta porque trabalha em uma condição diferente daquela para a qual foi projetado, consumindo energia além do necessário.
- Se isso for somado ao fato de ser um motor com nível de eficiência inferior, o desperdício é muito acentuado.

Acionamentos Elétricos

- **Redimensionamento de motores**

- Um motor deve trabalhar utilizando entre 75% e 100% de sua potência para ter a melhor eficiência.
- É comum nos caso sem que se faz a adequação de potência obter se economias de até 14% no consumo de energia.
- Motores superdimensionados também operam com um fator de potência muito baixo e ingressam no pelotão dos causadores de multa nas faturas de energia, exigindo investimento e adequação das instalações para correção do fator de potência.

Acionamentos Elétricos

- Redimensionamento de motores
- As causas de motores com sobra de potência são as mais variadas.
 - Vão desde a falta de registro da instalação de um motor de maior potência em uma situação de urgência, sem correção posterior e que se perpetua.
 - Em projetos antigos, a ocorrência é comum pela falta de recursos de dimensionamento adequados à época e também pelo “coeficiente de segurança” exagerado, situação que se repete mesmo em projetos recentes.

Acionamentos Elétricos

- Redimensionamento de motores
- As causas de motores com sobra de potência são as mais variadas.
 - Modificações de processo e produto também são causas fortes, pois a condição original de projeto é alterada.

Acionamentos Elétricos

- **Redimensionamento de motores**
- As causas de motores com sobra de potência são as mais variadas.
 - Projetos antigos muitas vezes empregam motores de grande potência para conseguirem partir cargas de alta inércia, operando, após a partida, com grande sobra.
 - Com os recursos atuais, estas situações são contornadas por métodos de partida mais eficientes, como soft starter e inversor de frequência, permitindo utilizar motores de menor potência.

Acionamentos Elétricos

- **Redimensionamento de motores**
 - Um sintoma do desvio são os motores operando “frios”, o que é um encanto para as equipes de manutenção, mas, na verdade, é um indicador de que há muita folga em sua operação, acarretando nas consequências anteriormente descritas.

Acionamentos Eléctricos

- Redimensionamento de motores
- Reduzir a potência de um motor muitas vezes não requer modificações na base ou acoplamento, pois um mesmo tamanho de carcaça abrange mais de uma potência.
- Dependendo do tipo de equipamento que é acionado pelo motor, o acompanhamento de uma partida também pode ser necessário.
- Uma boa diretriz é investigar os motores que operam com uma corrente muito abaixo de sua corrente nominal.

Acionamentos Elétricos

- **Sistemas industriais**

- As soluções em sistemas são as ações que proporcionam as maiores reduções de consumo de energia e eficiência energética.
- São uma combinação de motores de alta eficiência com controle de rotação por inversores de frequência, o que acentua muito a economia de energia do conjunto, pois o motor passa a entregar somente o esforço necessário ao trabalho, sem desperdício.

Acionamentos Elétricos

- Entretanto, esta dupla de motor e inversor tem de estar ligada ao processo, de modo que sua variação seja automática. Isso pode ser um complicador mais tem diversas soluções

Soluções de eficiência energética em sistemas industriais

<i>Sistema industrial</i>	<i>Solução eficiente</i>	<i>Economia</i>	<i>Outros benefícios</i>
Torres de resfriamento	Motor alta eficiência + inversor + transmissor de temperatura	Até 80%	Redução do consumo água e insumos.
Filtro de mangas	Motor alta eficiência + inversor + transmissor de pressão	Até 60%	Vida útil mangas e redução do consumo ar comprimido.
Silos de grãos	Motor alta eficiência + inversor	Até 90%	Qualidade do produto e controle do nível do silo e teor de umidade.
Injetoras	Motor alta eficiência + inversor	Até 60%	Suavidade de operação e redução da temperatura do óleo.
Extrusoras	Motor alta eficiência + inversor	Até 30%	Redução de custos de manutenção.
Moinho de bolas	Motor alta eficiência + inversor	Até 40%	Redução do tempo de batelada e custos de manutenção.

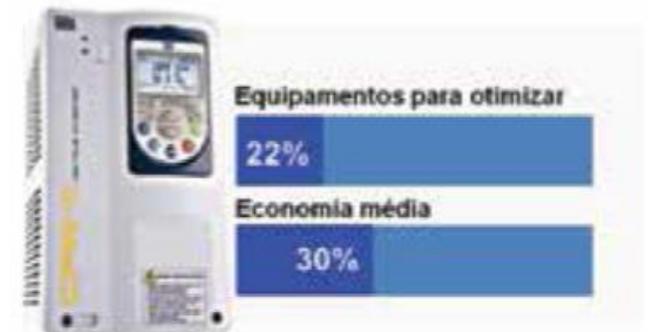
Acionamentos Elétricos

- Diagnósticos realizados na indústria, com base em mais de 50 mil casos, apontam que, em média, 71% dos motores de uma indústria podem ser otimizados, com uma economia média de 9%. Em 22% deles é possível aplicar a variação de velocidade, elevando a economia média nestes equipamentos para 30%.

Substituição de motores e redimensionamento



Automação/ Variação de velocidade



Acionamentos Elétricos

- São números e resultados expressivos que atraem os corpos técnicos, mas muitas vezes esbarram nos tomadores de decisão, responsáveis pela parte financeira.
- É necessário que as avaliações sejam equalizadas e os investimentos medidos pelas mesmas regras.

Acionamentos Elétricos

- É muito comum hoje em nossa indústria encontrar corpos técnicos com a diretriz: o projeto tem de se pagar em um ano para ser aprovado. Isso pode até acontecer, mas é raro, como certamente é raro para outros investimentos usuais da empresa. Essa é uma situação que tem levado muitas empresas a perderem boas oportunidades.
- Resumindo, a força motriz é a essência das indústrias e assim consome a maior parcela da energia elétrica. As ações possíveis são conhecidas e de fácil aplicação e podem também trazer benefícios extras, além da economia em energia elétrica