

Revista

# ABEE-MG

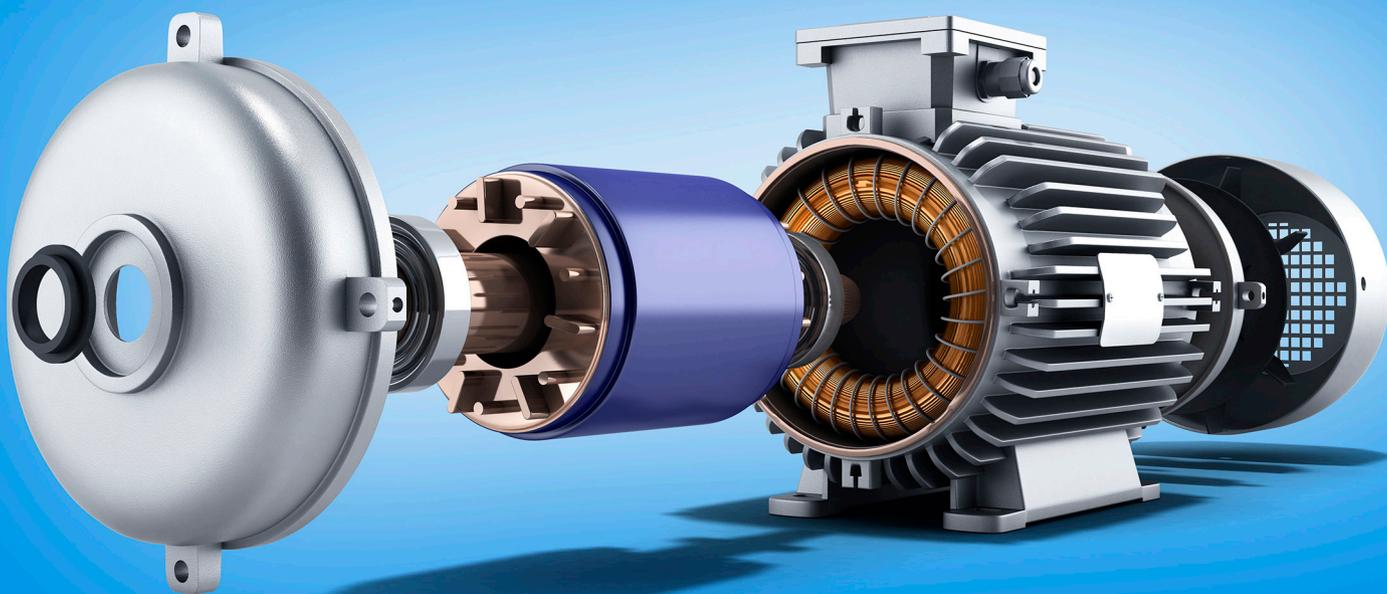
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS DEPARTAMENTO DE MINAS GERAIS



ANO 2 | Nº 8

## Máquinas Síncronas

ARTIGO APRESENTA QUESTÕES A SEREM LEVADAS EM CONSIDERAÇÃO QUANDO DA POSSIBILIDADE DE SE REALIZAR A COMPENSAÇÃO DE REATIVOS ATRAVÉS DE MÁQUINAS SÍNCRONAS, TANTO NA VERSÃO MOTOR COMO NA VERSÃO GERADOR SÍNCRONO.



**ARTIGO** O CONFAZ no dia 21 de julho de 2022 editou o Ato Declaratório nº 25 de 20 de julho de 2022, que ratifica convênios ICMS aprovados na 185ª reunião ordinária do CONFAZ, realizada no dia 1º.07.2022.

**ENTREVISTA** O engenheiro Marcos Venicius Gervásio, Chefe de Gabinete do Crea-MG comenta sobre sua rotina de trabalho, faz um balanço das atividades da entidade em 2022 e traça perspectivas para 2023.



**ABEE-MG**

Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas  
Departamento de Minas Gerais

Publicação da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Departamento de Minas Gerais (ABEE-MG).

Av. Álvares Cabral, 1.600 - 2º Andar - CEP 30170-001 | Belo Horizonte-MG | Tel: (31) 3299 8718  
<https://abee-mg.com.br/>

**ANO II • Nº 8 • OUTUBRO 2022**

**Diretoria ABEE-MG**  
(gestão 2021-2023)

**Presidente**

Eng. Hélio Nonato de Oliveira

**Vice-presidente**

Eng.ª Cláudia Deslandes Figueiredo

**1º Secretário**

Eng. Fernando Luis de Almeida

**2º Secretário**

Eng. Fábio Oliveira Souto

**1º Tesoureiro**

Eng. Miguel Angelo dos Santos Sá

**2º Tesoureiro**

Eng. Eduardo Sabarense Prado

**Diretor de Relações Institucionais**

Eng. Alfredo Marques Diniz

**Diretor de Eventos Técnicos**

Eng. Claudio do Carmo Barsante

**Conselho Deliberativo (Titulares)**

Eng. Gilmar Pereira Narciso  
Eng. Fabio Luis de Oliveira e Silva  
Eng. José Flávio Gomes  
Eng. Welhilton Adriano de Castro Silva  
Eng. Luiz Carlos Sperandio Nogueira  
Eng. Marcelo Marques Santana

**Conselho Deliberativo (Suplentes)**

Eng. André Luiz Freire  
Eng. Alípio Monteiro Barbosa  
Eng. João Jackson Batista Braga

**Conselho Fiscal (Titulares)**

Eng. Igor Braga Martins  
Eng. Lucio Francisco Junior  
Eng. Luiz Reis Lana

**Conselho Fiscal (Suplentes)**

Eng. Mario Veras Junior  
Eng. Paulo Roberto de Paiva Novo  
Eng. Nicolau Neder Pinheiro Damasceno

**PRODUÇÃO**



**Diretoria**

Hilton Moreno | Marcos Orsolon

**Redação**

**Diretor de Redação:**  
Marcos Orsolon

**Editor:** Paulo Martins  
**Jornalista Responsável:**

Marcos Orsolon  
(MTB nº 27.231)

**Produção Visual e Gráfica**  
Estúdio AM

## 03 EDITORIAL



### ARTIGO MÁQUINAS SÍNCRONAS

Artigo, de autoria do professor Marcus Vinicius Ferraz do Amaral, busca apresentar algumas questões a serem levadas em consideração quando da possibilidade de se realizar a compensação de reativos, não utilizando os costumeiros compensadores estáticos, mas sim, através de compensadores dinâmicos. Para ser mais específico, utilizando máquinas síncronas, tanto na versão motor como na versão gerador síncrono. Com este artigo o autor ousa sugerir uma abordagem mais “didática” sobre o assunto.



### ENTREVISTA

Marcos Venicius Gervásio é Chefe de Gabinete do Crea-MG. Engenheiro civil e de segurança do trabalho, é pós-graduado em avaliações, perícia e engenharia; fundações e estrutura de contenção; estrutura de concreto armado. Mais recentemente concluiu MBA em gestão pública. Nesta entrevista o executivo conta um pouco de sua rotina de trabalho, faz um balanço do ano de 2022 e revela as expectativas para 2023.



### ARTIGO INFORMAÇÕES TRIBUTÁRIAS

O CONFAZ, no dia 21 de julho de 2022 editou o Ato Declaratório nº 25 de 20 de julho de 2022, que ratifica convênios ICMS aprovados na 185ª reunião ordinária do CONFAZ, realizada no dia 1º.07.2022 e publicados no DOU no dia 05.07.2022.



Foto: Shutterstock

# DESTAQUES DA EDIÇÃO

O destaque de capa desta edição é o artigo “Compensação de Reativo utilizando Máquinas Síncronas - Aspectos gerais”, de autoria do professor Marcus Vinícius Ferraz do Amaral.

O artigo busca apresentar algumas questões a serem levadas em consideração quando da possibilidade de se realizar a compensação de reativos, não utilizando os costumeiros compensadores estáticos, mas sim, através de compensadores dinâmicos. Para ser mais específico, utilizando máquinas síncronas, tanto na versão motor como na versão gerador síncrono.

O autor destaca que o artigo não visa esgotar o assunto, muito menos possui a pretensão de apresentar algo inédito em termos da operação de máquinas síncronas. Pretende-se abordar o tema com o respaldo dos diagramas fasoriais e de uma importante curva característica das referidas máquinas (curva em V) e, quem sabe, ousar sugerir uma abordagem mais “didática” sobre o assunto.

A entrevista do mês é com o engenheiro Marcos Venicius Gervásio, que ocupa o cargo de Chefe de Gabinete do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (Crea-MG). Engenheiro civil e de segurança do trabalho, ele é pós-graduado em avaliações, perícia e engenharia; fundações e estrutura de contenção; estrutura de concreto armado. Mais recentemente concluiu MBA em gestão pública. Nesta entrevista o executivo conta um pouco de sua rotina de trabalho, faz um balanço do ano de 2022 e revela as expectativas para 2023.

O outro artigo desta edição, intitulado “Informações Tributárias Convênios Confaz” é de autoria da professora e advogada Marina Meyer Falcão, diretora Jurídica do INEL e da EGS (Energy Global Solution).



# Balanco positivo

CHEFE DE GABINETE DO CREA-MG FALA DE SUA ROTINA DE TRABALHO E ANALISA O ANO DE 2022.

**M**arcos Venicius Gervásio ocupa o cargo de Chefe de Gabinete do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG). Engenheiro civil e de segurança do trabalho, é pós-graduado em avaliações, perícia e engenharia; fundações e estrutura de contenção; estrutura de concreto armado. Mais recentemente concluiu MBA em gestão pública. Nesta entrevista o executivo conta um pouco de sua rotina de trabalho, faz um balanço do ano de 2022 e revela as expectativas para 2023.

## REVISTA ABEE-MG - DESDE QUANDO O SENHOR É CHEFE DE GABINETE DO CREA-MG?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Sou Chefe de Gabinete desde junho de 2018. Fui conselheiro do CREA durante nove anos. De 2006 a 2011 e depois de 2015 a 2017. Fui o primeiro inspetor do CREA-MG na minha cidade, João Monlevade, em 1989. Já presidi, também, a Associação dos Engenheiros de João Monlevade.

## REVISTA ABEE-MG - COMO É SUA ROTINA DE TRABALHO?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Na minha função de Chefe de Gabinete participo, juntamente com o presidente, de toda a gestão do conselho. Tudo que o gabinete autoriza tem que passar pelas minhas mãos até chegar ao presidente (Lucio Fernando Borges) para ele fazer o despacho final.

## REVISTA ABEE-MG - QUAL SEU ESTILO DE TRABALHO?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Procuo trabalhar em equipe e ser conciliador. Temos um lema na gestão atual do CREA-MG, que é trabalhar de portas abertas. Desde que Lucio Borges, o presidente, assumiu, o Gabinete tem literalmente as portas abertas. As pessoas entram e a gente nunca fecha a porta, nem da minha sala nem da sala do presidente. Atendemos todo mundo, conversamos com todo



Foto: Divulgação



mundo, não tem restrição de conversar e estar participando. O ritmo de trabalho é esse, de total diálogo e discussão. A gente não toma decisão nenhuma sem ouvir todas as partes envolvidas.

### **REVISTA ABEE-MG - QUAL A ESTRUTURA DO CREA-MG HOJE?**

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Temos representação em mais de 700 cidades, com 80 unidades de atendimento, 320 funcionários, mais de 130 mil profissionais registrados ativos, além de quase 50 mil empresas.

### **REVISTA ABEE-MG - QUAL A IMPORTÂNCIA DO REGISTRADO PARA O CREA-MG?**

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - O CREA foi criado para fiscalizar o exercício profissional. Todos Conselhos que existem no Brasil têm por objetivo regulamentar e fiscalizar o exercício profissional para impedir que leigos atuem nas funções que requerem uma especialização. A função do CREA é garantir que toda pessoa física ou jurídica que esteja à frente de um trabalho técnico de engenharia, esteja devidamente registrada e habilitada no CREA. Essa é a bandeira da atividade-fim do CREA. Nossa função é fiscalizar o exercício profissional.

### **REVISTA ABEE-MG - COMO SE DÁ ESSE PROCESSO DE FISCALIZAÇÃO?**

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Nossa fiscalização sempre está atenta. Ela vai às empresas, às indústrias para verificar se quem está à frente da produção daquele alimento que vai para a mesa das pessoas é um agrônomo que tem habilitação para aquilo. Que ele não seja um leigo que está ali usando defensivos errados. A mesma coisa na construção civil, na mecânica, na elétrica. Que quem está fazendo aquele trabalho técnico seja um profissional. Essa é a função da existência do Conselho. Proteger a sociedade da ação de leigos e garantir que as funções técnicas de engenharia, agronomia e geociências sejam exercidas por profissionais registrados e habilitados.

### **REVISTA ABEE-MG - E QUAL A IMPORTÂNCIA DO PROFISSIONAL PARA O CONSELHO?**

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Ele é a razão de ser de um Conselho. Somos a garantia de que a profissão será respeitada e os leigos não coloquem em risco a vida dos cidadãos. Por outro lado, eles são a fonte de recursos para tornar nossa fiscalização cada vez mais ativa e os acervos técnicos de uma vida resguardados. Além de contribuir para o sustento do Conselho, ao mesmo tempo ele participa através de suas associações e instituições de ensino da gestão do Conselho. Nosso Conselho é feito por um plenário de 109 conselheiros que vêm de todas as regiões de Minas Gerais. Eles próprios é que decidem onde e o que fiscalizar.

---

A função do CREA é garantir que toda pessoa física ou jurídica que esteja à frente de um trabalho técnico de engenharia esteja devidamente registrada e habilitada no CREA. Essa é a bandeira da atividade-fim do CREA.



## REVISTA ABEE-MG - O CREA FAZ CHAMAMENTOS PÚBLICOS. TEM ALGUM EM ANDAMENTO NO MOMENTO?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Estamos em fase de homologação do de 2023. Instituído por lei, o chamamento é a forma de o CREA retribuir aos seus profissionais, com cursos, palestras, workshops, publicação de revistas, etc, toda a confiança que deposita no Conselho ao contribuir para sua existência.

## REVISTA ABEE-MG - QUE BALANÇO O SR. FAZ DO ANO DE 2022 PARA AS ATIVIDADES DO CREA-MG?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - É um balanço positivo. No ano passado a gente fez uma virada de chave, que foi a troca do sistema de atendimento on-line. Nós tínhamos em torno de 14 sistemas que não conversavam entre si. Então fizemos um único, consolidando todos os que existiam. Hoje a gente tem uma carta de serviços que está muito perto da excelência. Uma ART pode ser registrada em menos de meia hora. A gente teve um ano de muito avanço. Não só em 2021, 2022. De 2018 para cá o CREA-MG vem crescendo ano a ano. A gente tem acompanhado através dos números. Este ano está coroando os anos anteriores, estamos conseguindo colher os frutos que a gente plantou lá atrás.

## REVISTA ABEE-MG - QUAL O NÚMERO DE FISCALIZAÇÕES FEITAS PELO CREA-MG?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - Ano passado fizemos mais de 52 mil ações de fiscalização. Este ano devemos atingir o mesmo patamar.

## REVISTA ABEE-MG - E QUAIS SÃO AS PERSPECTIVAS PARA 2023?

**MARCOS VENICIUS GERVÁSIO** - É uma boa perspectiva, porque a gente vai estar mais amadurecido, em todos os processos. Conseguimos informatizar todos os processos. Hoje no CREA não mais tramita nada em papel. Foi o novo sistema que proporcionou isso. Os conselheiros fazem seus relatos, votam, fazem os processos todos de forma virtual e em 2023 a gente irá consolidar todas essas ações. Em 2023 vamos consolidar todo o trabalho que foi projetado lá atrás em 2018. O processo de modernização dos nossos processos será contínuo. Os profissionais exigem isso. A sociedade precisa de conselhos fortes. E o CREA-MG não vai perder esse bonde da história. ●

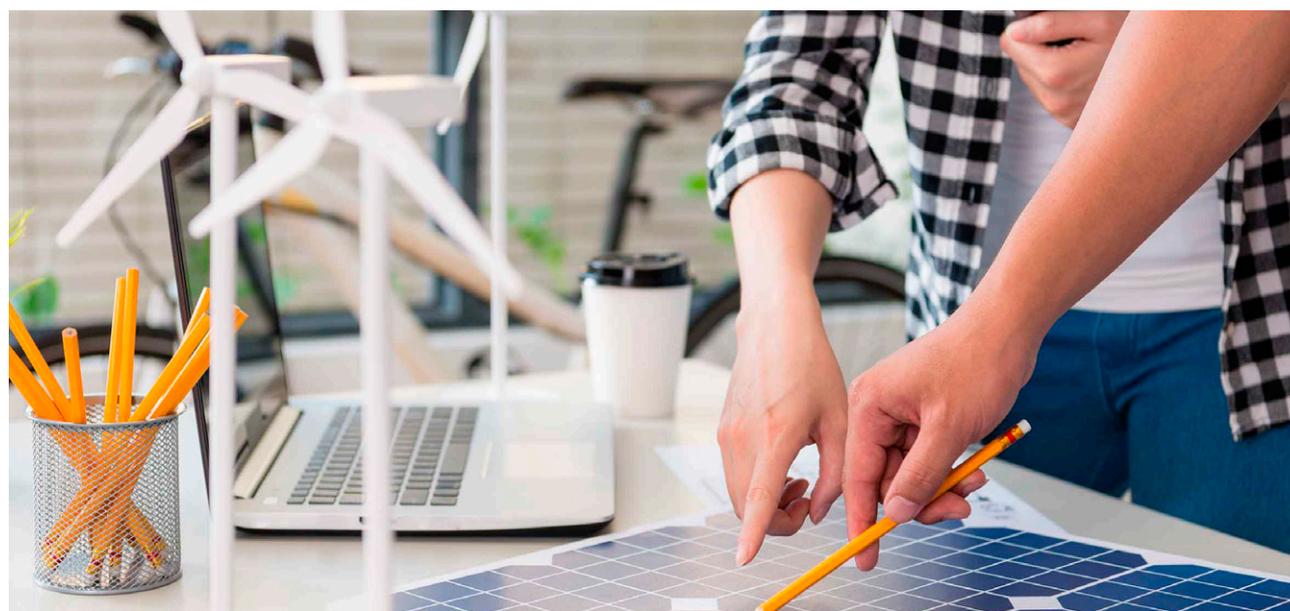


Foto: Shutterstock



Foto: Shutterstock

# Compensação de Reativo utilizando Máquinas Síncronas - Aspectos gerais

## Introdução

É sabido que a compensação de potência reativa em sistemas elétricos é, sem dúvida, uma questão que requer cuidados e análises intrínsecas, quer seja no âmbito de um circuito elétrico isolado, em uma planta industrial ou comercial, bem como em sistemas de geração de energia elétrica, isócrono ou barra infinita, visto que, plantas com baixo fator de potência estão sujeitas à aplicação de multa mensal pela concessionária.

No âmbito dos estudos e tratativas comerciais que abarquem o tema, comumente nos deparamos com colocações do tipo “consumir indutivo é equivalente a fornecer capacitivo, ou vice-versa.” Não que sob a ótica de análise de circuitos elétricos este entendimento seja um equívoco, mas, cabe destacar que o processo de consumir fica a cargo das demandas da planta, ao passo que o fornecer fica a cargo das unidades geradoras.

Dentro desta perspectiva, este artigo busca apresentar algumas questões a serem levadas em consideração quando da possibilidade de se realizar a compensação de reativos, não utilizando os costumeiros compensadores estáticos, mas sim, através de compensadores dinâmicos. Para ser mais específico, utilizando máquinas síncronas, tanto na versão motor como na versão gerador síncrono.



Evidentemente, este artigo não visa esgotar o assunto, muito menos possui a pretensão de apresentar algo inédito em termos da operação de máquinas síncronas. Não obstante, na verdade pretende-se abordar o tema com o respaldo dos diagramas fasoriais e de uma importante curva característica das referidas máquinas (curva em V) e, quem sabe, ousar sugerir uma abordagem mais “didática” sobre o assunto.

## A Máquina Síncrona

Inicialmente, faz-se necessário um breve relato, ou resgate, dos principais aspectos ou características de uma Máquina Síncrona de modo a contextualizar a discussão.

Uma Máquina Síncrona é uma máquina de corrente alternada que apresenta no seu estator o circuito induzido, enrolamento de armadura em Corrente Alternada, e no rotor o circuito indutor, enrolamento de campo em Corrente Contínua. Para os efeitos desta análise, estamos considerando uma máquina trifásica.

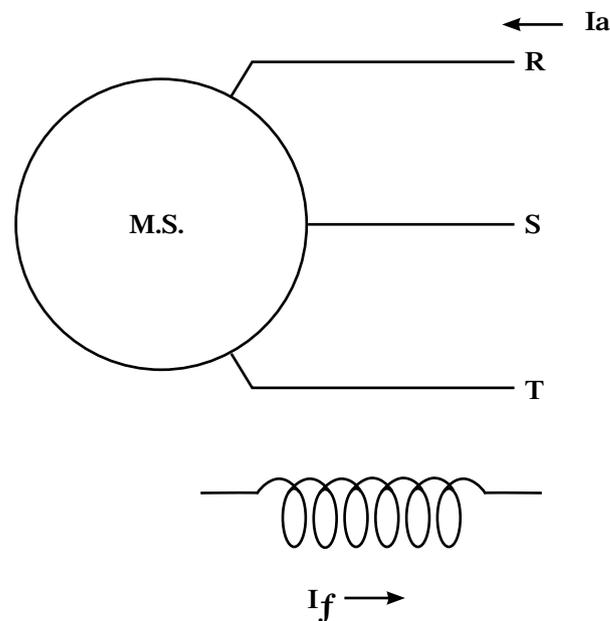


Figura 1 – Diagrama de uma Máquina Síncrona Trifásica

Vamos assumir que, em regime permanente, a Máquina Síncrona opera em tensão, frequência e velocidade nominais.

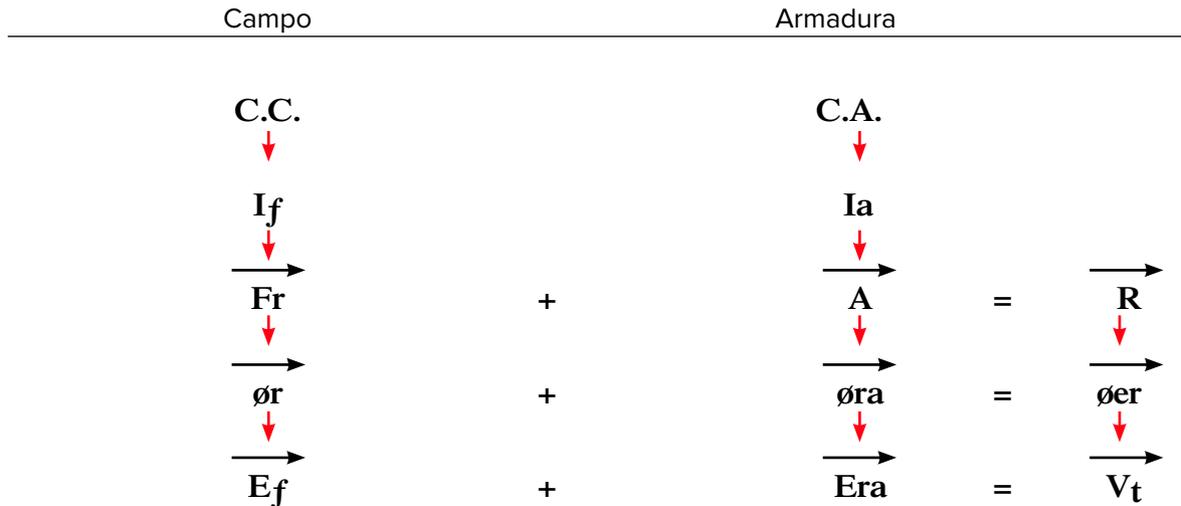
Neste modo operante, existe um interessante comportamento entre estes circuitos, que chamamos de aritmética Síncrona que dispõe que, se a Máquina opera em regime permanente, C.C. + RPM = C.A. Ou seja, em Circuitos Acoplados Magneticamente o importante não é exatamente o que o determinado circuito é, mas sim como o circuito acoplado a ele o enxerga.

Assim, mesmo sabendo que o circuito de campo trabalha em corrente contínua, onde não se aplica uma análise fasorial, as grandezas relativas a tal bloco da máquina passam a ter, para o enrolamento de armadura com o qual o mesmo se acopla, um comportamento cíclico, periódico, hertziano, possibilitando desta forma que, tanto a força magnetomotriz de campo e o fluxo de campo adquiram um perfil vetorial.



Esta consideração é muito importante na medida em que equações de equilíbrio podem ser sugeridas para descrever este endógeno relacionamento:

## Equações De Equilíbrio



- Onde:
- C.C. = corrente contínua
  - C.A. = corrente alternada
  - I<sub>f</sub> = corrente de campo
  - I<sub>a</sub> = corrente de armadura
  - F<sub>r</sub> = força magnetomotriz do rotor
  - A = força magnetomotriz “de reação” da armadura
  - R = força magnetomotriz resultante
  - Ø<sub>e.r.</sub> = fluxo resultante estator-rotor
  - Ø<sub>r</sub> = fluxo do rotor
  - Ø<sub>R.A.</sub> = fluxo “de reação” da armadura
  - V<sub>t</sub> = tensão terminal
  - E<sub>f</sub> = força eletromotriz interna
  - E<sub>RA</sub> = força eletromotriz “de reação” da armadura

## Funcionamento da Máquina Síncrona

Com o intuito de simplificar a abordagem, admite-se que a Máquina Síncrona está operando ligada a uma barra infinita, uma barra que garante tensão e frequência constantes.

Naturalmente, existe todo um procedimento para “flutuar” uma Máquina Síncrona na Barra Infinita e, a partir daí fazê-la operar como motor ou gerador, assunto que não será aprofundado nesta oportunidade. Entretanto, é importante salientar que, estando a Máquina na Barra, a sua tensão terminal e frequência



passam a ser constantes da Barra, o que implica no fato de que tanto a  $R$ , como  $V_t$  e o  $\emptyset$ .e.r. também serão constantes devidas as leis de Faraday e de Ohm magnética, respectivamente.

Assim, as colunas relativas ao circuito de campo e circuito de armadura irão sofrer alterações no sentido de, vetorialmente, preservar os valores de  $V_t$ ,  $\emptyset$ .e.r. e  $R$ .

Com o objetivo de realizar uma análise mais abrangente, vamos trabalhar com os comportamentos motor e gerador simultaneamente.

Para tanto, apresenta-se em primeiro momento o diagrama fasorial da máquina flutuando na Barra.

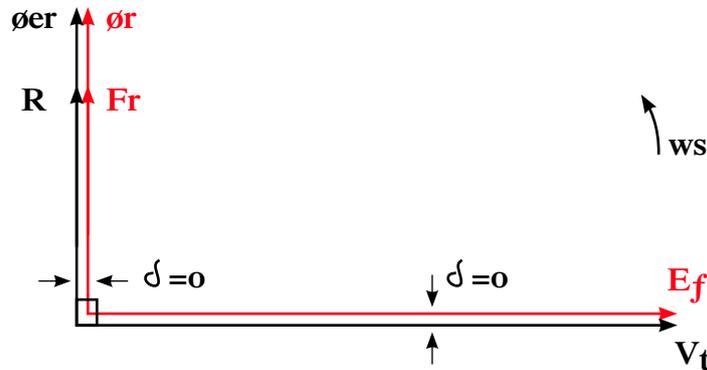


Figura 2 – Diagrama fasorial da máquina flutuando na barra

Na figura 2, é possível perceber o valor nulo para a corrente de armadura, uma vez que nesta condição não existe troca de potência entre máquina e sistema. O valor nulo do ângulo de carga indica que o torque líquido na máquina também é nulo. Outra consideração a ser feita refere-se ao fato de que, a única forma de termos variação modular das grandezas  $Fr$ ,  $\emptyset$ .e.r. e  $E_f$ , é através da variação do valor da corrente de excitação, ou corrente de campo.

Por se tratar de um conversor de energia, para que a Máquina Síncrona, a partir do seu estado de flutuação, venha a trabalhar como motor ou gerador, basta para isso atuar em seu órgão primário, ou seu regulador de velocidade, reduzindo ou elevando, respectivamente, o fornecimento de potência mecânica sobre o seu eixo. Os diagramas fasoriais apresentados a seguir nas figuras 3 - Motor e a Figura 4 - Gerador, ilustram esta situação.

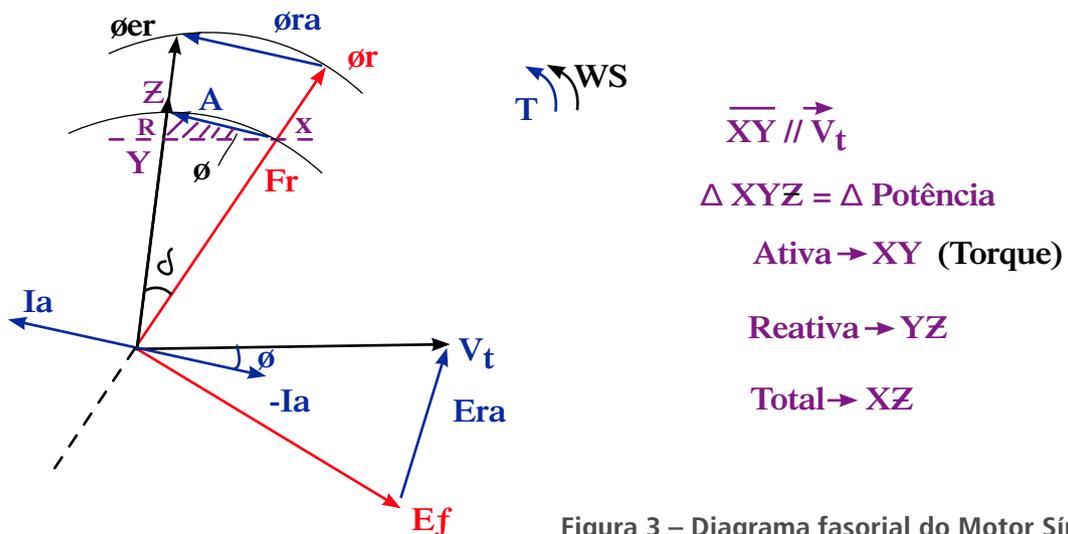


Figura 3 – Diagrama fasorial do Motor Síncrono

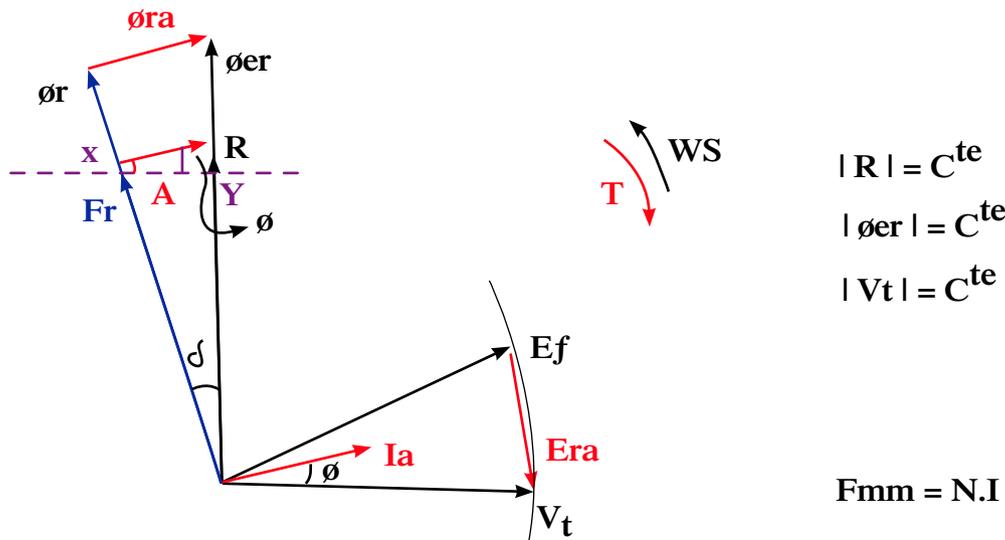


Figura 4 – Diagrama fasorial do Gerador Síncrono

De acordo com os fasoriais, podemos perceber que o motor passa naturalmente a consumir reativo indutivo, enquanto o gerador passa a fornecer reativo capacitivo.

Pode-se mostrar, em ambos os fasoriais que, com excitação constante, as variações da potência ativa e do Torque serão feitas exclusivamente pelo ajuste do ângulo de carga, tornando assim o regulador de velocidade também um exímio regulador de potência ativa.

Assim, alguns lugares geométricos importantes podem ser traçados em ambos os fasoriais, no sentido de facilitar a visualização de tais postulados, conforme demonstrado nas figuras 3 e 4.

Vislumbra-se em ambos os fasoriais, para ser mais específico, nos ambientes das forças magnetomotrizes, um triângulo XYZ que corresponde ao consumo de energia no motor, ou o fornecimento de energia do gerador. O segmento XY representa a potência ativa, o segmento YZ a potência reativa, e o segmento XZ a potência aparente. Nota-se que, este triângulo pode ser representado também nos ambientes dos fluxos bem como das forças eletromotrizes, resguardadas suas respectivas direções e sentidos.

Se considerarmos, segundo Olle Elgerd (1976), que a Máquina Síncrona ligada à Barra Infinita se comporta como uma Caixa Preta com duas entradas e duas saídas, e admitirmos que já existe uma conexão muito forte entre a entrada potência mecânica e a saída potência ativa, quase por exclusão, pode-se concluir que a mesma relação se dará entre a entrada corrente de excitação e a saída potência reativa.

Para demonstração desta tese, pode-se realizar o traçado dos diagramas fasoriais para estas condições apresentadas, tanto na ação motora como na ação geradora. Para isso, assumiremos que não haverá mais nenhuma variação, quer seja na carga no eixo do motor ou na turbina que aciona o gerador.

Isto posto, não são mais verificadas alterações na potência ativa e/ou no Torque em ambas as configurações. Novos lugares geométricos tornam-se bastante úteis, no sentido de balizar as respostas comportamentais das grandezas relativas ao circuito de campo e as consequentes reações do enrolamento de armadura.



A partir desta condição, implementa-se variações simultâneas sobre as respectivas correntes de campo, tanto no motor quanto no gerador. Isso é, implementa-se um aumento progressivo nas correntes de campo, limitado ao máximo valor de corrente de placa.

Pode-se, portanto, constatar que, para baixas correntes de campo, o enrolamento de armadura entra magnetizando o circuito de campo, enquanto que, para elevadas correntes de campo, a armadura entra desmagnetizando o circuito de campo. Porém, para uma determinada corrente de campo, corrente de excitação normal, a armadura nem magnetiza nem desmagnetiza o campo se comportando de maneira passiva eletromagneticamente falando.

A grande questão que aqui se coloca é verificar o significado da ação magnetizante e desmagnetizante das grandezas da armadura sobre os parâmetros do circuito de campo.

Para a Máquina Síncrona, a partir da flutuação e com redução da sua inserção de potência mecânica sobre o seu eixo, ela passa a funcionar como motor e consumindo potência reativa indutiva, conforme é verificado no diagrama fasorial da ação motora, apresentado na figura 5.

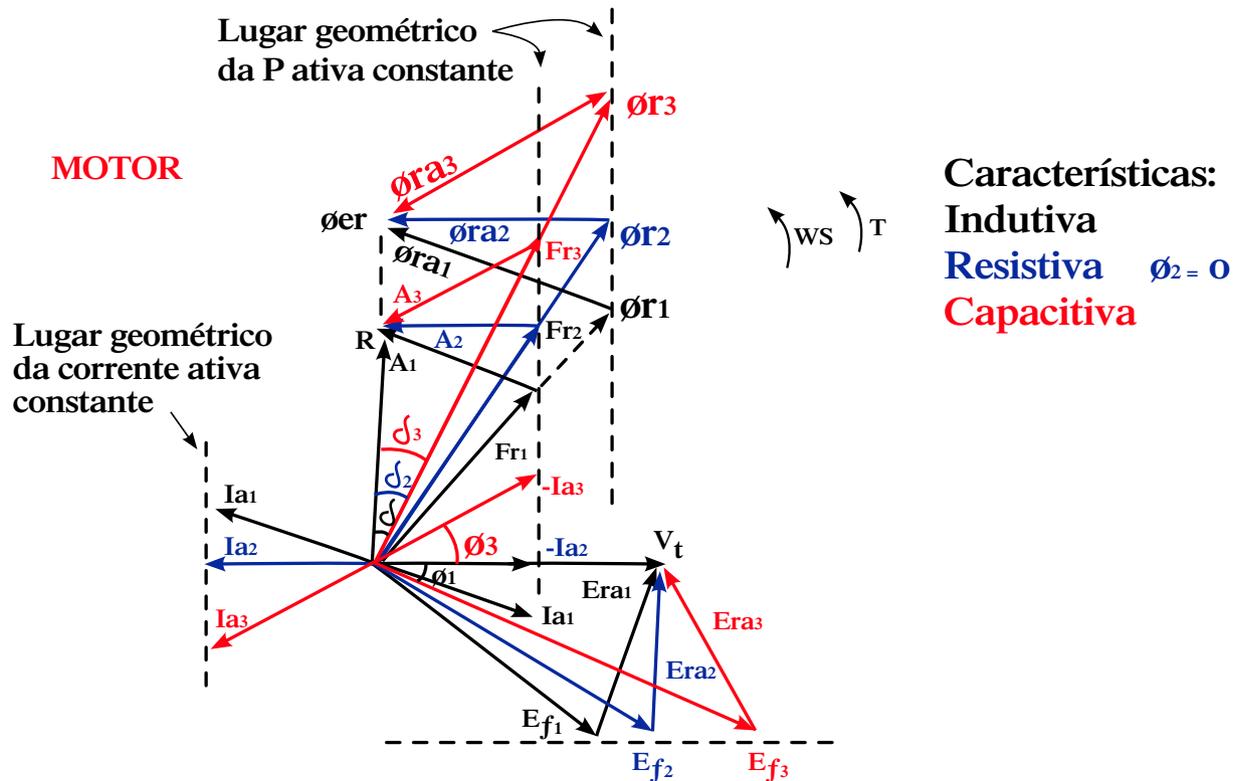


Figura 5 – Motor Síncrono

Sendo essa a condição inicial, aumenta-se gradativamente a corrente de campo até que a corrente de armadura passe a ficar em fase com a tensão terminal, o que implica dizer que o motor passa a trabalhar com fator de potência unitário. Vale ressaltar que, neste momento, a corrente de armadura atinge o seu menor valor possível para uma mesma potência ativa e conjugado, visto que a menor distância de um ponto a uma reta é a perpendicular baixada do ponto à reta.

Se continuarmos a aumentar a corrente de campo, a armadura e seus parâmetros passam a desmagnetizar as componentes de campo fazendo o motor consumir potência reativa capacitiva, situação também ilustrada na figura 5.



Para a Máquina Síncrona, a partir da flutuação e com aumento da inserção de potência mecânica sobre o seu eixo, a máquina passa a funcionar como gerador, fornecendo potência reativa capacitiva, conforme apresentado no diagrama fasorial da ação geradora, da figura 6.

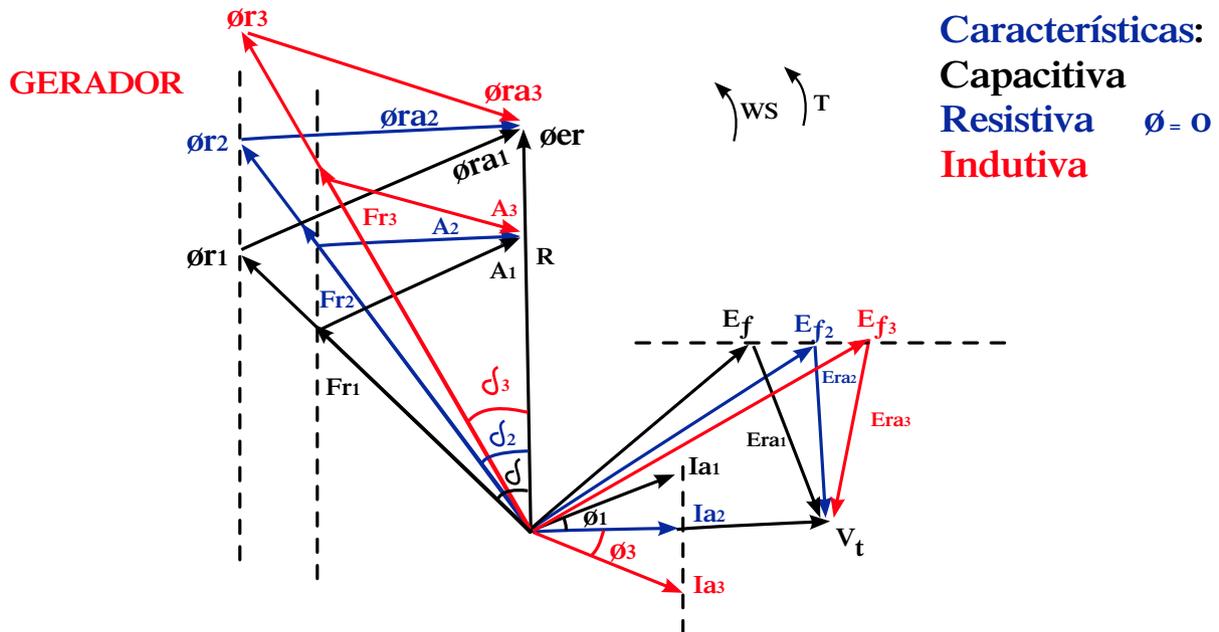


Figura 6 – Gerador Síncrono

A partir desta condição, aumenta-se gradativamente a corrente de campo até que a corrente de armadura passe a ficar em fase com a tensão terminal, o que implica dizer que o gerador passa a trabalhar com fator de potência unitário. Vale ressaltar que, neste momento, a corrente de armadura atinge o seu menor valor possível para uma mesma potência ativa e conjugado, de maneira análoga ao realizado na análise da ação motora.

Se continuarmos a aumentar a corrente de campo, a armadura e seus parâmetros passam a desmagnetizar as componentes de campo, fazendo o gerador fornecer potência reativa indutiva, vide diagrama da figura 6.

Pode-se ainda observar, sempre que a Máquina Síncrona estiver operando com corrente de excitação normal, os diagramas fasoriais das forças magnetomotrizes, dos fluxos e das tensões, serão triângulos retângulos, cujas hipotenusas são os parâmetros relativos ao circuito de campo.

Respaldo pelos fasoriais, conclui-se que a Máquina Síncrona é o único equipamento que pode operar desenvolvendo potência ativa e conjugado eletromagnético constantes, porém, apresentando na armadura correntes de características indutivas, resistivas ou capacitivas de acordo com atuações em seu regulador de tensão, ou seja, a corrente de campo.

Na verdade, vários diagramas fasoriais análogos a estes podem ser traçados em função das mais diversas potências ativas e conjugados.

A manipulação das informações levantadas pelos fasoriais nos permite levantar experimentalmente uma importante curva característica da Máquina Síncrona: a curva em V, que constitui-se em uma curva de carga do plano  $I_a \times I_f$  (corrente de armadura x corrente de campo). Para ser mais exato, é possível levantar uma família de curvas em V.

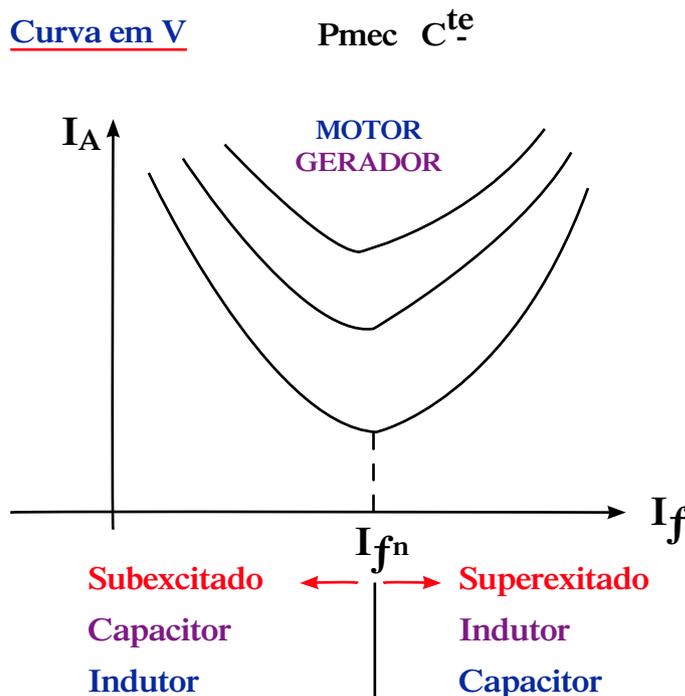


Figura 7 – Família de curvas em V da Máquina Síncrona

Estas curvas são traçadas a partir da definição de uma dada potência ativa e conjugado, tanto para motor quanto para gerador. Com um valor reduzido da corrente de campo limitado a um respectivo valor nominal da corrente de armadura, vamos aumentado gradativamente a corrente de campo e acompanhado o comportamento da potência ativa, conjugado, corrente de armadura e fator de potência. Este aumento da corrente de campo também é limitado pelo valor nominal da corrente de armadura.

Algumas considerações podem ser feitas quando da análise destas curvas:

- ▶ Tratam-se de curvas da Máquina Síncrona, cabendo interpretações tanto para a ação motora, quanto para a ação geradora.
- ▶ Verifica-se que, independentemente da ação motora ou geradora, a corrente de excitação normal,  $I_{fn}$ , marca o comportamento da máquina com fator de potência unitário, e que define o menor valor da corrente de armadura para uma dada potência ativa e conjugado.
- ▶ Uma Máquina Síncrona encontra-se subexcitada quando a sua corrente de campo é menor que a corrente de excitação normal. Ou seja,  $E_f \cdot \cos\delta < V_t$ .
- ▶ Uma Máquina Síncrona encontra-se superexcitada quando a sua corrente de campo é maior que a corrente de excitação normal. Ou seja,  $E_f \cdot \cos\delta > V_t$ .
- ▶ Uma Máquina Síncrona que opera com excitação normal apresenta fator de potência unitário. Ou seja,  $E_f \cdot \cos\delta = V_t$ .
- ▶ Existem limites operacionais para a subexcitação no tocante à excitação mínima e à corrente de armadura nominal.
- ▶ Existem limites operacionais para a superexcitação no tocante a valores elevados do seu ângulo de carga, questões de estabilidade e à corrente de armadura nominal.



## Conclusão

Com a utilização simultânea dos diagramas fasoriais e das curvas em V, podemos concluir que:

- ▶ Um Motor Síncrono consome potência ativa, consome potência reativa indutiva se subexcitado, ou consome potência reativa capacitiva se superexcitado.
- ▶ Um Gerador Síncrono fornece potência ativa, fornece potência reativa capacitiva se subexcitado ou fornece potência reativa indutiva se superexcitado.

Por fim, é possível concluir que, em se tratando de uma planta industrial, o Motor Síncrono desenvolve o torque necessário para o seu acionamento e, ao mesmo tempo, pode ser elemento valioso na correção do fator de potência da referida planta quando trabalhando superexcitado. Verifica-se que esta correção de fator de potência pode ser feita de maneira progressiva, acompanhando o aumento da corrente de excitação, além do fato de evitar a possibilidade de ressonância com eventuais frequências de componentes harmônicos porventura existentes na rede.

Em se tratando de um gerador, pode-se ter a flexibilidade de operar de acordo com a demanda do sistema, podendo inclusive realizar esta compensação de reativo na própria usina.

## Referências Bibliográficas

- ▶ ELGERD, Olle Ingemar. Introdução à teoria de Sistemas de Energia Elétrica. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976.
- ▶ FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY Jr., Charles; KUSKO, Alexander. Máquinas elétricas: conversão eletromecânica de energia, processos, dispositivos e sistemas. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.
- ▶ JORDÃO, Rubens Guedes. Máquinas Síncronas. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- ▶ KOSTENKO, M. P., PIOTROVSKI, L. M. Máquinas Elétricas. 2. ed. Moscou: MIR, 1976.
- ▶ NASAR, Sayed Abu. Máquinas Elétricas. 2. ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1984.
- ▶ SEPÚLVEDA, Hugo Luiz. Máquinas elétricas. Belo Horizonte: UFMG, 1985.
- ▶ TORO, Vincent Del. Fundamentos de Máquinas Elétricas. 1. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994.

---

**PROFESSOR MARCUS VINÍCIUS FERRAZ DO AMARAL**



Foto: Shutterstock

# Informações Tributárias

## Convênios Confaz

O CONFAZ no dia 21 de julho de 2022 editou o Ato Declaratório nº 25 de 20 de julho de 2022, que ratifica convênios ICMS aprovados na 185ª reunião ordinária do CONFAZ, realizada no dia 1º.07.2022 e publicados no D.O.U. no dia 05.07.2022, abaixo citados:

- ▶ **CONVÊNIO ICMS nº 85/22** - Autoriza o Estado de Pernambuco a conceder crédito presumido em valor equivalente ao do ICMS incidente nas saídas de geladeira, fogão, máquina de lavar ou tanquinho, televisor e micro-ondas, na hipótese que especifica;
- ▶ **CONVÊNIO ICMS nº 87/22** - Altera o Convênio ICMS nº 24/22, que altera o Convênio ICMS nº 101/97, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica;
- ▶ **CONVÊNIO ICMS nº 88/22** - Autoriza as unidades federadas que menciona a conceder crédito presumido de ICMS para a execução de programas sociais e projetos relacionados à política energética;
- ▶ **CONVÊNIO ICMS nº 89/22** - Autoriza o Estado do Pará a conceder redução de base de cálculo do ICMS nas operações com máquinas e equipamentos destinados, exclusivamente, ao ativo permanente; - **CONVÊNIO ICMS nº 90/22** - Autoriza as unidades federadas que menciona a conceder crédito outorgado do ICMS correspondente ao valor do ICMS destinado pelos seus respectivos contribuintes a projetos no âmbito do turismo criativo credenciados pela Secretaria de Turismo;



- **CONVÊNIO ICMS nº 91/22** - Autoriza as unidades federadas que menciona a conceder isenção do ICMS às operações internas, com micro ônibus e vans, para utilização como transporte complementar de passageiros;
- **CONVÊNIO ICMS nº 92/22** - Autoriza o Estado do Pará a conceder redução de base de cálculo do ICMS nas operações que especifica;
- **CONVÊNIO ICMS nº 93/22** - Altera o Convênio ICMS nº 3/17, que autoriza as unidades federadas que menciona a instituir Programa de Fomento às Empresas Prestadoras de Serviço de Comunicação Multimídia que migrarem do Simples Nacional para o Regime Normal, concedendo redução de base de cálculo do ICMS nas prestações internas de serviços de comunicação a que se refere;
- **CONVÊNIO ICMS nº 94/22** - Altera o Convênio ICMS nº 101/97, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica;
- **CONVÊNIO ICMS nº 95/22** - Dispõe sobre a adesão do Estado do Espírito Santo, prorroga e altera as disposições do Convênio ICMS nº 52/21, que autoriza as unidades federadas que menciona a reduzir a base de cálculo do ICMS nas saídas de veículos de combate a incêndio;
- **CONVÊNIO ICMS nº 96/22** - Prorroga as disposições do Convênio ICMS nº 151/20, que autoriza as unidades federadas que menciona a reduzir a base de cálculo do ICMS nas saídas interestaduais de arroz beneficiado de produção própria;
- **CONVÊNIO ICMS nº 98/22** - Altera o Convênio ICMS nº 38/01, que concede isenção do ICMS às operações internas e interestaduais com automóveis de passageiros, para utilização como táxi;
- **CONVÊNIO ICMS nº 99/22** - Altera o Convênio ICM nº 35/77, que consolida as disposições relativas ao tratamento tributário de gado e coelho, inclusive da carne e dos produtos comestíveis de sua matança, e, bem assim, dos reprodutores, matrizes e equinos puro-sangue de corrida, e dá outras providências;
- **CONVÊNIO ICMS nº 100/22** - Dispõe sobre a adesão do Estado do Mato Grosso do Sul e altera o Convênio ICMS nº 41/22, que autoriza as unidades federadas que menciona a conceder isenção do ICMS nas operações e prestações com garrafas de vidro usadas, já utilizadas como vasilhame de bebidas alcólicas, nos termos que especifica;
- **CONVÊNIO ICMS nº 101/22** - Autoriza o Estado do Rio de Janeiro a convalidar os fatos geradores relativos ao Convênio ICM nº 12/75, com as alterações promovidas pelo Convênio ICMS nº 55/21;
- **CONVÊNIO ICMS nº 102/22** - Altera o Convênio ICMS nº 155/21, que autoriza o Estado do Pará a reduzir juros e multas de débitos fiscais relacionados com o ICM e o ICMS;
- **CONVÊNIO ICMS nº 103/22** - Dispõe sobre a adesão do Estado do Acre ao § 5º da cláusula primeira e altera o Convênio ICMS nº 87/02, que concede isenção do ICMS nas operações com fármacos e medicamentos destinados a órgãos da Administração Pública Direta Federal, Estadual e Municipal;
- **CONVÊNIO ICMS nº 105/22** - Altera o Convênio ICMS nº 14/20, que autoriza o Estado da Paraíba a conceder benefício fiscal relacionado com ICMS e dispõe sobre a remissão e a anistia de créditos tributários, constituídos ou não, na forma que especifica este convênio.



Importante destacar que o CONFAZ também havia aprovado alterações recentes no **Convênio 101/97** (que Concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica), trazendo as seguintes alterações:

- 1) Trouxe a prorrogação do prazo ao Convênio 24/22, com a nova redação dada ao inciso III da cláusula primeira pelo Convênio ICMS 24/22, com efeitos de 01/04/22 a 30/06/22;
- 2) Prorrogou o prazo final do Convênio ICMS 156/17 até 31/12/2028;
- 3) Estabeleceu como isentas do ICMS as operações com os produtos indicados no Convênio (relativos aos equipamentos e solares e aerogeradores) e as trouxe as respectivas classificações uniformizadas na Nomenclatura Comum do Mercosul - Sistema Harmonizado - NCM/SH.

Objetivando sanar a guerra fiscal e a correspondente mitigação dos seus efeitos, o Governo Federal editou a Lei Complementar nº 160/2017 autorizando a reinstauração dos benefícios fiscais instituídos em desconformidade com a Constituição Federal, bem como outorgando a competência para que fosse editado convênio específico com a finalidade de abordar de maneira mais detalhada a matéria:

*“Art. 1º - Mediante convênio celebrado nos termos da Lei Complementar no 24, de 7 de janeiro de 1975, os Estados e o Distrito Federal poderão deliberar sobre:*

*I - a remissão dos créditos tributários, constituídos ou não, decorrentes das isenções, dos incentivos e dos benefícios fiscais ou financeiro-fiscais instituídos em desacordo com o disposto na alínea “g” do inciso XII do § 2º do art. 155 da Constituição Federal por legislação estadual publicada até a data de início de produção de efeitos desta Lei Complementar;*

*II - a reinstauração das isenções, dos incentivos e dos benefícios fiscais ou financeiro-fiscais referidos no inciso I deste artigo que ainda se encontrem em vigor.” (grifos nossos)*

Nesse contexto, foi publicado o Convênio ICMS 190/2017, dispondo acerca dos procedimentos necessários à restituição dos benefícios fiscais concedidos sem autorização do CONFAZ:

*“Cláusula primeira - Este convênio dispõe sobre a remissão dos créditos tributários, constituídos ou não, decorrentes das isenções, dos incentivos e dos benefícios fiscais ou financeiro-fiscais, relativos ao Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação - ICMS, instituídos, por legislação estadual ou distrital publicada até 8 de agosto de 2017, em desacordo com o disposto na alínea “g” do inciso XII do § 2º do art. 155 da Constituição Federal, bem como sobre a reinstauração dessas isenções, incentivos e benefícios fiscais ou financeiro-fiscais, observado o contido na Lei Complementar nº 160, de 7 de agosto de 2017, e neste convênio. (...)*

*§ 1º Para os efeitos deste convênio, as referências a “benefícios fiscais” consideram-se relativas a “isenções, incentivos e benefícios fiscais ou financeiro-fiscais, relativos ao Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação - ICMS”.*

*§ 2º Para os efeitos deste convênio, considera-se:*

*I - atos normativos: quaisquer atos instituidores dos benefícios fiscais publicados até 8 de agosto de 2017;*

*II - atos concessivos: quaisquer atos de concessão dos benefícios fiscais editados com base nos atos normativos de que trata o inciso I deste parágrafo;*



*III - registro e depósito: atos de entrega pela unidade federada, em meio digital, à Secretaria Executiva do CONFAZ, de relação com a identificação dos atos normativos e concessivos dos benefícios fiscais e da correspondente documentação comprobatória, assim entendida os próprios atos e suas alterações, para arquivamento perante a Secretaria Executiva do CONFAZ.” (grifos nossos)*

Insta destacar que, repetindo comando normativo disposto pela Lei Complementar nº 160/2017, o Convênio ICMS 190/2017 atribuiu prazos finais para fruição das isenções referentes ao imposto em tela, concedidas ou prorrogadas, variando de acordo com a destinação do fomento fiscal, o que se deu no seguinte sentido:

*“Cláusula décima - As unidades federadas que editaram os atos e que atenderam as exigências previstas na cláusula segunda ficam autorizadas a conceder ou prorrogar os benefícios fiscais, nos termos dos atos vigentes na data da publicação da ratificação nacional deste convênio, desde que o correspondente prazo de fruição não ultrapasse:*

*I - 31 de dezembro de 2032, quanto àqueles destinados ao fomento das atividades agropecuária e industrial, inclusive agroindustrial, e ao investimento em infraestrutura rodoviária, aquaviária, ferroviária, portuária, aeroportuária e de transporte urbano;*

*II - 31 de dezembro de 2025, quanto àqueles destinados à manutenção ou ao incremento das atividades portuária e aeroportuária vinculadas ao comércio internacional, incluída a operação subsequente à da importação, praticada pelo contribuinte importador;*

*III - 31 de dezembro de 2022, quanto àqueles destinados à manutenção ou ao incremento das atividades comerciais, desde que o beneficiário seja o real remetente da mercadoria;*

*IV - 31 de dezembro de 2020, quanto àqueles destinados às operações e prestações interestaduais com produtos agropecuários e extrativos vegetais in natura;*

*V - 31 de dezembro de 2018, quanto aos demais.” (grifos nossos)*

## Convênio ICMS nº 87, de 1º de Julho de 2022

PUBLICADO NO DOU DE 05.07.2022

Altera o Convênio ICMS nº 24/22, que altera o Convênio ICMS nº 101/97, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica.

O **Conselho Nacional de Política Fazendária - CONFAZ**, na sua 185ª Reunião Ordinária, realizada em Vitória, ES, no dia 1º de julho de 2022, tendo em vista o disposto na Lei Complementar Federal nº 24, de 7 de janeiro de 1975, e na Resolução GECEX nº 272, de 19 de novembro de 2021, expedida pelo Comitê-Executivo de Gestão da Câmara de Comércio Exterior do Ministério da Economia, resolve celebrar o seguinte:

### CONVÊNIO

**Cláusula primeira** A cláusula segunda do Convênio ICMS nº 24, de 7 de abril de 2022, passa a vigorar com a seguinte redação:

**“Cláusula segunda** Este convênio entra em vigor na data da publicação de sua ratificação nacional no Diário Oficial da União, produzindo efeitos a partir de 1º de abril de 2022”.



**Cláusula segunda** Este convênio entra em vigor na data da publicação de sua ratificação nacional no Diário Oficial da União. Presidente do CONFAZ – Esteves Pedro Colnago Junior, em exercício, Acre – José Amarísio de Freitas de Souza, Alagoas – George André Palermo Santoro, Amapá – Eduardo Corrêa Tavares, Amazonas – Alex Del Giglio, Bahia – Manoel Vitório da Silva Filho, Ceará – Fernanda Mara de Oliveira Macedo Carneiro Pacobahyba, Distrito Federal – Marcelo Ribeiro Alvim, Espírito Santo – Marcelo Martins Altoé, Goiás – Elder Souto Silva Pinto, Maranhão – Marcellus Ribeiro Alves, Mato Grosso – Fábio Fernandes Pimenta, Mato Grosso do Sul – Lauri Luiz Kener, Minas Gerais – Gustavo de Oliveira Barbosa, Pará – Renê de Oliveira e Sousa Júnior, Paraíba – Fernando Pires Marinho Júnior, Paraná – Cícero Antônio Eich, Pernambuco – Décio Padilha da Cruz, Piauí – Maria das Graças Ramos, Rio de Janeiro – Leonardo Lobo Pires, Rio Grande do Norte – Carlos Eduardo Xavier, Rio Grande do Sul – Marco Aurelio Santos Cardoso, Rondônia – Emerson Boritza,

Roraima – Manoel Sueide Freitas, Santa Catarina – Paulo Eli, São Paulo – Luis Felipe Scudeler Salto, Sergipe – Marco Antônio Queiroz, Tocantins – Jorge Antônio da Silva Couto.

## Convênio ICMS nº 94, de 1º de Julho de 2022

PUBLICADO NO DOU DE 05.07.2022

ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar. O Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ, na sua 185ª Reunião Ordinária, realizada em Vitória, ES, no dia 1º de julho 2022, tendo em vista o disposto na Lei Complementar nº 24, de 7 de janeiro de 1975, resolve celebrar o seguinte

### CONVÊNIO

**Cláusula primeira** Os dispositivos a seguir indicados da cláusula primeira do Convênio ICMS nº 101, de 12 de dezembro de 1997, passam a vigorar com as seguintes redações:

I - o inciso IV:

“IV – geradores fotovoltaicos de corrente contínua - 8501.7;”;

II - a alínea “a” do inciso XIII:

“a) exclusiva ou principalmente em aerogeradores, classificados no código 8502.31.00, em geradores fotovoltaicos, classificados nos códigos 8501.7 e 8503.00.90;”.

**Cláusula segunda** Os incisos V, VI e VII da cláusula primeira do Convênio ICMS nº 101/97 ficam revogados.

**Cláusula terceira** Este convênio entra em vigor na data da publicação de sua ratificação nacional no Diário Oficial da União.

Presidente do CONFAZ – Esteves Pedro Colnago Junior, em exercício, Acre – José Amarísio de Freitas de Souza, Alagoas – George André Palermo Santoro, Amapá – Eduardo Corrêa Tavares, Amazonas – Alex Del Giglio, Bahia – Manoel Vitório da Silva Filho, Ceará – Fernanda Mara de Oliveira Macedo Carneiro Pacobahyba, Distrito Federal – Marcelo Ribeiro Alvim, Espírito Santo – Marcelo Martins Altoé, Goiás – Elder Souto Silva Pinto, Maranhão – Marcellus Ribeiro Alves, Mato Grosso – Fábio Fernandes Pimenta, Mato Grosso do Sul – Lauri Luiz Kener, Minas Gerais – Gustavo de Oliveira Barbosa, Pará – Renê de Oliveira e Sousa Júnior, Paraíba – Fernando Pires Marinho Júnior, Paraná – Cícero Antônio Eich, Pernambuco – Décio



Padilha da Cruz, Piauí – Maria das Graças Ramos, Rio de Janeiro – Leonardo Lobo Pires, Rio Grande do Norte – Carlos Eduardo Xavier, Rio Grande do Sul – Marco Aurelio Santos Cardoso, Rondônia – Emerson Boritza, Roraima – Manoel Sueide Freitas, Santa Catarina – Paulo Eli, São Paulo – Luis Felipe Scudeler Salto, Sergipe – Marco Antônio Queiroz, Tocantins – Jorge Antônio da Silva Couto.

## Convênio ICMS nº 24, de 7 de Abril de 2022

PUBLICADO NO DOU DE 08.04.22, PELO DESPACHO 16/22.

Ratificação Nacional no DOU de 26.04.22, pelo Ato Declaratório 11/22.

ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica. O Conselho Nacional de Política Fazendária – CONFAZ, na sua 184ª Reunião Ordinária, realizada em Belém, PA, e em Brasília, DF, nos dias 31 de março e 7 de abril de 2022, tendo em vista o disposto na Lei Complementar nº 24, de 7 de janeiro de 1975, e na Resolução GECEX nº 272, de 19 de novembro de 2021, expedida pelo Comitê-Executivo de Gestão da Câmara de Comércio Exterior do Ministério da Economia, resolve celebrar o seguinte

### CONVÊNIO

**Cláusula primeira** Os incisos III, IX e X da cláusula primeira do Convênio ICMS nº 101, de 12 de dezembro de 1997, passam a vigorar com as seguintes redações:

8541.42.20; Células Solares;”.

**Cláusula segunda** Este convênio entra em vigor na data da publicação de sua ratificação nacional no Diário Oficial da União, produzindo efeitos a partir de 1º de abril de 2022 a 30 de junho de 2022.

## Convênio ICMS 101/97

PUBLICADO NO DOU DE 18/12/97.

Ratificação Nacional DOU de 02.01.98, pelo ATO-COTEPE 01/98.

Alterado pelos Convs. ICMS 46/98, 61/00, 93/01, 46/07, 19/10, 187/10, 11/11, 25/11, 10/14, 230/17, 204/19, 24/22.

Prorrogado, até 30.04.99, pelo Conv. ICMS 23/98.

Prorrogado, até 30.04.00, pelo Conv. ICMS 05/99.

Prorrogado, até 30.04.02, pelo Conv. ICMS 07/00.

Prorrogado, até 30.04.04, pelo Conv. ICMS 21/02.

Prorrogado, até 30.04.07, pelo Conv. ICMS 10/04.

Vide o Conv. ICMS 149/06.

Prorrogado, até 31.07.07, pelo Conv. ICMS 46/07.

Prorrogado, até 31.08.07, pelo Conv. ICMS 76/07.



Prorrogado, até 30.09.07, pelo Conv. ICMS 106/07.

Prorrogado, até 31.10.07, pelo Conv. ICMS 117/07.

Prorrogado, até 31.12.07, pelo Conv. ICMS 124/07.

Prorrogado, até 30.04.08, pelo Conv. ICMS 148/07.

Prorrogado, até 31.07.08, pelo Conv. ICMS 53/08.

Prorrogado, até 31.12.08, pelo Conv. ICMS 71/08.

Prorrogado, até 31.07.09, pelo Conv. ICMS 138/08.

Prorrogado, até 31.12.09, pelo Conv. ICMS 69/09.

Prorrogado, até 31.01.10, pelo Conv. ICMS 119/09.

Prorrogado, até 31.12.12, pelo Conv. ICMS 01/10.

Prorrogado, até 31.12.13, pelo Conv. ICMS 124/10.

Prorrogado, até 31.12.15, pelo Conv. ICMS 75/11.

Prorrogado, até 31.12.21, pelo Conv. ICMS 10/14.

Prorrogado, até 31.12.28, pelo Conv. ICMS 156/17.

Concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica que especifica.

O Ministro de Estado da Fazenda e os Secretários de Fazenda, Finanças ou Tributação dos Estados e do Distrito Federal, na 88ª Reunião Ordinária do Conselho Nacional de Política Fazendária, realizada no Rio de Janeiro, RJ, no dia 12 de dezembro de 1997, tendo em vista o disposto na Lei Complementar nº 24, de 7 de janeiro de 1975, resolvem celebrar o seguinte.

#### CONVÊNIO

**Nova redação dada à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 46/07, efeitos a partir de 01.05.07.**

**Cláusula primeira** Ficam isentas do ICMS as operações com os produtos a seguir indicados e respectivas classificação na Nomenclatura Comum do Mercosul - Sistema Harmonizado - NCM/SH:

I - aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos - 8412.80.00;

II - bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP - 8413.81.00;

**Nova redação dada ao inciso III da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 24/22, efeitos de 01.04.22 a 30.06.22.**

III – aquecedores solares de água – 8419.12.00

Redação original efeitos até 31.03.22.

III - aquecedores solares de água - 8419.19.10;

IV - gerador fotovoltaico de potência não superior a 750W - 8501.31.20;



V - gerador fotovoltaico de potência superior a 750W mas não superior a 75kW - 8501.32.20;

VI - gerador fotovoltaico de potência superior a 75kW mas não superior a 375kW - 8501.33.20;

VII - gerador fotovoltaico de potência superior a 375Kw - 8501.34.20;

VIII - aerogeradores de energia eólica - 8502.31.00;

Nova redação dada ao inciso IX da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 24/22, efeitos de 01.04.22 a 30.06.22

IX – células fotovoltaicas não montadas em módulos nem em painéis - 8541.42.10 e 8541.42.20

Redação original efeitos até 31.03.22.

IX - células solares não montadas - 8541.40.16;

Nova redação dada ao inciso X da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 24/22, efeitos de 01.04.22 a 30.06.22.

X – células fotovoltaicas montadas em módulos ou painéis – 8541.43.00 – Ex 01 – Células Solares

Redação anterior dada ao inciso X da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 46/07, efeitos de 01.05.07 a 31.03.22.

X - células solares em módulos ou painéis - 8541.40.32;

Nova redação dada ao inciso XI da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 204/19, efeitos a partir de 02.01.20.

XI - torre para suporte de gerador de energia eólica - 7308.20.00 e 9406.90.90;

Redação anterior dada ao inciso XI da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 19/10, efeitos de 23.04.10 a 01.01.20.

XI - torre para suporte de gerador de energia eólica - 7308.20.00 e 9406.00.99;

Redação anterior dada ao inciso XI da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 46/07, efeitos de 01.05.07 a 22.04.10. XI - torre para suporte de gerador de energia eólica - 7308.20.00.

Nova redação dada ao inciso XII da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 25/11, efeitos a partir de 01.06.11.

XII - pá de motor ou turbina eólica - 8503.00.90;

Acrescido o inciso XII à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 187/10, efeitos de 01.03.11 a 31.05.11.

XII - pá de motor ou turbina eólica - 8412.90.90.

Nova redação dada ao inciso XIII da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 10/14, efeitos a partir de 01.06.14.

XIII - partes e peças utilizadas:

a) exclusiva ou principalmente em aerogeradores, classificados no código 8502.31.00, em geradores fotovoltaicos, classificados nos códigos 8501.31.20, 8501.32.20, 8501.33.20 e 8501.34.20 - 8503.00.90;



b) em torres para suporte de energia eólica, classificadas no código 7308.20.00 - 7308.90.90;

Redação anterior acrescida pelo Conv. ICMS 25/11, efeitos de 01.06.11 até 31.05.14.  
XIII - partes e peças utilizadas exclusiva ou principalmente em aerogeradores classificados no código 8502.31.00 da NCM/SH - 8503.00.90; Acrescido o inciso XIV à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 11/11, efeitos a partir de 01.06.11.

XIV - chapas de Aço - 7308.90.10; Acrescido o inciso XV à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 11/11, efeitos a partir de 01.06.11. XV - cabos de Controle - 8544.49.00;

Acrescido o inciso XVI à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 11/11, efeitos a partir de 01.06.11.

XVI - cabos de Potência - 8544.49.00;

Acrescido o inciso XVII à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 11/11, efeitos a partir de 01.06.11.

XVII - anéis de Modelagem - 8479.89.99.

Renumerado o parágrafo único para § 1º da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 11/11, efeitos a partir de 01.06.11.

Acrescido o inciso XVIII à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 10/14, efeitos a partir de 01.06.14.

XVIII - conversor de frequência de 1600 kVA e 620V - 8504.40.50;

Acrescido o inciso XIX à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 10/14, efeitos a partir de 01.06.14.

XIX - fio retangular de cobre esmaltado 10 x 3,55mm - 8544.11.00; e

Acrescido o inciso XX à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 10/14, efeitos a partir de 01.06.14.

XX - barra de cobre 9,4 x 3,5mm - 8544.11.00.

§ 1º O benefício previsto no caput somente se aplica aos equipamentos que forem isentos ou tributados à alíquota zero do Imposto sobre Produtos Industrializados.

Acrescido o § 2º à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 11/11, efeitos a partir de 01.06.11.

§ 2º O benefício previsto no caput somente se aplica aos produtos relacionados nos incisos XIV a XVII quando destinados a fabricação de torres para suporte de gerador de energia eólica.

Acrescido o § 3º à cláusula primeira pelo Conv. ICMS 10/14, efeitos a partir de 01.06.14.

§ 3º O benefício previsto no caput somente se aplica aos produtos relacionados nos incisos XVIII a XX quando destinados à fabricação de Aerogeradores de Energia Eólica, classificados no código NCM 8502.31.00.

Redação anterior dada ao caput da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 93/01, efeitos de 22.10.01 a 30.04.07.

Cláusula primeira Ficam isentas do ICMS as operações com os produtos a seguir indicados, classificados na posição ou código da Nomenclatura Brasileira de Mercadorias - Sistema Harmonizado - NBM/SH:



DISCRIMINAÇÃO	CÓDIGO NBM/SH
Aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos	8412.80.00
Bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP	8413.81.00
Aquecedores solares de água	8419.19.10
Gerador fotovoltaico de potência não superior a 750W	8501.31.20
Gerador fotovoltaico de potência superior a 750W mas não superior a 75kW	8501.32.20
Gerador fotovoltaico de potência superior a 75kW mas não superior a 375kW	8501.33.20
Gerador fotovoltaico de potência superior a 375Kw	8501.34.20
Aerogeradores de energia eólica	8502.31.00
Células solares não montadas	8541.40.16
Células solares em módulos ou painéis	8541.40.32
<p>Redação anterior dada ao caput e à tabela da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 61/00, efeitos de 25.10.00 a 21.10.01.</p> <p>Cláusula primeira Ficam isentas do ICMS as operações com os produtos a seguir indicados, classificados na posição ou código da</p> <p>Nomenclatura Brasileira de Mercadorias - Sistema Harmonizado - NBM/SH:</p>	
Aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos	8412.80.00
Bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP	8413.81.00
Aquecedores solares de água	8419.19.10
Gerador fotovoltaico de potência não superior a 750W	8501.31.20
Aerogeradores de energia eólica	8502.31.00
Células solares não montadas	8541.40.16
<p>Parágrafo único O benefício previsto no caput somente se aplica aos equipamentos que forem isentos ou tributados à alíquota zero do Imposto sobre Produtos Industrializados.</p> <p>Redação anterior dada ao “caput” e à tabela da cláusula primeira pelo Conv. ICMS 46/98, efeitos de 14.07.98 a 24.10.00.</p> <p>Cláusula primeira Ficam isentas do ICMS as operações com os produtos a seguir indicados, classificados na posição ou código da Nomenclatura Brasileira de Mercadorias - Sistema Harmonizado - NBM/SH:</p>	
Aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos	8412.80.00
Bomba para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP	8413.81.00
Aquecedores solares de água	8419.19.10
Gerador fotovoltaico de potência não superior a 750W	8501.31.20



## CONVÊNIOS CONFAZ

Aerogeradores de energia eólica	8502.31.00
<p>Redação original do caput e da sua tabela, efeitos de 02.01.98 a 13.07.98.</p> <p>Cláusula primeira Ficam isentas do ICMS as operações com os produtos a seguir indicados, classificados na posição ou código da Nomenclatura Brasileira de Mercadorias - Sistema Harmonizado - NBM/SH:</p>	
Aquecedores solares de água	8419.19.10
Módulos fotovoltaicos, aerogeradores para conversão da energia dos ventos em energia elétrica e seus respectivos acessórios, incluindo reguladores, controladores, inversores e retificadores, motores fotovoltaicos e geradores elétricos fotovoltaicos.	8501
Aerogeradores para conversão da energia dos ventos em energia mecânica para fins de bombeamento de água e/ou moagem de grãos e motores de vento	8412.80.00

Redação original, efeitos de 02.01.98 a 24.10.00.

Parágrafo único O benefício previsto no caput somente se aplica aos equipamentos que forem isentos ou tributados à alíquota zero do Imposto sobre Produtos Industrializados.

**Nova redação dada à cláusula segunda pelo Conv. ICMS 230/17, efeitos a partir de 12.01.18.**

**Cláusula segunda** Ficam os Estados e o Distrito Federal autorizados a conceder a manutenção dos créditos do imposto nas operações a que se refere a cláusula anterior.

Redação original, efeitos até 11.01.18.

Cláusula segunda Fica assegurada a manutenção dos créditos do imposto nas operações a que se refere a cláusula anterior.

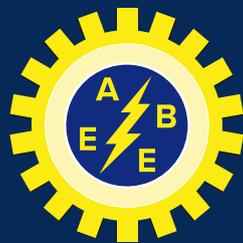
**Cláusula terceira** Este convênio entra em vigor na data da publicação de sua ratificação nacional, produzindo efeitos até 30 de junho de 1998.

Rio de Janeiro, RJ, 12 de dezembro de 1997.

**MARINA MEYER FALCÃO** - DIRETORA JURÍDICA DO INEL E DA EGS (ENERGY GLOBAL SOLUTION), PROFESSORA DA PUC EM PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA SUSTENTÁVEL, ADVOGADA E SÓCIO-FUNDADORA DA MARINA MEYER SOCIEDADE INDIVIDUAL DE ADVOCACIA - EM PARCEIRA COM A LTSC SOCIEDADE DE ADVOGADOS, ADVOGADA ESPECIALISTA EM DIREITO DE ENERGIA. MEMBRO REPRESENTANTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS NA MISSÃO ENERGIAS RENOVÁVEIS NA ALEMANHA EM 2018 E NOS ESTADOS UNIDOS EM 2016 (THE U.S. DEPARTMENT OF STATE'S SPONSORING AN INTERNATIONAL VISITOR LEADERSHIP PROGRAM PROJECT ENTITLED "MODERNIZING THE ENERGY MATRIX TO COMBAT CLIMATE CHANGE," FOR BRAZIL IN 2016), AUTORA DE 3 LIVROS EM DIREITO DE ENERGIA, MBA EM DIREITO EMPRESARIAL PELA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. PÓS-GRADUADA EM GESTÃO AMBIENTAL PELO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA – IETEC. GRADUADA PELA UNIVERSIDADE FUMEC. MEMBRO DA COMISSÃO DE ENERGIA DA OAB – MG, PRESIDENTE DA COMISSÃO DE DIREITO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DA OAB – MG; MEMBRO DA CÂMARA DE ENERGIA, PETRÓLEO E GÁS DA FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS - FIEMG; EX-SUPERINTENDENTE DE POLÍTICA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2009 A 2014); EX-CONSELHEIRA DO CONSELHO DE POLÍTICA AMBIENTAL – COPAM DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2009 A 2014); EX-SECRETÁRIA EXECUTIVA DO COMITÊ MINEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. CONTATOS: (31) 98788-4115 / [marinameyerfalcao@gmail.com](mailto:marinameyerfalcao@gmail.com)



Foto: Divulgação



**ABEE-MG**

Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas  
Departamento de Minas Gerais

Av. Álvares Cabral, 1.600 - 2º Andar - CEP 30170-001 | Belo Horizonte-MG | Tel: (31) 3299 8718  
<https://abee-mg.com.br/>