

**CONTEC**

Comissão de Normalização  
Técnica

**SC-14**

Pintura e Revestimentos  
Anticorrosivos

**Tinta Epóxi, Sem Solventes, Tolerante a  
Superfícies Molhadas**

**2<sup>a</sup> Emenda**

Esta é a 2<sup>a</sup> Emenda da PETROBRAS N-2680, que incorpora a 1<sup>a</sup> emenda, e se destina a modificar o seu texto nas partes indicadas a seguir:

NOTA 1 As novas páginas com as alterações efetuadas estão colocadas nas posições correspondentes.

NOTA 2 As páginas emendadas, com a indicação da data da emenda, estão colocadas no final da norma, em ordem cronológica, e não devem ser utilizadas.

**- Capítulo 2: (2<sup>a</sup> Emenda)**

Inclusão da ABNT [NBR 15877:2010](#);  
Alteração da ASTM D 4541 para ASTM [D 4541:2009](#);  
Exclusão da PETROBRAS [N-1363](#);  
Inclusão da ABNT [NBR 15742](#).

**- Tabela 1: (2<sup>a</sup> Emenda)**

Substituição de referência.

**- Tabela 2: (2<sup>a</sup> Emenda)**

Alteração e inclusão de referência.

**- Nota do item 4.3.5: (2<sup>a</sup> Emenda)**

Alteração e inclusão de referência.

**- Item 5.2.2.9: (1<sup>a</sup> Emenda)**

- Alterar a ordem das alíneas.

## TINTA EPÓXI, SEM SOLVENTES, TOLERANTE A SUPERFÍCIES MOLHADAS

### Especificação

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos seus itens.

### CONTEC

Comissão de Normalização  
Técnica

### SC - 14

Pintura e Revestimentos  
Anticorrosivos

**Requisito Técnico:** Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não seguir-lá ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

**Prática Recomendada:** Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: [Prática Recomendada].

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

**"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."**

### Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho

- GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as suas Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

## 1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as características, verificáveis em laboratório, exigíveis para a tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas, fornecida em 2 recipientes: 1 contendo a resina epóxi (componente A) e o outro contendo o agente de cura a base de poliamina (componente B).

1.2 A tinta referenciada no item 1.1 deve ser utilizada na pintura de superfícies de aço e pode ser aplicada sobre superfícies secas, superfícies com umidade residual e superfícies molhadas, em ambientes sem restrições à umidade relativa do ar e ao ponto de orvalho.

1.3 Caso existam conflitos entre os Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas estabelecidos nesta Norma e àqueles estabelecidos em outras normas citadas no Capítulo 2, prevalecem os especificados nesta Norma.

1.4 Esta Norma se aplica a especificações iniciadas a partir da data de sua edição.

1.5 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

## 2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

- |                     |   |
|---------------------|---|
| PETROBRAS N-13      | - Requisitos Técnicos para Serviços de Pintura;   |
| PETROBRAS N-1219    | - Cores;  |
| PETROBRAS N-1288    | - Inspeção de Recebimento de Recipientes Fechados;  |
| ABNT NBR 15742      | - Tintas e Vernizes – Determinação de Vida Útil da Mistura (“pot-life”);  |
| ABNT NBR 15877:2010 | - Pintura Industrial – Ensaio de Aderência por Tração;  |
| ISO 2808            | - Paints and Varnishes - Determination of Film Thickness;   |
| ISO 4624            | - Paints and Varnishes - Pull-Off Test for Adhesion;  |
| ISO 8501-1          | - Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products;                                |
| ISO 9227            | - Corrosion Tests in Artificial Atmospheres - Salt Spray Tests;   |
| ISO 20340           | - Paints and Varnishes - Performance Requirements for Protective Paint Systems for Offshore and Related Structures; |
| ASTM D 56           | - Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Cup Tester;  |
| ASTM D 523          | - Standard Test Method for Specular Gloss;  |
| ASTM D 562          | - Standard Test Method for Consistency of Paints Using the Stormer Viscometer;                                      |
| ASTM D 1141         | - Standard Practice for the Preparation of Substitute Ocean Water;  |
| ASTM D 1308         | - Standard Test Method for Effect of Household Chemicals on Clear and Pigmented Organic Finishes;                   |
| ASTM D 1475         | - Standard Test Method for Density of Paint, Varnish, Lacquer and Related Products;                                 |

ASTM D 1640	- Standard Test Methods for Drying Curing or Film Formation of Organic Coatings at Room Temperature;
ASTM D 4214	- Standard Test Methods for Evaluating the Degree of Chalking of Exterior Paint Films;
ASTM D 4400	- Standard Test Method for Sag Resistance of Paints Using a Multinotch Applicator;
ASTM D 4541:2009	- Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers;
ASTM D 5894	- Standard Practice for Cyclic Salt Fog/UV Exposure of Painted Metal;
ASTM G 8	- Standard Test Methods for Cathodic Disbonding of Pipeline Coatings;
ASTM G 85	- Standard Practice for Modified Salt Spray (Fog) Testing;
ASTM G 154	- Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials.

### **3 CONDIÇÕES GERAIS**

#### **3.1 Aparência dos Componentes A e B**

Os componentes A e B devem se apresentar homogêneos, sem pele e espessamento, em lata recentemente aberta.

#### **3.2 Embalagem**

3.2.1 O formato dos recipientes deve ser cilíndrico circular reto.

3.2.2 Na vedação das embalagens, não deve ser utilizado material passível de causar degradação ou contaminação da tinta.

#### **3.3 Estado e Enchimento dos Recipientes**

3.3.1 Os recipientes, com os componentes da tinta epóxi, sem solventes, tolerante à superfícies molhadas, devem se apresentar em bom estado de conservação, devidamente rotulados ou marcados na superfície lateral, conforme as exigências desta Norma e da norma PETROBRAS N-1288.

3.3.2 Os recipientes devem conter, no mínimo, a quantidade citada na respectiva indicação.

#### **3.4 Estabilidade em Armazenagem**

3.4.1 Os componentes A e B devem apresentar estabilidade à armazenagem em recipiente fechado à temperatura inferior a 40 °C, que garanta a sua utilização por, no mínimo, 12 meses após a data de sua fabricação.

3.4.2 Admite-se a revalidação deste prazo de utilização por 2 períodos adicionais de 6 meses mediante a repetição e aprovação prévia dos ensaios executados por ocasião do fornecimento, conforme a norma PETROBRAS [N-13](#). [Prática Recomendada]

### **3.5 Diluição**

A tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas, não deve ser diluída.

### **3.6 Mistura dos Componentes A e B**

A mistura dos componentes deve ser feita na proporção adequada recomendada pelo fabricante da tinta.

### **3.7 Cura Total da Tinta**

A tinta deve ser capaz de curar completamente em 7 d, sob temperaturas em torno de 25 °C.

### **3.8 Marcação**

Os recipientes contendo os componentes A e B devem trazer no rótulo ou em seu corpo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) norma PETROBRAS [N-2680](#);
- b) tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas;
- c) identificação dos componentes: A ou B;
- d) quantidade contida no recipiente, em L e em kg;
- e) nome, endereço e telefone do fabricante;
- f) número ou sinal identificador do lote de fabricação;
- g) data de validade de utilização do produto;
- h) proporção de mistura em massa e volume;
- i) notação "Munsell".

### **3.9 Cor**

A tinta epóxi, sem solventes, tolerante a superfícies molhadas pode ser fornecida em quaisquer das cores definidas na norma PETROBRAS [N-1219](#).

## **4 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **4.1 Requisitos dos Componentes A e B**

4.1.1 Os componentes A e B devem se apresentar homogêneos. Caso apresentem alguma sedimentação, esta deve ser facilmente homogeneizável (manualmente).

4.1.2 A identificação da resina epóxi (componente A) e do agente de cura (componente B) deve ser efetuada por espectroscopia na região do infravermelho. Os espectros obtidos devem apresentar as bandas características da resina epóxi e do agente de cura isentos de contaminantes e em conformidade com as FIGURAS A-1 e A-2 do ANEXO A.

#### **4.2 Requisitos do Produto Pronto para Aplicação**

Os requisitos do produto pronto para aplicação, misturados os componentes A e B, constam na TABELA 1. Os ensaios devem ser realizados a 25 °C.

**TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO PRONTO PARA APLICAÇÃO  
(MISTURADOS OS COMPONENTES A E B)**

Ensaios	Espessura Película Seca (μm)	Requisitos		Normas a Utilizar
		Mín.	Máx.	
Massa Específica, g/cm <sup>3</sup>	-	-	1,35	ASTM D 1475
Tempo de Vida Útil ("Pot-Life") da Mistura, h	-	3	-	ABNT NBR 15742
Consistência (UK)	-	90	110	ASTM D 562
Ponto de Fulgor, °C	-	55	-	ASTM D 56
Descaimento, μm	-	150	-	ASTM D 4400
Tempo de Secagem ao Toque, h	100 a 150	-	6	ASTM D 1640
Tempo de Secagem à Pressão, h	100 a 150	-	16	ASTM D 1640
Tempo de Secagem para Repintura, h	100 a 150	12	120	ASTM D 1640

#### **4.3 Características da Película Seca**

As características da película seca estão estabelecidas na TABELA 2 e nos itens 4.3.1 a 4.3.3.

**TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DA PELÍCULA SECA**

Ensaios	Espessura Película Seca (μm)	Requisitos		Normas a Utilizar
		Mín.	Máx.	
Ensaio Cíclico de Corrosão I, Ciclo (168 h)	425 a 475	25	-	Ver item 5.2.2.9
Ensaio Cíclico de Corrosão II, Ciclo (336 h)	425 a 475	12	-	ASTM D 5894
Ensaio Cíclico de Corrosão III, Ciclo (168 h)	425 a 475	20	-	Ver item 5.2.2.11
Descolamento Catódico (30 d), mm (ver Item 5.2.2.12)	425 a 475	-	10	ASTM G 8
Resistência à Imersão em Xileno, h	425 a 475	2 000	-	ASTM D 1308
Resistência à Imersão em Água do Mar Sintética a 40 °C, h	425 a 475	2 000	-	ASTM D 1141
Aderência ("Pull-Off Test"), MPa	425 a 475	12	-	ABNT NBR 15877:2010, Anexo 2 ou ASTM D 4541:2009, Método D - Equipamento Tipo IV
Brilho - 60°, UB	425 a 475	70	-	ASTM D 523

4.3.1 Ao se observar os painéis submetidos ao ensaio cíclico de corrosão tipo I, não deve ser constatada a presença de bolhas ou de pontos de corrosão na superfície, nem avanço de corrosão sob o entalhe superior a 8 mm, decorridos os 25 ciclos (4 200 h) do ensaio. O nível de gizamento máximo permitido deve ser o correspondente ao grau 4 da norma ASTM D 4214.

4.3.2 Ao se observar os painéis submetidos ao ensaio cíclico de corrosão tipo II, conforme a norma ASTM D 5894, não deve ser constatada a presença de bolhas ou de pontos de corrosão na superfície, nem avanço de corrosão sob o entalhe superior a 10 mm, decorridos os 12 ciclos (4 032 h) do ensaio. O nível de gizamento máximo permitido deve ser o correspondente ao grau 4 da norma ASTM D 4214.

4.3.3 Ao se observar os painéis submetidos ao ensaio cíclico de corrosão tipo III, não deve ser constatada a presença de bolhas ou de pontos de corrosão na superfície, nem avanço de corrosão sob o entalhe superior a 10 mm, decorridos os 20 ciclos (3 360 h) do ensaio. O nível de gizamento máximo permitido deve ser o correspondente ao grau 4 da norma ASTM D 4214.

4.3.4 No ensaio de aderência, para os painéis submetidos ao tratamento mecânico até o padrão CSt3, é aceitável que, a natureza da falha, após o arrancamento dos carretéis, seja do tipo adesiva entre o substrato e o revestimento (A/B), para valores de força de ruptura de, no mínimo, 12 MPa.

4.3.5 No ensaio de aderência, para os painéis submetidos ao jateamento abrasivo até o padrão Sa 2 1/2, é aceitável que, a natureza da falha, após o arrancamento dos carretéis, seja dos tipos: adesiva entre a última demão do revestimento e o adesivo (-Y), coesiva do adesivo (Y) e adesiva entre o adesivo e o carretel (Y/Z), para valores de força de ruptura de, no mínimo, 12 MPa.

Nota: Os critérios de aceitação adotados nos itens 4.3.4 e 4.3.5 são válidos apenas para ensaios de aderência realizados em aparelho de tração pneumático do tipo IV, conforme a ABNT NBR 15877:2010, Anexo 2 ou ASTM D 4541:2009, Método D - Equipamento Tipo IV. A natureza das falhas foi classificada conforme a norma ISO 4624.

4.3.6 Ao se observar os painéis, após os ensaios de imersão em xileno e em água do mar sintética, não deve ser constatada a presença de bolhas, pontos de corrosão e falhas no revestimento.

## **5 INSPEÇÃO**

### **5.1 Inspeção visual**

Verificar se as condições indicadas nos itens 3.1, 3.2, 3.3 e 3.8 estão atendidas e rejeitar o fornecimento que não as satisfizer.

## 5.2 Ensaios

5.2.1 Os ensaios a serem executados são os constantes das TABELAS 1 e 2.

5.2.2 Para a realização dos ensaios indicados nas TABELAS 1 e 2, devem ser observadas as condições descritas nos itens 5.2.2.1 a 5.2.2.15.

5.2.2.1 A aplicação de tinta nos painéis de ensaio deve ser feita, no mínimo, 15 min após a mistura e homogeneização dos componentes.

5.2.2.2 Os painéis de ensaio devem ser fabricados em chapa de aço carbono AISI-1020 nas dimensões de 150 mm x 100 mm e espessura de 4 mm. A preparação da superfície deve ser feita por meio de jateamento abrasivo ao metal quase branco, grau Sa 2 1/2 da norma ISO [8501-1](#). O perfil de ancoragem deve ser de 50 µm a 70 µm, do tipo angular.

Nota: Para os painéis destinados aos ensaios de aderência, verificar os critérios definidos no item 5.2.2.8.

5.2.2.3 Devem ser confeccionados 3 painéis para cada ensaio.

5.2.2.4 Em cada painel de ensaio devem ser aplicadas 3 demões de tinta com espessura de película seca de 150 µm. As medições de espessura devem ser realizadas em cada demão de tinta aplicada e em conformidade com os métodos não destrutivos adequados estabelecidos na norma ISO [2808](#) (Método 10).

5.2.2.5 Recomenda-se que os painéis sejam pintados à pistola. **[Prática Recomendada]**

5.2.2.6 As bordas e o verso dos painéis de ensaio devem ser protegidos adequadamente, de forma a evitar o aparecimento prematuro de processo corrosivo nestes locais.

5.2.2.7 Os ensaios da TABELA 2 devem ser realizados, no mínimo, 10 d após a aplicação das tintas sobre os painéis. Durante este período, os painéis devem ser armazenados à temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $60\% \pm 5\%$ .

5.2.2.8 O ensaio de aderência ("Pull-Off Test") deve ser executado em painéis cuja superfície metálica tenha sido preparada através de tratamento mecânico padrão CSt3 e em painéis cuja superfície metálica tenha sido preparada através de jateamento abrasivo padrão Sa 2 1/2, conforme norma ISO [8501-1](#).

5.2.2.9 O ensaio cíclico de corrosão tipo I, deve ser composto por 25 ciclos de 168 h cada um (conforme as alíneas a seguir), totalizando 4 200 h, expondo-se os painéis de ensaio às seguintes condições de agressividade:

- a) 72 h de exposição à névoa salina neutra (“Neutral Salt Spray”), de acordo com a norma ISO 9227, porém, utilizando solução de água do mar sintética, conforme a norma ASTM D 1141;
- b) 80 h de exposição à radiação UV-A e condensação de umidade, de acordo com a norma ASTM G 154; o ciclo a ser utilizado é o de 4 h de exposição à radiação UV-A a 60 °C e 4 h de condensação a 50 °C;
- c) 16 h de secagem à temperatura ambiente.

**Nota:** Em todos os painéis de ensaio submetidos ao ensaio, devem ser feitos entalhes, de acordo com o método descrito no item 5.2.2.13.

**5.2.2.10** O ensaio cíclico de corrosão tipo II, conforme norma ASTM D 5894, deve ser composto por 12 ciclos de 336 h cada um [conforme alíneas a) e b) abaixo], totalizando 4 032 h, expondo-se os painéis de ensaio às seguintes condições de agressividade:

- a) 168 h de exposição à radiação UV-A e condensação de umidade, de acordo com a norma ASTM G 154; o ciclo a ser utilizado é o de 4 h de exposição à radiação UV-A a 60 °C e 4 h de condensação a 50 °C;
- b) 168 h de exposição à névoa salina em câmara “Prohesion”, de acordo com a norma ASTM G 85 (Anexo A5); o ciclo a ser utilizado consiste de 1 h de exposição à névoa salina a 25 °C e 1 h de secagem a 35 °C.

**Nota:** Em todos os painéis de ensaio submetidos ao ensaio, devem ser feitos entalhes de acordo com o método descrito no item 5.2.2.13.

**5.2.2.11** O ensaio cíclico de corrosão tipo III, baseado em adaptações feitas à norma ISO 20340, deve ser composto de 20 ciclos de 168 h cada um [conforme alíneas a) a c) abaixo], totalizando 3 360 h, expondo-se os painéis de ensaio às seguintes condições de agressividade:

- a) 72 h de exposição à névoa salina neutra, de acordo com a norma ISO 9227, utilizando solução de cloreto de sódio a 5 %;
- b) 24 h de exposição à baixa temperatura (-10 °C);
- c) 72 h de exposição à radiação UV-A e condensação de umidade, de acordo com a norma ASTM G 154; o ciclo a ser utilizado é o de 4 h de exposição à radiação UV-A a 60 °C e 4 h de condensação a 50 °C.

**5.2.2.12** No ensaio de descolamento catódico, a ser realizado conforme a norma ASTM G 8 (Método B), os painéis de ensaio devem ser submetidos a uma faixa de potencial eletroquímico entre -1,45 V e -1,55 V, medidos em relação a um eletrodo de referência de Cu/CuSO<sub>4</sub>, utilizando um sistema de corrente impressa ou um anodo de sacrifício galvânico de magnésio. O painel de ensaio e o anodo de sacrifício devem estar imersos em um eletrólito com temperatura na faixa de 21 °C a 25 °C e com a seguinte composição química: 1 % de cloreto de sódio +1 % de sulfato de sódio +1 % de carbonato de sódio. Deve ser feito, no centro do painel de ensaio, um furo de 6,35 mm de diâmetro e profundidade equivalente a espessura do revestimento. A duração do ensaio deve ser de 30 d.

5.2.2.13 Em cada painel de ensaio a ser submetido aos ensaios cíclicos de corrosão definidos nos itens 5.2.2.9, 5.2.2.10 e 5.2.2.11, deve ser feito um entalhe paralelo à aresta de menor dimensão, com 50 mm de comprimento e 2 mm de largura, localizado a 70 mm da face inferior do painel de ensaio. O entalhe deve ser feito, por exemplo, por meio de uma fresa devendo remover o revestimento até a exposição do substrato metálico.

5.2.2.14 O entalhe no revestimento tem como objetivo possibilitar a avaliação de dados como: a propagação da corrosão, formação de bolhas e craqueamento decorrentes da falha no revestimento. Além disso, provê meios para avaliação da capacidade de proteção anticorrosiva do sistema de revestimento submetido ao ensaio.

5.2.2.15 Para se medir a extensão da corrosão sob o entalhe após o ensaio, deve-se realizar medições do avanço da corrosão correspondente ao descascamento do revestimento ocorrido sob o entalhe. Devem ser realizadas 9 medições ao longo do comprimento do entalhe, sendo 1 medição no centro e 8 medições eqüidistantes 5 mm a partir do centro. Para a avaliação da média da extensão da corrosão deve-se utilizar a equação abaixo:

$$A = \frac{P - L}{2}$$

Onde:

A = média do avanço da corrosão sob o entalhe (mm);

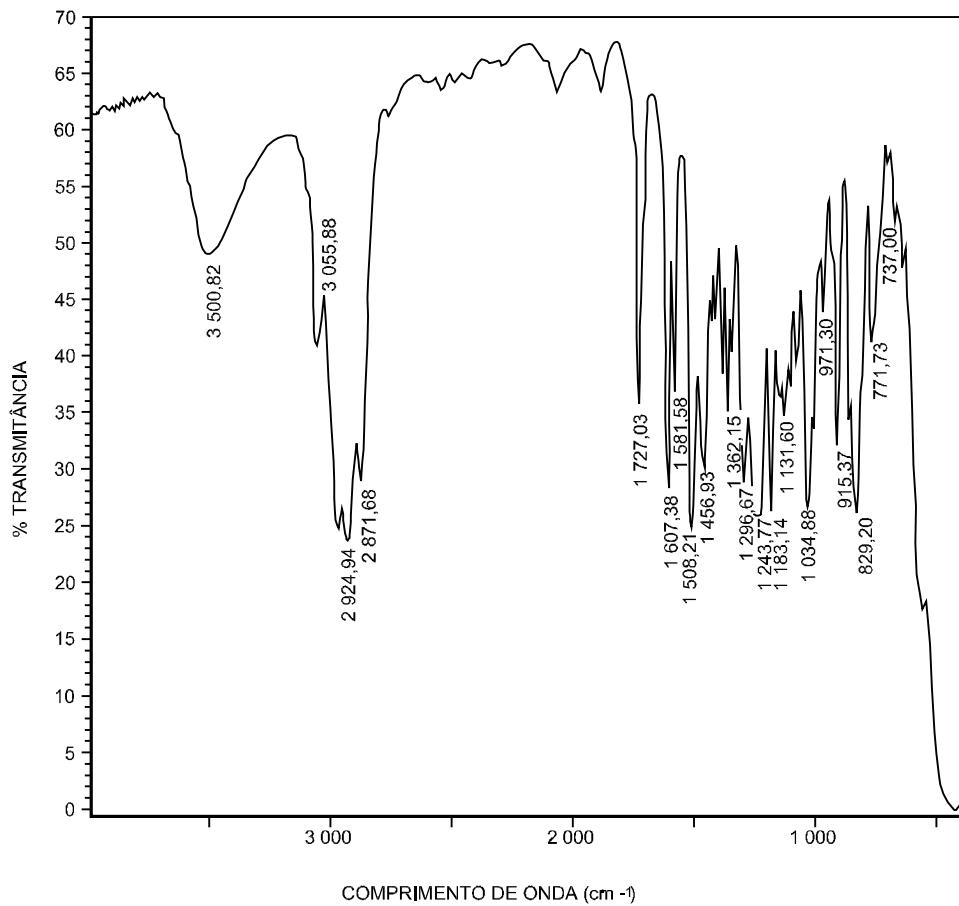
P = média do avanço da corrosão das 9 medições (mm);

L = largura do entalhe (2 mm).

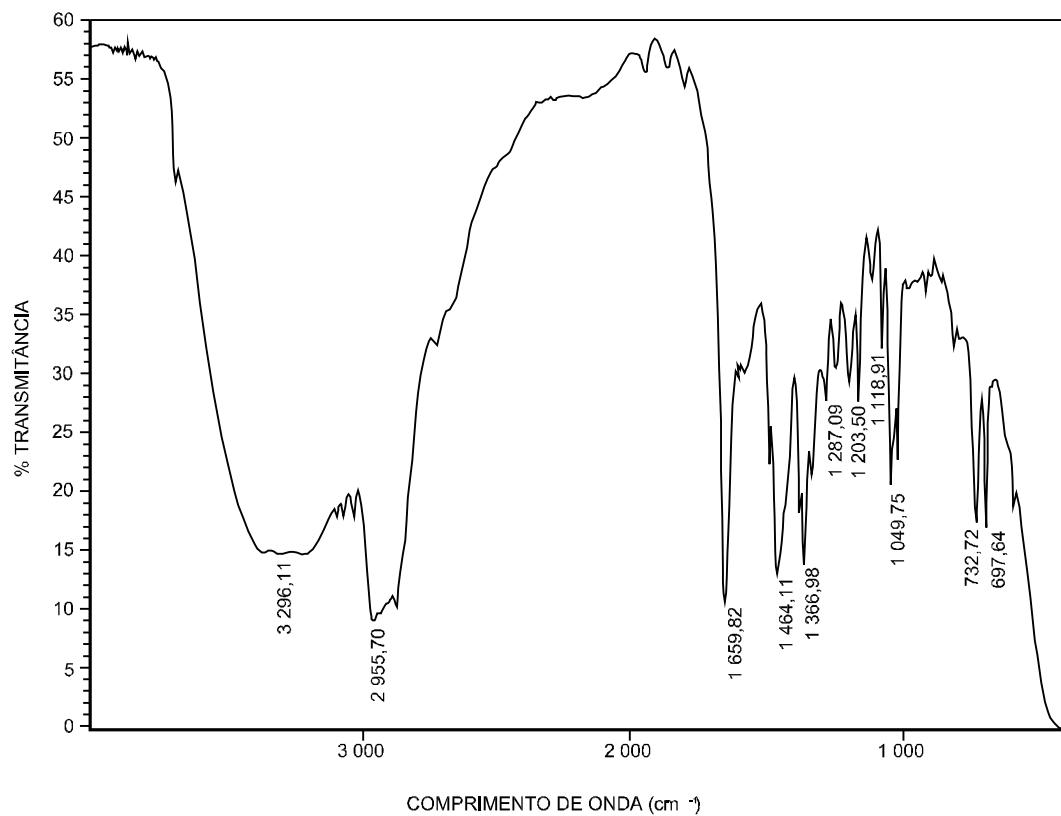
---

**/ANEXO A**

**ANEXO A - FIGURAS**



**FIGURA A-1 - ESPECTROGRAMA DA RESINA EPÓXI - COMPONENTE A**



**FIGURA A-2 - ESPECTROGRAMA DO AGENTE DE CURA - COMPONENTE B**