

## 1.7 CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE

A potência admissível do motor de indução é determinada levando-se em consideração, principalmente, dois fatores:

- Altitude em que o motor será instalado;
- Temperatura do meio refrigerante.

Conforme a NBR 7094, as condições usuais de serviço, são:

- a) Altitude não superior a 1000m acima do nível do mar;
- b) Meio refrigerante (na maioria dos casos, o ar ambiente) com temperatura não superior a 40°C e isenta de elementos prejudiciais.

Até estes valores de altitude e temperatura ambiente, considera-se condições normais e o motor deve fornecer, sem sobreaquecimento, sua potência nominal.

### 1.7.1 ALTITUDE

Motores funcionando em altitudes acima de 1000m apresentam problemas de aquecimento causado pela rarefação do ar e, conseqüentemente, diminuição do seu poder de arrefecimento.

A insuficiente troca de calor entre o motor e o ar circundante, leva a exigência de redução de perdas, o que significa, também, redução de potência.

Os motores têm aquecimento diretamente proporcional às perdas e estas variam, aproximadamente, numa razão quadrática com a potência. Existem ainda três soluções possíveis:

- a) A instalação de um motor em altitudes acima de 1000 metros pode ser feita usando-se material isolante de classe superior;
- b) Motores com fator de serviço maior que 1,0 (1,15 ou maior) trabalharão satisfatoriamente em altitudes acima de 1000m com temperatura ambiente de 40°C desde que seja requerida pela carga, somente a potência nominal do motor;
- c) Segundo a norma NBR 7094 (antiga EB 120), os limites de elevação de temperatura deverão ser reduzidos de 1% para cada 100m de altitude acima de 1000m. Esta redução deve ser arredondada para o número de °C inteiro imediatamente superior.

**Exemplo:** Motor de 100cv, isolamento B, trabalhado numa altitude de 1500m acima do nível do mar, a elevação de temperatura permitida pela classe de isolamento será reduzida 5%.

$$\Delta T = 80 - (80 \times 0,05) = 76^\circ C$$

### 1.7.2 TEMPERATURA AMBIENTE

Motores que trabalham em temperaturas inferiores a -20°C apresentam os seguintes problemas:

- a) Excessiva condensação, exigindo drenagem adicional ou instalação de resistência de aquecimento, caso o motor fique longos períodos parado.
- b) Formação de gelo nos mancais, provocando endurecimento das graxas ou lubrificantes nos mancais, exigindo o emprego de lubrificantes especiais ou graxa anticongelante, conforme especificado no Manual de Instalação e Manutenção WEG.

Em motores que trabalham à temperaturas ambientes constantemente superiores a 40°C, o enrolamento pode atingir temperaturas prejudiciais à isolação. Este fato tem que ser compensado por um projeto especial do motor, usando materiais isolantes especiais ou pela redução da potência nominal do motor.

### 1.7.3 DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA ÚTIL DO MOTOR NAS DIVERSAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E ALTITUDE

Associando os efeitos da variação da temperatura e da altitude, a capacidade de dissipação da potência do motor pode ser obtida multiplicando-se a potência útil pelo fator de multiplicação ( $\alpha$ ) obtido na tabela 1.7.3.1.

| T/H | 1000 | 1250 | 1500 | 1750 | 2000 | 2250 | 2500 | 2750 | 3000 | 3250 | 3500 | 3750 | 4000 | 4250 | 4500 | 4750 | 5000 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10  | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.11 | 1.09 | 1.08 | 1.06 | 1.04 | 1.02 | 1.01 | 0.99 | 0.97 | 0.94 | 0.92 | 0.90 | 0.88 |
| 15  | 1.13 | 1.12 | 1.11 | 1.09 | 1.08 | 1.06 | 1.05 | 1.03 | 1.02 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 0.92 | 0.90 | 0.88 | 0.86 |
| 20  | 1.11 | 1.09 | 1.08 | 1.07 | 1.06 | 1.04 | 1.03 | 1.01 | 1.00 | 0.97 | 0.95 | 0.93 | 0.91 | 0.89 | 0.87 | 0.85 | 0.83 |
| 25  | 1.08 | 1.07 | 1.06 | 1.04 | 1.03 | 1.01 | 1.00 | 0.97 | 0.95 | 0.94 | 0.93 | 0.91 | 0.89 | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |
| 30  | 1.06 | 1.04 | 1.03 | 1.01 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.88 | 0.86 | 0.84 | 0.82 | 0.80 | 0.78 |
| 35  | 1.03 | 1.01 | 1.00 | 0.97 | 0.95 | 0.94 | 0.93 | 0.91 | 0.90 | 0.89 | 0.88 | 0.86 | 0.84 | 0.82 | 0.80 | 0.77 | 0.75 |
| 40  | 1.00 | 0.98 | 0.97 | 0.95 | 0.94 | 0.92 | 0.90 | 0.88 | 0.86 | 0.84 | 0.82 | 0.81 | 0.80 | 0.78 | 0.76 | 0.73 | 0.71 |
| 45  | 0.95 | 0.93 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.89 | 0.88 | 0.86 | 0.85 | 0.83 | 0.81 | 0.79 | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.71 | 0.69 |
| 50  | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.88 | 0.87 | 0.86 | 0.85 | 0.83 | 0.82 | 0.81 | 0.80 | 0.78 | 0.77 | 0.74 | 0.72 | 0.69 | 0.67 |
| 55  | 0.88 | 0.86 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 0.82 | 0.81 | 0.79 | 0.78 | 0.77 | 0.76 | 0.74 | 0.73 | 0.71 | 0.70 | 0.67 | 0.65 |
| 60  | 0.83 | 0.82 | 0.82 | 0.81 | 0.80 | 0.78 | 0.77 | 0.76 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.71 | 0.70 | 0.68 | 0.67 | 0.64 | 0.62 |
| 65  | 0.79 | 0.77 | 0.76 | 0.75 | 0.74 | 0.73 | 0.72 | 0.71 | 0.70 | 0.69 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.58 |
| 70  | 0.74 | 0.72 | 0.71 | 0.70 | 0.69 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.66 | 0.65 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.60 | 0.58 | 0.55 | 0.53 |
| 75  | 0.70 | 0.69 | 0.68 | 0.67 | 0.66 | 0.65 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.61 | 0.60 | 0.59 | 0.58 | 0.55 | 0.53 | 0.51 | 0.49 |
| 80  | 0.65 | 0.64 | 0.64 | 0.63 | 0.62 | 0.61 | 0.60 | 0.59 | 0.58 | 0.57 | 0.56 | 0.55 | 0.55 | 0.51 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |

Tabela 1.7.3.1 – Fator de multiplicação da potência útil em função da temperatura ambiente (T) em “°C” e da altitude (H) em “m”.

**Exemplo:** Um motor de 100cv, isolamento B, para trabalhar num local com altitude de 2000m e a temperatura ambiente é de 55°C da tabela 1.7.3.1,  $\alpha=0,83$  logo:

$$P' = 0,83 \times P_n$$

O motor poderá fornecer apenas 83% de sua potência nominal.

## **1.7.4 ATMOSFERA AMBIENTE**

### **1.7.4.1 AMBIENTES AGRESSIVOS**

Ambientes agressivos, tais como estaleiros, instalações portuárias, indústria de pescados e múltiplas aplicações navais, indústria química e petroquímica, exigem que os equipamentos que neles trabalham sejam perfeitamente adequados para suportar tais circunstâncias com elevada confiabilidade, sem apresentar problemas de qualquer espécie.

Para aplicação de motores nestes ambientes agressivos, a WEG desenvolveu uma linha de motores projetados para atender os requisitos especiais e padronizados para as condições mais severas que possam ser encontradas. Os motores deverão ter as seguintes características especiais:

- Enrolamento duplamente impregnado\*;
- Pintura anti-corrosiva alquídica, interna e externa;
- Placa de identificação de aço inoxidável;
- Elementos de montagem zincados;
- Ventilador de material não faiscante;
- Retentores de vedação entre o eixo e as tampas;
- Juntas de borracha para vedar a caixa de ligação;
- Massa de calafetar na passagem dos cabos de ligação pela carcaça;
- Caixa de ligação de ferro fundido.

\* Em baixa tensão, em alta tensão uma única vez pelo sistema V.P.I.

No caso de motores navais, as características de funcionamento específicas são determinadas pelo tipo de carga acionada abordo. Todos os motores, porém apresentam as seguintes características especiais:

- Elevação de temperatura reduzida para funcionamento em ambientes até 50°C;
- Capacidade de suportar, sem problemas, sobrecargas ocasionais de curta duração de até 60% acima do conjugado nominal, conforme normas das Sociedades Classificadoras.

No que diz respeito ao controle rígido para assegurar a confiabilidade em serviço, os motores navais WEG se enquadram nas exigências de construção, inspeção e ensaios estabelecidos nas normas das Sociedades Classificadoras, entre as quais:

- AMERICAN BUREAU OF SHIPPING;
- BUREU VERITAS;
- LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING;
- GERMANISCHER LLOYD.

### **1.7.4.2 AMBIENTES CONTENDO POEIRAS OU FIBRAS**

Para analisar se os motores podem ou não trabalhar nestes ambientes, deve ser informado os seguintes dados: tamanho e quantidade aproximada das fibras contidas no ambiente. O tamanho e a quantidade de fibras são fatores importantes, pois, dependendo do

tamanho, podem provocar, no decorrer do tempo, a obstrução da ventilação, provocando aquecimento do motor. Quando o conteúdo de fibras for elevado, devem ser empregados filtros de ar ou efetuar a limpeza dos motores.

### 1.7.4.3 LOCAIS EM QUE A VENTILAÇÃO DO MOTOR É PREJUDICADA

Nestes casos, existem duas soluções:

- Utilizar motores sem ventilação;
- Para motores com ventilação por dutos, calcula-se o volume de ar deslocado pelo ventilador do motor determinando a circulação de ar necessária para a perfeita refrigeração do motor.

### 1.7.5 GRAUS DE PROTEÇÃO

Os invólucros dos equipamentos elétricos, conforme as características do local em que serão instalados e de sua acessibilidade devem oferecer um determinado grau de proteção. Assim, por exemplo, um equipamento a ser instalado num local sujeito a jatos d'água devem possuir um invólucro capaz de suportar tais jatos, sob determinados valores de pressão e ângulo de incidência, sem que haja penetração de água.

#### 1.7.5.1 CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO

A norma NBR 9884/IEC 60034-5 define os graus de proteção dos equipamentos elétricos por meio das letras características IP, seguida por dois algarismos.

| 1º Algarismo |                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------|
| Algarismo    | Indicação                                                |
| 0            | Sem proteção                                             |
| 1            | Corpos estranhos de dimensões acima de 50mm              |
| 2            | Corpos estranhos de dimensões acima de 12mm              |
| 3            | Corpos estranhos de dimensões acima de 2,5mm             |
| 4            | Corpos estranhos de dimensões acima de 1,0mm             |
| 5            | Proteção contra acúmulo de poeiras prejudiciais ao motor |
| 6            | Totalmente protegido contra a poeira                     |

Tabela 1.7.5.1.1 – 1º Algarismo: indica o grau de proteção contra penetração de corpos sólidos estranhos e contato acidental

| 2º Algarismo |                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------|
| Algarismo    | Indicação                                             |
| 0            | Sem proteção                                          |
| 1            | Pingos de água na vertical                            |
| 2            | Pingos de água até a inclinação de 15° com a vertical |
| 3            | Água de chuva até a inclinação de 60° com a vertical  |
| 4            | Respingos de todas as direções                        |
| 5            | Jatos de água de todas as direções                    |
| 6            | Água de vagalhões                                     |
| 7            | Imersão temporária                                    |
| 8            | Imersão permanente                                    |

Tabela 1.7.5.1.2 – 2º Algarismo: indica o grau de proteção contra penetração de água no interior do motor

As combinações entre os dois algarismos, isto é, entre os dois critérios de proteção, estão resumidos na tabela 1.7.5.1.3. Nota-se que, de acordo com a norma, a qualificação do motor em cada grau, no que se refere a cada um dos algarismos, é bem definida através de ensaios padronizados e não sujeita a interpretações, como acontecia anteriormente.

| Motor                   | Classe de proteção | 1º Algarismo                    |                                                     | 2º Algarismo                                            |
|-------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                         |                    | Proteção contra contato         | Proteção contra corpos estranhos                    | Proteção contra água                                    |
| <b>Motores Abertos</b>  | IP00               | Não tem                         | Não tem                                             | Não tem                                                 |
|                         | IP02               | Não tem                         | Não tem                                             | Pingos de água até uma inclinação de 15° com a vertical |
|                         | IP11               | Toque acidental com a mão       | Corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50mm | Pingos de água na vertical                              |
|                         | IP12               | Toque acidental com a mão       | Corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50mm | Pingos de água até uma inclinação de 15° com a vertical |
|                         | IP13               | Toque acidental com a mão       | Corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 50mm | Água da chuva até uma inclinação de 60° com a vertical  |
|                         | IP21               | Toque com os dedos              | Corpos sólidos estranhos de dimensões de 12mm       | Pingos de água na vertical                              |
|                         | IP22               | Toque com os dedos              | Corpos sólidos estranhos de dimensões de 12mm       | Pingos de água até uma inclinação de 15° com a vertical |
|                         | IP23               | Toque com os dedos              | Corpos sólidos estranhos de dimensões de 12mm       | Água da chuva até uma inclinação de 60° com a vertical  |
| <b>Motores Fechados</b> | IP44               | Toque com ferramentas           | Corpos estranhos sólidos de dimensões acima de 1mm  | Respingos de todas as direções                          |
|                         | IP54               | Proteção completa contra toque  | Proteção contra acúmulo de poeiras nocivas          | Respingos de todas as direções                          |
|                         | IP55               | Proteção completa contra toque  | Proteção contra acúmulo de poeiras nocivas          | Jatos de água em todas as direções                      |
|                         | IP(W)55            | Proteção completa contra toques | Proteção contra acúmulo de poeiras nocivas          | Chuva, maresia                                          |

Tabela 1.7.5.1.3 – Graus de proteção Tipos Usuais de Proteção

### 1.7.5.1.1 MOTORES DE ALTA TENSÃO

Embora os algarismos indicativos de grau de proteção possam ser combinados de muitas maneiras, somente alguns tipos de proteção são empregados nos casos normais. São eles:

- Linha – MGA, MAA, AGA e HGA.  
IP23 – Motores abertos;
- Linha – MGF, MGD, MGT, MGI, MAF e HGF.  
IP(W)55, IP65 – Motores fechados.

Ainda tem algumas letras que adicionadas ao grau de proteção fornecem mais um dado referente ao motor, como segue:

- W (IPW55, IPW24) – proteção contra intempéries;
- R (IPR55) – motor com refrigeração por tubos;
- S (IP23S) – ensaio de proteção contra a entrada de água é realizado com o motor desligado;
- M (IP23M) – ensaio de proteção contra a entrada de água é realizado com o motor ligado.

### 1.7.5.1.2 MOTORES DE BAIXA TENSÃO

Como no caso acima, somente alguns tipos de proteção são empregados nos casos normais. São eles: IP21M, IP22, IP23 e IP44.

Os três primeiros são motores abertos e o último é motor totalmente fechado. Para aplicações especiais mais rigorosas, são comuns também os graus de proteção IP54 (ambientes muito empoeirados) e IP55 (casos em que os equipamentos são lavados periodicamente com mangueiras, como em fábricas de papel).

Outros graus de proteção para motores são raramente fabricados, mesmo porque, qualquer grau de proteção satisfaz plenamente os graus de proteção inferiores (algarismos mais baixos).

Assim, por exemplo, um motor IP44 substitui com vantagem os IP21, IP22 e IP23, apresentando maior segurança contra exposição acidental a poeiras e água. Isto permite padronização da produção em um único tipo que atenda a todos os casos, com vantagem adicional para o comprador nos casos de ambientes menos exigentes.

### 1.7.5.2 MOTORES A PROVA DE INTEMPÉRIES

Como visto anteriormente, a letra (W), colocada entre as letras IP e os algarismos indicativos do grau de proteção, indica que o motor é protegido contra intempéries.

**Exemplo:** IP(W)55 significa motor com grau de proteção IP55 quanto à penetração de poeiras e água, sendo, além disso, protegido contra intempéries (chuva, maresia, etc.), também chamados motores de uso naval.

Ambientes agressivos exigem que os equipamentos que neles trabalham, sejam perfeitamente adequados para suportar tais circunstâncias com elevada confiabilidade, sem apresentar problemas de qualquer espécie.

A WEG produz variada gama de motores elétricos com características técnicas especiais, apropriadas à utilização em estaleiros, instalações portuárias, indústria do pescado e múltiplas aplicações navais, além das indústrias químicas e petroquímicas e outros ambientes de condições agressivas. São a prova de tempo e adequados aos mais severos regimes de trabalho.

Os motores WEG para ambientes agressivos, IP(W)55, distinguem-se dos de proteção IP54, pelas seguintes características:

- Enrolamento duplamente impregnado (carcaças 225 a 355);
- Pintura anti-corrosiva alquídica externa;
- Placa de características em aço inoxidável;
- Elementos de montagem zincados;
- Retentor de vedação entre o eixo e as tampas;
- Caixa de ligação vedada com juntas de borracha;
- Espuma na passagem dos cabos de ligação pela carcaça;
- Ventilador de material não faiscante;
- Drenos automáticos de saída de água condensada no interior do motor;
- Terminal para conexão do fio-terra no interior da caixa de ligação;
- Placa de bornes;
- Rolamentos com folga C3 (carcaça 160L a 355);
- Sistemas de relubrificação (graxeiras) (carcaças 225 a 355)

Opcionais (quando exigidos pelo cliente):

- Isolamento classe F (155°C) ou H (180°C);
- Pintura a base de resina epóxi;
- Impregnação a base de resina epóxi;
- Resistências internas desumificadoras;
- Sondas térmicas bimetálicas;
- Termistores;
- Carcaça com caixa de ligação superior;
- Graxeiras de relubrificação nas carcaças 160 a 200;
- Labirinto taconite (carcaças 132 à 355);
- Ensaio de rotina, tipo, especial e protótipo (conforme norma NBR 5383), com ou sem a presença do inspetor.

## 1.7.6 VENTILAÇÃO

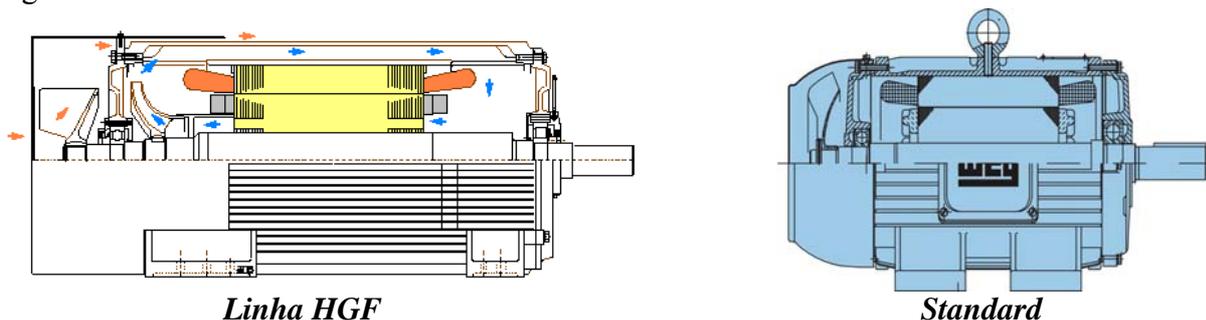
### 1.7.6.1 SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

As perdas são inevitáveis no motor e o calor gerado por elas deve ser dissipado, ou seja, transferido para o elemento de resfriamento do motor, usualmente, o ar ambiente. A maneira pela qual é feita a troca de calor entre as partes aquecidas do motor e o ar ambiente é que define o “Sistema de Refrigeração” do motor. A classificação dos métodos de resfriamento foram definidos conforme a norma ABNT-NBR 5110 e/ou IEC 60034-6. Os sistemas usuais de refrigeração são apresentados a seguir.

#### 1.7.6.1.1 VENTILAÇÃO AXIAL

- **Motor totalmente fechado (Linha HGF - Standard)  
IC 0141**

Máquina totalmente fechada, resfriada por ventilador e carcaça aletada (externa e internamente). Há ainda, canais axiais no pacote de chapas do estator e do rotor, como mostra a figura abaixo:



**Linha HGF**

**Standard**

Figura 1.65 - Motor totalmente fechado com ventilação externa.

- **Aberto (AUTO-VENTILADO - Linha HGA) - IC 01**

Neste sistema, o motor pode apresentar proteções IP23, IP24 ou equivalentes, caracterizando um motor aberto. Possui um ventilador interno acoplado ao eixo (a linha HGA possui também um ventilador externo), o qual aspira o ar ambiente que passa através da máquina, fazendo assim a troca de calor.

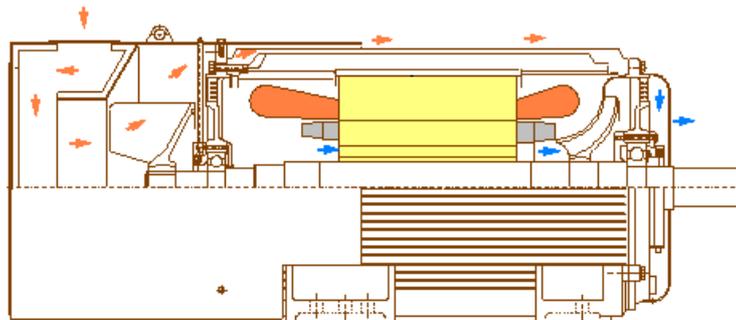


Figura 1.66 - Motor aberto.

### 1.7.6.1.2 VENTILAÇÃO MISTA

- **Trocador de calor ar-ar (MGF, MAF) - IC 0161**

O motor pode apresentar proteção IP55 ou equivalentes. Possui um ventilador interno e um externo acoplados ao eixo. O trocador de calor é montado na parte superior do motor.

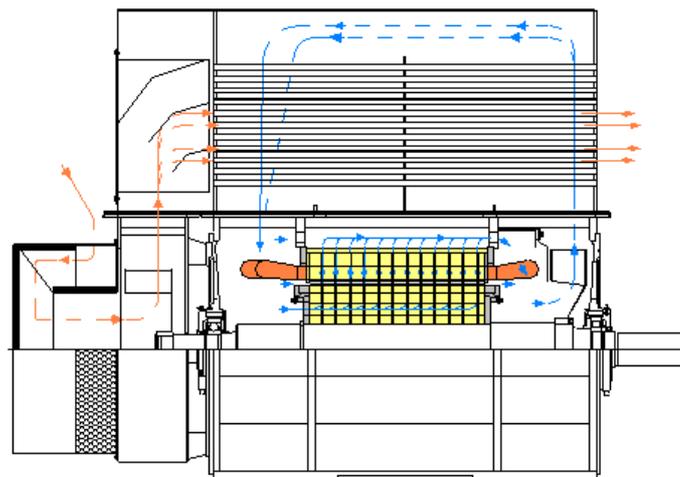


Figura 1.67 - Motor totalmente fechado com trocador de calor ar-ar.

- **Aberto (AUTO-VENTILADO) (MGA, MAA, AGA) - IC 01**

Neste sistema, o motor pode apresentar proteção IP23, IP24 ou equivalentes, caracterizando um motor aberto. Possui um ventilador interno acoplado ao eixo, o qual aspira o ar ambiente que passa através da máquina, fazendo assim a troca de calor.

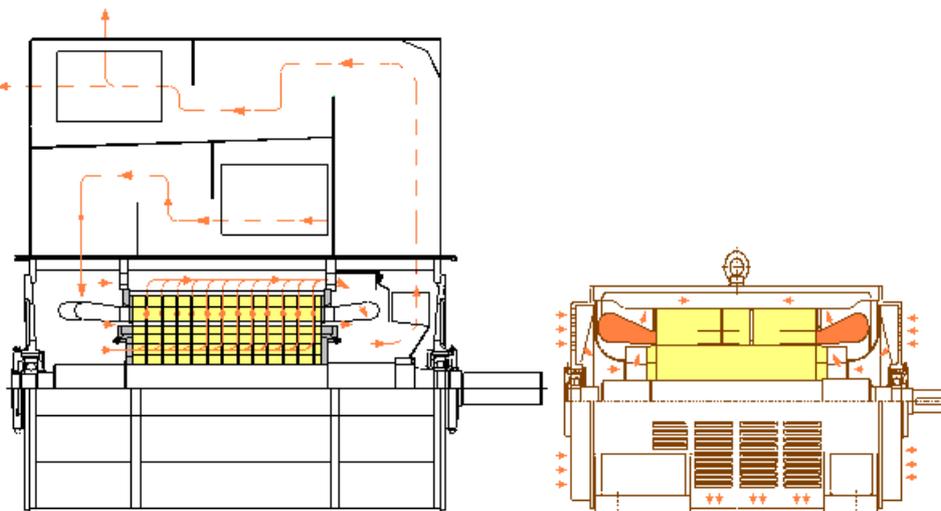


Figura 1.68 a - Motor aberto (MGA).

Figura 1.68 b - Motor aberto (AGA).

- **Trocador de calor ar-água (MGW, MAW) - IC W 37A81**

O motor com trocador de calor ar-água pode apresentar proteção IP55 ou equivalentes, caracterizando um motor fechado. O motor possui um ventilador acoplado no eixo.

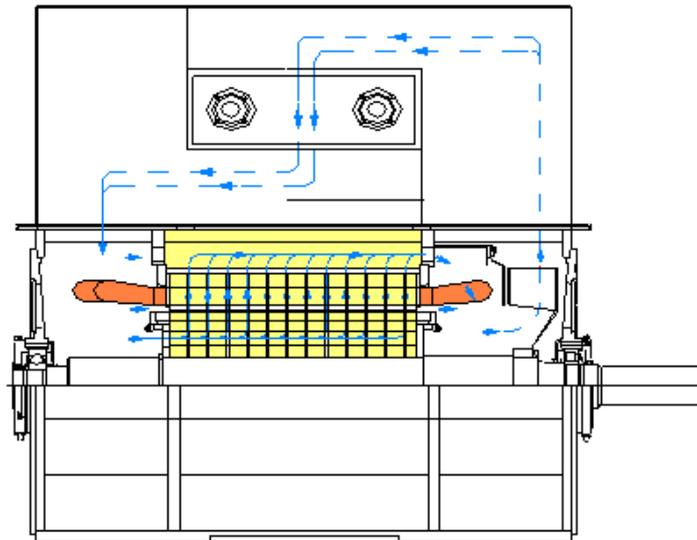


Figura 1.69 - Motor com trocador de calor ar-água.

- **Auto-ventilado por dutos (MGD, MAD) - IC 33**

Neste sistema, o motor apresenta um ventilador acoplado internamente no eixo, o qual aspira o ar de um recinto não contaminado que, após atravessar o motor, é devolvido ao meio ambiente.

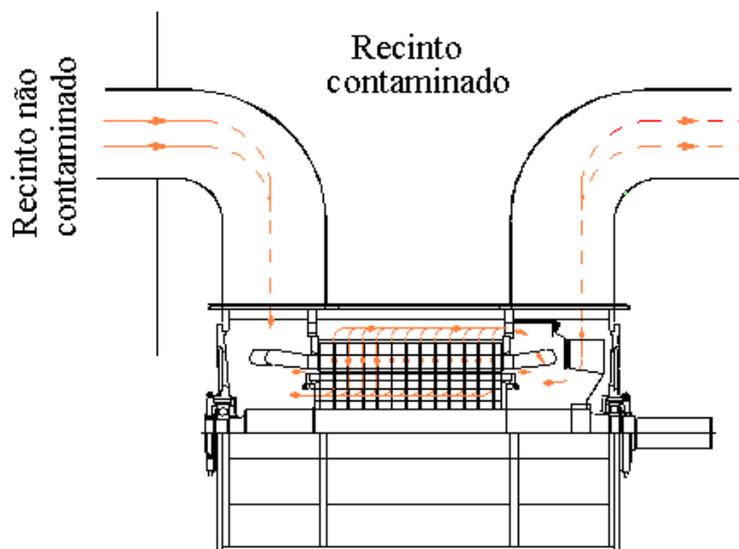


Figura 1.70 – Motor auto-ventilado por dutos.

- **Ventilação independente com trocador de ar-ar (MGI, MAI) - IC 0666**

Neste sistema existe um ventilador independente que força a circulação interna do ar. O outro ventilador independente aspira o ar ambiente e o faz circular através do trocador de calor ar-ar.

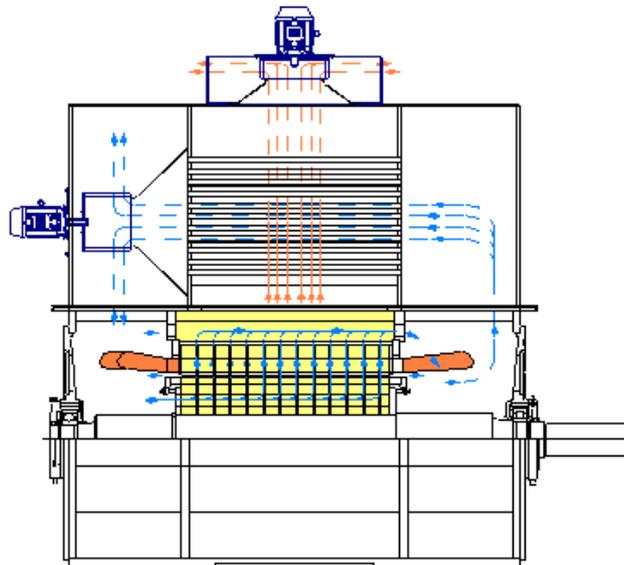


Figura 1.71 - Motor com ventilação independente e trocador de calor ar-ar.

- **Ventilação independente, motor aberto (MGV, MAV) - IC 06**

O ar ambiente é forçado a circular através do motor por um ventilador independente acoplado no topo do motor, e em seguida, devolvido ao meio ambiente, como mostra a figura 1.72 abaixo:

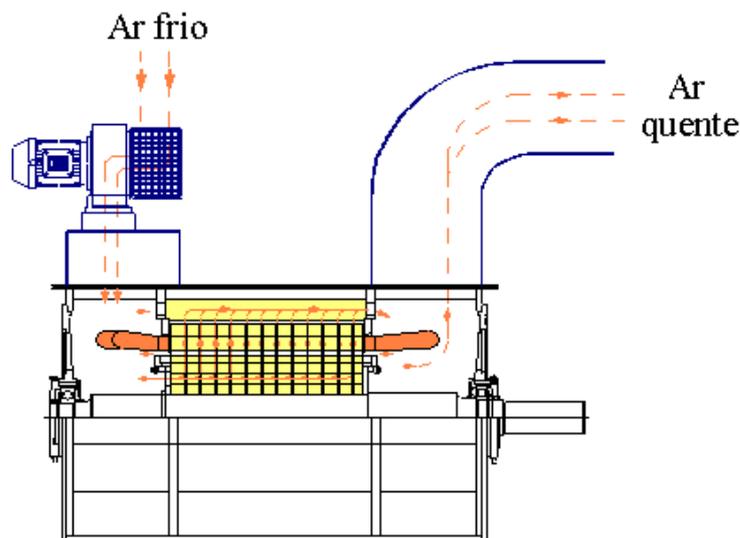


Figura 1.72 – Motor aberto com ventilação independente.

- **Ventilação independente com trocador de calor ar-água (MGL, MAL) IC W 37A81**

Neste sistema existe um ventilador independente que força a ventilação do ar internamente ao motor através do trocador de calor ar-água.

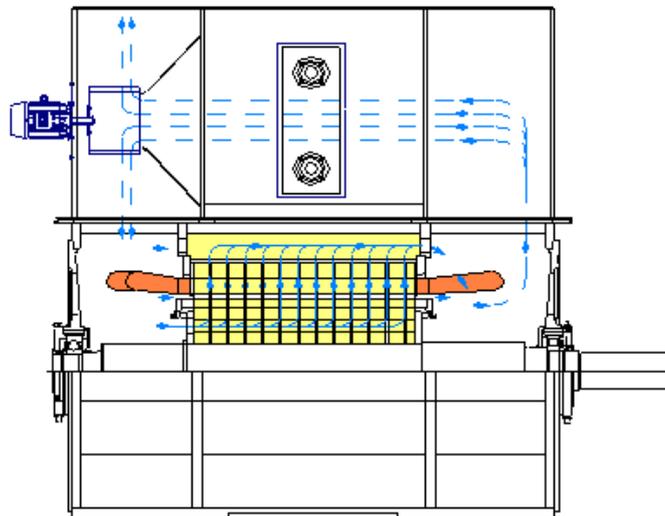


Figura 1.73 - Motor com ventilação independente com trocador de calor ar-água.

- **Ventilação independente por dutos (MGT, MAT) - IC 35**

O ar é aspirado de um recinto não contaminado e canalizado através de dutos até o motor, como mostra a figura abaixo:

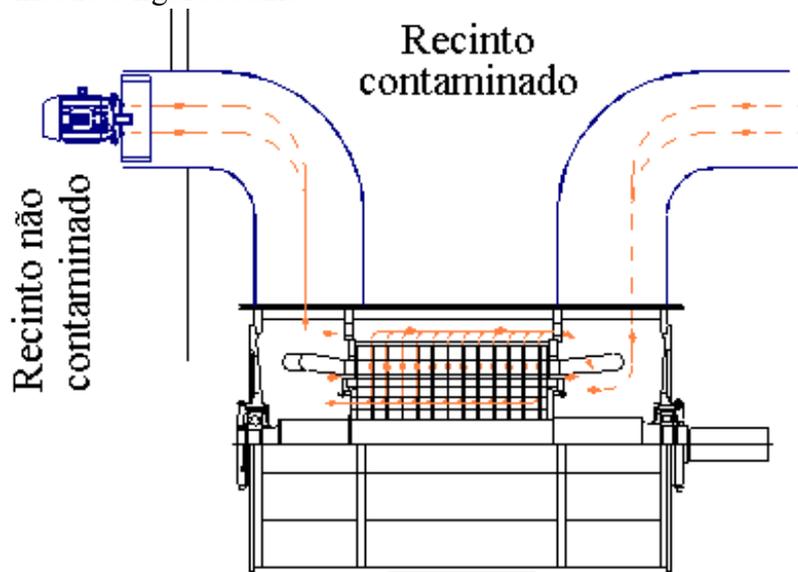


Figura 1.74 - Motor com ventilação independente por dutos.

### 1.7.6.1.3 VENTILAÇÃO BILATERAL SIMÉTRICA

- **Trocador de calor ar-ar (MGF, MAF) - IC 0161**

O motor pode apresentar proteção IP55 ou equivalentes. Possui ventiladores interno e externo acoplados ao eixo. O trocador de calor é montado na parte superior do motor.

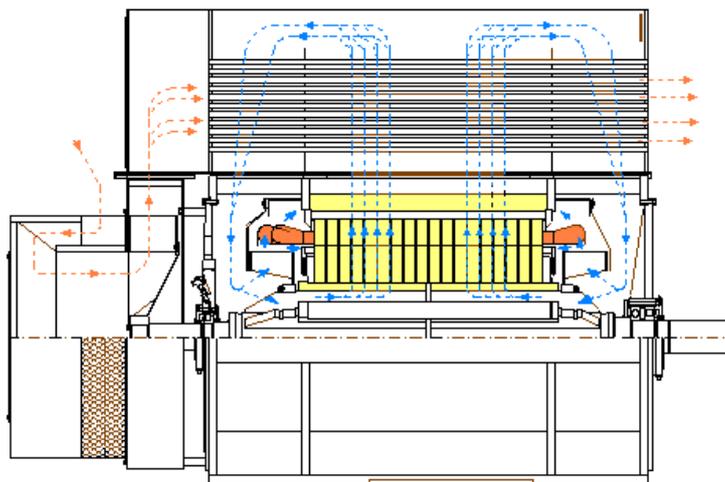


Figura 1.75 – Motor totalmente fechado com trocador de calor ar-ar.

- **Aberto (AUTO-VENTILADO) (MGA, MAA, AGA) - IC 01**

Neste sistema, o motor pode apresentar proteção IP23, IP24 ou equivalentes, caracterizando um motor aberto. Possui dois ventiladores internos acoplados ao eixo, o qual aspira o ar ambiente que passa através da máquina, fazendo assim a troca de calor como mostra a figura abaixo:

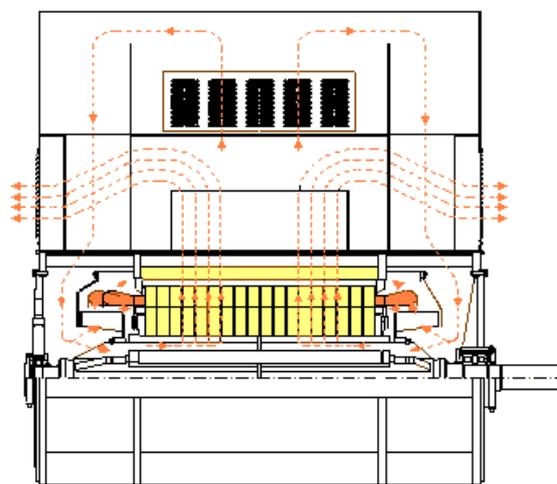


Figura 1.76 – Motor aberto.

- **Trocador de calor ar-água (MGW, MAW) - IC W 37A81**

O motor com trocador de calor ar-água pode apresentar proteção IP55 ou equivalentes, caracterizando um motor fechado. O motor possui dois ventiladores acoplados ao eixo.

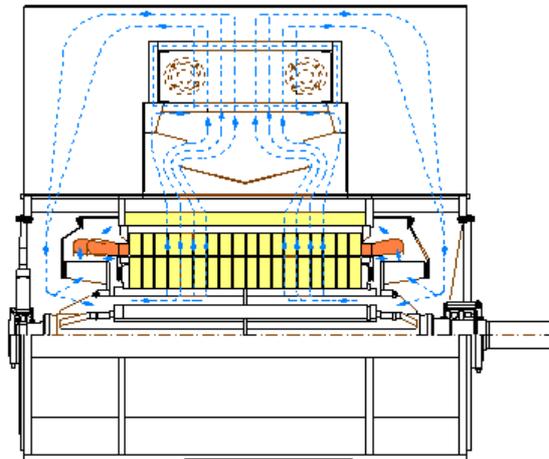


Figura 1.77 - Motor com trocador de calor ar-água.

- **Auto-ventilado por dutos (MGD, MAD) - IC 33**

Neste sistema, o motor apresenta dois ventiladores acoplados internamente ao eixo, o qual aspira o ar de um recinto não contaminado que, após atravessar o motor, é devolvido ao meio ambiente.

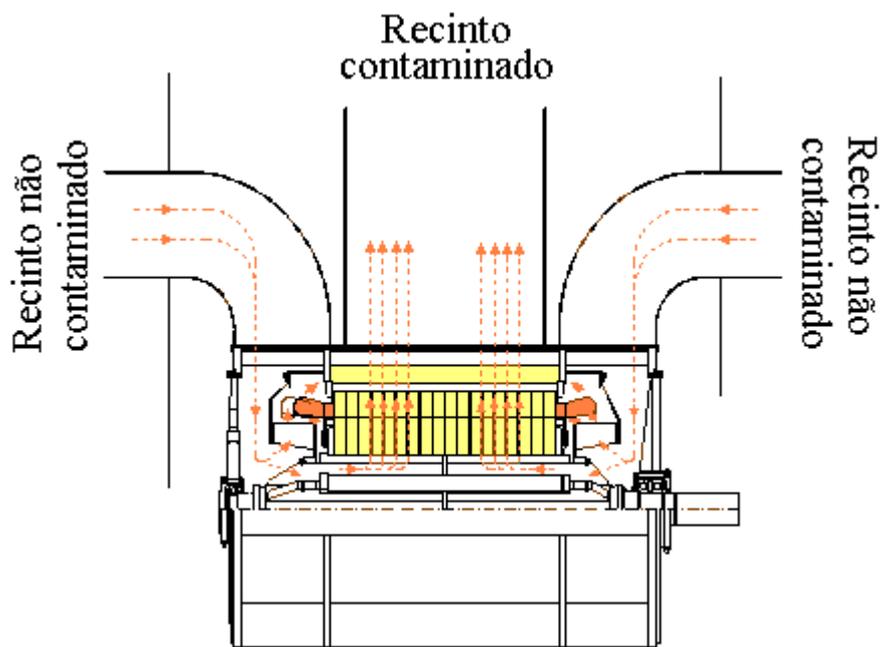


Figura 1.78 – Motor auto-ventilado por dutos.

- **Ventilação independente com trocador de ar-ar (MGI, MAI) - IC 0666**

Neste sistema existe um ventilador independente que força a circulação interna do ar. O outro ventilador independente aspira o ar ambiente e o faz circular através do trocador de calor ar-ar.

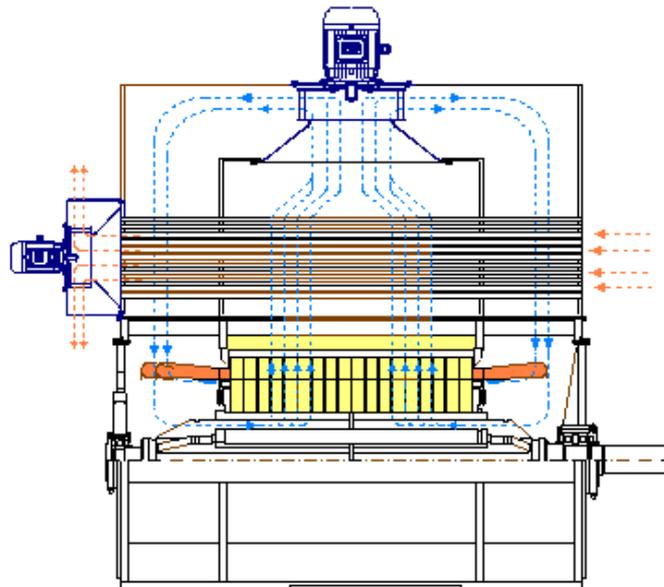


Figura 1.79 - Motor com ventilação independente e trocador ar-ar.

- **Ventilação independente, motor aberto (MGV, MAV) - IC 06**

O ar ambiente é forçado a circular através do motor por dois ventiladores independentes acoplados no topo do motor, e em seguida, devolvido ao meio ambiente, como mostra a figura abaixo:

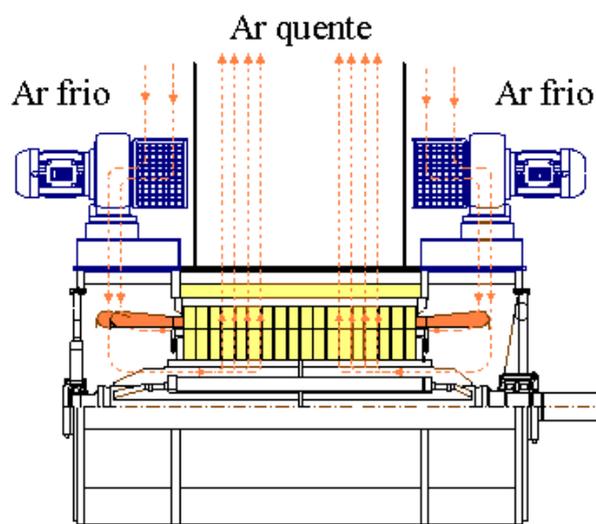


Figura 1.80 - Motor aberto com ventilação independente.

- *Ventilação independente com trocador de calor ar-água (MGL, MAL) IC W 37A81*

Neste sistema existe um ventilador independente que força a ventilação do ar internamente ao motor através do trocador de calor ar-água.

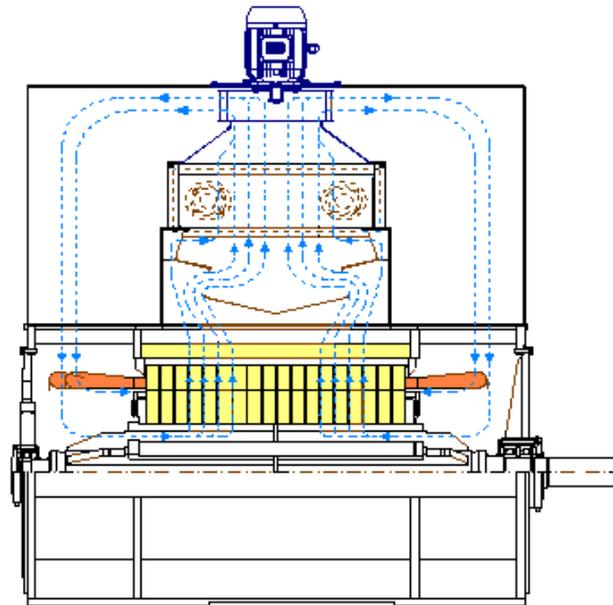


Figura 1.81 – Motor com ventilação independente com trocador ar-água.

- *Ventilação independente por dutos (MGT, MAT) - IC 35*

O ar é aspirado (através de dois moto-ventiladores) de um recinto não contaminado e canalizado através de dutos até o motor, como mostra a figura abaixo:

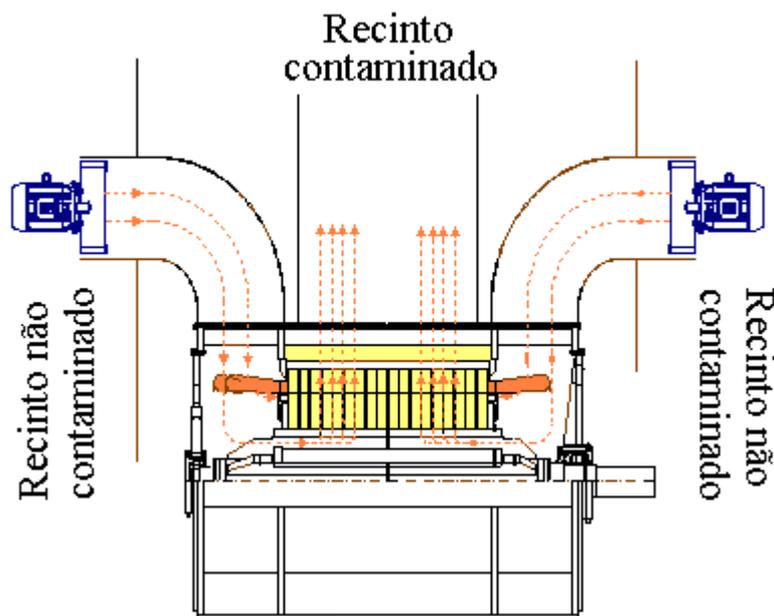


Figura 1.82 - Motor com ventilação independente por dutos.

### 1.7.7 RESISTÊNCIA DE AQUECIMENTO

As resistências de aquecimento são instaladas quando um motor elétrico é instalado em ambientes muito úmidos, com a possibilidade de ficar desligado por longos períodos, impedindo o acúmulo de água, no interior do motor, pela condensação do ar úmido. As resistências de aquecimento, aquecem o interior do motor alguns graus acima do ambiente (5 a 10°C), quando o motor está desligado.

A tensão de alimentação das resistências de aquecimento deverá ser especificada pelo cliente, sendo disponíveis em 110 V, 220 V e 440 V.

Dependendo da carcaça, serão empregados os resistores de aquecimento, conforme tabela 1.7.7.1.

| Carcaça   | Potência (W) |
|-----------|--------------|
| 63 a 90   | 8            |
| 100 a 112 | 16           |
| 132       | 24           |
| 160 a 200 | 48           |
| 225 a 250 | 79           |
| 280 a 355 | 158          |

Tabela 1.7.7.1 – Resistência de aquecimento

### 1.7.8 LIMITE DE RUÍDOS

Os motores WEG atendem as normas NEMA, IEC e NBR que especificam os limites máximos de nível de potência sonora, em decibéis. Os valores da tabela 1.7.8.1, estão conforme a NBR 7565.

| Graus de Proteção                |                 |                 | IP22                               | IP44 | IP22           | IP44 | IP22            | IP44 | IP22            | IP44 | IP22            | IP44 | IP22            | IP44 |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|------|----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| Velocidade Nominal (rpm) – “n”   |                 |                 | n ≤ 960                            |      | 960 < n ≤ 1320 |      | 1320 < n ≤ 1900 |      | 1900 < n ≤ 2360 |      | 2360 < n ≤ 3150 |      | 3150 < n ≤ 3750 |      |
| Faixas de potências nominais – P |                 |                 | Nível de potência sonora<br>dB (A) |      |                |      |                 |      |                 |      |                 |      |                 |      |
| Geradores de corrente            | Motores         |                 |                                    |      |                |      |                 |      |                 |      |                 |      |                 |      |
| Alternada–Contínua<br>kva<br>kW  | kW              | cv              |                                    |      |                |      |                 |      |                 |      |                 |      |                 |      |
| P ≤ 1,1                          | P ≤ 1,1         | P < 1,5         | 73                                 | 73   | 76             | 76   | 77              | 78   | 79              | 81   | 81              | 84   | 82              | 86   |
| 1,1 < P ≤ 2,2                    | 1,1 < P ≤ 2,2   | 1,5 < P ≤ 3,0   | 74                                 | 74   | 78             | 78   | 81              | 82   | 83              | 85   | 85              | 86   | 86              | 91   |
| 2,2 < P ≤ 5,5                    | 2,2 < P ≤ 5,5   | 3,0 < P ≤ 7,5   | 77                                 | 78   | 81             | 82   | 85              | 86   | 86              | 90   | 89              | 93   | 93              | 95   |
| 5,5 < P ≤ 11                     | 5,5 < P ≤ 11    | 7,5 < P ≤ 15    | 81                                 | 82   | 85             | 85   | 88              | 90   | 90              | 93   | 93              | 97   | 97              | 96   |
| 11 < P ≤ 22                      | 11 < P ≤ 22     | 15 < P ≤ 30     | 84                                 | 86   | 88             | 88   | 91              | 94   | 93              | 97   | 96              | 100  | 97              | 100  |
| 22 < P ≤ 37                      | 22 < P ≤ 37     | 30 < P ≤ 50     | 87                                 | 90   | 91             | 91   | 94              | 98   | 96              | 100  | 99              | 102  | 101             | 102  |
| 37 < P ≤ 55                      | 37 < P ≤ 55     | 50 < P ≤ 75     | 90                                 | 93   | 95             | 94   | 96              | 100  | 98              | 102  | 101             | 104  | 103             | 104  |
| 55 < P ≤ 110                     | 55 < P ≤ 110    | 75 < P ≤ 150    | 93                                 | 96   | 97             | 95   | 100             | 103  | 101             | 104  | 103             | 106  | 105             | 106  |
| 110 < P ≤ 220                    | 110 < P ≤ 220   | 150 < P ≤ 300   | 97                                 | 99   | 100            | 102  | 103             | 106  | 103             | 108  | 105             | 109  | 107             | 110  |
| 220 < P ≤ 630                    | 220 < P ≤ 630   | 300 < P ≤ 860   | 99                                 | 102  | 103            | 105  | 106             | 108  | 106             | 109  | 107             | 111  | 110             | 113  |
| 630 < P ≤ 1100                   | 630 < P ≤ 1100  | 860 < P ≤ 1500  | 101                                | 105  | 106            | 108  | 108             | 111  | 108             | 111  | 109             | 112  | 111             | 116  |
| 1100 < P ≤ 2500                  | 1100 < P ≤ 2500 | 1500 < P ≤ 3400 | 103                                | 107  | 108            | 110  | 109             | 113  | 109             | 113  | 110             | 113  | 112             | 118  |
| 2500 < P ≤ 6300                  | 2500 < P ≤ 6300 | 3400 < P ≤ 8600 | 106                                | 109  | 110            | 112  | 110             | 115  | 111             | 115  | 112             | 115  | 114             | 120  |

Tabela 1.7.8.1 – Nível de potência sonora – dB(A) NBR 7565