



# **Recomendação IGSBrasil 002**

**Características requeridas para o  
emprego de geossintéticos:  
Parte 2 Barreiras Geossintéticas**

**2014**

## APRESENTAÇÃO

Esta recomendação foi elaborada pelo Grupo de Trabalho criado especialmente para este fim e aprovado pelo Conselho Diretor da IGSBrasil em 12 de junho de 2012. Para o texto base foram consideradas as normas EN13249, EN13250, EN13251, EN13252, EN13253, EN13254, EN13255, EN13256, EN13257 e EN13265<sup>1</sup>, e o texto final incorpora as alterações, sugestões e comentários debatidos e aprovados nas reuniões mensais do GT.

As reuniões, abertas a todos os interessados, ocorreram entre os meses de setembro de 2012 e fevereiro de 2014, e uma Mesa Redonda foi realizada em 27 de junho de 2013. O GT avaliou todas as sugestões recebidas e encaminhou para o Conselho Diretor, na reunião de 18 de fevereiro de 2014, o texto final aprovado solicitando sua publicação.

As [empresas, instituições e representantes](#) que participaram das discussões e contribuíram para esta Recomendação são apresentados no fim deste texto

<sup>1</sup> EN13361 GBR: Characteristics required for use in the construction of reservoirs and dams  
 EN13362 GBR: Characteristics required for use in the construction of canals  
 EN13491 GBR: Characteristics required for use as a fluid barrier in the construction of tunnels and underground structures

EN13492: GBR: Characteristics required for use in the construction of liquid waste disposal sites, transfer stations or secondary containment  
 EN13493: GBR: Characteristics required for use in the construction of solid waste storage and disposal sites  
 EN15382: GBR: Characteristics required for use in transportation infrastructure

## SUMÁRIO GERAL

### INTRODUÇÃO

3

### 1 ESCOPO

3

### 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

4

### 3 TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIACÕES

5

### 4 CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS

6

### 5 AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

14

### 6 ASPECTOS DE DURABILIDADE

20

### APENDICE A Exemplo de cálculo do Valor de Tolerância

27

### APENDICE B Exemplo de documento acompanhando o produto

28

## INTRODUÇÃO

### SUMÁRIO GERAL »

Esta recomendação IGSBrasil IGSBR 002-2:2014 Características Requeridas para o Emprego de Geossintéticos – Parte 2: Barreiras Geossintéticas, estabelece as propriedades características relevantes de barreiras geossintéticas poliméricas (também conhecidas como geomembranas poliméricas) e de barreiras geossintéticas argilosas (também conhecidas como GCL), e os métodos de ensaio correspondentes para o emprego de geossintéticos na construção de::

- Barragens, reservatórios e canais
- Túneis e estruturas subterrâneas
- Áreas de disposição de resíduos líquidos
- Áreas de disposição de resíduos sólidos.

- Infraestrutura de transporte.

Esta recomendação indica aos fabricantes como descrever barreiras geossintéticas com base em valores declarados das características relevantes para o uso pretendido, quando ensaiados pelos métodos apropriados. Também inclui procedimentos de avaliação de conformidade, controle de fabricação e análise de durabilidade.

Esta recomendação pode ser usada por projetistas, usuários finais e outras partes interessadas como ferramenta para definir quais funções, propriedades e condições de utilização são importantes para o bom desempenho da obra.

## 1 ESCOPO

Esta recomendação especifica as características relevantes barreiras geossintéticas, incluindo barreiras poliméricas (também conhecidas como geomembranas poliméricas) e barreiras argilosas (também conhecidas como GCL), quando usadas como barreira para controle e desvio de fluxo na construção de: barragens, reservatórios, canais, túneis e outras estruturas subterrâneas, áreas de disposição de resíduos líquidos, estações de transferência ou contenção secundária, áreas de armazenamento e disposição de resíduos sólidos e trabalhos de infraestrutura, bem como os métodos de ensaio apropriados para determinar estas características.

NOTA Casos especiais de aplicação ou especificação podem conter requisitos relacionados a propriedades adicionais e outros métodos de ensaio, desde que tecnicamente relevantes e não conflitantes com as normas brasileiras ou recomendações IGS e IGSBrasil.

Esta Parte 2 da recomendação não se aplica a geotêxteis e produtos correlatos cujos requisitos estão especificados na Parte 1.

Esta recomendação indica procedimentos para avaliação de conformidade do produto, para controle de fabricação e análise de durabilidade, e define os requisitos a serem seguidos por fabricantes e distribuidores com vistas a apresentação das propriedades do produto.

Este documento não cobre aplicações nas quais a barreira geossintética estará em contacto com água tratada para consumo humano, sendo que neste caso o projetista deve também se referir a outras normas, requisitos e regulamentos relevantes para este tipo de aplicação.

Este documento não cobre aplicações nas quais a barreira geossintética é instalada em regiões de baixas temperaturas sujeitas a congelamento, sendo que neste caso o projetista deve também se referir a outras normas relevantes para este tipo de aplicação.

SUMÁRIO GERAL »

NORMAS »

TERMOS E ABREV. »

CARACTERÍSTICAS »

CONFORMIDADE »

DURABILIDADE »

## 2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

### SUMÁRIO GERAL »

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta recomendação:

ASTM D570 Standard Test method for water absorption of plastics  
 ASTM D696 Standard test method for coefficient of linear thermal expansion of plastics between -30 °C and 30°C with a vitreous silica dilatometer.  
 ASTM D792 Standard test methods for density and specific gravity of plastics by displacement  
 ASTM D1004 Standard test method for tear resistance (Graves Tear) of plastic film and sheeting  
 ASTM D1203 Stand. test methods for volatile loss from plastics using activated carbon methods  
 ASTM D1434 Standard test method for determining gas permeability characteristics of plastic film and sheeting  
 ASTM D1505 Standard test method for density of plastics by the density-gradient technique  
 ASTM D1603 Standard Test Method for Carbon Black Content in Olefin Plastics  
 ASTM D4218 Standard Test Method for Determination of Carbon Black Content in Polyethylene Compounds By the Muffle-Furnace Technique  
 ASTM D5397 Standard test method for evaluation of stress crack resistance of polyolefin geomembranes using notched constant tensile load test  
 ASTM D5596 Standard Test Method For Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics  
 ASTM D5617 Standard Test Method for Multi-Axial Tension Test for Geosynthetics  
 ASTM D5721 Standard Practice for Air-Oven Aging of Polyolefin Geomembranes  
 ASTM D5747 Standard practice for tests to evaluate the chemical resistance of geomembranes to liquids  
 ASTM D5819, Standard guide for selecting test methods for experimental evaluation of geosynthetic durability  
 ASTM D5885, Standard test method for oxidative induction time of polyolefin geosynthetics by high pressure differential scanning calorimetry  
 ASTM D5887 Standard test method for measurement of index flux through saturated geosynthetic clay liner specimens using a flexible wall permeameter  
 ASTM D5890 Standard test method for swell index of clay mineral component of GCL  
 ASTM D6141 Standard guide for screening clay portion of GCL for chemical compatibility to liquids  
 ASTM D7238 Standard Test Method for Effect of Exposure of Unreinforced Polyolefin Geomembrane Using Fluorescent UV Condensation Apparatus  
 ASTM G151 Standard practice for exposing non-metallic materials in accelerated test devices that use laboratory light sources  
 ASTM G155 Stand. practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non metallic materials  
 ASTM G160, Standard practice for evaluating microbial susceptibility of nonmetallic materials by laboratory soil burial

EN 12224 GTX&GRP Determination of the resistance to weathering  
 EN 12225 GTX&GRP- Method for determining the microbiological resistance by a soil burial test  
 EN12226 GSY - General tests for evaluation following durability testing  
 EN 14150 GBR – Determination of permeability to liquids  
 EN 14151 GSY - Determination of burst strength  
 EN 14196 GSY – Test method for measuring mass per unit area of clay geosynthetic barriers  
 EN 14414 GSY – Screening test method for determ. chemical resistance for landfill applications  
 EN 14415 GBR-Test method for determining the resistance to leaching  
 EN 14416 GBR – Test method for determining the resistance to roots  
 EN 14417 GBR – Test method for the determination of the influence of wetting-drying cycles on the permeability of clay geosynthetic barriers  
 EN 14575 GBR – Screening test method for determining the resistance to oxidation  
 ISO 62 Plastics — Determination of water absorption  
 ISO 175 Plastics — Methods of test for the deter. of the effects of immersion in liquid chemicals  
 ISO 527-1 e 4 Plastics -- Determination of Tensile Properties  
 ISO 1183-1 Plastics -- Methods for determining the density of non-cellular plastics -- Part 1: Immersion method, liquid pyknometer method and titration method  
 ISO 4892-2 Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources — Part 2: Xenon-arc lamps  
 ISO 9001 Quality management systems -- Requirements  
 ISO 11357-6 Plastics — Differential scanning calorimetry (DSC) — Part 6: Determination of oxidation induction time (isothermal OIT) and oxidation induction temperature (dynamic OIT)  
 ISO 11925-2 Reaction to fire tests - Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame - Part 2: Single-flame source test  
 ISO 13434 GSY- Guidelines for the assessment of durability  
 ISO 13438 GTX&GRP- Screening test method for determining the resistance to oxidation  
 NBR 15856 Geomembranas e produtos correlatos — Determinação das propriedades de tração  
 NBR ISO 9862 GSY Amostragem e preparação de corpos de prova  
 NBR ISO 9863-1 GSY Determinação da espessura a presses especificadas – Parte 1 Camada única  
 NBR ISO9864 GYS – Determinação da massa por unidade de área  
 NBR ISO 10318 GSY Termos e definições  
 NBR ISO 10319 GTX&PC-Resistência à tração – ensaio de faixa larga  
 NBR ISO 10320 GTX&PC – Identificação para fornecimento  
 NBR ISO 12236 GTX & PC – Ensaio de punção estático (punção CBR)  
 NBR ISO 12957-1 GYS Determinação das características de atrito – Parte 1 –Cisalramento direto  
 NBR ISO12957-2 GYS – Determinação das características de atrito – Parte 2 – Plano inclinado  
 NBR ISO 18553:Método para avaliação do grau de dispersão de pigmentos ou negro-de-fumo em tubos, conexões e compostos poliolefinicos

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)

## 3 TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIACÕES

SUMÁRIO GERAL »

Este texto considera os termos definidos na Norma NBR ISO 10318: 2013, os definidos na Recomendação IGSBR 003:2013<sup>1</sup> e as seguintes abreviações:

### Características

- CC- características controladas
- CB-características básicas para todas as condições de aplicação
- CE características específicas para certas condições

### Processos

- CF controle de fabricação
- CMD direção transversal à de fabricação
- MD direção de fabricação
- VT Valor de Tolerância

### Produtos

- GBR-P barreira geossintética polimérica  
(também conhecida como geomembrana polimérica)
- GBR-C barreira geossintética argilosa  
(também conhecida como GCL).

### Polímeros

- EPDM Monômero de etileno polipropileno dieno
- Fpp Polipropileno flexível
- HDPE Polietileno de alta densidade (PEAD)
- PVC policloreto de vinila

<sup>1</sup> IGSBR 003 – Geossintéticos: Termos e Definições Complementares, Associação Brasileira de Geossintéticos – IGSBrasil, disponível em <http://www.igsbrasil.org.br>

SUMÁRIO GERAL »

NORMAS »

TERMOS E ABREV. »

CARACTERÍSTICAS »

CONFORMIDADE »

DURABILIDADE »

## 4 CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS

[SUMÁRIO GERAL »](#)

### 4.1 Introdução

### 4.2 Características relevantes por aplicação

#### 4.2.1 Emprego na construção de barragens, reservatórios e canais

#### 4.2.2 Emprego na construção de túneis e obras subterrâneas

#### 4.2.3 Emprego na construção de áreas de armazenamento e disposição de resíduos sólidos

#### 4.2.4 Emprego na construção em áreas de disposição de resíduos líquidos, estações de transferência e contenções secundárias

#### 4.2.5 Emprego em Obras de Infraestrutura de Transportes

#### 4.3 Características relevantes para condições de uso específicas

### 4.1 Introdução

As principais propriedades características, sua relevância para as condições de uso e o método de ensaio a ser empregado para determiná-las, são apresentados em tabelas específicas para cada uma das aplicações objeto desta recomendação. A lista de propriedades características relevantes de cada tabela separa estas propriedades em:

- características controladas (CC),
- características básicas para todas as condições de aplicação (CB) e
- características específicas para certas condições (CE).

Nestas tabelas a indicação "--" significa que esta característica não é relevante para a função

Quando uma mesma propriedade deve atender a mais de uma função, a seguinte ordem deve ser considerada: "CC" sobrepõe-se a "CB", "CB" sobrepõe-se a "CE", "CE" sobrepõe-se a "--". As funções e condições de uso correspondendo às características marcadas com "CE" nas tabelas relacionadas a cada aplicação, são especificadas no item 4.3. Como a função separação é sempre usada em conjunto com outra função, não deve ser especificada isoladamente.

O fabricante do produto deve fornecer os valores das propriedades obtidos com os métodos de ensaio indicados nesta recomendação, como descrito no [item 5.1](#).

Para a avaliação dos aspectos de durabilidade, as regras descritas no [item 6](#) devem ser observadas.

NOTA: Casos particulares de aplicação podem requerer propriedades adicionais, preferencialmente a partir de métodos de ensaio padronizados.

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)



## 4.2 Características relevantes por aplicação

### 4.2.1 Emprego na construção de barragens, reservatórios e canais

[SUMÁRIO GERAL »](#)

A principal função das barreiras geossintéticas empregadas na construção de barragens, reservatórios e canais é prevenir ou reduzir o fluxo do fluido através da estrutura. Danos durante a instalação não são abordados neste documento. As características relevantes e os métodos de ensaio a serem empregados para determiná-las estão apresentados na Tabela 4.1.

Como normalmente não se aplicam barreiras geossintéticas na face à jusante de barragens (face que não está submersa), este caso não é considerado nesta recomendação.

As aplicações mais usuais são:

- a) barreiras cobertas durante a vida de serviço do produto – barreiras que recebem uma camada de revestimento ou camada de proteção,
- b) barreiras não cobertas durante a vida de serviço – barreiras que não recebem camada de revestimento ou de proteção.

Tabela 4.1 Barreiras geossintéticas empregadas na construção de barragens, reservatórios e canais – funções, características relacionadas e métodos de ensaio a serem empregados.

Características a serem ensaiadas		GBR-P			GBR-C	
		Cobertas em serviço	Não cobertas	Método de ensaio	Cobertas em serviço	Método de ensaio
físicas	Espessura	CC	CC	NBR ISO 9863-1	CB	NBR ISO 9863-1
	Densidade	CC	CC	ISO1183-1 <sup>1</sup>	-	
	Massa por unidade de área	--	--		CC	EN 14196
hidráulicas	Permeabilidade à água	-	-		CC	ASTMD5887
	Índice de expansão	-	-		CC	ASTMD5890
mecânicas	Resistência à tração <sup>2</sup>	CC	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CC	NBR ISO 10319
	Alongamento na carga máxima	CC	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CB	NBR ISO 10319
	Puncionamento estático	CC	CC	NBR ISO12236	CC	NBR ISO 12236
	Resistência ao rasgo	CB	CB	ASTM D 1004	-	
	Resistência ao estouro	CE	CE	EN 14151 ou ASTMD5617	CE	EN14151 ou ASTMD5617 <sup>3</sup>
	Características de atrito	CE	-	NBR ISO12957 Parte 1 ou 2	CE	NBR ISO12957 Parte 1 ou 2 <sup>4</sup>
	Expansão térmica	CB	CB	ASTM D 696	-	-
Durabilidade e resistência química (ver item 6)	Conteúdo de negro de fumo	CC	CC	ASTM D 4218 ou D 1603	-	
	Dispersão de negro de fumo	CC	CC	ASTM D 5596 ou NBR ISO 18553	-	
	Resistência ao intemperismo <sup>5</sup>	CC	CC	EN 12224 ou ASTM D7238	CE	EN 12224
	Resistência à degradação microbiológica	CB	CB	EN 12225 ou ASTM G160	CB	EN 12225 ou ASTM G160
	Resistência à oxidação	CC	CC	EN 14575 ou ASTM D5721	CC	ISO13438 <sup>6</sup>
	Stress cracking <sup>7</sup>	CC	CC	ASTM D 5397	CE	ASTM D 5397
	Lixiviação	CB	CB	EN 14415	CB	EN 14415
	Resistência Química	CE	CE	ASTM D5747 ou EN 14414 ou ISO175	CE	ASTM D6141 <sup>8</sup>
	Umidecimento/secagem	-	-	-	CE	EN 14417
	Penetração de raízes	CE	CE	EN 14416	CE	EN 14416
Relevância:		CC Característica relevante controlada CB relevante para todas as condições de uso		CE relevante para condições de uso específicas (ver 4.3) -- não relevante para a função		
<sup>1</sup> Ou ASTM D792 ou D1505				<sup>5</sup> O ensaio deve atender as condições do item 6.3.		
<sup>2</sup> Para GBR-P reforçadas deve ser usada a ISO 527 partes 1 e 4, corpo de prova tipo 2 com 50mm de largura e velocidade de 5mm/min. Indique em todos os casos a máxima resistência medida de acordo com o método de ensaio.				<sup>6</sup> GBR-C somente aplicável aos elementos poliméricos. A ASTMD5721 pode ser usada em substituição a EN14575, desde que cumpra as condições do item 6.		
<sup>3</sup> Apenas para elemento de GBR-P, se houver				<sup>7</sup> GBR-C: somente ao GBR-P, se houver		
<sup>4</sup> Para determinar a resistência interna das ligações de GBR-C um ensaio de cisalhamento interno deve ser aplicado				<sup>8</sup> ASTM D6141 apenas para a fração argila, os geossintéticos devem ser avaliados com as normas respectivas		

## 4.2.2 Emprego na construção de túneis e estruturas subterrâneas

[SUMÁRIO GERAL »](#)

A principal função das barreiras geossintéticas empregadas na construção de túneis e estruturas subterrâneas é controlar o fluxo do fluido através das paredes da estrutura. As características relevantes e os métodos de ensaio a serem empregados para determiná-las estão apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Barreiras geossintéticas empregadas em túneis e estruturas subterrâneas – funções, características relacionadas e métodos de ensaio a serem empregados.

Características a serem ensaiadas		GBR-P		GBR-C	
		Relevância	Método de ensaio	Relevância	Método de ensaio
físicas	Espessura	CC	NBR ISO 9863-1	-	
	Densidade	CC	ISO1183-1 <sup>1</sup>	-	
	Massa por unidade de área	--		CC	EN 14196
hidráulicas	Permeabilidade à líquidos	CE	EN 14150	CC	ASTMD5887
	Permeabilidade ao gás	CE	ASTM D 1434		
	Índice de expansão	-		CC	ASTMD5890
mecânicas	Resistência à tração	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CC	NBR ISO 10319
	Alongamento na carga máxima	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CB	NBR ISO 10319
	Puncionamento estático	CC	NBR ISO12236	CC	NBR ISO 12236
	Resistência ao rasgo	CB	ASTM D 1004	-	
	Resistência ao estouro	CE	EN 14151 ou ASTMD5617	CE	EN14151 ou ASTMD5617 <sup>3</sup>
	Expansão térmica	CB	ASTM D 696	-	
Durabilidade e resistência química (ver item 6)	Conteúdo de negro de fumo	CC	ASTM D 4218 ou D 1603	-	
	Dispersão de negro de fumo	CC	ASTM D 5596 ou NBR ISO 18553	-	
	Resistência ao intemperismo <sup>4</sup>	CE	EN 12224 ou ASTM D7238		
	Resistência à degradação microbiológica	CE	EN 12225 ou ASTM G160	CE	EN 12225 ou ASTM G160
	Resistência à oxidação	CC	EN 14575 ou ASTM D5721	CC	ISO13438 <sup>5</sup>
	Stress cracking <sup>6</sup>	CC	ASTM D 5397	CE	ASTM D 5397
	Lixiviação	CB	EN 14415	CB	EN 14415
	Resistência Química	CE	ASTM D5747 ou EN 14414 ou ISO175	CE	ASTM D6141 <sup>7</sup>
	Umidecimento/secagem	-	-	CE	EN 14417
	Penetração de raízes	CE	EN 14416	CE	EN 14416
	Reação ao fogo <sup>8</sup>	CB	ISO11925-2	CB	ISO11925-2

Relevância: CC Característica relevante controlada  
CB relevante para todas as condições de uso  
CE relevante para condições de uso específicas (ver 4.3)  
-- não relevante para a função

<sup>1</sup> Ou ASTM D792 ou D1505  
<sup>2</sup> Para GBR-P reforçadas deve ser usada a ISO 527 partes 1 e 4, corpo de prova tipo 2 com 50mm de largura e velocidade de 5mm/min. Indique em todos os casos a máxima resistência medida de acordo com o método de ensaio.  
<sup>3</sup> Apenas para elemento de GBR-P, se houver  
<sup>4</sup> O ensaio deve atender as condições do item 6.3  
<sup>5</sup> GBR-C somente aplicável aos elementos poliméricos. A ASTMD5721 pode ser usada em substituição a EN14575, desde que cumpra as condições do item 6.  
<sup>6</sup> GBR-C: somente ao GBR-P, se houver  
<sup>7</sup> ASTM D6141 apenas para a fração argila, os geossintéticos devem ser avaliados com as normas respectivas  
<sup>8</sup> Apenas ensaio em armação de metal



### 4.2.3 Emprego na construção de áreas de armazenamento e disposição de resíduos sólidos

A função principal de barreiras geossintéticas empregadas na construção de áreas de armazenamento e disposição de resíduos sólidos é prevenir o movimento de fluidos através da construção e prevenir que o percolado proveniente dos materiais dispostos penetre no solo circundante. Isto inclui o emprego destas barreiras como revestimento basal, lateral ou de cobertura. Danos durante a instalação não são abordados neste documento. As características relevantes e os métodos de ensaio a serem empregados para determiná-las estão apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Barreiras geossintéticas usadas na construção de áreas de armazenamento e disposição de resíduos sólidos – funções, características relacionadas e métodos de ensaio a serem empregados..

Características a serem ensaiadas		GBR-P		GBR-C	
		Relevância	Método de ensaio	Relevância	Método de ensaio
físicas	Espessura	CC	NBR ISO 9863-1	CB-	NBR ISO 9863-1
	Densidade	CC	ISO1183-1 <sup>1</sup>	-	
	Massa por unidade de área	--		CC	EN 14196
hidráulicas	Permeabilidade à líquidos	CB	EN 14150	CC	ASTMD5887
	Permeabilidade ao gás	CE	ASTM D 1434		
	Índice de expansão	-		CC	ASTMD5890
mecânicas	Resistência à tração	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CC	NBR ISO 10319
	Alongamento na carga máxima	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CB	NBR ISO 10319
	Puncionamento estático	CC	NBR ISO12236	CC	NBR ISO 12236
	Resistência ao rasgo	CB	ASTM D 1004	-	
	Resistência ao estouro	CE	EN 14151 ou ASTMD5617	CE	EN14151 ou ASTMD5617 <sup>3</sup>
	Características de atrito	CE	NBR ISO 12957-1 ou 2	CE	NBR ISO 12957-1 ou 2 <sup>4</sup>
	Expansão térmica	CB	ASTM D 696	-	-
Durabilidade e resistência química (ver item 6)	Conteúdo de negro de fumo	CC	ASTM D 4218 ou D 1603	-	
	Dispersão de negro de fumo	CC	ASTM D 5996 ou NBR ISO 18553	-	
	Resistência ao intemperismo <sup>5</sup>	CC	EN 12224 ou ASTM D7238	CE	EN 12224
	Resistência à degradação microbológica	CE	EN 12225 ou ASTM G160	CE	EN 12225 ou ASTM G160
	Resistência à oxidação	CC	EN 14575 ou ASTM D5721	CC	ISO13438 <sup>6</sup>
	Stress cracking <sup>7</sup>	CC	ASTM D 5397	CE	ASTM D 5397
	Lixiviação	CB	EN 14415	CB	EN 14415
	Resistência Química	CB	ASTM D5747 ou EN 14414 ou ISO175	CB	ASTM D6141 <sup>8</sup>
	Umidecimento/secagem	-	-	CE	EN 14417
	Penetração de raízes	CE	EN 14416	CE	EN 14416
Relevância:		CC Característica relevante controlada CB relevante para todas as condições de uso		CE relevante para condições de uso específicas (ver 4.3) -- não relevante para a função	
		<sup>1</sup> Ou ASTM D792 ou D1505		interno ou pelagem pode ser aplicado	
		<sup>2</sup> Para GBR-P reforçadas deve ser usada a ISO 527 partes 1 e 4, corpo de prova tipo 2 com 50mm de largura e velocidade de 5mm/min. Indique em todos os casos a máxima resistência medida de acordo com o método de ensaio.		<sup>6</sup> O ensaio deve atender as condições do item 6.3	
		<sup>3</sup> Apenas para elemento de GBR-P, se houver		<sup>5</sup> GBR-C somente aplicável aos elementos poliméricos. A ASTMD5721 pode ser usada em substituição a EN14575, desde que cumpra as condições do item 6	
		<sup>4</sup> Para determinar a resistência interna das ligações de GBR-C um ensaio de cisalhamento		<sup>7</sup> GBR-C: somente ao GBR-P, se houver	
				<sup>8</sup> D6141 apenas para a fração argila, os GSY devem ser avaliados com as normas respectivas	

## 4.2.4 Emprego na construção em áreas de disposição de resíduos líquidos, estações de transferência e contenções secundárias

[SUMÁRIO GERAL »](#)

A função principal de barreiras geossintéticas empregadas na construção de áreas de disposição de resíduos líquidos, estações de transferência para resíduos líquidos e contenções secundárias para líquidos é prevenir ou reduzir o movimento de fluidos através da estrutura. Isto inclui o emprego destas barreiras como revestimento basal, lateral ou como cobertura flutuante. Danos durante a instalação não são abordados neste documento. As características relevantes e os métodos de ensaio a serem empregados para determiná-las estão apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 Barreiras geossintéticas empregadas na construção de áreas de disposição de resíduos líquidos – funções, características relacionadas e métodos de ensaio a serem empregados.

Características a serem ensaiadas		GBR-P		GBR-C	
		Relevância	Método de ensaio	Relevância	Método de ensaio
físicas	Espessura	CC	NBR ISO 9863-1	CB	NBR ISO 9863-1
	Densidade	CC	ISO1183-1 <sup>1</sup>	-	
	Massa por unidade de área	--		CC	EN 14196
hidráulicas	Permeabilidade à líquidos	CE	EN 14150	CC	ASTMD5887
	Permeabilidade ao gás	CE	ASTM D 1434		
	Índice de expansão	-		CC	ASTMD5890
mecânicas	Resistência à tração	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CC	NBR ISO 10319
	Alongamento na carga máxima	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CB	NBR ISO 10319
	Puncionamento estático	CC	NBR ISO12236	CC	NBR ISO 12236
	Resistência ao rasgo	CE	ASTM D 1004	-	
	Resistência ao estouro	CE	EN 14151 ou ASTMD5617	CE	EN14151 ou ASTMD5617 <sup>3</sup>
	Características de atrito	CE	NBR ISO 12957-1 ou 2	CE	NBR ISO 12957-1 ou 2 <sup>4</sup>
	Expansão térmica	CB	ASTM D 696	-	-
Durabilidade e resistência química (ver item 6)	Conteúdo de negro de fumo	CC	ASTM D 4218 ou D 1603	-	
	Dispersão de negro de fumo	CC	ASTM D 5596 ou NBR ISO 18553	-	
	Resistência ao intemperismo <sup>5</sup>	CC	EN 12224 ou ASTM D7238	CE	EN 12224
	Resistência à degradação microbiológica	CB	EN 12225 ou ASTM G160	CB	EN 12225 ou ASTM G160
	Resistência à oxidação	CC	EN 14575 ou ASTM D5721	CC	ISO13438 <sup>6</sup>
	Stress cracking <sup>7</sup>	CC	ASTM D 5397	CE	ASTM D 5397
	Lixiviação	CB	EN 14415	CB	EN 14415
	Resistência Química	CB	ASTM D5747 ou EN 14414 ou ISO175	CB	ASTM D6141 <sup>8</sup>
	Umidecimento/secagem	-	-	CE	EN 14417
	Penetração de raízes	CE	EN 14416	CE	EN 14416
Relevância: CC Característica relevante controlada CB relevante para todas as condições de uso		CE relevante para condições de uso específicas (ver 4.3) -- não relevante para a função			
<sup>1</sup> Ou ASTM D792 ou D1505		interno ou pelagem pode ser aplicado			
<sup>2</sup> Para GBR-P reforçadas deve ser usada a ISO 527 partes 1 e 4, corpo de prova tipo 2 com 50mm de largura e velocidade de 5mm/min. Indique em todos os casos a máxima resistência medida de acordo com o método de ensaio.		<sup>3</sup> O ensaio deve atender as condições do item 6.3			
<sup>3</sup> Apenas para elemento de GBR-P, se houver		<sup>6</sup> GBR-C somente aplicável aos elementos poliméricos. A ASTMD5721 pode ser usada em substituição a EN14575, desde que cumpra as condições do item 6.			
<sup>4</sup> Para determinar a resistência interna das ligações de GBR-C um ensaio de cisalhamento		<sup>7</sup> GBR-C: somente ao GBR-P, se houver			
		<sup>8</sup> D6141 apenas para a fração argila, os GSY devem ser avaliados com as normas respectivas			

## 4.2.5 Emprego na infraestrutura dos transportes

[SUMÁRIO GERAL »](#)

Este item se refere às características relevantes de barreiras geossintéticas empregadas nos trabalhos de infraestrutura dos transportes tais como: estradas, ferrovias, pistas de aeroportos, e os métodos de ensaio correspondentes. Túneis e outras estruturas subterrâneas são discutidos em 4.2.2.

A função principal de barreiras geossintéticas empregadas nestas obras é controlar o fluxo de líquidos através da construção e limitar eventual contaminação das águas subterrâneas ou nascentes. Danos durante a instalação não são abordados neste documento. As características relevantes e os métodos de ensaio a serem empregados para determiná-las estão apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 Barreiras geossintéticas empregadas em obras de infraestrutura – funções, características relacionadas e métodos de ensaio a serem empregados.

Características a serem ensaiadas		GBR-P		GBR-C	
		Relevância	Método de ensaio	Relevância	Método de ensaio
físicas	Espessura	CC	NBR ISO 9863-1	CB	NBR ISO 9863-1
	Densidade	CC	ISO1183-1 <sup>1</sup>	-	
	Massa por unidade de área	--		CC	EN 14196
hidráulicas	Permeabilidade à água	--		CC	ASTMD5887
	Índice de expansão	-		CC	ASTMD5890
mecânicas	Resistência à tração	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CC	NBR ISO 10319
	Alongamento na carga máxima	CC	NBR 15856 <sup>2</sup>	CB	NBR ISO 10319
	Puncionamento estático	CC	NBR ISO12236	CC	NBR ISO 12236
	Resistência ao rasgo	CB	ASTM D 1004	-	
	Resistência ao estouro	CE	EN 14151 ou ASTMD5617	CE	EN14151 ou ASTMD5617 <sup>3</sup>
	Características de atrito	CE	NBR ISO 12957-1 ou 2	CE	NBR ISO 12957-1 ou 2 <sup>4</sup>
	Expansão térmica	CB	ASTM D 696	-	
Durabilidade e resistência química (ver item 6)	Conteúdo de negro de fumo	CC	ASTM D 4218 ou D 1603	-	
	Dispersão de negro de fumo	CC	ASTM D 5596 ou NBR ISO 18553	-	
	Resistência ao intemperismo <sup>5</sup>	CC	EN 12224 ou ASTM D7238	CE	EN 12224
	Resistência à degradação microbológica	CB	EN 12225 ou ASTM G160	CB	EN 12225 ou ASTM G160
	Resistência à oxidação	CC	EN 14575 ou ASTM D5721	CC	ISO13438 <sup>6</sup>
	Stress cracking <sup>7</sup>	CC	ASTM D 5397	CE	ASTM D 5397
	Lixiviação	CB	EN 14415	CB	EN 14415
	Resistência Química	CE	ASTM D5747 ou EN 14414 ou ISO175	CE	ASTM D6141 <sup>8</sup>
	Umidecimento/secagem	-	-	CE	EN 14417
	Penetração de raízes	CE	EN 14416	CE	EN 14416
Relevância: CC Característica relevante controlada CB relevante para todas as condições de uso		CE relevante para condições de uso específicas (ver 4.3) -- não relevante para a função			
<sup>1</sup> Ou ASTM D792 ou D1505		interno ou pelagem pode ser aplicado			
<sup>2</sup> Para GBR-P reforçadas deve ser usada a ISO 527 partes 1 e 4, corpo de prova tipo 2 com 50mm de largura e velocidade de 5mm/min. Indique em todos os casos a máxima resistência medida de acordo com o método de ensaio.		<sup>6</sup> O ensaio deve atender as condições do item 6.3			
<sup>3</sup> Apenas para elemento de GBR-P, se houver		<sup>5</sup> GBR-C somente aplicável aos elementos poliméricos. A ASTMD5721 pode ser usada em substituição a EN14575, desde que cumpra as condições do item 6			
<sup>4</sup> Para determinar a resistência interna das ligações de GBR-C um ensaio de cisalhamento		<sup>7</sup> GBR-C: somente ao GBR-P, se houver			
		<sup>8</sup> D6141 apenas para a fração argila, os GSY devem ser avaliados com as normas respectivas			

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)

## 4.3 Características relevantes para condições de uso específicas

[SUMÁRIO GERAL »](#)

### 4.3.1 Introdução

A especificação de projeto (ver Recomendação IGSBrasil IGSBR 003:2013<sup>1</sup>) deve definir para cada aplicação quais funções e condições de uso são relevantes considerando o apresentado nas Tabelas 4.1 a 4.5. O fabricante do produto deve fornecer os valores das características de controle (**CC**) necessárias com base nos requisitos e métodos de ensaio descritos nesta recomendação. A lista de características das Tabelas 4.1 a 4.5 inclui as Características de Controle (**CC**), aquelas relevantes para todas as condições de uso (**CB**), e aquelas relevantes para condições de uso específicas (**CE**). As condições específicas estão apresentadas de 4.3.2 a 4.3.10 e estão associadas a necessidades específicas de projeto.

### 4.3.2 Permeabilidade a líquidos

Dados sobre a permeabilidade a líquidos são necessários quando a passagem de fluidos possa colocar em risco a saúde, a segurança e eficiência da obra, ou quando houver risco ao meio ambiente. A decisão de incluir este requisito deve ser tomada pelo projetista.

NOTA: É importante lembrar que para a barreira geossintética cumprir corretamente sua função, é preciso que o controle de qualidade da instalação e os procedimentos construtivos possam garantir a integridade do produto durante sua vida de serviço pois danos durante a fase construtiva podem gerar situações de fluxo através da barreira bem mais significativos que os relacionados à sua permeabilidade característica.

### 4.3.3 Permeabilidade ao gás

Dados sobre a permeabilidade ao gás são necessários quando existirem gases no solo que possam colocar em risco a saúde ou a segurança, quando eles forem ambientalmente induzidos ou quando de coberturas em áreas de disposição de resíduos sólidos ou líquidos. A decisão de incluir este requisito deve ser tomada pelo projetista.

NOTA: Uma GBR-C só pode ser usada como única barreira ao gás quando houver garantia de que ela permaneça hidratada durante sua atuação como barreira. No momento ainda não existe norma de ensaio publicada para avaliar a permeabilidade ao gás deste tipo de barreira.

### 4.3.4 Resistência ao rasgo

Dados de resistência ao rasgo de barreiras poliméricas são necessários quando são instaladas em taludes ou superfícies inclinadas ou se o produto for exposto a solicitações mecânicas.

### 4.3.5 Resistência ao estouro ou multi axial

Dados de resistência ao estouro ou multi axial são necessários nas aplicações nas quais a deformação multi axial das barreiras geossintéticas puder ocorrer como resultado de recalques, deformações de projeto ou situações acidentais.

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)

### 4.3.6 Características de atrito

Dados de características de atrito são necessários para as funções separação e filtração quando o produto é aplicado numa situação onde um movimento diferencial pode ocorrer entre o produto e o material adjacente, podendo colocar em perigo a estabilidade dos trabalhos. As características de atrito podem ser medidas por um ensaio de cisalhamento direto ou, no caso de cargas normais inferiores a 50 kPa, por um ensaio de plano inclinado.

Estas normas prevêm ensaio com material padrão ou usando materiais de campo específicos.

NOTA 1: Além das informações sobre atrito de interface, informações sobre a resistência das ligações internas do GBR-C (por exemplo, o agulhamento que une os geotêxteis das faces), na direção da solicitação podem ser relevantes. Um ensaio de cisalhamento ou descolamento pode ser apropriado, particularmente em taludes ou aplicações onde solicitações em cisalhamento podem ocorrer, por exemplo, durante a instalação.

NOTA 2: Recomenda-se que em casos específicos ensaios com material de campo sejam realizados para a determinação correta das características de atrito entre todos os materiais empregados.

### 4.3.7 Resistência química

Em função da aplicação, dos líquidos envolvidos ou do substrato no qual a barreira for instalada, ensaios de resistência a elementos químicos devem ser realizados.

### 4.3.8 Intemperismo

Dados sobre intemperismo (efeito combinado de ciclos de umedecimento, variação de temperatura e exposição a raios UV) são necessários para aplicações nas quais GBR-C são expostas ao intemperismo sem uma camada de proteção adequada. É importante considerar que em todas as situações normais barreiras argilosas deveriam ser cobertas com solo ou outro revestimento no mesmo dia da instalação ou anteriormente a que qualquer circunstância possa causar a hidratação do componente argila

### 4.3.9 Resistência ao umedecimento e secagem

Dados sobre a resistência de GBR-C a ciclos de umedecimento e secagem são necessários quando as condições de uso do produto puderem submetê-lo a esta condição.

NOTA: Produtos instalados próximo à superfície estão sempre sujeitos a períodos de seca.

### 4.3.10 Resistência à penetração de raízes

Dados sobre penetração de raízes são necessários em todas as aplicações nas quais o geossintético é exposto a solos com vegetação de recuperação.

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)

## 5 AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

[SUMÁRIO GERAL »](#)

### 5.1 Apresentação das características

#### 5.2 Controle de fabricação

##### 5.2.1 Ensaios de controle

##### 5.2.2 Manual de Controle de Fabricação

##### 5.2.3 Procedimentos de controle de fabricação

##### 5.2.4 Marcação, etiquetagem e Certificado de Qualidade de Fabricação

### 5.3 Verificação de conformidade dos valores das Características de Controle

#### 5.4 Inspeção da fábrica e do controle de fabricação

### 5.5 Controle de recebimento na obra e aceitação de produto

##### 5.5.1 Conceitos básicos

##### 5.5.2 Controle de Recebimento

##### 5.5.3 Aceitação do produto

## 5.1 Apresentação das características

As propriedades características relevantes classificadas nas Tabelas 4.1 a 4.5 como **CC** (Características de Controle), para cada função a ser desempenhada pelo geossintético, devem ser fornecidas pelo fabricante com base na interpretação estatística das medidas de seu controle de qualidade interno e expressas como valores médios e valores de tolerância correspondendo a 95% do nível de confiança (ver [APENDICE A](#) e IGSBR 003:2013<sup>1</sup>), exceto para a durabilidade. Informações de durabilidade devem ser expressas de acordo com as diretrizes do [item 6](#).

O conjunto das Características de Controle consideradas essenciais para o desempenho de uma dada função em uma aplicação específica, forma o conjunto dos ensaios de controle que o fabricante deve avaliar conforme apresentado em 5.2.

Exames físicos ou ensaios preliminares podem indicar para certos produtos ensaiados, por algum dos métodos de ensaio referenciados nas Tabelas 4.1 a 4.5, valores obtidos situados abaixo (ou acima) do limiar de sensibilidade estabelecido para o método de ensaio. Neste caso particular, o fabricante pode declarar o valor como sendo inferior (ou superior) ao limiar de sensibilidade do ensaio.

<sup>1</sup> IGSBR 003 – Geossintéticos: Termos e Definições Complementares, Associação Brasileira de Geossintéticos – IGSBrasil, disponível em <http://www.igsbrasil.org.br>

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)



## 5.2 Controle de fabricação

[SUMÁRIO GERAL »](#)

### 5.2.1 Ensaios de controle

Ensaios de controle devem ser realizados pelo fabricante para definir os valores das propriedades a serem declaradas para um produto, de modo a satisfazer os requisitos para o emprego de geossintéticos.

Ensaios de controle devem também ser realizados em produtos existentes, quando uma modificação na matéria prima (formulação ou fornecedor) ou no procedimento de fabricação possa afetar as propriedades declaradas ou o uso do produto. Neste caso, os ensaios realizados serão aqueles indicados para as propriedades que possam ser afetadas ou que devem ser confirmadas, e para novas propriedades introduzidas por uma mudança do uso.

O Controle de Fabricação deve definir a frequência dos ensaios para as propriedades relevantes classificadas como CC nas Tabelas 4.1 a 4.5, com ensaios de referência selecionados das características consistentes com as aplicações desejadas para o produto.

As Tabelas [5.1](#) e [5.2](#) resumem estes ensaios e indicam as frequências mínimas de ensaio para as aplicações desta recomendação. Em relação ao controle da matéria prima, o fabricante deve definir os critérios de aceitação tanto da matéria prima como de outros materiais introduzidos no processo e os procedimentos para garantir que estes sejam cumpridos. Os resultados dos ensaios devem ser registrados e estar disponíveis para inspeção.

As amostras para os ensaios de controle devem ser obtidas de acordo com a NBR ISO 9862 da linha de produção normal usando os mesmos materiais e processos de fabricação a serem utilizados para o processo de fabricação completo. O tamanho da amostra deve ser grande o suficiente para permitir determinar as características especificadas nas Tabelas [5.1](#) e [5.2](#). Amostras artesanais, pequenos lotes experimentais e outros

protótipos desenvolvidos podem ser testados pelos mesmos métodos, mas não podem ser usados para estabelecer valores característicos em ensaios de controle.

NOTA: um lote é a quantidade continuamente produzida de um produto para a mesma matéria-prima e de acordo com a mesma especificação de produção. Para geotêxteis tecidos um carretel de urdume, definido como um lote único de elementos de urdidura numa máquina de produção é considerado um lote de fabricação

### 5.2.2 Manual de Controle de Fabricação

Um esquema de controle de fabricação deve ser estabelecido e documentado em manual antes de um produto ser colocado no mercado. Subsequentemente, qualquer mudança fundamental na matéria prima e aditivos, processos de fabricação ou esquema de controle que afete as propriedades ou uso de um produto deve ser registrada neste manual.

O manual deve incluir os procedimentos de controle de fabricação relevantes para as propriedades declaradas, como confirmado pelos ensaios de controle.

### 5.2.3 Procedimentos de controle de fabricação

Os procedimentos de Controle de Fabricação (CF) devem fazer parte do sistema de controle de produção interno para assegurar que cada produto atenda os requisitos e que os valores medidos estejam conformes aos valores declarados.

O fabricante deve estabelecer os itens aplicáveis e registrá-los em seu Manual de Controle de Fabricação. As tarefas do fabricante devem ser descritas em detalhe incluindo os tipos de ensaios a serem realizados e a frequência destes ensaios.

Quando relevante, o procedimento indicado no item [5.3](#) deve ser usado para verificar a conformidade do produto para uma ou mais características.

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)

[SUMÁRIO GERAL »](#)

Tabela 5.1 Características requeridas para ensaios de controle e avaliação de conformidade de produtos para barreira geossintética polimérica.

Características de controle (CC)	(valor médio, valor de tolerância)	Normas	Frequência mínima
Espessura	(mm, -mm)	NBR ISO 9863-1	1 por dia de produção
Densidade	(g/cm <sup>3</sup> , -g/cm <sup>3</sup> )	ISO1183-1ou ASTM D 792 ou D1505	1 por dia de produção
Resistência à tração	(N/mm <sup>2</sup> , -N/mm <sup>2</sup> ) Nas duas direções	NBR 15856	1 por dia de produção
Alongamento na carga máxima	(%, +/-%) Nas duas direções	NBR 15856	1 por dia de produção
Puncionamento estático	(kN,-kN)	NBR ISO 12236	1 por dia de produção
Durabilidade (ver Tabelas 4.1 a 4.5 e item 6)			
Conteúdo de negro de fumo	<b>ver item 6</b>		1 por dia de produção
Dispersão de negro de fumo	<b>ver item 6</b>		1 por dia de produção
Intemperismo	<b>ver item 6</b>		1 por formulação mas não menos que 1 a cada 5 anos <sup>a,b</sup>
Oxidação	<b>ver item 6</b>		1 por formulação mas não menos que 1 a cada 5 anos <sup>a,b</sup>
Stress cracking	<b>ver item 6</b>		1 por formulação mas não menos que 1 a cada 1000t produzidas
<sup>a</sup> "Formulação" inclui tipo e fabricante da material prima especificada e tipo e proporção de todos empregada de todos aditivos e outros componentes			
<sup>b</sup> pode ser testada apenas a menor espessura se produtos tem mesma formulação e processo de fabricação			
NOTA: Quando um fabricante opera mais que uma linha de produção no mesmo local a frequencia de ensaios é por linha de produção.			

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)

[SUMÁRIO GERAL »](#)

Tabela 5.2 Características requeridas para ensaios de controle e avaliação de conformidade de produtos para barreira geossintética argilosa.

Características de controle (CC)	(valor médio, valor de tolerância)	Normas	Frequência mínima
Espessura	(mm, -mm)	NBR ISO 9863-1	1 por mês ou na mudança da formulação <sup>a</sup>
Massa por unidade de área	(g/m <sup>2</sup> , -g/m <sup>2</sup> )	EN 14196	1 por mês ou na mudança da formulação <sup>a</sup>
Índice de expansão	(mL/2g, +/- mL/2g)	ASTMD5890	1 por mês ou na mudança da formulação <sup>a</sup>
Permeabilidade à água	(m/s, +/- m/s)	ASTMD5887	1 por 25000m <sup>2</sup> ou na mudança da formulação <sup>a</sup>
Resistência à tração	(kN/m, -kN/m) Nas duas direções	NBR ISO 10319	1 por 20000m <sup>2</sup> ou na mudança da formulação <sup>a</sup>
Puncionamento estático	(kN,-kN)	NBR ISO 12236	1 por 50000m <sup>2</sup> ou na mudança da formulação <sup>a</sup>
Durabilidade (ver Tabelas 4.1 a 4.5 e item 6 - os elementos poliméricos devem atender os respectivos critérios das Partes 1 e 2)			
<sup>a</sup> “Formulação” inclui tipo e fabricante da material prima especificada e tipo e proporção de todos empregada de todos aditivos e outros componentes			
NOTA: quando um fabricante opera mais que uma linha de produção no mesmo local a frequência de ensaios é por linha de produção.			

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)

### 5.2.4 Marcação, etiquetagem e Certificado de Qualidade de Fabricação

Todo produto geossintético fornecido deve respeitar o indicado na norma NBR ISO 10320. Para que ele possa ser considerado um produto capaz de desempenhar as funções indicadas para a aplicação, é preciso também que um Certificado de Qualidade de Fabricação acompanhe o produto fornecido com as seguintes informações:

- a) Todas as informações exigidas na NBR ISO 10320
- Fabricante (nome da empresa, endereço e CNPJ do fabricante ou importador)
  - Fornecedor (nome da empresa, endereço e CNPJ do fornecedor ou importador)
  - Nome do produto (nome comercial)
  - Tipo do produto
  - Identificação da unidade
  - Massa nominal bruta da unidade
  - Dimensões da unidade

- Massa por unidade de área ( $\text{g/m}^2$ ) (NBR ISO 9864)
  - Polímero(s) principal(is) (para cada elemento constituinte do produto)
  - Classificação do produto usando termos definidos na NBR ISO 10318
- b) As aplicações para as quais o produto foi desenvolvido conforme indicado nesta recomendação;-
- c) Os valores médios e valores de tolerância garantidos pelo fabricante para as características relacionadas às aplicações desempenhadas, classificadas como CC conforme indicado em [4.2](#) e nas Tabelas [5.1](#) e [5.2](#);
- d) A utilização de material reciclado, quando superior a 10% ou não proveniente do processo de fabricação, indicando a porcentagem e a origem deste material;
- e) As condições de estocagem e instalação;
- f) As condições de durabilidade conforme indicado no item 6;
- g) Para produtos certificados, o número do certificado, as condições e o período de validade do certificado, bem como o nome do certificador.
- O [APÊNDICE B](#) apresenta um exemplo de documento acompanhando o produto.

## 5.3 Verificação de conformidade dos valores das Características de Controle

[SUMÁRIO GERAL »](#)

A verificação da conformidade das características com os valores definidos em 5.1 deve ser baseada em medidas feitas em duas amostras representativas (A e B) tomadas em duas bobinas diferentes.

A amostragem deve estar de acordo com a NBR ISO 9862. As características dadas nas Tabelas [5.1](#) e [5.2](#) devem ser medidas de acordo com as normas correspondentes, em corpos de prova preparados da amostra A.

Se os resultados de ensaio para uma característica particular estiverem dentro do valor de tolerância dado pelo fabricante, o produto é aceito como satisfatório em relação a esta característica.

Se os resultados de ensaio para uma característica particular estiverem fora do valor de tolerância, corpos de prova preparados a partir da amostra B devem ser testados.

Se os resultados de ensaio dos corpos de prova da amostra B para as mesmas características estiverem dentro do valor de tolerância dado, o produto é aceito como satisfatório para esta característica. Se os resultados de ensaio estiverem fora do intervalo de tolerância, o produto não é aceito.

NOTA1: O nível de confiança 95% corresponde ao valor médio menos ( e/ou mais) 1,0 valor de tolerância.

NOTA2: O Apêndice B apresenta um exemplo de cálculo do valor de tolerância.

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)

## 5.4 Inspeção da fábrica e do controle de fabricação

Para que a qualidade de um produto seja mantida é recomendável que a empresa tenha certificação ISO 9001, ou que uma inspeção da fábrica e do controle de fabricação seja feita por empresa especializada ou órgão certificador ao menos uma vez ao ano, buscando avaliar se as condições de fabricação são mantidas constantes, e se o fabricante atende aos cuidados

indicados em 5.2.

NOTA: Recomenda-se que o projetista, ao avaliar os produtos que poderiam atender às necessidades do projeto, solicite ao fabricante indicações sobre o procedimento de controle de fabricação e garantia de qualidade do produto, além das características de controle relativas à aplicação e função a desempenhar.

## 5.5 Controle de recebimento na obra e aceitação de produto

### 5.5.1 Conceitos básicos

A Especificação de Projeto (ver IGSBR 003:2013) deve indicar os Critérios de Recebimento na obra e de Aceitação do produto, de modo a garantir que o produto recebido cumpra de fato as necessidades do projeto.

Consideram-se Critérios de Recebimento as condições relativas às verificações

feitas no momento da chegada do produto na obra. Eles estão associados a uma pré-aceitação do produto e incluem verificar se o produto cumpre todos os requisitos indicados em 5.5.2.

Os Critérios de Aceitação do produto estão relacionadas à fase de pré-aceitação (produto satisfaz as Condições de Recebimento) e às exigências de controle de qualidade estabelecidas pelo projetista (ver 5.5.3)

### 5.5.2 Controle de Recebimento

Todo produto entregue na obra deve ser submetido a um controle de recebimento a fim de evitar eventuais falhas e garantir que o produto recebido seja de fato o produto adquirido. Deste modo, para que este controle possa ser realizado corretamente, o produto geossintético a ser entregue na obra deve ter claramente indicados os requisitos descritos no item [5.2.4](#), e a especificação de projeto (ver Rec.IGSBR 003:2014<sup>1</sup>) deve exigir que sejam verificados pelo responsável pelo controle de recebimento em campo todos os aspectos relevantes para a obra, considerando a norma NBR ISO 10320 Geossintéticos: Identificação na obra, os dados da Etiqueta e os aspectos do Certificado de Qualidade de Fabricação acompanhando o produto.

NOTA: O controle de recebimento não deve ser confundido com controle de qualidade para aceitação do produto, nem substituí-lo. Ele objetiva apenas garantir que o produto entregue seja o especificado pelo projetista.

O produto aprovado no Controle de Recebimento é encaminhado para a amostragem da Verificação de Qualidade (ver 5.5.3) e estocagem até a aceitação definitiva do produto e sua instalação na obra. O material recebido deve ser estocado conforme as indicações do fabricante.

### 5.5.3 Aceitação do produto

A aceitação definitiva do produto ocorre após ele ser pré-aceito no Controle de Recebimento e ter sido aprovado na Verificação da Qualidade estabelecida nos critérios de aceitação de produto conforme indicado na Especificação de Projeto. Estes procedimentos são estabelecidos pelo projetista em função da dimensão e responsabilidade da obra, e o procedimento indicado no item [5.3](#) deve ser uma referência também para a aceitação ou recusa de um produto em campo.

<sup>1</sup> IGSBR 003 – Geossintéticos: Termos e Definições Complementares, – IGSBrasil, disponível em <http://www.igsbrasil.org.br>

## 6 ASPECTOS DA DURABILIDADE

### 6.1 Introdução

### 6.2 Avaliação dos ensaios de durabilidade e critérios de aceitação

### 6.3 Intemperismo

#### 6.3.1 Conceitos

#### 6.3.2 Ensaio direto

#### 6.3.3 Avaliação após o período de exposição

### 6.4 Outros fatores

#### 6.4.1 Resistência a micro-organismos

#### 6.4.2 Resistência à penetração de raízes

#### 6.4.3 Resistência ao stress cracking

#### 6.4.4 Resistência à lixiviação

#### 6.4.5 Resistência à oxidação

#### 6.4.6 Resistência química para aplicações em aterros sanitários

### 6.5 Vida de serviço requerida até 5 anos

### 6.6 Vida de serviço requerida até 25 anos

### 6.7 Outras condições de uso

## 6.1 Introdução

A durabilidade de barreiras geossintéticas depende de sua capacidade de resistir aos vários mecanismos que causam degradação e sua avaliação deve seguir as diretrizes da ISO 13434. Este item considera apenas os mecanismos de degradação que podem causar redução das propriedades mecânicas dos materiais componentes do produto, e não discute os aspectos que alteram a permeabilidade. Considera também os aspectos da durabilidade em relação aos tipos de polímero constituintes da barreira, que são utilizados com maior frequência.

Os principais mecanismos que provocam redução das propriedades mecânicas são:

a) Para as barreiras de polietileno sem reforço:

- ataque oxidativo acelerado por temperatura elevada, exposição a raios UV ou solicitações mecânicas repetidas;
- mudança nas propriedades devido ao ataque químico;
- "stress cracking", ou seja, ruptura mecânica da barreira sintética a tensões inferiores à resistência de escoamento, na presença de certos produtos químicos.

b) Para as barreiras de polipropileno com e sem reforço (fPP):

- ataque oxidativo acelerado por exposição a raios UV
- mudança nas propriedades devido ao ataque químico.

c) Para barreiras de policloreto de vinila sem reforço (PVC):

- ataque microbiológico, incluindo a ação de bactérias e fungos e a penetração de raízes;
- lixiviação dos componentes solúveis da barreira geossintética, afetando direta ou indiretamente as propriedades mecânicas ou sua resistência a outras formas de degradação;
- mudança nas propriedades devido ao ataque químico;

d) Para as barreiras de etileno propileno dieno terpolímero com e reforço (EPDM):

- ataque oxidativo acelerado por temperatura elevada ou por exposição a raios UV;
- mudança nas propriedades devido ao ataque químico;
- ataque microbiológico, incluindo a ação de bactérias e fungos e a penetração de raízes.

e) Para barreira argilosas GBR-C (GCL):

- troca iônica e degradação dos aditivos;



- ciclos de umedecimento e secagem;
- durabilidade de elementos poliméricos (geotêxteis, fios, GBR-P) que constituem a barreira.

Os ensaios relevantes para as análises de durabilidade de barreiras geossintéticas poliméricas estão apresentados na Tabela 6.1. Para as barreiras geossintéticas argilosas é relevante avaliar:

- a) a resistência a ciclos de umedecimento/secagem (EN14417)
- b) a resistência retida do geotêxtil e das fibras de agulhamento conforme descrito no item 6 da Parte 1 deste recomendação

c) para produtos nos quais barreiras geossintéticas poliméricas são incorporados, devem ser realizados os ensaios para a barreira polimérica empregada conforme indicado na Tabela 6.1.

A resina usada na fabricação do geossintético (incluindo os elementos de barreira de GBR-C) deve ser virgem e deve conter no máximo 10% de material reciclado. No caso de uso de material reciclado, este deve ser obrigatoriamente oriundo do próprio processo de fabricação, sem incluir material reciclado pós-consumo, conforme a GRI Test Method GM13 (2012)<sup>1</sup>.

NOTA: As barreiras de EPDM e fPP não devem ter nenhum material reciclado, conforme as GRI Test Method GM18 (2012)<sup>2</sup> e GM21 (2012)<sup>3</sup>.

Tabela.6.1 Ensaios relevantes para a durabilidade de barreiras geossintéticas poliméricas ( GBR-P).

ensaio	método	PE	fPP	PVC	EPDM
Conteúdo de negro de fumo	ASTMD4218 ou ASTMD1603	x	x		
Dispersão de negro de fumo	ASTM D 5596 ou NBR ISO18553	x			
Resistência ao intemperismo*	EN12224 ou ASTM D7238	x	x	x	x
Resistência à degradação microbiológica	EN12225 ou ASTM G160	x	x	x	x
Resistência à oxidação	EN14575 ou ASTM D5721	x	x	x	x
Tempo de indução oxidativa (DSC)	ISO11357-6 ou ASTM D5885	x	x	x	X
Resistência ao stress cracking	ASTM D5397	x	x		
Lixiviação	EN14415	x	x	x	x
Perda de voláteis	ASTM D1203		x	x	
Resistência Química	ISO 175 ou ASTM D5747 ou EN14414	x	x	x	x
Penetração de raízes	EN14416			x	x
Absorção/extração de água	ISO 62 ou ASTM D570	x	x	x	x

\*As condições de ensaios devem atender o item 6.3. Para uso de lâmpada Xenon ver ISO 4892-2 ou ASTM G155. A ASTM G151 discute os cuidados para diversos tipos de ensaio.

<sup>1</sup>GRI Test Method GM13 - Standard Specification for Test Methods, Test Properties and Testing Frequency for HDPE Smooth and Textured Geomembranes, Revision 11: December, 2012.

<sup>2</sup>GRI Test Method GM18 - Standard Specification for Test Methods, Test Properties and Testing

Frequencies for fPP and fPP-R Geomembranes, Revision 6: December, 2012.

<sup>3</sup>GRI Test Method GM21 - Standard Specification for Test Methods, Properties, and Frequencies for EPDM Nonreinforced and Scrim Reinforced Geomembranes, Revision 4: December, 2012.

## 6.2 Avaliação dos ensaios de durabilidade e critérios de aceitação

[SUMÁRIO GERAL »](#)

O principal procedimento para avaliação do comportamento de uma barreira geossintética em um ensaio de durabilidade é pela comparação das propriedades em tração (resistência à tração e alongamento na ruptura) dos corpos de prova testados e de corpos de prova da amostra de controle (ver EN12226). Os ensaios de tração apropriados para cada um dos três tipos de barreiras geossintéticas estão especificados nas Tabelas 4.1 a 4.5.

NOTA: Amostra de controle, no caso dos ensaios de durabilidade, é a amostra coletada ao mesmo tempo que a amostra a ser submetida à degradação, obtida de modo que ambas apresentem características o mais próximas possível em função do processo de fabricação. Ela será ensaiada pelo mesmo método de ensaio adotado para a propriedade de referência, mas não é submetida ao processo de degradação em avaliação. A propriedade de referência avaliada após degradação deve ser comparada à mesma propriedade determinada na amostra de controle a fim de

verificar se a redução imposta pela degradação é aceitável.

Quando critérios de aceitação são expressos em termos de propriedades de tração, serão aceitos os geossintéticos cuja alteração da resistência à tração original e do alongamento na ruptura do material seja inferior a 25%. Em casos específicos, métodos de avaliação adicionais são necessários.

No caso de barreiras geossintéticas fabricadas com diferentes espessuras, mas com os mesmos processos de fabricação e formulação, pode ser ensaiada apenas a de menor espessura. Se uma espessura maior for selecionada a fim de atender o nível de comportamento em durabilidade recomendado nos ensaios relevantes, então deve-se fazer todos os ensaios para esta espessura também.

## 6.3 Intemperismo

### 6.3.1 Conceitos

Intemperismo é a degradação de uma barreira geossintética em atmosfera sob condições naturais de luz do sol, precipitação, etc. Trata-se de processo foto-oxidativo, e o principal estimulante é a radiação ultravioleta. Ensaios que permitam avaliar a durabilidade de uma barreira geossintética exposta ao intemperismo podem estar direta ou indiretamente relacionados ao processo de intemperismo.

### 6.3.2 Ensaios diretos

Dois tipos de ensaios diretos costumam ser utilizados: ensaios com tempo real de exposição e ensaios acelerados.

Ensaios com tempo real de exposição são usados para determinar os efeitos de raios UV em vários materiais de construção. Estes ensaios podem fornecer

informações sobre a degradação dos materiais, mas tem a desvantagem de exigir longos períodos de ensaio, em condições variáveis e de difícil controle, podendo produzir resultados não representativos.

Ensaios adotando um processo de aceleração envolvem tipicamente um ambiente controlado com corpos de prova expostos alternativamente a períodos de radiação UV e de asperção de água. Um destes ensaios é especificado na EN12224.

As principais variáveis neste tipo de ensaio são:

- Comprimento de onda e energia emitida pelas lâmpadas;
- Temperatura da superfície do corpo-de-prova (tipicamente entre 50 e 75°C)
- Frequência do ciclo UV/asperção de água;
- Tempo total de exposição UV e tempo total de ensaio.

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)

Todos os fatores acima afetam os resultados obtidos e são definidos na EN12224.

A relação entre o tempo de exposição em ensaio pelo método da EN12224 e o tempo real de exposição à radiação solar em um local específico é um fator importante a ser considerado na análise dos resultados de ensaio. A estimativa da radiação à exposição UV num determinado período é feita através dos dados de radiação solar global total para o período, assumindo que de 6% a 9% da radiação global chega a superfície terrestre na forma de radiação UV. Atlas solarimétricos apresentando dados sobre o território brasileiro estão disponíveis em Pereira et al (2006)<sup>1</sup> ou Tiba et al (2000)<sup>2</sup>.

As normas européias e a ISO13434 adotam os valores de radiação global do sul da Europa. A análise dos dados de radiação global obtidas para o Brasil (Atlas Solarimétrico do Brasil - Tiba et al. 2000) permitem estimar que a região submetida a situação mais crítica num mês de exposição é a região sul do país, para a qual considerando-se uma porcentagem de radiação UV igual a 7,5% da radiação global, teríamos um valor próximo de 50 MJ/m<sup>2</sup> de radiação UV, idêntico ao adotado pela ISO13434 para o sul da Europa.

Para o valor acumulado anual, a região Nordeste é a que apresenta os valores críticos. Considerando-se o Atlas publicado por Tiba et al (2000), a região NE tem uma radiação solar total acumulado de 6,6 GJ/m<sup>2</sup>. Adotando-se uma porcentagem de radiação UV igual a 7,5% da radiação global, teríamos que um ano de exposição nesta região implicaria em 495 MJ/m<sup>2</sup> de radiação UV.

Para definir o tempo equivalente em ensaios acelerados, a radiação UV (radiação com comprimento de onda <400nm) definida na EN12224 é limitada a cerca de 40W/m<sup>2</sup> (nível a partir do qual poderia ocorrer mudança no mecanismo de degradação por excesso de temperatura nos corpos de prova), de modo que são necessárias 350h de exposição aos raios UV no ensaio acelerado para se representar um mês de exposição na região Sul, e de 3450h de exposição aos raios UV no ensaio acelerado para se representar um ano de exposição na região NE, consideradas as mais críticas do país.

Quando no ensaio a radiação for interrompida por 1 hora em cada seis de ensaio, o ensaio padrão precisa de cerca de 420h para representar um mês de exposição e de cerca de 4140h para representa uma exposição de um ano (em vez das 3000h adotadas para o sul da Europa).

Comparações entre intemperismo acelerado e natural baseadas na exposição à radiação tem se mostrado geralmente corretas, apesar do erro em alguns casos individuais poder exceder 50%. A temperatura, altitude, umidade e o equipamento de ensaio utilizado nos ensaios de tempo real tem influência significativa na correlação.

### 6.3.3 Avaliação após o período de exposição

Os corpos de prova a serem ensaiados devem ser cortados das amostras expostas após o tempo de exposição. Considerando o conjunto dos requisitos, quatro categorias de exposição podem ser identificadas:

Caso A - Aplicações nas quais não se prevê exposição do material geossintético à luz do sol ou nas quais o material será coberto em até 3 dias após a instalação. Neste caso assume-se que qualquer material de resistência limitada ao intemperismo será protegido para o transporte e a proteção só será removida no momento da aplicação. Estas aplicações incluem sistemas de barreira em túneis e outras estruturas subterrâneas. Neste caso não são necessários ensaios de intemperismo.

Caso B - Aplicações nas quais haverá exposição limitada do material geossintético durante a construção por período não superior a um mês, e o projeto considera aterro ou material de cobertura de modo que o material não ficaria exposto mais do que este período durante a vida útil das instalações. Neste caso o material deve ser ensaiado ao intemperismo considerando a exposição a radiação de um mês (58MJ/m<sup>2</sup>) e os os corpos de prova ensaiados após exposição devem apresentar resistência superior a 75% do valor obtido antes da exposição.

Caso C Estas aplicações incluem sistemas de barreiras em aterros de resíduos sólidos e alguns reservatórios, barragens e canais, nos quais a cobertura não

<sup>1</sup> Pereira, EB, Martins, FR, Abreu, SL e Rütther, R. Atlas brasileiro de energia solar. São José dos Campos: INPE, 2006.60p. ISBN 85-17-00030-7. ISBN 978-85-17-00030-0

<sup>2</sup> Tiba, C. et al. Atlas Solarimétrico do Brasil. Recife. Ed. Universitária da UFPE, 2000. 111 p..

ocorre logo após a construção. Neste caso o material deve ser ensaiado ao intemperismo considerando a exposição a radiação de um ano (570MJ/m<sup>2</sup>) e os corpos de prova ensaiados após exposição devem apresentar resistência superior a 75% do valor obtido antes da exposição.

Caso D - Aplicações nas quais haverá exposição do material geossintético durante a operação normal de toda a vida útil da estrutura. Estas aplicações incluem reservatórios, barragens, canais e disposição de resíduos líquidos, nas quais a proteção da barreira não é prescrita no projeto. Neste caso o fabricante deve apresentar uma declaração da

duração da resistência ao intemperismo pelo tempo de vida de serviço de projeto juntamente com uma justificativa técnica.

A resistência à tração retida (remanescente) deve estar de acordo com o critério estabelecido em [6.2](#).

O Certificado de Qualidade do produto deve indicar: “Tempo máximo de exposição ao intemperismo: (duração)”. Para um geossintético que não tenha sido testado ao intemperismo certificado deve indicar: “A ser coberto em até três dias após a instalação”.

## 6.4 Outros fatores

[SUMÁRIO GERAL »](#)

### 6.4.1 Resistência a micro-organismos

Barreiras geossintéticas instaladas nas aplicações listadas nesta recomendação devem manter as propriedades de tração após ensaios de acordo com a EN12225 de modo a cumprir os critérios estabelecidos em [6.2](#).

Quando o solo em contato com a barreira geossintética for um meio anaeróbico ou tiver atividade biológica acentuada, métodos alternativos de ensaio devem ser utilizados.

### 6.4.2 Resistência à penetração de raízes

As barreiras instaladas nas aplicações listadas nesta recomendação não devem apresentar sinais visíveis de penetração por raízes após serem ensaiados de acordo com a EN 14416.

### 6.4.3 Resistência ao stress cracking

As barreiras geossintéticas poliméricas e os materiais poliméricos de GBR-C constituídos de HDPE (PEAD) devem ser ensaiados para avaliar a resistência ao stress cracking.

Corpos de prova devem ser obtidos na direção de menor resistência à tração no escoamento (geralmente a direção transversal à de fabricação).

O relatório de ensaio deve indicar os casos de ruptura antes de atingir 300h que se devem apenas a alongamento excessivo (sem romper) e que forem desconsiderados.

No caso de GBR-P com superfícies texturizadas, o ensaio deve ser conduzido numa amostra do mesmo material com superfícies lisas. Esta amostra deve ser tomada de uma das seguintes fontes:

- GBR-P de superfície lisa no estágio pré-texturização na fábrica (se possível);
- numa amostra coletada de alguma superfície lisa na zona da bobina reservada para solda na borda da bobina.

O critério de aceitação deve ter um resultado de ensaio  $\geq 300h$ .

NOTA: Este critério de aceitação foi estabelecido por pesquisas conduzidas pelo Geosynthetic Institute em cooperação com a USEPA, tendo por base a análise do fenômeno de stress cracking em GBR-P de HDPE (PEAD) exumados de um total de 16 sítios e analisados juntamente com novos produtos dos mesmos fabricantes.

[SUMÁRIO GERAL »](#)[NORMAS »](#)[TERMOS E ABREV. »](#)[CARACTERÍSTICAS »](#)[CONFORMIDADE »](#)[DURABILIDADE »](#)

#### 6.4.4 Resistência à lixiviação

As barreiras geossintéticas instaladas nas aplicações listadas nesta recomendação devem ser ensaiadas para avaliar sua resistência à lixiviação sob certos líquidos específicos de acordo com a EN 14415, quando necessário.

Todos os seguintes critérios de avaliação dos resultados deste ensaio devem ser empregados:

- não deve haver sinal visível de degradação;
- as propriedades de tração após ensaios devem cumprir os critérios estabelecidos em [6.2](#);
- a perda em massa da amostra não deve ser superior a 5% sob os Métodos A e B, e 25% sob o Método C. O Método C é somente exigido para o emprego na construção de áreas de disposição e estocagem de resíduos sólidos e de disposição de resíduos líquidos, e estação de transferência ou de contenção secundária destes resíduos.

Barreiras geossintéticas que vierem a ser instaladas em aplicações nas quais a exposição ao intemperismo for superior a um ano devem também ser ensaiadas de acordo com a EN14415 seguido do procedimento descrito na EN14575. As propriedades de resistência à tração devem cumprir os critérios estabelecidos em [6.2](#).

#### 6.4.5 Resistência à oxidação

Todas as barreiras geossintéticas instaladas nas aplicações listadas nesta recomendação devem ser ensaiadas quanto à sua resistência à oxidação de acordo com a EN 14575 e o item [6.2](#). As condições de exposição devem ser de 85°C e 90 dias. No caso de GBR-C os elementos geotêxteis e fios de reforço devem ser ensaiados de acordo com a ISO 13438. A resistência à tração remanescente (resistência retida) deve responder aos critérios estabelecidos em 6.2.

É possível que aditivos para estabilização incluídos na formulação possam ser lixiviados por água ou soluções de material orgânico ou inorgânico que venham a estar em contato com a barreira. É importante avaliar os efeitos de uma possível lixiviação no comportamento do geossintético em ensaios de envelhecimento térmico. A resistência a lixiviação permite avaliar esta influência.

#### 6.4.6 Resistência química para aplicações em aterros sanitários

Barreiras geossintéticas empregadas em todas as aplicações objeto desta recomendação devem ser ensaiadas de acordo com a EN14414, procedimentos A e B (ácido diluído e alcali)

Barreiras geossintéticas empregadas na estocagem de resíduos líquidos e sólidos devem ser ensaiadas de acordo com a EN14414, pelos procedimentos A e B (ácido diluído e alcali), C (Solventes orgânicos), procedimento D (chorume sintético) e, para algumas considerações de projeto específicas, o procedimento E (chorume/percolado específico do sítio).

Em todos os casos os seguintes critérios de avaliação dos resultados de ensaio devem ser aplicados:

- não deve haver sinal visual de degradação
- a resistência à tração retida deve cumprir o critério estabelecido em [6.2](#).

## 6.5 Vida de serviço requerida até 5 anos

[SUMÁRIO GERAL »](#)

Nas aplicações onde o geossintético tem uma vida de serviço de menos de cinco anos, em solos naturais, e as consequências da falha são baixas, apenas ensaios de intemperismo são necessários, caso o fabricante queira indicar tempo de exposição aos raios UV superior a três dias, conforme item [6.3.3](#).

O Certificado de Qualidade do produto deve indicar: "Previsto para durar um

mínimo de 5 anos para aplicações em solos naturais com pH entre 4 e 9 e temperatura do solo menor que 25°C, quando protegido de raios UV em até três dias depois de sua instalação (ou o prazo estabelecido a partir dos ensaios de intemperismo)."

## 6.6 Vida de serviço requerida até 25 anos

[SUMÁRIO GERAL »](#)

Nas aplicações com vida de serviço de até 25 anos em solos naturais, com valores de pH entre 4 e 9 e temperatura inferior a 25° C, a durabilidade pode ser garantida com base em ensaios de rastreio (screening tests) (ver ISO 13434 ou ASTM D5819).

O item [6.1](#) e a [Tabela 6.1](#) lista os ensaios a serem realizados para as barreiras geossintéticas. Estes métodos baseiam-se em ensaios acelerados, mas não se destinam a previsão da vida de serviço. As condições de ensaio são geralmente demasiadamente extremas, em virtude da necessidade de ensaio de curta duração, para que o ensaio possa simular as condições em serviço.

A ISO/TS 13434 enfatiza que estes ensaios tem por objetivo garantir um nível mínimo de durabilidade e que o tempo de vida de serviço real pode ser bastante superior a 25 anos. Os ensaios de rastreio não se destinam a ser ensaios de controle de qualidade regulares, nem fornecem informações suficientes para a previsão do tempo de falha, uma vez que o grau de aceleração varia de um tipo de polímero para o outro.

O Certificado de Qualidade do produto deve indicar: "Previsto para durar um mínimo de 25 anos quando não exposto a temperaturas superiores a 25°C por período significativo e nas seguintes condições (indicar condições em função dos ensaios realizados)"

## 6.7 Outras condições de uso

Para materiais e condições de uso outras que as especificadas nos itens 6.5 e 6.6 o geossintético deve ter a durabilidade avaliada em relação às condições de uso propostas.

Isto inclui ensaios especiais ou evidência documental referente ao desempenho do produto, quando a aplicação requerer vida de serviço superior a 25 anos ou estiver-exposto a temperaturas superiores a 25°C por períodos significativos. s para esta avaliação.

Barreiras geossintéticas avaliadas segundo as diretrizes da ISO/TS 13434 para estas condições terão indicadas no Certificado de Qualidade acompanhando o produto: "Previsto para ser durável por mais de (*duração*) anos em (*condições*) com base na avaliação de durabilidade (*documento de referência*)."

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)



## APENDICE A Exemplo de determinação do valor de tolerância e do intervalo de confiança

**A.1 O Valor Nominal da propriedade índice** é um valor definido pelo fabricante, determinado como o valor médio obtido no conjunto de ensaios de controle da propriedade índice realizados em um número considerável de amostras do produto.

**A.2 O Valor de Tolerância** é um valor definido pelo fabricante em função dos resultados obtidos nos ensaios de controle de qualidade que serviram para estabelecer o Valor Nominal da propriedade. O Valor de tolerância permite estabelecer os valores mínimos e/ou máximos da propriedade índice garantidos pelo fabricante com um nível de confiança de 95%.

NOTA O valor de tolerância é geralmente denominado margem de erro na bibliografia clássica sobre estatística (Montgomery et al 2004)

**A.3 Cálculo do Valor de tolerância** Para uma dada média populacional  $\mu$ , baseada em um número de amostras analisadas,  $n$ , maior que 30 ( $n > 30$ ), o valor de tolerância da propriedade índice do produto definido pelo fabricante, para um nível de confiança de 95% pode ser determinado por (Montgomery et al 2004<sup>1</sup>):

(a) quando valores mínimo e máximo são exigidos:

$$VT = \frac{1,96 \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \quad (1a)$$

(b) quando apenas o valor mínimo ou o valor máximo é exigido:

$$VT = \frac{1,64 \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \quad (1b)$$

Sendo  $VT$  o valor de tolerância para um nível de confiança de 95%,  $\sigma$  o desvio padrão populacional (se o desvio-padrão populacional  $\sigma$  não é conhecido, ele pode ser substituído pelo desvio-padrão amostral  $s$ , desde que  $n$  seja maior que 30) e  $n$  o número de amostras ensaiado.

**A.4** Os valores mínimo e máximo da propriedade índice para o intervalo de confiança de 95% são dados respectivamente por  $(\bar{x} - VT)$  e  $(\bar{x} + VT)$ , sendo  $\bar{x}$  o valor da média amostral, adotado como valor nominal da propriedade.

### A.5 Exemplo de aplicação

Para um produto que durante sua produção e controle de qualidade (ver item 5) teve sua resistência à tração na direção de fabricação determinada em 100 amostras obtendo:

(a) *Resistência à tração na força máxima*

Para um valor da média amostral (valor nominal) igual a 20,0 kN/m e desvio padrão amostral ( $s$ ) igual a 2,0 kN/m, o valor de tolerância para um nível de confiança de 95% pode ser calculado pela equação 1b como:

$$VT = (1,64 \cdot 2,0)/10 = 0,33 \text{ kN/m}$$

Sendo o valor mínimo garantido pelo fabricante igual a 19,7kN/m.

(b) *Alongamento na força máxima*

Para um valor da média amostral (valor nominal) igual a 15% e desvio padrão amostral ( $s$ ) igual a 5%, o valor de tolerância para um nível de confiança de 95% pode ser calculado pela equação 1a como:

$$VT = (1,96 \cdot 5)/10 = 1,0\%$$

Estando o valor garantido pelo fabricante no intervalo  $14\% < \epsilon_{\max} < 15\%$ .

<sup>1</sup> Montgomery, D. C., Runger, G. C., Hubele, N. F. Estatística Aplicada à Engenharia, Editora LTC, 2o Edição, 2004.



## PARTICIPANTES

Tomaram parte na elaboração deste Projeto com participação presencial:

Instituição/Empresa	Representantes		
ABIQUIM	Odair Teixeira		
ALLONDA	Nathália P. B. de Castro		
AUTONOMO	Altair Dasmasceno		
BIDIM	Emy Tominaga Luiz Flavio Barr	Demetrius Guimarães Claudilene L. Carvalho	Gisele Filipin de Oliveira
BRASKEN	Celso Luiz Lotti Cristiano de Lima Rolla	Gustavo Gori Lusa Gustavo Lombardi	Nayara F. Andrade
CETCO BUN	Javier Calderon		
CONSULTORES	Indiara Giugni Vidal (coordenadora)		
ENGEVOL/NORTENE	André Skortzaru Andréia Machado	Carolina Palomiro Jefferson Matsui	Roberto Hashimoto
GEOSOLUÇÕES	Vinicius Rocha		
HUESKER	Danilo Sampaio	Emília M. de Andrade	
ITA	Delma Vidal (coordenadora)		
OBER SA	Carlos Vinicius Benjamim	Fernando Lavoie	
MACCAFERRI	Daniele Martin Ojea Emerson José Ananias	Emerson Mazzo Jaime da Silva Duran	José Roberto de Campos Paulo Rocha
NEOPLASTIC	Daiani A. M. Santos	Daniel Moreno Meucci	Vanessa R. S. Dela Torre
PIMENTA D'AVILA	Paula de Mello Martins		
ROMA	Hersio A.Ranzani Jr	Marcos F.Leme	Tais F.S.Paes
SANSUY	Carlos E.P.da Fonseca		
USP EESC	Clever A P Valentin Jefferson Lins da Silva	Lucas D. do Nascimento	Tiago Roberto Escudero

Tomaram parte na elaboração deste Projeto com participação via email:

Participante	Instituição/Empresa	Participante	Instituição/Empresa
Denise C. Urashima	CEFET MG	Patricia Yoshimura	SANSUY
Mag Geisely Lima	ITA	Paulo Viana	LTEC/UEG

[SUMÁRIO GERAL »](#)
[NORMAS »](#)
[TERMOS E ABREV. »](#)
[CARACTERÍSTICAS »](#)
[CONFORMIDADE »](#)
[DURABILIDADE »](#)