



**RT Nº IPEN-CEN-PSE-RMB-005-00-RELT-066-02**

**Projeto:** Reator Multipropósito Brasileiro

**Título do Relatório:** Especificações técnicas para o distanciador das placas (pente) do EC, para a base de assentamento das placas do EC-D e para as placas de fixação lateral do BAL do núcleo do reator IPEN/MB-01.

**Área emissora:** Centro de Engenharia Nuclear

**Autor (es):** José Eduardo Rosa da Silva

**Classificação de Segurança:** Restrito ao RMB

**Maiio/2017**

## **Equipe Técnica:**

Adimir dos Santos  
Mitsuo Yamaguchi  
Leda Cristina Cabelo Bernardes Fanaro  
Luiz Antonio Mai  
Graciete Simões de Andrade e Silva  
Julian Marco Barbosa Shorto  
Arlindo Gilson Mendonça  
Nanami Kosaka  
Diogo Feliciano dos Santos  
Vitor Ottoni Garcia Aredes  
Luiz Ernesto Credidio Mura  
Rogério Jerez  
Flávio Betti  
Ulysses D'utra Bitelli  
Antonio Belchior Junior  
Adelk de Carvalho Prado  
Marcelo da Silva Rocha  
Fernando de Castro Junqueira  
José Eduardo Rosa da Silva  
Antonio Teixeira e Silva  
Otavio Luis de Oliveira  
Silvio Carlos Menzel  
José Francisco Bistulfi

**Depositado em: 05 de Dezembro de 2017**

**Biblioteca *Terezine Arantes Ferraz***

<http://intranet.ipen.br/biblioteca>



## CENTRO DE ENGENHARIA NUCLEAR

**Especificações técnicas para o distanciador das placas (pente) do EC, para a base de assentamento das placas do EC-D e para as placas de fixação lateral do BAL do núcleo do reator IPEN/MB-01.**

**Relatório Técnico**  
**IPEN-CEN-PSE-RMB-005-00**  
**RELT-066-02**

<b>AUTOR</b>	<b>Rubrica</b>	<b>Data</b>	<b>VERIFICADOR</b>	<b>Rubrica</b>	<b>Data</b>
José Eduardo Rosa da Silva		17/05/2017	Fernando de Castro Junqueira		17/05/2017

<b>APROVAÇÕES</b>		<b>Rubrica</b>	<b>Data</b>
<b>Líder</b>	Adimir dos Santos		
<b>Coordenador</b>	Marcelo da Silva Rocha		
<b>Gerente</b>	Leslie de Molnary		

<b>ARQUIVO</b>			
----------------	--	--	--



## **Resumo**

Este documento apresenta as especificações técnicas para o eixo de içamento, para o distanciador das placas (pente) do EC, para a base de assentamento das placas combustíveis do EC-D e para as placas de fixação lateral do BAL do núcleo do reator IPEN/MB-01

A revisão 1 deste documento incluiu itens discutidos nas reuniões das áreas técnicas do CEN com o CCN do IPEN/CNEN-SP.

A revisão 2 incluiu componente para o BAL do núcleo do Reator IPEN/MB-01.



## Índice

<b>Definições e Abreviaturas</b>	<b>3</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO E ESCOPO</b>	<b>3</b>
<b>2 – DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO</b>	<b>4</b>
<b>2.1 - DOCUMENTOS APLICÁVEIS</b>	<b>4</b>
<b>2.2 - REQUISITOS TÉCNICOS</b>	<b>4</b>
<b>2.3 - REQUISITOS ADICIONAIS</b>	<b>6</b>
<b>2.4 - CORPOS DE PROVA</b>	<b>6</b>
<b>2.5 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	<b>6</b>
<b>2.6 – IDENTIFICAÇÃO DAS PEÇAS</b>	<b>7</b>
<b>2.8 - CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DAS PEÇAS</b>	<b>7</b>
<b>2.9 - EMBALAGEM, TRANSPORTE E ENTREGA</b>	<b>8</b>
<b>2.10 - CERTIFICADOS</b>	<b>8</b>
<b>2.11 - PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE</b>	<b>8</b>

**Definições e Abreviaturas**

BAL	Bloco de Alumínio do Núcleo.
Bloco de Alumínio do Núcleo	Bloco de Al a ser montado no núcleo do reator para simular dispositivos de irradiação “in-core” montados no núcleo do RMB.
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
Elemento Combustível	Conjunto constituído por 21 placas combustíveis que pode ser manuseado ou carregado/descarregado de maneira individual no núcleo do reator.
EC	Elemento Combustível (padrão).
EC-D	Elemento Combustível Desmontável.
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
IPEN/MB-01	Designação do reator nuclear de pesquisas projetado e construído pela Comissão Nacional de Energia Nuclear em colaboração com a Marinha do Brasil, instalado nas dependências do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, na cidade de São Paulo.
Placas de fixação lateral do BAL	Componentes estruturais de alumínio que são parafusados na extremidade superior do BAL e no eixo de içamento, permitindo assim o manuseio do BAL.
RMB	Reator Multipropósito Brasileiro.

**1 – INTRODUÇÃO E ESCOPO**

Esta especificação apresenta os requisitos técnicos, testes, inspeções e aceitação a que devem obedecer os seguintes componentes do reator IPEN/MB-01:

- Distanciador das placas (pente) do EC;
- Base de assentamento das placas combustíveis do EC-D;
- Placas de fixação lateral do BAL.

**1.2** - Não é objetivo desta especificação a descrição dos procedimentos de fabricação das peças.



## **2 – DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO**

### **2.1 - DOCUMENTOS APLICÁVEIS**

#### **2.1.1 - American Society for Testing and Materials (ASTM) Standards**

**2.1.1.1** - B221M - Specification for Aluminum- Alloy Extruded Bar, Rod, Wire, Shape and Tube (Metric).

**2.1.1.2** - B597 - Recommended Practice for Heat Treatment of Aluminum Alloys.

**2.1.1.3** - E8 - Standard Methods of Tension Testing of Metallic Materials.

**2.1.1.4** - E18 - Tests for Rockwell Hardness and Rockwell Superficial Hardness of Metallic Materials.

**2.1.1.5** - E34 - Chemical Analysis of Aluminum and Aluminum Alloys.

**2.1.1.6** - E55 - Sampling Wrought Nonferrous Metals and Alloys for Determination of Chemical Composition.

#### **2.1.2 - American National Standards (ANSI)**

**2.1.2.1**- ANSI H35.1 - Alloy and Temper Designation Systems for Aluminum

#### **2.1.3 - Comissão Nacional de Energia Nuclear**

**2.1.3.1** - CNEN-NE-1.16 - Garantia da Qualidade para Usinas Nucleoelétricas.

### **2.2 - REQUISITOS TÉCNICOS**

#### **2.2.1 - Material**

O material a ser utilizado na fabricação das peças é especificado como: **ASTM 6061-T6**.

#### **2.2.2 - Condição do Material**

O material deverá ter sido submetido a um tratamento térmico de precipitação, conforme tratamento T6, especificado na norma do item 2.1.2.1.

#### **2.2.3 - Requisitos Químicos**

**2.2.3.1** - O material para a fabricação das peças deve obedecer aos requisitos de composição química descritos na Tabela 1.

**2.2.3.2** - A análise da corrida para o material deve ser conduzida de acordo com os procedimentos do item 2.1.1.5. A tomada de amostras para as análises devem obedecer aos critérios do item 2.1.1.6.

**Tabela 1:** Composição química da Liga ASTM 6061

<b>Elemento</b>	<b>Composição (% em peso)</b>
Cu	0,15 - 0,40
Fe	< 0,70



## Centro de Engenharia Nuclear

Mg	0,80 - 1,20
Mn	< 0,15
Si	0,40 - 0,80
Ti	< 0,15
Zn	< 0,25
Cr	0,04 - 0,35
B	< 10 ppm
Cd	< 10 ppm
Co	< 30 ppm
Li	< 80 ppm
Outros	< 0,15 (total) < 0,05 (individual)
Al	Bal.

### 2.2.4 - Requisitos Mecânicos

#### 2.2.4.1 - Propriedades de Tração

As propriedades do material testado à temperatura ambiente deverão estar de acordo com os requisitos da Tabela 2.

Tabela 2: Propriedades Mecânicas Requeridas à Temperatura Ambiente da Liga ASTM-6061 – T6.

Propriedades	Tratamento T6
Tensão de Ruptura (MPa)	290 (min)
Tensão de Escoamento (0,2%) (MPa)	240 (min)
Elongação min. em 50 mm (%)	10
Dureza (min)	95 HB

#### 2.2.4.2 - Ensaio de Tração e Dureza

Os ensaios de tração devem ser conduzidos de acordo com os métodos do item 2.1.1.3.

Os ensaios de dureza devem ser conduzidos de acordo com os métodos do item 2.1.1.4.

#### 2.2.4.2 - Ensaio de Tração e Dureza

Os ensaios de tração devem ser conduzidos de acordo com os métodos do item 2.1.1.3.

Os ensaios de dureza devem ser conduzidos de acordo com os métodos do item 2.1.1.4.



## Centro de Engenharia Nuclear

---

### 2.3 - REQUISITOS ADICIONAIS

**2.3.1** - O fabricante do material para fabricação das peças deverá fornecer um Relatório de Testes do Material e deverá certificar que o conteúdo do relatório é correto e que todas as operações foram feitas de acordo com esta especificação e também de acordo com a especificação básica do material.

**2.3.1.1** - O Relatório de Testes do Material deverá incluir os resultados de todas as análises químicas, testes e exames.

**2.3.1.2** - Não serão permitidos reparos por solda em defeitos constatados durante a fabricação nas peças acabadas.

**2.3.1.3** - Qualquer análise química, teste, exame, tratamento térmico e outros requisitos requeridos por esta especificação ou pela especificação básica do material, que não foi atendido pelo fabricante do material ou seus subcontratados, deverá ser listada no Relatório de Testes do Material.

**2.3.2** - O fabricante do material deverá possuir um programa de garantia da qualidade, a fim de controlar e garantir que a qualidade durante a fabricação, testes, exames e tratamento do material estejam de acordo com os requisitos impostos, conforme item 2.11.

### 2.4 - CORPOS DE PROVA

**2.4.1** - Para cada lote de peças deverão ser realizados testes de tração e dureza em corpos de prova retirados do material do lote. Os resultados dos testes devem atender aos requisitos do item 2.2.4.1.

### 2.5 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

#### 2.5.1 – Dimensões

**2.5.1.1** - Dimensões do distanciador das placas (pente) do EC conforme desenho:

IPEN-CEN-PSE-RMB-005-00-QD-009

**2.5.1.2** - Dimensões da base de assentamento das placas combustíveis do EC-D conforme desenho:

IPEN-CEN-PSE-RMB-005-00-QD-013

**2.5.1.3** - Dimensões da placa de fixação lateral do BAL conforme desenho:

IPEN-CEN-PSE-RMB-005-00-QD-016

#### 2.5.2 - Acabamento Superficial

Conforme especificado nos desenhos dos itens 2.5.1.1 a 2.5.1.3, respectivamente.

#### 2.5.3 - Tolerâncias nas Dimensões

Todas as dimensões das peças devem estar contidas dentro das tolerâncias descritas nos desenhos do item 2.5.1. Para tolerâncias não indicadas seguir Norma DIN 7168 Grau Médio.



## Centro de Engenharia Nuclear

---

Qualquer peça fora das dimensões bem como com acabamento superficial de qualidade inferior à especificada deverá ser rejeitada.

### 2.6 – IDENTIFICAÇÃO DAS PEÇAS

#### 2.6.1 – Distanciador das Placas

A identificação do distanciador das placas deverá constar de 4 caracteres alfanuméricos gravados em baixo relevo, sendo os caracteres com 5 mm de altura, 4 mm de largura e 0,5 mm de profundidade. Caracteres com extremidades e/ou cantos arredondados. O posicionamento está indicado no desenho do item 2.5.1.1. O significado dos caracteres é:

1º caractere: letra “**D**” para identificar Distanciador

2º ao 4º caracteres: “**XXX**” - número sequencial de fabricação do distanciador.

#### 2.6.2 – Base de Assentamento das Placas

A identificação da base de assentamento das placas combustíveis do EC-D deverá constar de 2 caracteres alfanuméricos gravados em baixo relevo, sendo os caracteres com 3 mm de altura e 0,2 mm de profundidade. Caracteres com extremidades e/ou cantos arredondados. O posicionamento está indicado no desenho do item 2.5.1.2. O significado dos caracteres é:

1º e 2º caracteres: “**XX**” - número sequencial de fabricação da peça.

#### 2.6.3 – Placa de Fixação Lateral

A identificação da placa de fixação lateral do BAL deverá constar de 1 caractere numérico gravado em baixo relevo, sendo o caractere com 3 mm de altura e 0,2 mm de profundidade. Caracteres com extremidades e/ou cantos arredondados. O posicionamento está indicado no desenho do item 2.5.1.2. Serão fabricadas 04 peças. O significado dos caracteres é:

1º caractere: “**X**” - número sequencial de fabricação da peça.

**2.6.4** - A gravação dos caracteres é feita na peça antes do tratamento superficial para montagem do elemento combustível.

### 2.7 - LIMPEZA E ACABAMENTO

Não serão admissíveis resíduos de óleos, graxas, produtos de limpeza, materiais estranhos e/ou rebarbas de fabricação incorporada às peças acabadas.

### 2.8 - CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO DAS PEÇAS

**2.8.1** – Todas as peças deverão ser submetidas a controle dimensional e geométrico, devendo todas as dimensões e tolerâncias ser documentadas e estarem contidas dentro das dimensões e tolerâncias geométricas especificadas nos desenhos dos itens 2.5.1.1 a 2.5.1.3, respectivamente.



## Centro de Engenharia Nuclear

---

**2.8.2** - Todas as peças deverão ser submetidas, aprovadas e documentadas, quanto à inspeção visual para a verificação da não existência de trincas, amassamentos, riscos ou outros defeitos advindos de eventuais choques que estes tenham sofrido.

### **2.9 - EMBALAGEM, TRANSPORTE E ENTREGA**

**2.9.1** - As peças acabadas devem ser embaladas em recipientes lacrados que garantam um transporte seguro desde o fabricante até o local da entrega. O fabricante deve ser responsável pela seleção de embalagem adequada a fim de garantir que as peças atendem às especificações, quando do seu recebimento.

**2.9.2** - Cada recipiente deve ter as seguintes informações em local bem visível:

- número do pedido de encomenda
- nome do fabricante
- nome e condição do material
- número do lote
- número de peças no recipiente
- número de peças no lote
- peso bruto, tara, peso líquido
- número da especificação.

**2.9.3** - Documentos mostrando a sequência completa de fabricação devem ser mantidos para cada lote de peças. O fabricante deve fornecer tais informações com seus relatórios de testes para todas as peças entregues.

### **2.10 - CERTIFICADOS**

O fabricante das peças deve fornecer documentos certificando que as mesmas foram fabricadas, testadas e examinadas de acordo com esta especificação, e qualquer documento requisitado pelo comprador deve ser fornecido na hora da entrega, junto com o relatório dos resultados de todos os testes e exames do material.

### **2.11 - PROGRAMA DE GARANTIA DA QUALIDADE**

O fabricante das peças deve ser responsável por estabelecer e manter um programa de garantia da qualidade, a fim de controlar e garantir que a qualidade durante a fabricação, testes e exames das mesmas estejam de acordo com os requisitos impostos por essa especificação.

O programa deve ser documentado em um Manual de Garantia da Qualidade e estar de acordo com o item 2.1.3.1.