

**REGULAMENTO Nº 10019100 – PARA PRÉ-QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS INTERESSADAS EM SUBMETER-SE A PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E HOMOLOGAÇÃO DE BRAÇO DA SAPATA COLETORA DO TERCEIRO TRILHO DOS METROCARROS DAS FROTAS E/G/I/J/K/L PARA FUTURA AQUISIÇÃO PELA COMPANHIA DO METRÔ.****CAPÍTULO I – DO OBJETO**

Artigo 1º - O presente regulamento para pré-qualificação rege-se pela Lei 13.303/2016 e pelo REGULAMENTO DE LICITAÇÕES, CONTRATOS E DEMAIS AJUSTES DA COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ, e tem por objeto estabelecer condições e critérios para a certificação de empresas interessadas em submeter-se a processo de desenvolvimento e homologação de produtos para futura aquisição pela COMPANHIA DO METRÔ.

Parágrafo único – Entende-se por desenvolvimento e homologação de produto a submissão de produto ou material específico não encontrado no mercado, que necessite ser fabricado ou adequado às finalidades determinadas pela COMPANHIA DO METRÔ e também produto ou material que, embora existente no mercado, necessite ser testado para a sua adequação às finalidades determinadas pela COMPANHIA DO METRÔ.

Artigo 2º – A COMPANHIA DO METRÔ torna público aviso específico para a certificação do produto abaixo, cujo processamento é regido pelo presente Regulamento:

ITEM	CÓDIGO METRÔ	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
1	10027535	BRAÇO DA SAPATA COLETORA DO TERCEIRO TRILHO DOS METROCARROS DAS FROTAS E/G/I/J/K/L, CONFORME DE-9.86.00.27/710-001 (REV.B) E EM-9.86.00.34/700-001 (REV.0)

Artigo 3º – O cadastro técnico, objeto do presente regulamento, não substitui, mas completa, no que concerne à qualificação técnica, o registro da empresa no Cadastro de Fornecedores da COMPANHIA DO METRÔ ou outro por ela utilizado, destinado à habilitação em licitações.

Artigo 4º – O desenvolvimento e homologação serão executados de acordo com as características e processos descritos no(s) Documento(s) Técnico(s) - Anexo III, que será(ão) fornecido(s) aos interessados juntamente com cópia do Aviso de que trata o artigo 13, I do presente Regulamento.

Parágrafo único – Para o presente processo de homologação e em função dos requisitos técnicos específicos necessários, o Anexo III apresenta um rol detalhado de quais testes deverão ser executados e onde deverão ser realizados. Os Documentos Técnicos – Anexo III que descrevem o produto a homologar também contêm os procedimentos dos testes, bem como as condições e locais de execução e os parâmetros de aceitação e aprovação.

Artigo 5º – Todos os custos inerentes ao desenvolvimento tecnológico e homologação de produtos correrão por conta das respectivas empresas interessadas, estando aqui incluídas, quando couber e definido nos Documentos Técnicos – Anexo III, as despesas associadas a contratações de centros e/ou laboratórios de pesquisa independentes.

Artigo 6º – A pré-qualificação terá validade de 1 (um) ano, no máximo, podendo ser atualizada, conforme critérios de recertificação definidos no Documento.



Artigo 7º - Para solicitação de esclarecimentos de dúvidas, entrar em contato através do e-mail: documentospregaoCME@metrop.sp.com.br, com o assunto: "REGULAMENTO nº 10019100 - PARA PRÉ-QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS INTERESSADAS EM SUBMETER-SE A PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E HOMOLOGAÇÃO DE BRAÇO DA SAPATA COLETORA DO TERCEIRO TRILHO DOS METROCARROS DAS FROTAS E/G//J/K/L PARA FUTURA AQUISIÇÃO PELA COMPANHIA DO METRÔ".

Artigo 8º - As respostas da COMPANHIA DO METRÔ aos esclarecimentos solicitados conforme descrito acima serão disponibilizadas por meio de dados eletrônicos, no site [www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br).

## CAPÍTULO II – CONDIÇÕES DE PARTICIPAÇÃO

Artigo 9º – Poderão participar do cadastramento, apresentando a documentação exigida, empresas juridicamente constituídas, que demonstrem experiência técnica e capacidade produtiva, e que atendam todas as condições estabelecidas neste Regulamento.

Artigo 10º – Não poderão participar do cadastramento empresas que estejam impedidas ou suspensas para participar de licitações e contratar com a COMPANHIA DO METRÔ, e conseqüentemente, com a Administração do Estado de São Paulo, bem como aquelas que tenham sido declaradas inidôneas por ato do Poder Público em qualquer de suas esferas de Governo.

Artigo 11º – Poderão participar do cadastramento as empresas estrangeiras que não funcionem no Brasil, que tenham representantes na forma da Lei, com poderes para praticar todos os atos decorrentes do cadastramento além dos poderes de receber citação e responder administrativa ou judicialmente.

Artigo 12º - Serão impedidas de participar da presente pré-qualificação:

§ 1º As empresas que não atenderem todas as exigências deste regulamento e seus anexos.

§ 2º As empresas que tenham sido condenadas por sentença transitada em julgado à pena de proibição de contratar com o Poder Público devido a prática de crimes ambientais, conforme disciplinado no art. 22 inciso III da Lei nº 9.605, de 12/02/1998.

§ 3º As pessoas físicas que tenham sido condenadas por sentença transitada em julgado, à pena de interdição de direitos devido a prática de crimes ambientais, conforme disciplinado nos art. 8 inciso II e art. 10 da Lei nº 9.605, de 12/02/1998.

§ 4º As empresas que estiverem impedidas de licitar ou contratar com a Administração Pública do Estado de São Paulo ou com qualquer de seus órgãos descentralizados;

§5º Serão também impedidas de participar, com base no Regulamento de Licitações, Contratos e Demais Ajustes da COMPANHIA DO METRÔ e nos termos da Lei federal nº 13.303/16, as empresas ou pessoas físicas, a depender do caso, que:

- a) o administrador ou sócio detentor de mais de 5% (cinco por cento) do capital social seja diretor ou empregado da COMPANHIA DO METRÔ;
- b) tenham sido suspensas pela COMPANHIA DO METRÔ;
- c) tenham sido declaradas inidôneas pela União, por Estado, pelo Distrito Federal ou pela unidade federativa a que está vinculada a COMPANHIA DO METRÔ, enquanto perdurarem os efeitos da sanção;
- d) sejam constituídas por sócio de empresa que estiver suspensa, impedida ou declarada inidônea;

- e) o administrador seja sócio de empresa suspensa, impedida ou declarada inidônea;
- f) sejam constituídas por sócio que tenha sido sócio ou administrador de empresa suspensa, impedida ou declarada inidônea, no período dos fatos que deram ensejo à sanção;
- g) o administrador tenha sido sócio ou administrador de empresa suspensa, impedida ou declarada inidônea, no período dos fatos que deram ensejo à sanção;
- h) tiverem, nos seus quadros de diretoria, pessoa que participou em razão de vínculo de mesma natureza, de empresa declarada inidônea.
- i) sejam empregados ou dirigentes da COMPANHIA DO METRÔ:
- j) que tenham relação de parentesco, até o terceiro grau civil com:
- k) dirigente da COMPANHIA DO METRÔ, assim entendidos seus administradores;
- l) empregado da COMPANHIA DO METRÔ cujas atribuições envolvam atuação na área responsável pela licitação ou contratação e as gerências envolvidas no processo
- m) autoridade do Governo do Estado de São Paulo a que a COMPANHIA DO METRÔ esteja vinculada.
- n) o proprietário, mesmo na condição de sócio, tenha terminado seu prazo de gestão ou rompido seu vínculo com a COMPANHIA DO METRÔ há menos de 6 (seis) meses.

### CAPÍTULO III - DOCUMENTOS PARA O CADASTRAMENTO

Artigo 13º – O desenvolvimento e homologação do produto será processado individualmente para cada empresa, mediante cadastramento prévio que atenda o seguinte procedimento:

I – O aviso de convocação para Pré-Qualificação será publicado no site [www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br), podendo a COMPANHIA DO METRÔ, mediante justificativa, publicar em outros meios de comunicação;

II - O requerimento para cadastramento a ser elaborado conforme modelo Anexo I, deste Regulamento, deverá ser entregue **A/C Gerência de Manutenção – GMT (Departamento MTT/EPR-EMT), no Protocolo Geral do Metrô situado na Rua Boa Vista, 175, térreo – São Paulo/SP, ou por e-mail para os seguintes endereços: [engenhariamateriaismtt@metrosp.com.br](mailto:engenhariamateriaismtt@metrosp.com.br); [ecasagrande@metrosp.com.br](mailto:ecasagrande@metrosp.com.br) e [jlmurano@metrosp.com.br](mailto:jlmurano@metrosp.com.br)**, acompanhado dos seguintes documentos:

- a) Ato Constitutivo, Estatuto ou Contrato Social em vigor, acompanhado de prova dos administradores em exercício, devidamente registrados na Junta Comercial ou Cartório de Registros competente;
- b) Prova de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ;
- c) Documento “CHECK LIST DE QUALIFICAÇÃO DE FABRICANTES DE BRAÇO DA SAPATA COLETORA DAS FROTAS E/G//J/K/L”, conforme modelo Anexo II preenchido;

d) Documentos técnicos (catálogos, desenhos etc.) quanto ao processo produtivo e os requisitos técnicos.

e) Organograma da estrutura funcional, administrativa e técnica que será responsável pelo acompanhamento e execução dos procedimentos relativos ao cadastramento específico.

§ 1º Para fins de comprovação dos documentos indicados nas alíneas acima, a requerente poderá apresentar documentos de terceiros, desde que comprovado a sucessão ou transferência de tecnologia para a interessada, mediante apresentação de documentos hábeis para tanto, e devidamente registrados.

§ 2º Toda e qualquer documentação apresentada, à exceção da documentação técnica, deverá ser em língua portuguesa. Caso seja apresentada em língua estrangeira, deverá estar acompanhada de tradução juramentada. No caso de empresa estrangeira, além da tradução juramentada, os documentos, que poderão ser substituídos por documentos equivalentes segundo legislação própria, deverão estar autenticados pelos respectivos consulados.

§ 3º Na eventualidade do país da empresa estrangeira ter firmado Convenção de Cooperação Jurídica em Matéria Civil, Comercial, Trabalhista e Administrativa com o Brasil, a autenticação dos documentos pelos respectivos consulados fica dispensada, devendo ser apresentada original da referida Convenção, cuja autenticação será feita no momento da apresentação dos documentos.

§ 4º Todos os documentos deverão ser apresentados em sua forma original ou cópia autenticada, podendo a autenticação a ser feita pelo servidor mediante a apresentação da original.

§ 5º As empresas estrangeiras que não funcionem no Brasil deverão apresentar os documentos equivalentes de seus países de origem ou declaração de inexistência de documentos equivalentes.

Artigo 14º – A COMPANHIA DO METRÔ poderá, se assim entender necessário, efetuar visitas às dependências industriais das requerentes para fins de avaliação técnica quanto ao domínio do processo produtivo (pessoal técnico), assistência de equipamentos para produção, máquinas e dos dispositivos.

#### **CAPÍTULO IV – HOMOLOGAÇÃO DO PRODUTO**

Artigo 15º – Concluído o processo de homologação, será emitido “Certificado de Pré-qualificação” do produto às requerentes aprovadas.

Artigo 16º – O “Certificado de Pré-qualificação” será publicado no site [www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br), e notificadas as requerentes via e-mail ou carta enviada por correio.

Artigo 17º – Não será permitida a transferência do Certificado de Pré-qualificação a terceiros, exceto com casos comprovados de sucessão ou transferência de tecnologia mediante apresentação da documentação comprobatória, devidamente registrada.

Artigo 18º – A homologação não se revestirá de caráter de exclusividade, sendo que a COMPANHIA DO METRÔ adquirirá os produtos homologados por meio de certame licitatório de qualquer empresa participante que ofereça produtos homologados, acompanhado do “Certificado de Pré-qualificação”.

## CAÍTULO V - SANÇÕES ADMINISTRATIVAS

Artigo 19º - No caso de descumprimento de obrigações descritas neste regulamento e seus anexos pela empresa interessada, a COMPANHIA DO METRÔ, dependendo da gravidade do fato, e ressalvados os casos previstos no parágrafo único do artigo 393 do Código Civil Brasileiro, poderá independentemente de a qualquer momento exercer o seu direito de rescindir cancelar o Certificado de Pré-qualificação e aplicar, cumulativa ou isoladamente, as seguintes penas, com respectiva anotação no Cadastro:

§ 1º Advertência, por infração leve que não cause lesão efetiva ou potencial ao interesse público e a COMPANHIA DO METRÔ;

§ 2º Suspensão temporária de participação em licitação e impedimento de contratar a COMPANHIA DO METRÔ, cuja duração será definida em função da gravidade do(s) ato(s) praticado(s), por prazo não superior a 2 (dois) anos.

§ 3º A prática de atos que atentem contra o patrimônio público nacional ou estrangeiro, os princípios da administração pública, o CÓDIGO DE CONDUCTA E INTEGRIDADE DA COMPANHIA DO METRÔ - acessível através do site oficial [http://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/pdf/codigo\\_conduta\\_integridade.pdf](http://www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/pdf/codigo_conduta_integridade.pdf) -, ou que de qualquer forma venham a constituir fraude ou corrupção, durante a pré-qualificação, será objeto de instauração de processo administrativo de responsabilização nos termos da Lei Federal nº 12.846/2.013, do Decreto Estadual nº 60.106/2.014, sem prejuízo da aplicação das sanções administrativas previstas Regulamento de Licitações, Contratos e Demais Ajustes da COMPANHIA DO METRÔ e no Código de Conduta e Integridade da Companhia do Metrô, devendo a interessada abster-se da prática de qualquer ato de corrupção, imoral, antiético, desleal ou de má-fé.

§ 4º O cabimento das sanções estabelecidas nesta cláusula será analisado em processo administrativo sancionatório nos termos do Título IX do REGULAMENTO DE CONTRATAÇÕES.

## CAPÍTULO VI – DISPOSIÇÕES FINAIS

Artigo 20º - A COMPANHIA DO METRÔ poderá, a qualquer tempo, revogar este Regulamento, sem que caiba qualquer indenização às interessadas.

Artigo 21º – O presente Regulamento, bem como as cláusulas e condições do contrato, poderão ser modificados pela COMPANHIA DO METRÔ, a qualquer tempo, objetivando o atendimento de situações que porventura não tenham sido previstas e que atendam ao interesse público.

§ 1º – Eventuais alterações deste Regulamento serão publicadas no site [www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br).

Artigo 22º – Do indeferimento do pedido de cadastramento, caberá Recurso Administrativo, no prazo de 05 (cinco) dias úteis contados do recebimento do documento de indeferimento, que poderá ser feita por e-mail [documentospregaoCME@metrosp.com.br](mailto:documentospregaoCME@metrosp.com.br) e/ou entregue A/C Gerência de Contratações e Compras – GCP, no Protocolo Geral do Metrô situado na Rua Boa Vista, 175, térreo – São Paulo/SP.

Artigo 23º – O indeferimento do pedido de pré-qualificação não impede que o requerente apresente novo requerimento.

Artigo 24º - Os documentos que estejam válidos no Certificado de Pré-qualificação não precisarão ser novamente apresentados durante a licitação



Artigo 25º – O presente Regulamento foi aprovado na Reunião de Diretoria da COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ ocorrida no dia **28/06/2023**, e entrará em vigor a partir de sua publicação no site [www.metro.sp.gov.br](http://www.metro.sp.gov.br), podendo a COMPANHIA DO METRÔ, mediante justificativa da área técnica responsável, publicar em outros meios de comunicação.

Artigo 26º – Acompanha este Regulamento, como Anexo I, o modelo de Requerimento para futuro pré-cadastramento das empresas interessadas; como Anexo II, **CHECK LIST DE QUALIFICAÇÃO DE FABRICANTES DE BRAÇO DA SAPATA COLETORA DAS FROTAS E/G//J/K/L**; e, como Anexo III, os Documentos Técnicos DE-9.86.00.27/710-001 (REV.B), EM-9.86.00.34/700-001 (REV.0) e IC-9.86.00.34/700-001 (REV.0).

São Paulo,

LUIS ALBERTO FERREIRA  
DIAZ:28495780100  
0100

Assinado de forma digital por LUIS ALBERTO FERREIRA DIAZ:28495780100  
Dados: 2023.07.04 10:18:30 -03'00'

LUIS ALBERTO FERREIRA DIAZ  
Gerente de Contratações e Compras

**MODELO DE REQUERIMENTO PARA CADASTRAMENTO**  
*(em papel timbrado da empresa)*

Local e data

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO - METRÔ  
São Paulo - SP.**REGULAMENTO Nº 10019100 – PARA PRÉ-QUALIFICAÇÃO DE EMPRESAS INTERESSADAS EM SUBMETER-SE A PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E HOMOLOGAÇÃO DE BRAÇO DA SAPATA COLETORA DO TERCEIRO TRILHO DOS METROCARROS DAS FROTAS E/G/I/J/K/L PARA FUTURA AQUISIÇÃO PELA COMPANHIA DO METRÔ.**

Prezados Senhores

Após exame do Regulamento para pré-qualificação de empresas interessadas em submeter-se a processo de desenvolvimento e homologação de produtos para futura aquisição pela COMPANHIA DO METRÔ e de seu anexo, apresentamos os documentos ali exigidos visando nossa qualificação técnica e jurídica para o desenvolvimento tecnológico e homologação de produto a seguir identificado:

ITEM	CÓDIGO METRÔ	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
1	10027535	BRAÇO DA SAPATA COLETORA DO TERCEIRO TRILHO DOS METROCARROS DAS FROTAS E/G/I/J/K/L, CONFORME DE-9.86.00.27/710-001 (REV.B) E EM-9.86.00.34/700-001 (REV.0)

Estamos cientes que o atendimento a este Regulamento importa na aceitação incondicional da legislação em vigor.

No caso de sermos qualificados, concordamos com os prazos de desenvolvimento e homologação a serem estabelecidos pela COMPANHIA DO METRÔ.

Confirmamos, ainda os seguintes dados:

- Razão Social Completa:
- Endereço completo:
- CEP:
- CNPJ:
- Inscrição Estadual:
- Nome da pessoa para contato:
- Telefone/ramal:
- E-mail:

---

(assinatura do Responsável Legal)



**ANEXO II**

**CHECK LIST DE QUALIFICAÇÃO DE FABRICANTES DE BRAÇO DA SAPATA COLETORA  
DAS FROTAS E/G//J/K/L PARA FUTURA AQUISIÇÃO PELA COMPANHIA DO METRÔ.**

**(documento apartado)**



**ANEXO III**

**Documentos Técnicos**

**DE-9.86.00.27/710-001 (REV.B)**

**EM-9.86.00.34/700-001 (REV.0)**

**IC-9.86.00.34/700-001 (REV.0)**

(documentos apartados)



GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO - GMT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - MTM  
CHECK LIST DE QUALIFICAÇÃO DE FABRICANTES DE  
BRAÇO DA SAPATA COLETORA DAS FROTAS E/G/I/J/K/L

Folha:  
01 / 05

IDENTIFICAÇÃO DO FORNECEDOR	
Razão Social:	CNPJ:
Endereço	Número
Cidade:	CEP:
Nome do contato:	Cargo / Função
E-mail	Telefone:

MOTIVO DA AVALIAÇÃO			
<input type="checkbox"/> Qualificação	<input type="checkbox"/> Requalificação	<input type="checkbox"/> Qualificação de novo produto	<input type="checkbox"/> Auditoria Técnica

RELAÇÃO DE MATERIAIS ANALISADOS	
Código	Descrição
10027535	Braço da sapata coletora do terceiro trilho dos metrocarros das frotas E/G/I/J/K/L, conforme desenho metrô DE-9.86.00.27/710-001 (Rev.B) E EM-9.86.00.34/700-001 (REV.0).

NORMAS PERTINENTES	
Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT	
ISO NBR-9000	
ASTM D-2000	
ABNT NBR 10004	
ABNT NBR 20045	

Check List Legenda	A	Atende	NA	Não atende
	AP	Atende parcialmente	NAP	Não aplicável

## GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO - GMT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - MTM

CHECK LIST DE QUALIFICAÇÃO DE FABRICANTES DE

BRAÇO DA SAPATA COLETORA DAS FROTAS E/G/I/J/K/L

Folha:

02 / 05



ITEM	MATÉRIA PRIMA	Check
1	Existe procedimento para análise crítica de contratos?	
2	A empresa possui atestados de capacitação técnica, de fornecimento de produtos similares ao objeto do presente cadastro?	

ITEM	MATÉRIA PRIMA	Check
3	Existem procedimentos e especificações para aquisições de <b>matérias-primas</b> (cargas não ferrosas), para a produção de peças fundidas em alumínio?	
4	Os fornecedores das <b>matérias-primas</b> (cargas não ferrosas), para a produção de peças fundidas em alumínio, são previamente avaliadas segundo critérios definidos em procedimentos (avaliação de fornecedores)?	
5	As aquisições das <b>matérias-primas</b> (cargas e não ferrosas), para a produção de peças fundidas em alumínio, são feitas de empresas que disponibilizam certificados?	
6	As matérias-primas (cargas não ferrosas), para a produção de peças fundidas em alumínio, estão devidamente identificadas e armazenadas de modo a estarem protegidas de intempéries e ou agentes contaminantes?	

ITEM	CONFECÇÃO DE MODELO	Check
7	O fabricante confecciona os modelos ou coquilhas, utilizados na sua produção de peças fundidas em alumínio?	
8	Existem procedimentos e especificações para aquisições de <b>matérias-primas</b> utilizadas na confecção dos modelos ou coquilhas, utilizados na sua produção de peças fundidas em alumínio?	
9	As aquisições das matérias-primas utilizadas na confecção os modelos, utilizados na produção de peças fundidas em alumínio, são previamente avaliadas segundo critérios definidos em procedimentos (avaliação de fornecedores)?	
10	As matérias-primas utilizadas na confecção dos modelos ou coquilhas, estão devidamente identificadas e armazenadas de modo a estarem protegidas de intempéries e ou agentes contaminantes?	
11	O fabricante contrata empresas para terceirizadas a confecção dos modelos ou coquilhas utilizados na sua produção de peças fundidas em alumínio?	
12	As empresas terceirizadas, contrata para confeccionar o modelo ou coquilhas, são previamente avaliadas segundo critérios definidos em procedimentos (avaliação de fornecedores)?	
13	Existem procedimento para avaliação dimensional e visual dos modelos ou coquilhas, tanto para a confecção interna do modelo, quanto para a confecção de empresa terceirizadas, antes da liberação para a produção	

ITEM	MACHARIA E MOLDAGEM	Check
14	O fabricante confecciona os machos, molda a caixa de areia e ou utiliza moldes permanentes e reutilizáveis, na sua produção de peças fundidas em alumínio?	
15	O fabricante analisa as energias envolvidas na solidificação e a velocidade com que os processos de nucleação e crescimento de grão acontecem para a elaboração do molde e dos machos, e para isso dispõe de softwares de simulação do processo de fundição.	
16	O fabricante analisa se os canais de alimentação estão devidamente dimensionados, de forma que o metal líquido flua adequadamente para o interior o molde.	
17	Existem procedimentos e especificações para aquisições de <b>matérias-primas</b> (mistura de refratário, aglomerantes, ligantes químicos, aditivos e tintas refratária) utilizadas na confecção dos modelos, da produção de peças fundidas em alumínio?	

18	As aquisições das matérias-primas utilizadas na confecção os modelos ou coquilhas , utilizados na sua produção de peças fundidas em alumínio, são previamente avaliadas segundo critérios definidos em procedimentos (avaliação de fornecedores)?	
19	Existem procedimentos para avaliação da caixa de moldagem ou coquilhas, antes da liberação para a produção?	
20	As matérias-primas utilizadas na confecção os modelos ou coquilhas, estão devidamente identificadas e armazenadas de modo a estarem protegidas de agentes contaminantes?	
21	Existem procedimentos para avaliação do molde ou coquilhas antes do vazamento do metal líquido?	

ITEM	PROCESSO DE FABRICAÇÃO (FUNDIÇÃO)	Check
22	Existem procedimentos para o controle de composição química do metal líquido no forno?	
23	Existem procedimentos para o basculamento do metal líquido do forno para as panela ou cadinho?	
24	Existe procedimento para o controle da Temperatura de fusão, fluidez do metal líquido e Remoção da escória?	
25	Existe procedimento para que antes do vazamento do metal líquido nos moldes sejam travados externamente com armação metálica (jackets), para evitar arrombamento lateral das caixas, devido à pressão metálica no interior do molde.	
26	É rotina da empresa vazar corpos de prova em moldes adequados, para realização de ensaios para verificação das propriedades mecânicas e análise da estrutura metálica?	
27	Existem procedimentos para o vazamento do metal líquido nos moldes ou coquilha?	
28	Existem procedimentos para a desmoldagem das peças fundidas?	
29	Existem procedimentos para a retirada dos canais de alimentação, tamboreamento e rebarbação das peças fundidas?	
30	Existe plano de manutenção de máquinas, equipamentos e ferramentais utilizados na fundição?	
31	Os instrumentos de controle da produção (paquímetro, termômetro e temporizadores etc...), são calibrados por empresas acreditadas pela Rede Brasileira de Calibração - RBC, e estão devidamente identificados com a validade em vigência?	
32	Os certificados de calibração dos instrumentos de controle da produção, estão arquivados de modo a permitir uma eficiente rastreabilidade?	
33	Os materiais não conforme estão devidamente segregados e identificados?	
34	A não conformidade é registrada em formulário específico, no qual são descritas as ações corretivas correspondentes a cada não conformidade?	
35	Existem procedimentos para reutilização de areia de fundição, e neste procedimento está previsto que a areia de circulação deve ser avaliada periodicamente?	
36	Existem procedimentos para descarte da areia de fundição, que não é mais passível de reutilização?	

ITEM	LABORATÓRIO / CONTROLE DE QUALIDADE (FUNDIÇÃO)	Check
37	É rotina da empresa realizar ensaio para validar a composição química do metal líquido no forno, e para isso a empresa dispõe de um espectrômetro?	
38	É rotina da empresa verificar a composição química do metal líquido na panela antes de realizar o vazamento do metal líquido?	
39	Existe procedimento para preparação dos corpos de prova?	

40	É rotina da empresa realizar ensaios para determinar as propriedades mecânicas, (resistência a tração, limite de escoamento e alongamento) em corpos de prova, e para isso possui Máquina Universal de Ensaio de tração?	
41	É rotina da empresa realizar ensaios para avaliar a microestrutura do alumínio fundido, e para isso possui um microscópio.	
42	Os instrumentos de laboratório e controle de qualidade (paquímetros, durômetros, células de carga, relógios comparadores, etc), são calibrados por empresas acreditadas pela Rede Brasileira de Calibração - RBC, e estão devidamente identificados com a validade em vigência?	
43	A empresa contrata laboratórios para execução de ensaios que não são de controle do seu processo produtivo, e há uma avaliação prévia destes laboratórios, segundo critérios definidos em procedimentos de avaliação?	

ITEM	MÃO DE OBRA (FUNDIÇÃO)	Check
44	A empresa promove cursos e palestras, com o objetivo de melhorar a capacitação dos colaboradores para execução de suas tarefas,?	
45	Existem certificações, registros ou inscrições em entidade profissional competente, do pessoal técnico?	
46	São estabelecidos requisitos mínimos de risco, que são avaliados, monitorados e controlados na empresa, de forma a garantir a segurança e saúde dos seus colaboradores?	

ITEM	PROCESSO DE FABRICAÇÃO (USINAGEM)	Check
	São realizados estudos para elaboração de dispositivos e ferramentas de usinagem?	
	As máquinas, equipamentos e instrumentos utilizados no processo de usinagem são identificados?	
	Existem planos de manutenção de máquinas, equipamentos e dispositivos de usinagem?	
	Existem fichas de processo contendo número de identificação da peça, nome da peça, desenho, matéria prima, identificação do operador, identificação da máquina, velocidade de corte, avanço, seleção das ferramentas de corte, orientação da posição e fixação do produto?	
	A organização do ambiente de trabalho atende a NR 17 (condições adequadas de ergonomia, iluminação, temperatura etc.)?	

ITEM	SALA DE INSPEÇÃO METROLÓGICA	Check
	Existem sala de inspeção metrológica (devidamente isolada da produção e climatizada)?	
	A sala de inspeção metrológica é equipada com tridimensional?	
	Os instrumentos da sala de inspeção metrológica (paquímetro, micrômetro, relógios comparadores, rugosímetro etc.) são calibrados por empresas acreditadas pela Rede Brasileira de Calibração - RBC? E estão devidamente identificados com a validade em vigência?	
	É rotina da empresa, elaborar ficha de inspeção para cada peça usinada?	
	Os instrumentos de inspeção das peças usinadas (paquímetros, micrômetros, rugosímetros etc.) são calibrados por empresas acreditadas pela Rede Brasileira de Calibração - RBC? E estão devidamente identificados com a validade em vigência?	



GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO - GMT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - MTM  
CHECK LIST DE QUALIFICAÇÃO DE FABRICANTES DE  
BRAÇO DA SAPATA COLETORA DAS FROTAS E/G/I/J/K/L

Folha:  
05 / 05

ITEM	CERTIFICAÇÕES DO FABRICANTE				Check
	NORMA	CERTIFICADORA	EMISSÃO	VALIDADE	
47	ISO 9000 - Gestão de Qualidade				
48	ISO 18000 - Saúde e Segurança Ocupacional				
49	ISO 14000 - Gestão Ambiental				
OBS.	Para cada resposta assinalada como "atende" e "atende parcialmente", o fabricante deve apresentar evidências que comprovem a respostas. Caso o Metrô considere necessário, uma visita técnica será realizada, com o objetivo de comprovar as respostas deste questionário.				

COMENTÁRIOS DO FABRICANTE

METODOLOGIA DE QUALIFICAÇÃO		
Fórmula:	Cálculo:	Resultado:
$R = \frac{N^{\circ} A + (N^{\circ} AP / 2)}{N^{\circ} \text{ de questões aplicadas}} \times 100$	R =	$100 \geq R \geq 70$ ATENDE
		$70 > R \geq 0$ NÃO ATENDE

CONCLUSÃO	
$100 \geq R \geq 70$ e ENP ATENDE	<input type="checkbox"/> QUALIFICADO
$100 \geq R \geq 70$ e ENP NÃO ATENDE	<input type="checkbox"/> NÃO QUALIFICADO
$70 > R \geq 0$ e ENP ATENDE	<input type="checkbox"/> NÃO QUALIFICADO
$70 > R \geq 0$ e ENP NÃO ATENDE	<input type="checkbox"/> NÃO QUALIFICADO

PERÍODO DE VALIDADE DA QUALIFICAÇÃO		
<input type="checkbox"/> 3 MESES	<input type="checkbox"/> 6 MESES	<input type="checkbox"/> 12 MESES

ANOTAÇÕES COMPLEMENTARES

RESPONSÁVEL TÉCNICO 1:	RESPONSÁVEL TÉCNICO 2:	SUPERVISÃO:





EM-9.86.00.34/700-001

## DOCUMENTO TÉCNICO

LINHA 3

TRECHO / SISTEMA: MATERIAL RODANTE

SUBTRC. / SUBSIST. / CONJ. SUPRIMENTO ELÉTRICO

UC / SUBCONJ. SAPATA COLETORA DO 3º TRILHO

OBJETO

BRAÇO DE SAPATA COLETORA – ESPECIFICAÇÃO PARA FORNECIMENTO

## DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ. DE-9.86.00.27/710-001: Desenho Técnico – Braço de Sapata Coletora. São Paulo – SP, 2020.

## DOCUMENTOS RESULTANTES

## OBSERVAÇÕES

## DESCRIÇÃO DA REVISÃO

Esta Especificação de Material (EM) Anula e Substitui a EC-9.86.01.34/700-002.

EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR / PROJETISTA / FORNECEDOR	CONTRATADA	METRÔ / CONTRATADA	METRÔ
<b>GMT/MTT/EPR</b>	<b>N/A</b>	<b>GMT/MTT/EPR</b>	<b>GMT/MTT</b>
CONTRATO		CONTRATO	
O.S.		O.S.	
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b> <b>FÁBIO G. CAVALCANTE</b> <b>REGISTRO R15429.0</b> <b>CREA 506936554</b> <b>ART/RRT 28027230181285140</b> <b>ENGENHEIRO MECÂNICO</b> <b>CERTIFICAÇÃO DIGITAL</b>  Assinado de forma digital por <b>FABIO GONCALVES CAVALCANTE:13234512850</b> Dados: 2020.09.04 11:38:16 -03'00'	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b> <b>N/A</b> <b>REGISTRO</b> <b>CREA</b> <b>ART/RRT</b> <b>MODALIDADE</b> <b>CERTIFICAÇÃO DIGITAL</b>	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b> <b>PAULO SÉRGIO S. CARVALHO</b> <b>REGISTRO R22144-2</b> <b>CREA 5060262228</b> <b>ART/RRT 92221220141555006</b> <b>ENGENHEIRO ELETRICISTA</b> <b>CERTIFICAÇÃO DIGITAL</b>  <b>PAULO SERGIO SIQUEIRA DE CARVALHO:1488553866</b> Assinado de forma digital por <b>PAULO SERGIO SIQUEIRA DE CARVALHO:1488553866</b> Dados: 2020.09.04 14:09:00 -03'00'	<b>NOME</b> <b>REGINALDO GREGIO</b> <b>REGISTRO R19329.5</b>  <b>CERTIFICAÇÃO DIGITAL</b>  <b>REGINALDO GREGIO:10232651841</b> Assinado de forma digital por <b>REGINALDO GREGIO:10232651841</b> Dados: 2020.09.08 17:28:56 -03'00'

CÓDIGO	REVISÃO
<b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
07/09/2020	<b>2 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	FÁBIO G. CAVALCANTE
GMT/MTT/EPR	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

## ÍNDICE

<b>1. OBJETIVO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. DESCRIÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 NORMALIZAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 PARÂMETROS PARA FABRICAÇÃO</b> .....	<b>6</b>
2.2.1 Dimensional .....	6
2.2.2 Material .....	6
2.2.3 Acabamento Superficial .....	8
2.2.4 Identificação.....	9
<b>3. RECEBIMENTO DOS LOTES DE FORNECIMENTO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 LOTE PILOTO</b> .....	<b>9</b>
3.1.1 Verificação dimensional .....	10
3.1.2 Ensaio de dureza .....	10
3.1.3 Ensaio destrutivo (ruptura do fusível mecânico).....	10
<b>3.2 LOTES DE FORNECIMENTOS SERIADOS</b> .....	<b>12</b>
3.2.1 Verificação dimensional .....	12
3.2.2 Ensaio de dureza .....	12
3.2.3 Ensaio de destrutivo (ruptura do fusível mecânico).....	13

CÓDIGO	REVISÃO
EM-9.86.00.34/700-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
07/09/2020	3 de 13

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GMT/MTT/EPR	FÁBIO G. CAVALCANTE
	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

## 1. OBJETIVO

Definir os requisitos para fornecimento de Braços da Sapatas Coletoras de energia elétrica do 3º Trilho dos Metrocarros das frotas E, G, I, J, K e L.

## 2. DESCRIÇÃO

Esta especificação define o material, os requisitos mecânicos, dimensionais e de inspeção, de modo a atender plenamente às exigências para o fornecimento de Braços de Sapatas Coletoras de energia elétrica do 3º trilho para o Metrô de São Paulo.

Os braços consistem em componentes instalados nos truques dos Metrocarros que garantem a ligação articulada entre a base instalada na lateral do truque e a sapata coletora (placa de desgaste) de energia elétrica do 3º trilho, conforme ilustrado nas figuras 1 a 3.

Quando em operação, os braços trabalham em contato permanente com o 3º trilho por meio da sapata coletora. O contato irá gerar movimento oscilatório vertical devido ao desnível entre truque e 3º trilho, conforme ilustrado na figura 3.

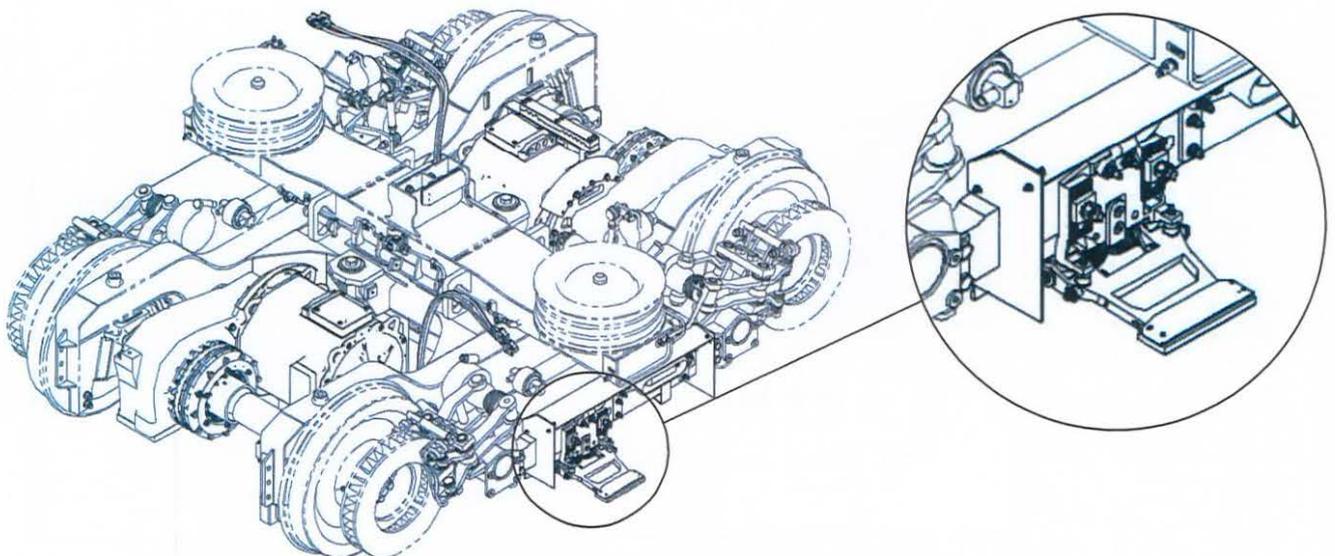


Figura 1 – Truque com detalhe do braço da sapata coletora.

CÓDIGO	EM-9.86.00.34/700-001	REVISÃO	0
EMIÇÃO	07/09/2020	FOLHA	4 de 13

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GMT/MTT/EPR	FÁBIO G. CAVALCANTE
	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

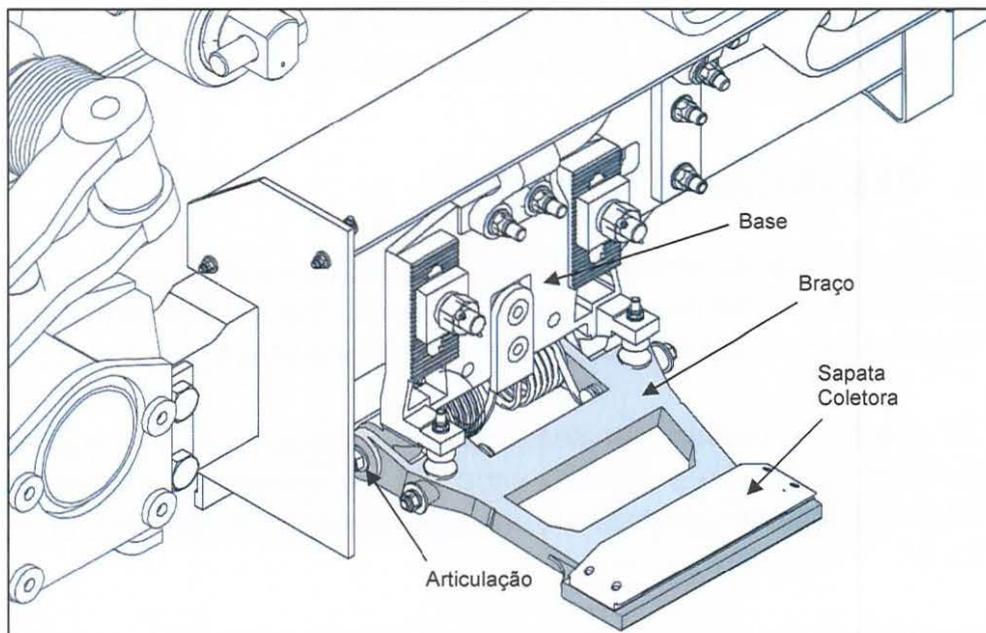


Figura 2 – Conjunto de base, braço e sapata coletora de energia elétrica.

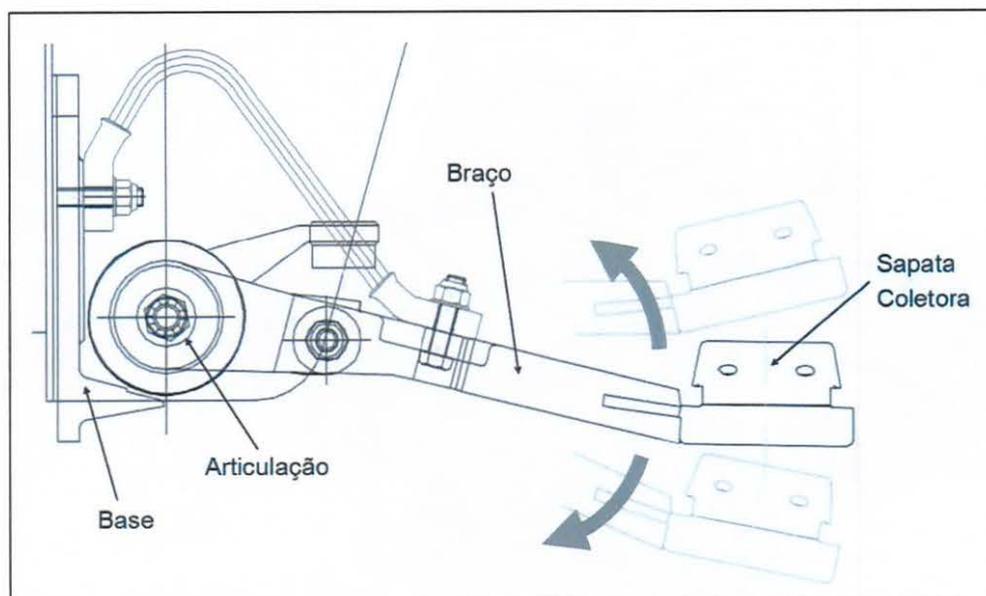


Figura 3 – Articulação do braço e sapata coletora de energia elétrica.

CÓDIGO <b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO 07/09/2020	FOLHA <b>5 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>GMT/MTT/EPR</b>	EMITENTE <b>FÁBIO G. CAVALCANTE</b>
	ANÁLISE TÉCNICA <b>PAULO SÉRGIO S. CARVALHO</b>

O fornecimento contempla a fabricação do braço (1) e das buchas (2), conforme ilustrado na figura 4. As buchas deverão ser montadas com ajuste por interferência nos braços, conforme desenho DE-9.86.00.27/710-001.

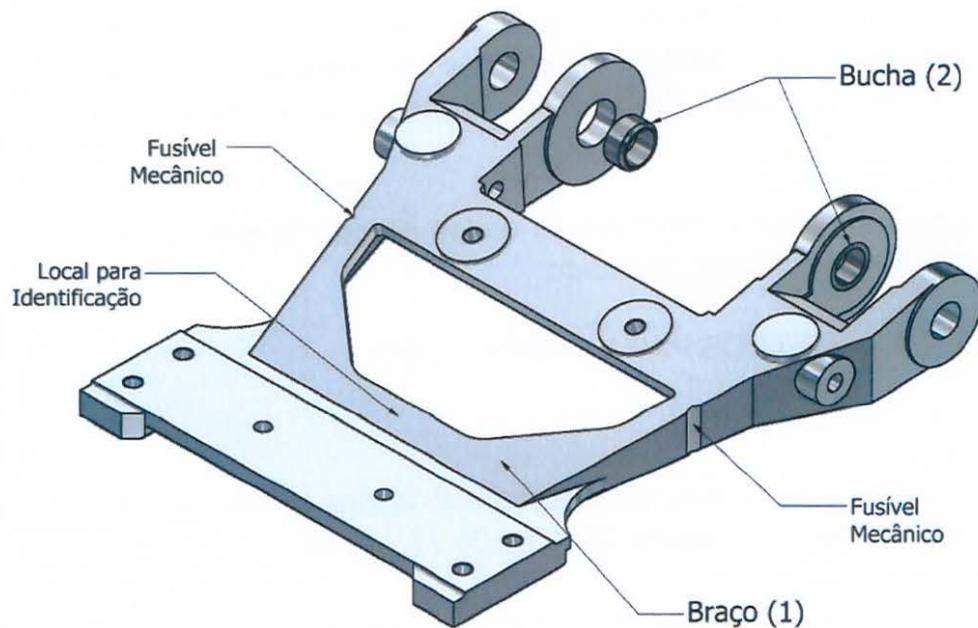


Figura 4 – Detalhes do braço, identificação e fusíveis mecânicos.

## 2.1 NORMALIZAÇÃO

Todos os ensaios previstos para avaliação da composição química e comprovação das características mecânicas do material empregado na fabricação dos braços deverão atender aos requisitos da norma técnica da *American Standard for Testing Materials – ASTM, ASTM B686 - Standard Specification for Aluminum Alloy Castings, High-Strength*, ou em caso de adoção de liga de alumínio similar, por normas emitidas por entidade normativa do material selecionado para fabricação dos braços.

Os ensaios de tração deverão seguir os requisitos da norma *ASTM B557 - Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum and Magnesium-Alloy Products*.

Os ensaios de dureza deverão seguir os requisitos da norma *ASTM E10 - Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials*.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
07/09/2020	<b>6 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	FÁBIO G. CAVALCANTE
GMT/MTT/EPR	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

Todas as dimensões sem indicação de tolerância no desenho técnico DE-9.86.00.27/710-001 deverão seguir os requisitos da norma ABNT NBR ISO 2768-mk - Tolerâncias gerais, Partes 1 e 2.

O processo produtivo deverá estar estruturado em atendimento à “família” das normas da série ABNT ISO NBR-9001, de modo a possibilitar o rastreamento das matérias-primas utilizadas e das planilhas de controle de qualidade de todo o processo de fabricação (fundição, usinagem, tratamentos térmicos, superficiais e inspeções) de cada lote de braços produzido.

Todos os registros contendo os dados citados deverão estar disponíveis para consulta pelo Metrô ou inspetor indicado.

## 2.2 PARÂMETROS PARA FABRICAÇÃO

### 2.2.1 Dimensional

Os braços e as buchas deverão ser fabricados com base nas informações e dimensões estabelecidas no desenho DE-9.86.00.27/710-001.

O braço possui entalhes em formato “V” nas laterais, fusíveis mecânicos (figura 4), para ruptura em caso de choques ou aplicação de esforços além dos limites admissíveis para o material escolhido. Os fusíveis possuem dimensões específicas, conforme desenho DE-9.86.00.27/710-001 e deverão sofrer ruptura total sob condições estabelecidas no item 3.1.3 desta especificação.

As dimensões do entalhe (fusível) poderão receber pequenos ajustes, caso os esforços para ruptura não sejam alcançados para a liga do material selecionado. Os ajustes serão permitidos desde que não causem alteração no funcionamento, bem como nos esforços normais previstos dos braços em operação.

### 2.2.2 Material

A matéria prima empregada para fabricação dos braços deverá ser composta por liga de alumínio fundido. A Contratada deverá comprovar as características físicas e a composição química da liga (tabela 1), podendo ser utilizados os seguintes materiais: ASTM B686 A13560, UNS A03560, ANSI A356.0, ou similares SAE 323, AFNOR A-S7G03 Y33 e DIN EN 1706 EN-AC Al Si7Mg.

CÓDIGO <b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO 07/09/2020	FOLHA <b>7 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>GMT/MTT/EPR</b>	EMITENTE FÁBIO G. CAVALCANTE ANÁLISE TÉCNICA PAULO SÉRGIO S. CARVALHO
--	--

ELEMENTO QUÍMICO	SIGLA	VALORES PERMITIDOS (%)
Alumínio	Al	91,1 a 93,3%
Silício	Si	6,5 a 7,5%
Ferro	Fe	0,20%
Cobre	Cu	0,20%
Manganês	Mn	0,10%
Magnésio	Mg	0,25 a 0,45%
Titânio	Ti	0,20%
Zinco	Zn	0,10%

Tabela 1 – Composição química de referência das ligas de alumínio ASTM B686 A13560, UNS A03560, ANSI A356.0.

**Nota:** Caso a contratada opte por liga similar, deverá apresentar a norma respectiva em conjunto com os certificados requeridos nesta especificação para comprovação das propriedades químicas e mecânicas da liga adotada, bem como a compatibilidade com as ligas estipuladas pelo Metrô de São Paulo.

O material deverá apresentar as seguintes propriedades mecânicas:

- Tensão Limite de escoamento: 170MPa (mín.);
- Tensão Limite de Resistência: 200MPa (mín.);
- Alongamento: 3,0% (mín.);
- Dureza Brinell: 70BHN (mín.).

A fim de alcançar as propriedades mecânicas necessárias a Contratada poderá aplicar tratamentos térmicos nas peças fundidas, tais como: têmpera, envelhecimento, solubilização, entre outros.

Após fundição, tratamentos térmicos e superficiais, a matriz metálica da peça fundida não deverá apresentar defeitos tais como: trincas, descontinuidades, inclusões indevidas, contrações ou porosidades.

As buchas deverão ser fabricadas em aço ASTM A576, AISI 1060 ou SAE J403 (1060) com composição química conforme tabela 2.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMISSÃO	FOLHA
07/09/2020	<b>8 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<b>GMT/MTT/EPR</b>	FÁBIO G. CAVALCANTE
	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

ELEMENTO QUÍMICO	SIGLA	VALORES PERMITIDOS (%)
Carbono	C	0,55 a 0,65%
Manganês	Mn	0,60 a 0,90%
Fósforo	P	0,03 a 0,04% max.
Enxofre	S	0,05 max.

Tabela 2 – Composição química do material das buchas.

### 2.2.3 Acabamento Superficial

Após a fundição, todas as rebarbas e cantos vivos deverão ser eliminados das peças.

Os braços deverão receber jateamento abrasivo com óxido de alumínio para limpeza e preparo para pintura.

Após o jateamento os braços deverão receber pintura composta por tinta de fundo com duas camadas de cromato de zinco de base vinílica com espessura de 0,8 a 10µm por camada seca, e tinta de acabamento com duas camadas de esmalte sintético alquídico na cor preto com notação Munsell N 1 e espessura de 25 a 30µm por camada.

As áreas de contato do braço com outros componentes não deverão receber pintura. Conforme indicado na figura 5 e no desenho DE-9.86.00.27/710-001, as áreas de contato do braço com a sapata coletora, com os parafusos de fixação da sapata e de contato com o conector dos cabos de energia elétrica, deverão receber banho por estanho com espessura de camada de 1 a 1,5mm.

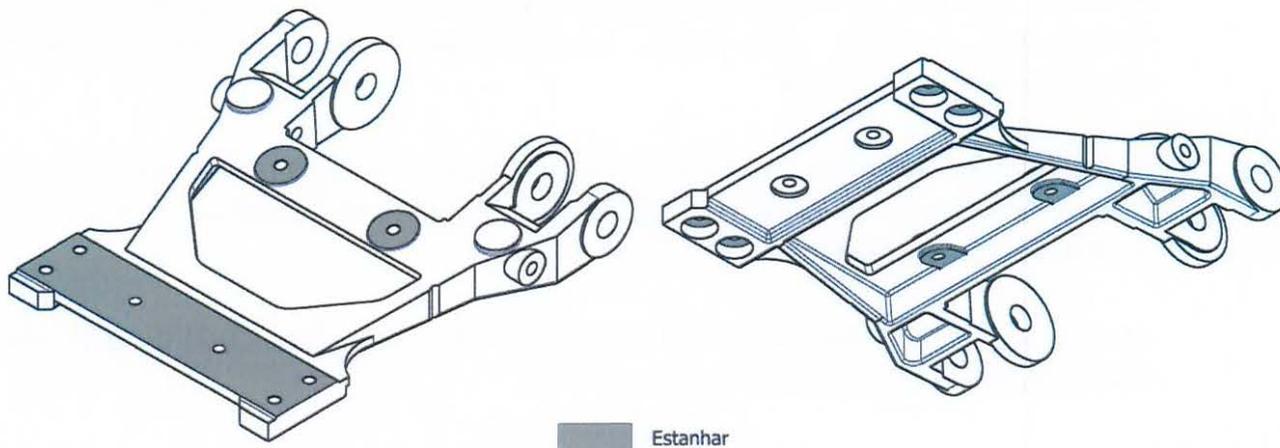


Figura 5 – Áreas do braço para aplicação de estanho.

CÓDIGO <b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO 07/09/2020	FOLHA <b>9 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>GMT/MTT/EPR</b>	EMITENTE FÁBIO G. CAVALCANTE ANÁLISE TÉCNICA PAULO SÉRGIO S. CARVALHO
--	--

As buchas deverão ser usinadas e receber acabamento superficial por eletrodeposição de liga de zinco-níquel (ZnNi) com 10 a 15% de Níquel e espessura de camada de 10 a 15µm.

### 2.2.4 Identificação

Os braços deverão ser identificados com letras em alto relevo maiores ou iguais a 5mm. A gravação deverá ser efetuada na superfície externa, conforme indicado no desenho DE-9.86.00.27/710-001 e figura 4. A identificação deverá conter as seguintes informações: nome da empresa, o número do lote, mês e ano da fabricação da peça.

## 3. RECEBIMENTO DOS LOTES DE FORNECIMENTO

O fornecimento dos braços deverá ser dividido em lotes de fabricação distintos, sendo o primeiro lote denominado "Lote Piloto", e os demais lotes denominados "Lotes Seriadados".

Considera-se lote de fabricação, a produção continuada de itens (ininterrupta) por um período determinado, sob as mesmas condições e parâmetros produtivos (físicos e químicos).

Os testes, inspeções e documentação exigidos no recebimento dos lotes assegurarão ao Metrô a qualidade intrínseca requerida.

### 3.1 LOTE PILOTO

O Lote Piloto deverá ser limitado a fabricação de 6 (seis) unidades para verificação dimensional, execução dos ensaios destrutivos e não destrutivos.

Para o primeiro fornecimento de braços ao Metrô, uma série de testes e inspeções serão exigidos. Quando da entrega do lote a contratada deverá apresentar os seguintes documentos:

- Certificação da composição química do material do lote (braço e bucha);
- Relatório de verificação dimensional;
- Certificação dos ensaios de dureza conforme norma ASTM E 10;
- Certificação dos ensaios de tração conforme norma ASTM B 557 (Alongamento, limites de escoamento e resistência);
- Resultados dos ensaios destrutivos de ruptura dos fusíveis mecânicos dos braços.

CÓDIGO	REVISÃO
EM-9.86.00.34/700-001	0
EMIÇÃO	FOLHA
07/09/2020	10 de 13

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GMT/MTT/EPR	FÁBIO G. CAVALCANTE
	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

### 3.1.1 Verificação dimensional

Todas as peças do Lote Piloto deverão ser inspecionadas quanto ao atendimento às dimensões conforme desenho DE-9.86.00.27/710-001.

Caso haja reprovação de quaisquer peças do lote piloto, todo o lote deverá ser reprovado.

### 3.1.2 Ensaio de dureza

Efetuar medição de dureza em 5 (cinco) pontos na peça acabada (sem pintura e/ou aplicação de estanho), conforme indicado na figura 6. O desvio padrão da média entre as medições na mesma peça deverá ser inferior ou igual a 5%.

A verificação da dureza deverá ser efetuada em todas das peças do Lote Piloto. Caso haja reprovação de quaisquer das peças verificadas, todo o lote deverá ser reprovado.

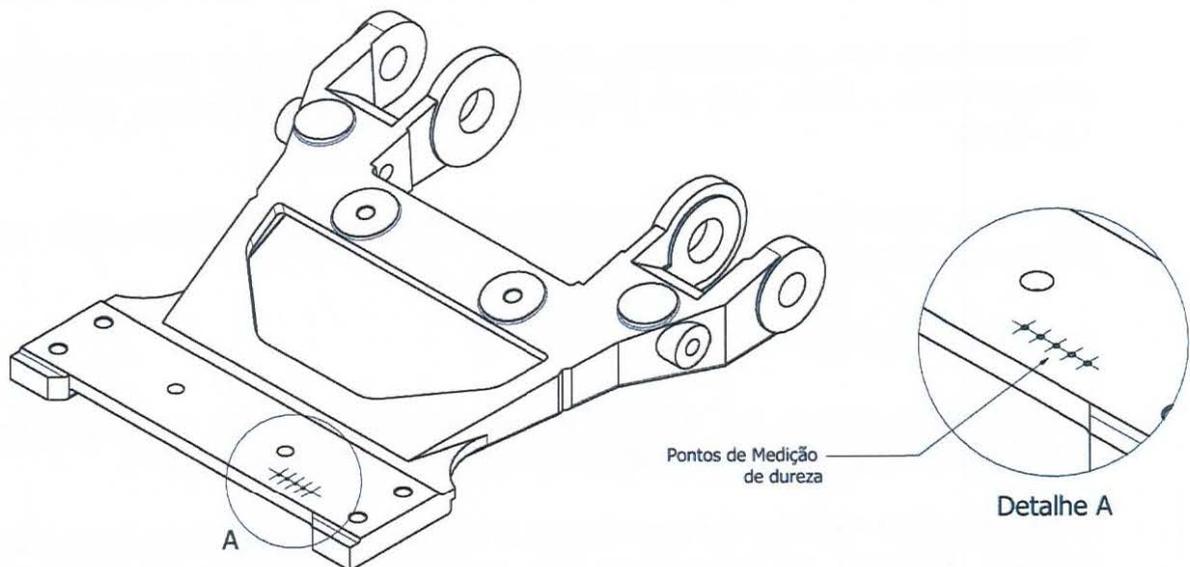


Figura 6 – Pontos para medição de dureza.

### 3.1.3 Ensaio destrutivos (ruptura do fusível mecânico)

O ensaio de ruptura dos fusíveis mecânicos deverá ser realizado com o braço montado em dispositivo apropriado, de forma que o braço fique vinculado ao dispositivo apenas pela articulação. O esforço deverá ser aplicado na lateral do braço, conforme ilustrado na figura 7.

CÓDIGO <b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO 07/09/2020	FOLHA <b>11 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)  <b>GMT/MTT/EPR</b>	EMITENTE FÁBIO G. CAVALCANTE ANÁLISE TÉCNICA PAULO SÉRGIO S. CARVALHO
--	--

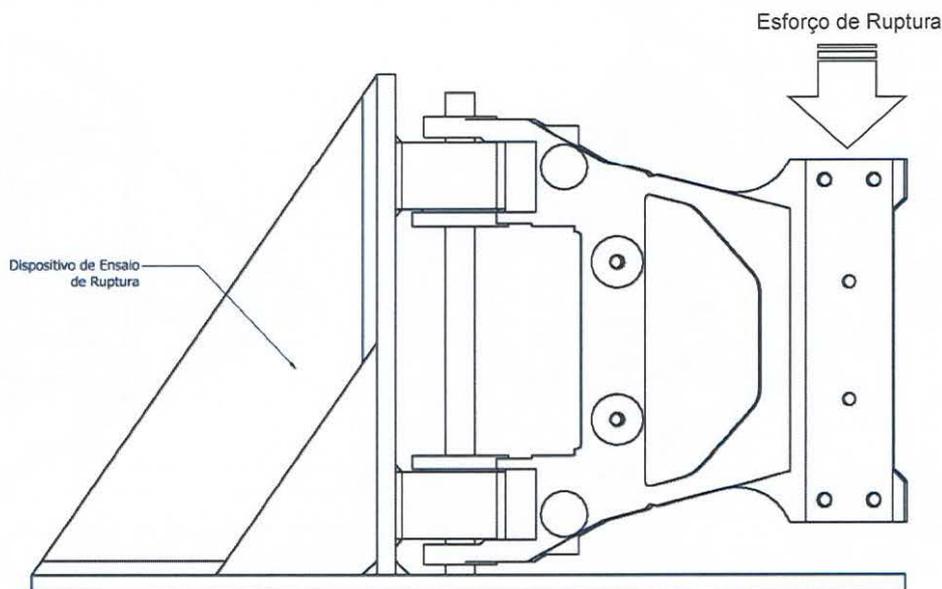


Figura 7 – Ensaio de ruptura do fusível mecânico.

Nota: O dispositivo apresentado na figura 7 é meramente ilustrativo. A contratada deverá providenciar o dispositivo, bem como o laboratório para realização do ensaio.

O esforço para a quebra dos fusíveis deverá ser de 1.550 daN a 1.770 daN, aplicado a uma velocidade de 50mm/minuto.

A quebra deverá ser total em ambos os fusíveis do braço, sem que haja trinca com fratura parcial após o ensaio. A área de fratura deverá ser plana, sem regiões com deformação plástica no braço (fratura dúctil), conforme ilustrado na figura 8.

Dois braços do lote piloto deverão ser destinados ao ensaio de ruptura. Caso algum dos ensaios não apresentar resultado satisfatório, ensaiar as demais 4 (quatro) peças e caso algum ensaio não apresentar resultado satisfatório o lote piloto será rejeitado e o fornecedor deverá fornecer novo lote.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
07/09/2020	<b>12 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
<b>GMT/MTT/EPR</b>	FÁBIO G. CAVALCANTE
	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

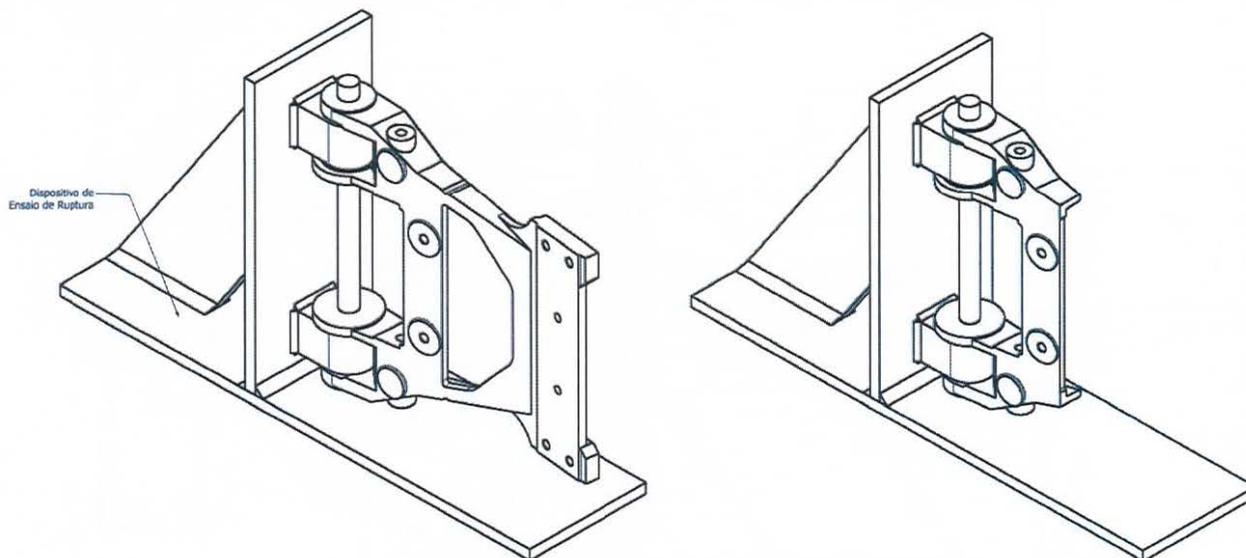


Figura 8 – Ensaio de ruptura do fusível mecânico.

### 3.2 LOTES DE FORNECIMENTOS SERIADOS

Cada lote fabricado para fornecimento seriado deverá ser obrigatoriamente acompanhado da seguinte documentação:

- Certificação da composição química do material do lote (braço e bucha);
- Relatório de verificação dimensional;
- Certificação dos ensaios de dureza conforme norma ASTM E 10;
- Resultados dos ensaios destrutivos (ruptura do braço).

#### 3.2.1 Verificação dimensional

Todas as peças do lote serão inspecionadas quanto ao atendimento às dimensões conforme desenho DE-9.86.00.27/710-001.

Caso haja reprovação maior ou igual a 5% das peças, todo o lote será reprovado.

#### 3.2.2 Ensaios de dureza

Efetuar medição de dureza em 5 (cinco) pontos na peça acabada (sem pintura), conforme indicado na figura 6. O desvio padrão da média entre as medições na mesma peça deverá ser inferior ou igual a 5%.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>EM-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
07/09/2020	<b>13 de 13</b>

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	FÁBIO G. CAVALCANTE
GMT/MTT/EPR	ANÁLISE TÉCNICA
	PAULO SÉRGIO S. CARVALHO

A verificação da dureza deverá ser efetuada em 5% das peças do lote. Caso haja reprovação de quaisquer das peças verificadas, todo o lote deverá ser reprovado.

### 3.2.3 Ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico)

Para cada lote de 50 (cinquenta) peças fabricadas, serão retiradas no mínimo 2 (duas) peças para a realização do ensaio destrutivo.

Caso alguma das peças não atender aos requisitos do item 3.1.3, 4 (quatro) peças adicionais do mesmo lote deverão ser ensaiadas. Casa haja reprovação de quaisquer das 4 (quatro) peças adicionais, todo o lote deverá ser reprovado.





CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>1 de 18</b>
	
I C - 9 . 8 6 . 0 0 . 3 4 / 7 0 0 - 0 0 1	

**DOCUMENTO TÉCNICO**

LINHA GERAL (Linhas 1, 2 e 3)	OBJETO <b>INSTRUÇÃO DE SERVIÇOS COMPLEMENTARES – SUBSÍDIOS PARA HOMOLOGAÇÃO – BRAÇO DO CONJUNTO COLETOR DO TERCEIRO TRILHO DOS METROCARROS.</b>
TRECHO / SISTEMA MATERIAL RODANTE –	
SUBTRC. / SUBSIST. / CONJ. SUP. ELÉTRICO – E, G, I, J, K e L. COLETOR DO TERCEIRO TRILHO –	
UC / SUBCONJ. BRAÇO DO CONJUNTO	

**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

Conforme lista de documentos indicada no item 5.

**DOCUMENTOS RESULTANTES****OBSERVAÇÕES****DESCRIÇÃO DA REVISÃO**

Revisão 0 – Emissão do documento.

EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR / PROJETISTA / FORNECEDOR <b>GMT/MTT/EPR</b>	CONTRATADA <b>N/A</b>	METRÔ / CONTRATADA <b>GMT/MTT/EPR</b>	METRÔ <b>GMT/MTT</b>
CONTRATO O.S.		CONTRATO O.S.	
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b> CARLOS F. MARTINS CARLOS FERNANDES MARTINS:06332002808 32002808 Assinado de forma digital por CARLOS FERNANDES MARTINS:06332002808 Dados: 2023.04.20 16:13:18 -03'00'	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b> JORGE FRANCISCO DA SILVA JORGE FRANCISCO DA SILVA: 07317414808 Assinado de forma digital por JORGE FRANCISCO DA SILVA:07317414808 Dados: 2023.03.22 17:18:48 -03'00'	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO</b> EDUARDO CASAGRANDE EDUARDO CASAGRANDE :07474132826 Assinado de forma digital por EDUARDO CASAGRANDE:07474132826 Dados: 2023.04.28 09:37:33 -03'00'	<b>NOME</b> JOSE LUIZ MURANO JOSE LUIZ MURANO:10339079878 339079878 Assinado de forma digital por JOSE LUIZ MURANO:10339079878 Dados: 2023.04.28 11:22:44 -03'00'
<b>MODALIDADE:</b> Mecânica (Técnico Sist. Metrov. Espec.)	<b>MODALIDADE:</b> Produção Mecânica (Técnico Sist. Metrov. Espec.)	<b>MODALIDADE:</b> Mecânica	
<b>Nº INSTRUMENTO</b>	<b>Nº INSTRUMENTO</b> 92221220141599204	<b>Nº INSTRUMENTO</b> 28027230190607780	

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>2 de 18</b>

## ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	3
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	3
3. RESPONSABILIDADES DO FABRICANTE/FORNECEDOR E DO METRÔ .....	3
4. NORMATIZAÇÃO .....	4
5. DOCUMENTOS ESTRUTURANTES.....	5
6. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA GERADA PELO FABRICANTE/FORNECEDOR .....	6
7. QUADRO DE REVISÕES.....	18

CÓDIGO	REVISÃO
<b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMISSÃO	FOLHA
<b>24/03/2023</b>	<b>3 de 18</b>

## 1. OBJETIVO

Estabelecer subsídios para o processo de homologação de Batente em Braço do Conjunto Coletor do Terceiro Trilho – Frotas E, G, I, J, K e L (qualificação de empresa especializada), com ênfase nas orientações gerais a serem considerados nas etapas de projeto, desenvolvimento e fabricação deste componente a partir de amostra.

**NOTA:** Doravante, o objeto desse documento será designado simplesmente como “Braço do Coletor”. Trata-se de produto em desenvolvimento como alternativa de fornecimento ao componente original.

## 2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

- 2.1. Não deve haver nenhuma alteração do processo produtivo com relação aquele utilizado na fabricação das peças do lote de homologação. Nos casos excepcionais (quando prevalecer a necessidade de mudança), a alteração do processo produtivo dependerá da aprovação prévia do Metrô, após a análise da justificativa apresentada pelo Fabricante/Fornecedor.
- 2.2. As empresas subcontratadas (relacionadas no PF – item 6.6) não devem ser substituídas ao longo do fornecimento de cada lote. Nos casos excepcionais (quando prevalecer a necessidade de mudança), a alteração das empresas subcontratadas dependerá da aprovação prévia do Metrô, após a análise da justificativa apresentada pelo Fabricante/Fornecedor.
- 2.3. O evento inicial deste desenvolvimento será uma Reunião de Coordenação na qual o Metrô apresentará a estrutura do processo de homologação em detalhes ao Fabricante/Fornecedor.
- 2.4. Eventuais omissões deste documento, ou dúvidas dele decorrentes, deverão ser tratadas caso a caso, por meio das reuniões periódicas destinadas ao acompanhamento do processo de homologação.

## 3. RESPONSABILIDADES DO FABRICANTE/FORNECEDOR E DO METRÔ

### 3.1. CABERÁ AO METRÔ

- 3.1.1. Disponibilizar amostra e/ou subsídios técnicos para que o Fabricante/ Fornecedor elabore a documentação técnica requerida.
- 3.1.2. Manter o sigilo e confidencialidade sobre todas as informações técnicas pertinentes a este processo de homologação compartilhadas pelo Fabricante/Fornecedor.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>4 de 18</b>

- 3.1.3. Analisar/Validar previamente toda documentação técnica gerada pelo Fabricante/Fornecedor (desenhos, especificação técnica, Ficha de Registro de Inspeção, Procedimentos de Ensaio, Plano de Inspeção em Fábrica etc.).
- 3.1.4. Designar um representante que acompanhará as inspeções e verificações abrangendo os aspectos: dimensionais, geometria e forma, rugosidade, propriedades físicas e químicas do composto elastomérico, composição química e propriedades mecânicas das partes metálicas, ensaios de rigidez estática e dinâmica, desempenho estático, e desempenho dinâmico do Braço do Coletor.
- 3.2. CABERÁ AO FABRICANTE/ FORNECEDOR
- 3.2.1. Apresentar ao Metrô a documentação requerida, conforme descrito no item 6.
- 3.2.2. Elaborar um cronograma detalhado das atividades de homologação do Braço do Coletor, com base nas informações do Plano de Inspeção em Fábrica (PF).
- 3.2.3. Fabricar o Lote Piloto a ser apresentado ao Metrô, conforme cronograma de homologação. O Lote Piloto será composto de, no mínimo, 04 peças (identificadas numericamente, de forma sequencial, a começar pelo número 1).

#### 4. **NORMATIZAÇÃO**

Todas as etapas previstas para este processo de homologação, bem como os recursos materiais necessários (materiais, ferramentas e dispositivos), deverão ser desenvolvidas mediante normas de reconhecida autoridade.

O Metrô recomenda a utilização das normas relacionadas a seguir (Tabela 1), sem, contudo, restringir-se a elas, uma vez que poderão ser necessárias normas adicionais.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>5 de 18</b>

ITEM	NORMA	DESCRIÇÃO
1	ABNT NBR ISO 2768-1	Tolerâncias gerais – Parte 1: Tolerâncias para dimensões lineares e angulares sem indicação de tolerância individual.
2	ABNT NBR ISO 2768-2	Tolerâncias gerais – Parte 2: Tolerâncias geométricas para elementos sem indicação de tolerância individual.
3	ABNT NBR ISO 4287:	Especificações geométricas do produto (GPS) - Rugosidade: Método do perfil - Termos, definições e parâmetros da rugosidade.
4	ABNT NBR ISO 9000	Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário.
5	ABNT NBR ISO 9001	Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.
6	ABNT NBR ISO 9712	Ensaio não destrutivo — Qualificação e certificação de pessoal em END (ISO 9712:2012, IDT).
7	ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
8	ABNT NBR 5427	Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.
9	ABNT NBR 6158	Sistema de tolerâncias e ajustes.
10	ABNT NBR 14646	Tolerâncias geométricas - Requisitos de máximo e requisitos de mínimo material.
11	ABNT NBR 17068	Desenho técnico - Requisitos para representação de dimensões e tolerâncias.
12	ASTM B686/B686M-18	Standard Specification for Aluminum Alloy Castings, High-Strength

**Tabela 1:** Normas de referência – ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ASTM (American Society for Testing and Materials).

## 5. DOCUMENTOS ESTRUTURANTES

Os dados dimensionais, especificação de matérias-primas e as demais referências construtivas do Braço do Coletor estão disponíveis nos seguintes documentos:

Item	Código	Descrição
<b>Desenho</b>		
1	DE-9.86.00.27/710-001	Coletor 3º Trilho – Braço do Coletor
<b>Especificação de Material</b>		
2	EM-9.86.00.34/700-001	Braço de Sapata Coletora - Especificação para Fornecimento

**Tabela 2:** Frotas E, G, I, J, K e L – Braço do Coletor – Documentos Estruturantes

Os documentos relacionados são considerados estruturantes para o desenvolvimento das atividades previstas nesta IC.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMIÇÃO	FOLHA
<b>24/03/2023</b>	<b>6 de 18</b>

## 6. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA GERADA PELO FABRICANTE/FORNECEDOR

### 6.1. DESENHOS

Os desenhos apresentados do Braço (Liga de alumínio) e das Buchas (aço) deverão atender aos seguintes requisitos técnicos:

#### 6.1.1. Dimensional

- a) Cotagem de desenhos técnico conforme norma ABNT NBR 17068.
- b) Tolerâncias dimensionais:
  - Gerais – conforme norma ABNT ISO 2768 – Parte 1.
  - Específicas – conforme norma ABNT NBR 6158 - Sistema de tolerâncias e ajustes.

#### 6.1.2. Tolerâncias geométricas (posição, forma e batimento):

- a) Gerais – conforme norma ABNT ISO 2768 – Parte 2.
- b) Específicas – conforme norma ABNT NBR 14646.

#### 6.1.3. Material (Matérias-Primas)

- a) Braço em alumínio
  - Indicar o material empregado na confecção do Braço (liga de alumínio de alta resistência para fundição), conforme norma específica para essa aplicação, tais como: ANSI A356.0 ou SAE 323, ou ainda, materiais similares indicados nos documentos estruturantes, em especial na EM (Vide tópico “Parâmetros de Fabricação – Material”).
  - Indicar o Tratamento Térmico (caso seja necessário): Têmpera. (T6).
- b) Buchas em aço
  - Indicar o material empregado, conforme norma específica para essa aplicação, tais como: AISI 1060 ou SAE J403 -1060, ou ainda, materiais similares indicados nos documentos estruturantes em especial na EM (Vide tópico “Parâmetros de Fabricação – Material”).

#### 6.1.4. Estado das superfícies brutas (Fundidas em Alumínio).

Indicar o padrão de aceitação das superfícies fundidas em alumínio, conforme norma adotada.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>7 de 18</b>

#### 6.1.5. Rugosidade

- a) Definir estado de superfície conforme norma ABNT NBR 17068.
- b) Definir rugosidade conforme norma ABNT ISO NBR 4287.

6.1.6. Indicar que não será aceito nenhum tipo de adição de solda.

6.1.7. Indicar a necessidade de eliminar rebarbas e cantos vivos.

6.1.8. Indicar as superfícies que deverão receber pintura.

6.1.9. Indicar as dimensões dos entalhes, que constituirão os “Fusíveis Mecânicos”, isto é, as regiões do Braço sujeitas a ruptura com carga de 1.550 daN a 1.770 daN (aplicado a uma velocidade de 50 mm/minuto).

#### 6.2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DETALHADA.

A especificação técnica apresentada deverá atender aos seguintes requisitos técnicos:

**NOTA:** A especificação técnica deve incorporar os parâmetros de aceitação, que serão empregados nas inspeções dos lotes de fornecimento (inclusive os valores de máximo e/ou de mínimo confiáveis, quando aplicável).

##### 6.2.1. Material – Braço (Liga de alumínio)

- a) Indicar qual a matéria-prima adotada para a confecção do Braço do Coletor, a partir das indicações nos documentos estruturantes, em especial na EM (Vide tópico “Parâmetros de Fabricação – Material”), como por exemplo:
  - ANSI A356.0 ou SAE 323.
- b) Caracterizar a matéria-prima, a partir das seguintes definições:
  - Composição química (indicar os valores especificados na norma adotadas – referente a fundição de alumínio).
  - Propriedades mecânicas (indicar os dados da norma adotada):
    - Resistência a Tração (mínimo);
    - Limite de escoamento (mínimo);
    - Alongamento (mínimo);
    - Resistência ao cisalhamento;
    - Dureza.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>8 de 18</b>

- Matriz metálica (Micrografia) do fundido (indicar os dados da norma adotada):
  - Quantitativa determinante do tamanho e forma dos grãos;
  - % das fases constituintes do material;
  - Forma e o tipo de inclusões não metálicas;
- Tratamento Térmico (caso necessário)
  - Indicar o gráfico de tempo x temperatura, característico do tratamento adotado para o processo (grau de endurecimento).

#### 6.2.2. Processo de fundição (Liga de alumínio)

- a) Indicar e descrever qual o tipo de processo de fundição foi adotado (tais como: em areia, coquilha de aço, matriz metálica ou sob pressão – injeção).
- b) Indicar que os critérios de aceitação dos defeitos superficiais de fundição, que estão descritos no procedimento específico (indicar o número do procedimento).
- c) Indicar que os critérios de aceitação dos defeitos internos de Fundição, que estão descritos no procedimento específico. (indicar o número do procedimento).
- d) Rugosidade
  - Definir estado das superfícies do fundido (adotar norma).
  - Definir a rugosidade, conforme norma ABNT ISO NBR 4287.

#### 6.2.3. Identificação

- a) Definir a identificação, isto é:
  - O local da peça reservado para a gravação, conforme indicado na Figura 4 da EM (Vide tópico “Identificação”).
  - O tipo de gravação e o tamanho dos caracteres (por exemplo: em alto relevo com caracteres maiores ou iguais a 5mm), os quais devem conter:
    - Nome do Fabricante.
    - Número do Lote de fabricação.
    - Data de Fabricação (mês e ano).
    - Referência do Fabricante.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>9 de 18</b>

#### 6.2.4. Material – Bucha (Aço)

- a) Indicar qual a matéria-prima adotada para a confecção das Buchas, a partir das indicações nos documentos estruturantes (em especial na EM – Vide tópico “Parâmetros de Fabricação – Material”), como por exemplo:
  - AISI 1060 ou SAE J403 -1060.
- b) Caracterizar a matéria-prima, a partir das seguintes definições:
  - Composição química (indicar os dados da norma adotada).

#### 6.2.5. Acabamento superficial.

- a) Acabamento superficial do Braço (partes em Alumínio Fundido)
  - Pintura aplicada nas superfícies indicadas no desenho, conforme procedimento interno. (indicar o número do procedimento).
  - Banho de estanho aplicado nas superfícies de contato elétrico, conforme indicação no desenho (camada de 1,0 a 1,5mm).
- b) Acabamento superficial das Buchas (partes em Aço).
  - Eletrodeposição de Zinco-Níquel (liga de ZnNi, com 10 a15% de Níquel) com espessura de camada de 10 a15µm.

#### 6.2.6. Embalagem.

- a) Indicar qual o tipo de embalagem a ser adotada para transporte e armazenamento.
- b) Especificar a identificação que deve constar na embalagem:
  - Nome do Fabricante.
  - Lote de fabricação.
  - Data de fabricação (mês e ano).
  - Referência do Fabricante.

### 6.3. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO

Caso a empresa realize simulação computacional de fundição, deverá apresentar:

- a) Estudo/Análise das energias envolvidas na solidificação.
- b) Velocidade de nucleação e crescimento.

CÓDIGO	REVISÃO
<b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	<b>0</b>
EMISSÃO	FOLHA
<b>24/03/2023</b>	<b>10 de 18</b>

#### 6.4. PROCEDIMENTOS

##### 6.4.1. Procedimento para verificação de falhas de fundição.

###### a) Falhas externas de fundição (superficiais):

- Indicar a norma adotada para verificação das falhas superficiais de fundição (compatível com a matéria-prima empregada).
- Indicar o acabamento superficial de fundido bruto (padrão adotado).
- Definir a categoria de defeito de fundição e o grau de severidade máxima admissível de defeitos superficiais, a serem verificados visualmente conforme norma adotada.
- Indicar que a primeira verificação visual, será realizada logo após a desmoldagem, antes da remoção dos canais de alimentação.
- Indicar que a segunda verificação visual, será após a rebarbação e jateamento.

**NOTA:** Os principais defeitos superficiais a serem verificados visualmente são: inclusões, vazios, trincas, rechupes, porosidades; junta fria e falhas de alinhamento no fechamento da caixa.

###### b) Falhas internas de fundição (Macrografia).

- Indicar a norma adotada para verificação das falhas internas de fundição (compatível com a matéria-prima empregada).
- Definir a categoria de defeito de fundição e o grau de severidade máxima admissível de defeitos internos verificados visualmente (Macrografia), conforme norma adotada.
- A análise visual de defeitos internos será realizada nas secções de uma peça segregada, considerando os pontos de esforços em trabalho e os pontos favoráveis ao aparecimento de falhas de fundição.

**NOTA:** Os principais defeitos internos a serem verificados visualmente são: falta de homogeneidade, falhas e inclusões.

##### 6.4.2. Procedimento para Ensaios Destrutivos (Ruptura do “Fusível Mecânico”).

O procedimento apresentado para o ensaio de ruptura deve atender aos requisitos técnicos estabelecidos pelos documentos estruturantes, em especial pela EM relacionada (Vide tópico “Ensaios destrutivos”), com destaque para os seguintes aspectos:

- a) O esforço para a quebra dos fusíveis deverá ser de 1.550 daN a 1.770 daN, aplicado com uma velocidade de 50 mm/minuto.
- b) A quebra deverá ser total em ambos os “Fusíveis Mecânicos” do braço, sem que haja trinca com fratura parcial, após o ensaio.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>11 de 18</b>

- c) A área de fratura deverá ser plana, sem regiões com deformação plástica no braço (fratura dúctil), conforme ilustrado na EM citada (vide figura 8).
- d) Projetar dispositivo de teste baseado na EM citada (vide figura 7) – Incluir ilustração do dispositivo projetado no procedimento.

#### 6.4.3. Procedimento de Pintura

O procedimento deve atender aos requisitos técnicos estabelecidos pelos documentos estruturantes, em especial pela EM relacionada (Vide tópico “Parâmetros de Fabricação – Acabamento Superficial”), abrangendo os seguintes aspectos:

- a) Rebarbação – Após a fundição, todas as rebarbas e cantos vivos deverão ser eliminados das peças.
- b) Jateamento – Os braços deverão receber jateamento abrasivo com óxido de alumínio para limpeza.
- c) Fundo – Aplicar duas camadas de cromato de zinco de base vinílica com espessura de 0,8 a 10 µm por camada seca.
- d) Acabamento – acabamento com duas camadas de esmalte sintético alquídico na cor preto com notação Munsell N1 e espessura de 25 a 30 µm por camada.

**NOTA:** Este procedimento deve destacar quais regiões da peça devem ser protegidas da aplicação de pintura.

#### 6.5. FICHA REGISTRO DE INSPEÇÃO

A Ficha Registro de Inspeção deve conter os valores de máximo e de mínimo especificados no desenho e na especificação técnica, referentes ao detalhamento dos tópicos abaixo relacionados. Para cada item controlado, haverá um espaço correspondente onde serão descritos os resultados encontrados durante a inspeção, do mesmo modo haverá um espaço correspondente para o registro dos instrumentos e equipamentos utilizados.

As calibrações dos instrumentos deverão estar dentro do prazo de validade, e as cópias dos certificados de calibração dos instrumentos deverão ser disponibilizadas.

**NOTA 1:** O Fabricante/Fornecedor deverá disponibilizar cópia dos certificados de calibração dos instrumentos utilizados para obtenção dos dados apontados na Ficha de Registro de Inspeção, destacando as datas de validade correspondentes.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>12 de 18</b>

**NOTA 2:** Os documentos comprobatórios (relatórios, certificados ou laudos) dos ensaios realizados em laboratórios terceiros (isto é, laboratório acreditado pelo INMETRO ou por outro órgão por ele autorizado, ou por órgãos internacionais signatários do ILAC) devem ser identificados e registrados na Ficha Registro de Inspeção.

**NOTA 3:** Os registros dos resultados de cada etapa de inspeção, verificação e/ou análise deverão ser transcritos na Ficha Registro de Inspeção.

#### 6.5.1. Material – Braço (Liga de alumínio)

Apresentação dos certificados da matéria prima adotada na confecção do braço fundido em alumínio, contendo as seguintes informações (conforme indicação da respectiva normatização):

- a) Composição química (indicar os dados da norma – % mínima e máxima dos elementos químicos).
- b) Propriedades mecânicas (indicar os dados da norma – valores mínimos e máximos dos elementos químicos):
  - Resistência a Tração (mínimo);
  - Limite de escoamento (mínimo);
  - Alongamento (mínimo);
  - Resistência ao cisalhamento;
  - Dureza.
- c) Matriz metálica (Micrografia) do fundido (indicar os dados da norma adotada – valores admissíveis):
  - Tamanho e forma dos grãos;
  - Fases constituintes no alumínio;
  - Forma e o tipo de inclusões não metálicas.

#### 6.5.2. Tratamento Térmico – Braço (Liga de alumínio):

Se houver necessidade de tratamento térmico:

- a) Registrar os dados e o gráfico de tempo x temperatura (é o mesmo gráfico característico do tratamento adotado para o processo).

#### 6.5.3. Material – Bucha (Aço)

Apresentação dos certificados da matéria prima adotada na confecção das buchas em aço, contendo as seguintes informações (conforme indicação da respectiva normatização):

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>13 de 18</b>

- a) Composição química (indicar os dados da norma – % mínima e máxima dos elementos químicos).
- b) Propriedades mecânicas (indicar os dados da norma – valores mínimos e máximos dos elementos químicos):
  - Resistência a Tração (mínimo);
  - Limite de escoamento (mínimo);
  - Alongamento (mínimo);
  - Resistência ao cisalhamento;
  - Dureza.

#### 6.5.4. Detecção de defeitos externos por análise visual – Braço (Liga de alumínio).

As inspeções/verificações visuais da superfície externa do fundido ocorrerão conforme procedimento (indicar o número do procedimento), abrangendo:

- a) Primeira verificação visual (realizada após a desmoldagem e antes da remoção dos canais de alimentação).
  - Listar os defeitos superficiais a serem verificados, tais como:
    - Inclusão de areia na superfície do fundido;
    - Trincas;
    - Rechupe;
    - Porosidade
    - Vazios;
    - Junta fria;
    - Desalinhamento no fechamento da caixa.
- b) Segunda verificação visual (realizada após a rebarbação e jateamento):
  - Listar os defeitos superficiais a serem verificados, tais como:
    - Inclusão de areia na superfície do fundido;
    - Trincas;
    - Rechupe;
    - Porosidade
    - Vazios;
    - Junta fria;
    - Desalinhamento no fechamento da caixa.

#### 6.5.5. Detecção de defeitos internos por análise visual – Braço (Liga de alumínio).

As inspeções/verificações visuais do interno do fundido ocorrerão conforme procedimento (indicar o número do procedimento), abrangendo:

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>14 de 18</b>

a) Verificação da Macrografia, após a peça ser segregada e seccionada.

- Listar os principais defeitos internos a ser verificado:
  - Falta de homogeneidade,
  - Vazios internos;
  - Inclusões.

6.5.6. Ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico) – Braço (Liga de alumínio).

Os ensaios destrutivos ocorrerão conforme procedimento interno (citar o número do procedimento), no qual conste a faixa de carga de ruptura.

**NOTA:** Os resultados dos ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico) deverão ser registrados na Ficha Registro de Inspeção.

6.5.7. Acabamento superficial (Revestimento) – Braço (Liga de alumínio).

b) Verificação da pintura do braço fundido em alumínio.

- Verificar se a pintura foi aplicada no braço de alumínio, conforme o procedimento e o desenho (indicar o número do procedimento interno).
- Realizar ensaio para verificar as características da pintura aplicada no braço fundido.
  - Espessura de camada;
  - Adesão (indicar a norma adotada);
  - Brilho (homogeneidade);
  - Cor (padrão).

c) Verificação do Banho de estanho no braço fundido em alumínio.

- Verificar se o banho de estanho foi aplicado nas superfícies de contato do braço de alumínio, conforme indicado no desenho.
- Verificar a espessura da camada de estanho (1,0 a 1,5mm).
- Registrar o número do certificado do banho de estanho na Ficha Registro de Inspeção.

6.5.8. Acabamento superficial (Revestimento) – Buchas (Aço).

- a) Verificar acabamento das buchas por eletrodeposição da liga de Zinco-Níquel (ZnNi) com 10 a 15% de Níquel.
- b) Verificar a espessura de camada (10 a 15µm).
- c) Registrar o número do certificado do banho de Zinco das buchas na Ficha Registro de Inspeção.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>15 de 18</b>

#### 6.5.9. Inspeção do Produto Acabado

- a) Dimensional,
- b) Geometria e forma.
- c) Rugosidade superficial.
- d) Calibração dos instrumentos (Validade) – Fornecer cópia dos certificados de calibração dos instrumentos.

#### 6.5.10. Identificação

Verificar a existência de inscrição no Braço (Liga de alumínio), conforme indicado na Figura 4 da EM (Vide tópico “Identificação”), contendo:

- a) Nome do fabricante.
- b) Lote de fabricação.
- c) Data de fabricação (mês e ano).
- d) Referência do fabricante.

#### 6.5.11. Embalagem

- a) Embalagem de Entrega – (conforme acordado entre o Metrô e o fabricante).
- b) Identificação na embalagem:
  - Nome do fabricante.
  - Lote de fabricação.
  - Data de fabricação (mês e ano).
  - Referência do fabricante.

### 6.6. PLANO DE INSPEÇÃO EM FÁBRICA – PF

O plano de inspeção em fábrica (PF) será elaborado pelo Fornecedor/Fabricante, a partir de um modelo de documento (formato) disponibilizado pelo Metrô. O Plano de Inspeção em Fábrica apresentado deverá atender aos requisitos técnicos relacionados abaixo.

**NOTA 1:** As empresas subcontratadas deverão estar indicadas no PF e não devem ser substituídas durante a validade da homologação.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMIÇÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>16 de 18</b>

**NOTA 2:** Nos casos indicados, o Metrô deve ser informado da realização das inspeções, com a antecedência mínima de 15 (quinze) dias, para que seus representantes possam acompanhá-las.

**NOTA 3:** Os registros dos resultados de cada etapa de inspeção, verificação e/ou análise deverão ser transcritos na Ficha Registro de Inspeção.

6.6.1. Procedimentos de inspeção por atributos:

Plano de amostragem deve ser conforme a norma ABNT NBR 5426.

6.6.2. Caracterização do Material – Braço (Liga de alumínio).

- a) Indicar a empresa responsável pela fundição das peças (informar os dados do subfornecedor, se aplicável).
- b) Indicar qual o processo de fundição adotado (tais como: em areia, coquilha de aço, matriz metálica ou sob pressão)
- c) Verificar a composição química do material utilizado no braço fundido (Espectrofotometria).
- d) Verificar as propriedades mecânicas do material utilizado no braço fundido.
  - Resistência a Tração (mínimo);
  - Limite de escoamento (mínimo);
  - Alongamento (mínimo);
  - Resistência ao cisalhamento;
  - Dureza.
- e) Analisar a Matriz metálica do fundido (Micrografia):
  - Quantitativa determinante do tamanho dos grãos;
  - % das fases constituintes do material;
  - Forma e o tipo de inclusões.
- f) Indicar que serão disponibilizados os certificados e relatórios da composição química, das propriedades mecânicas e da análise da Matriz metálica (Micrografia) do fundido.

6.6.3. Caracterização do Material – Buchas (Aço).

- a) Indicar a empresa responsável pelo fornecimento da matéria-prima das buchas (informar os dados do subfornecedor, se aplicável).
- b) Indicar que a aquisição da matéria-prima, é feita de fornecedores qualificados, de acordo com o procedimento de compra, e que estes fornecedores disponibilizam certificados da matéria prima, com as seguintes informações:

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>17 de 18</b>

- Propriedades mecânicas:
- Tipo de aço (classificação segundo normatização específica);
  - Composição química;
  - Resistência a Tração;
  - Limite de escoamento;
  - Alongamento.

- c) Indicar a empresa responsável pela usinagem das buchas (informar os dados do subfornecedor, se aplicável).

#### 6.6.4. Análise Visual dos Defeitos Externos (Superficiais) – Braço (Liga de alumínio).

Indicar que serão realizadas análises visuais das superfícies do fundido (com acompanhamento de um representante do Metrô), baseadas em procedimento interno (indicar número do procedimento), como segue:

- a) Primeira verificação visual – após a desmoldagem e antes da remoção dos canais de alimentação.
- b) Segunda verificação visual – após a rebarbação e jateamento.

#### 6.6.5. Análise Visual dos Defeitos Internos – Braço (Liga de alumínio).

Indicar que serão realizadas análises visuais de partes internas do fundido (Macrografia, com acompanhamento de um representante do Metrô), baseadas no procedimento interno (indicar número do procedimento), como segue:

- a) Descrever que após a segregação de uma peça, por um representante do Metrô, esta peça será seccionada em vários pontos, considerando os esforços em trabalho e os pontos favoráveis ao aparecimento de falhas de fundição.

#### 6.6.6. Tratamento Térmico

- a) Indicar a empresa responsável pela realização do tratamento térmico (informar os dados do subfornecedor, se aplicável).
- b) Indicar que serão disponibilizados os gráficos do tratamento térmico.
- c) Apresentar os resultados do tratamento térmico, elaborado a partir da análise comparativa entre o gráfico (tempo x temperatura) típico para o tratamento adotado (como por exemplo: T6), com relação ao gráfico obtido no processo.

CÓDIGO <b>IC-9.86.00.34/700-001</b>	REVISÃO <b>0</b>
EMISSÃO <b>24/03/2023</b>	FOLHA <b>18 de 18</b>

- d) Indicar que o resultado da análise do gráfico será registrado na Ficha Registro de Inspeção.

6.6.7. Ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico) – Braço (Liga de alumínio).

- a) Indicar a empresa responsável pela realização dos ensaios destrutivos – ruptura do fusível mecânico (informar os dados do laboratório subcontratado, se aplicável).
- b) Indicar que os ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico) serão realizados conforme procedimento interno (indicar o procedimento).
- c) Indicar que os resultados dos ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico) serão registrados na Ficha Registro de Inspeção.
- d) Indicar que o número do certificado dos ensaios destrutivos (ruptura do fusível mecânico) será registrado na Ficha Registro de Inspeção.

**7. QUADRO DE REVISÕES**

CÓDIGO	REV.	VIGÊNCIA	MOTIVO
IC-9.86.00.34/700-001	0	24/03/2023	Emissão do documento.