

**SEQ 4875-04/2017/GJU**

**Nº IBAMA: 02001.004139/2016-13 (CT-Rejeitos)**

Belo Horizonte, 21 de agosto de 2017

**À**  
**CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO DE REJEITOS E SEGURANÇA AMBIENTAL – CT-REJEITOS**  
**A/C: SR. MARCELO BELISÁRIO CAMPOS**  
COORDENADOR DA CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO DE REJEITOS E SEGURANÇA AMBIENTAL E  
SUPERINTENDE DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS  
RENOVÁVEIS EM MINAS GERAIS  
Av. do Contorno, nº 8121, Lourdes, Belo Horizonte/MG  
CEP: 30110-051

**REF.:** *Solicitação de Autorização para realização de testes para utilização de reagentes.*

Prezados Senhores,


A **FUNDAÇÃO RENOVA** ("FUNDAÇÃO"), pessoa jurídica de direito privado, devidamente inscrita no CNPJ/MF sob o nº 25.135.507/0001-83, com sede na Avenida Getúlio Vargas, nº 671, 4º andar, Belo Horizonte/MG, CEP 30.112-021, vem, respeitosamente, por seu representante abaixo assinado, encaminhar o Plano de Teste para utilização de reagentes no Setor 4 (UHE Risoleta Neves), para fins de análise e emissão de Autorização.

Persistindo qualquer dúvida sobre o Plano de Teste ora apresentado, estaremos

à disposição para prestar os esclarecimentos necessários.

Renovando nossos protestos de estima e consideração, nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,



**FUNDAÇÃO RENOVA**  
FLÁVIA DE BARROS E SILVA  
LICENCIAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL





TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

2/19


REV.

0

## ÍNDICE

---

1.	SUMÁRIO EXECUTIVO .....	4
2.	INTRODUÇÃO .....	5
3.	PLANO DE TESTE .....	6
3.1.	Recirculação do efluente .....	6
3.2.	Sistema de enchimento .....	7
3.3.	Preparo e Adição de reagentes .....	8
3.4.	Agitadores estático ou chicane .....	9
3.5.	Mangotes.....	10
3.6.	Sistema coletor de efluentes.....	10
3.7.	Bomba de recirculação de efluentes.....	11
4.	INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO ECO-BAG .....	12
5.	MONITORAMENTO .....	17
6.	PRAZO .....	19
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	19

	<b>Fundação Renova</b>	
<b>TÍTULO</b> <b>PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 – UHE RISOLETA NEVES</b>		<b>PÁGINA</b> <b>3/19</b>
		<b>REV.</b> <b>0</b>

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Caixa Coletora e sistema de recirculação .....	7
Figura 2 - Esquema para o plano para o teste de enchimento com a recirculação dos reagentes .	8
Figura 3 - Esquema de dosagem de reagentes.....	10
Figura 5 - Gráfico de resistência a tração (perpendicular) versus deformação específica - ensaios de laboratório .....	13
Figura 6 - Gráfico de resistência a tração (longitudinal) versus deformação específica - ensaios de laboratório .....	14
Figura 7 - Gráfico de resistência a tração (emendas) versus deformação específica - ensaios de laboratório .....	14
Figura 8 - Gráfico de resistência a tração versus gramatura do geotêxtil.....	15

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1– Resumo das características técnicas dos Eco-BAG's .....	16
Tabela 2 - Frequência monitoramentos .....	17



**TÍTULO**

**PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES**

**PÁGINA**

**4/19**

**REV.**

**0**

## 1. SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório detalha plano de teste para o enchimento dos ecobags com a utilização de reagentes. Estes ecobags estarão dispostos em área especialmente preparada para isso, denominada Setor 4 na região da UHE Risoleta Neves.

Os reagentes propostos para utilização e suas respectivas dosagens são:

- Coagulante: Policloreto de alumínio (PAC 12)  
Dosagem prevista: 20 ppm
- Flocculante: Superfloc N100  
Dosagem prevista: 25 ppm

Cabe destacar que esta combinação de reagentes não apresentou efeitos tóxicos crônicos nos estudos realizados.

O tempo previsto de duração deste teste é de 45 dias.



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

5/19

REV.

0

## 2. INTRODUÇÃO

O processo de encapsulamento dos sedimentos dragados consiste no bombeamento dos sedimentos através de uma tubulação até as bolsas de geossintéticos denominadas ecobags.

A adição de reagentes nesta operação é fundamental para que ocorra a aglutinação da parcela mais fina dos sólidos em suspensão, garantindo que este material fique retido no interior dos ecobags. A dosagem destes reagentes será realizada diretamente na tubulação da dragagem, que vai da bomba de sucção e recalque até os ecobags.

Foram realizados testes de enchimento dos ecobags sem a utilização de reagentes e nesta configuração esta operação se mostrou inviável devido à baixa eficiência do processo. Além disso, foram conduzidos diversos testes para se determinar qual a combinação de reagentes se mostra a mais eficiente e estas correlacionadas com resultados das avaliações de ecotoxicidade realizadas. Todos estes resultados foram apresentados no relatório produzido pela Fundação RENOVA denominada “MEMORIAL DESCRITIVO – UTILIZAÇÃO DE REAGENTES – UHE RISOLETA NEVES” protocolado na SEMAD em 02/08/2017

Considerando os resultados dos testes de ecotoxicidade e também os resultados obtidos nos testes de sedimentação, a combinação dos reagentes que se mostra a mais viável para a utilização no enchimento dos bags é o PAC 12 (coagulante) e Superfloc N100 (floculante) na proporção de 20ppm e 25 ppm, respectivamente.



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

6/19

REV.

0

### 3. PLANO DE TESTE

Com o objetivo de se realizar um teste para enchimentos dos ecobags com a utilização de reagentes o presente plano foi elaborado afim de se detalhar todas as etapas necessárias, bem como os controles propostos para a realização do teste de enchimento dos ecobags.

#### 3.1. Recirculação do efluente

Afim de se evitar que o efluente que sairá dos bags devido ao seu desaguamento seja direcionado diretamente para o corpo hídrico foi estudada a possibilidade de retorno deste efluente para montante do setor 4, o que caracterizaria a área como um sistema fechado, dando maior segurança na utilização das combinações de reagentes.

Foram estudadas duas alternativas para recirculação do desague dos ecobags, sendo que a alternativa de execução de uma ensecadeira à montante e desvio do Córrego dos Borges foi descartada por questões técnicas. A alternativa que melhor se configura para a recirculação do efluente, seria de rebombear a água de desague dos ecobags para dentro do Dique 4. Isto evitaria que a possível fração de reagentes que possa estar presente no efluente do desaguamento seja direcionada direto para o corpo hídrico.

A Figura 1 apresenta um croqui da solução proposta. Esta solução consiste na execução de uma caixa coletora junto a saída da ensecadeira, recirculando os efluentes para os pontos de dragagem a montante do dique do setor 4, junto à tomada d'água da bomba de sucção e recalque que faz remoção do rejeito.



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

7/19

REV.

0

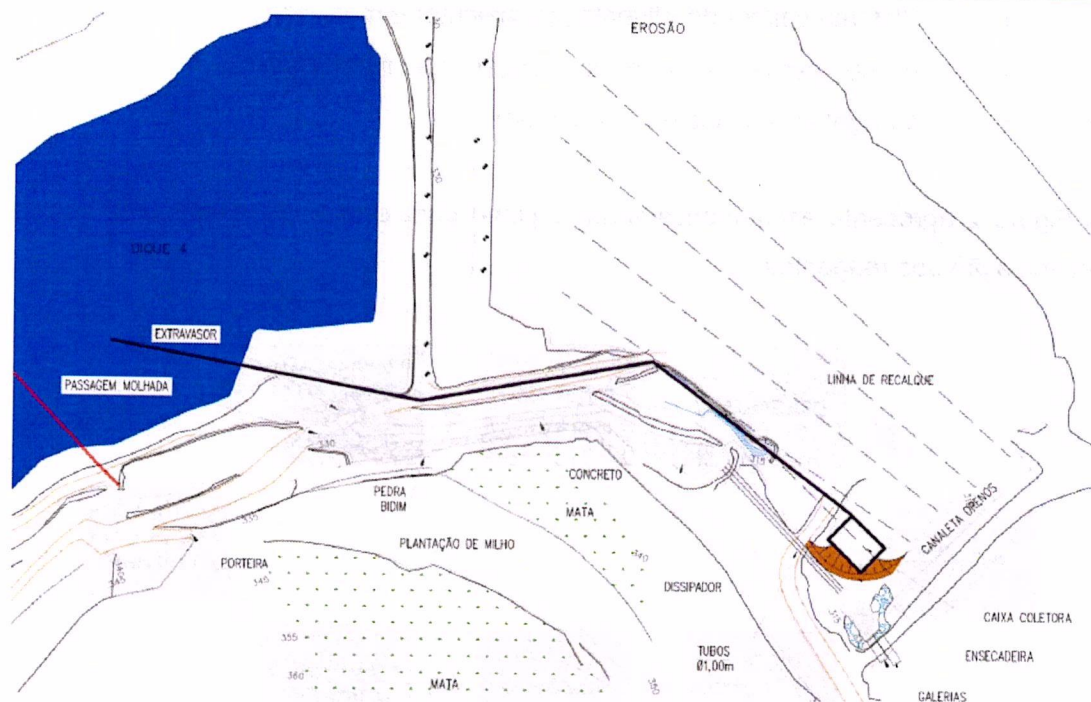


Figura 1 – Caixa Coletora e sistema de recirculação

### 3.2. Sistema de enchimento

Para o processo de enchimento dos ecobags e o sistema de recirculação será necessário um sistema de bombas constituído por:

- Flutuante equipado com uma bomba de 8" com capacidade de transportar um alto teor de sólidos (já mobilizado);
- Uma linha de dragagem com tubulação em PEAD ou PP de 8" (200mm) (já mobilizado);
- Planta de reagentes composta por tanques de armazenamento e um dosador para a entrada dos reagentes diretamente na tubulação de PEAD de 8" (parcialmente mobilizado);
- Agitador estático ou chicane (já mobilizado);



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

8/19

REV.

0

- Sistema coletor de efluentes (a executar e mobilizar);
- Bomba para executar a recirculação (não mobilizado);
- Mangotes flexíveis (já mobilizado).

A Figura 2 apresenta esquematicamente o plano para o teste de enchimento com a recirculação dos reagentes.

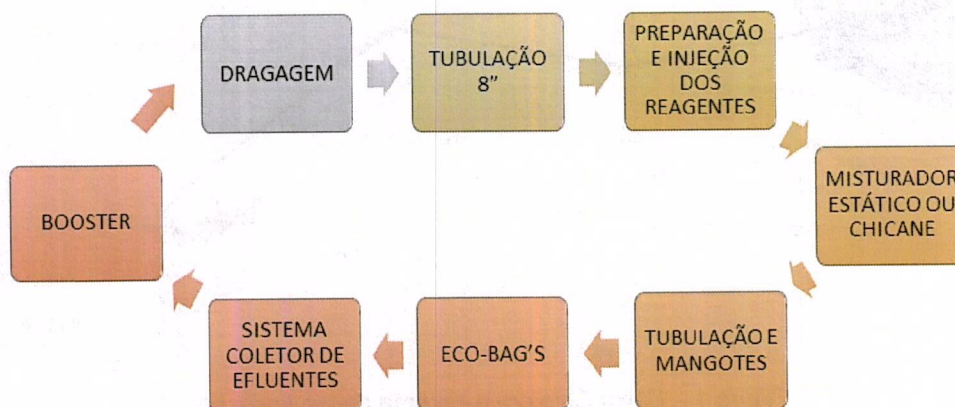


Figura 2 – Esquema para o plano para o teste de enchimento com a recirculação dos reagentes

### 3.3. Preparo e Adição de reagentes

Os reagentes a serem utilizados são os seguintes:

- Coagulante: Policloreto de alumínio (PAC 12)  
Dosagem prevista: 20 ppm
- Floculante: Superfloc N100  
Dosagem prevista: 25 ppm

Os reagentes serão dosados, preparados e armazenados em tanques próprios para este fim. A sua aplicação ocorrerá diretamente na linha de dragagem, através de um tubo dosador (tubulação de 8" com um metro de comprimento e uma



<b>TÍTULO</b> <b>PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –</b> <b>UHE RISOLETA NEVES</b>	<b>PÁGINA</b> <b>9/19</b>
	<b>REV.</b> <b>0</b>

entrada esconsa, no sentido do fluxo, de 1,0”) instalado imediatamente antes do agitador estático ou chicane.

Características da tubulação dosadora de polímero:

- Material de PP;
- Diâmetro de 8” (200mm);
- Comprimento 1m.

### **3.4. Agitadores estático ou chicane**

Será instalado agitador do tipo estático ou chicane para garantir que a mistura entre os sedimentos que estão sendo dragados e os reagentes ocorra da forma mais eficiente possível. Este agitador será instalado imediatamente após a tubulação dosadora de polímero. Cada ecobag tem duas entradas (bocais com colarinhos) com capacidade de alimentação (cada uma) igual ao de um tubo de 8” com seção cheia.

A ação dos reagentes se dá imediatamente após a passagem pelos misturadores, sendo que o floculo é formado em instantes após a saída do misturador, ainda na linha de dragagem. Quando o material dragado chega até o ecobag este já é composto por partículas aglutinadas, de maior granulometria ficando retidos no interior do ecobag.

Durante esta etapa será avaliada a possível necessidade de ajustes na posição do misturador e na posição de injeção dos reagentes a fim de otimizar o processo de coagulação/floculação.

A Figura 3 apresenta esquematicamente o sistema de agitador chicane com a injeção dos reagentes.



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

10/19

REV.

0

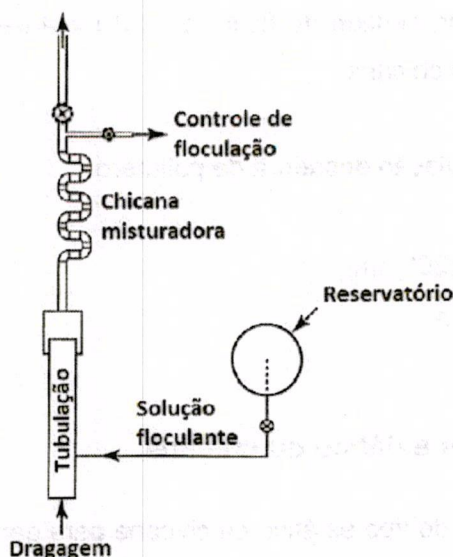


Figura 3 – Esquema de dosagem de reagentes

### 3.5. Mangotes

Os mangotes serão instalados nos bocais dos ecobags, em um comprimento mínimo de 12 m com o objetivo de se evitar o tensionamento da manga por uma tubulação rígida enquanto o ecobag vai ganhando altura com o aumento de volume.

Os mangotes devem ocupar todo o comprimento dos colarinhos de enchimento dos ecobags e serão fixados através de cintas de nylon ou braçadeiras MS.

### 3.6. Sistema coletor de efluentes

Para a coleta dos efluentes que verterão dos ecobags será necessário a execução de um sistema coletor que poderá ser formado uma vala simples, com a forma trapezoidal e de dimensões aproximadas de 5 x 10 m. Esta vala será estanque e protegida por uma geomembrana flexível em PEAD.



TÍTULO PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 – UHE RISOLETA NEVES	PÁGINA 11/19
	REV. 0


Outra opção para a coleta de efluentes será a implantação de caixas de água enterradas que funcionarão como pequenos tanques de armazenamento. Seu entorno será cercado com geotexteis não-tecidos para evitar possíveis processos erosivos.

Cabe destacar que conforme apresentado no item 3.1, após o desaguamento os efluentes serão bombeados novamente para a montante do dique do setor 4, não sendo desaguados diretamente no corpo hídrico.

### 3.7. Bomba de recirculação de efluentes

Para recirculação dos efluentes oriundos do processo de desaguamento dos ecobags serão instalados, além do sistema coletor, uma bomba e tubulação em PEAD para transportar de volta o efluente para montante do dique do setor 4. O dispositivo de bombeamento será um *booster* 14” com 500HP de potência.

Para gerar menor turbulência junto ao dispositivo de bombeamento que está dragando o sedimento no dique 4, pretende-se utilizar um espalhador, que permitirá reduzir o turbilhonamento do efluente e do fundo da dragagem.

	<b>Fundação Renova</b>	
<b>TÍTULO</b> <b>PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –</b> <b>UHE RISOLETA NEVES</b>		<b>PÁGINA</b> <b>12/19</b>
		<b>REV.</b> <b>0</b>

#### 4. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO ECO-BAG

De acordo com informações do fabricante, as principais características do ecobag são:

- ✓ Elevado poder de filtração;
- ✓ Alta permeabilidade com eficiente retenção de finos;
- ✓ Elevada resistência mecânica;
- ✓ Elevada resistência a ataques químicos e biológicos;
- ✓ Resistente ao Rasgo e ao Puncionamento;
- ✓ Resistente aos raios UVA e UVB;
- ✓ Dimensões (largura x comprimento) 18 x 50 m;
- ✓ Capacidade de armazenamento 2.350 m<sup>3</sup>
- ✓ Composta por 3 mantas paralelas de 6,0 metros;
- ✓ Duas mangas de alimentação dispostas diagonalmente entre si, com diâmetros superiores a 8”;
- ✓ Confeccionada em geotêxtil não-tecido agulhado de poliéster;
- ✓ Gramatura 750g/m<sup>2</sup>-1000 g/m<sup>2</sup> (norma ABNT NBR 9864);
- ✓ Resistência nominal a tração média de 60 kN/m;
- ✓ Filtração sob gravidade superior a 500 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h;
- ✓ Alongamento no rompimento da ordem de 79% (norma ABNT NBR10319);
- ✓ Costuras em "J" quadruplas entre as emendas das mantas paralelas;
- ✓ Costuras em "J" sêxtuplas na extremidade de fechamento;
- ✓ Face principal do ecobag estrutural sem costuras.

A Figura 5 a seguir apresenta resultados dos ensaios resistência do ecobag realizados em laboratório. De acordo com os dados obtidos para uma tração perpendicular de até T = 66 kN/m obtém-se uma deformação específica de  $\epsilon = 85 \%$ .



Ensaio: Eco - BAG - PERPENDICULAR

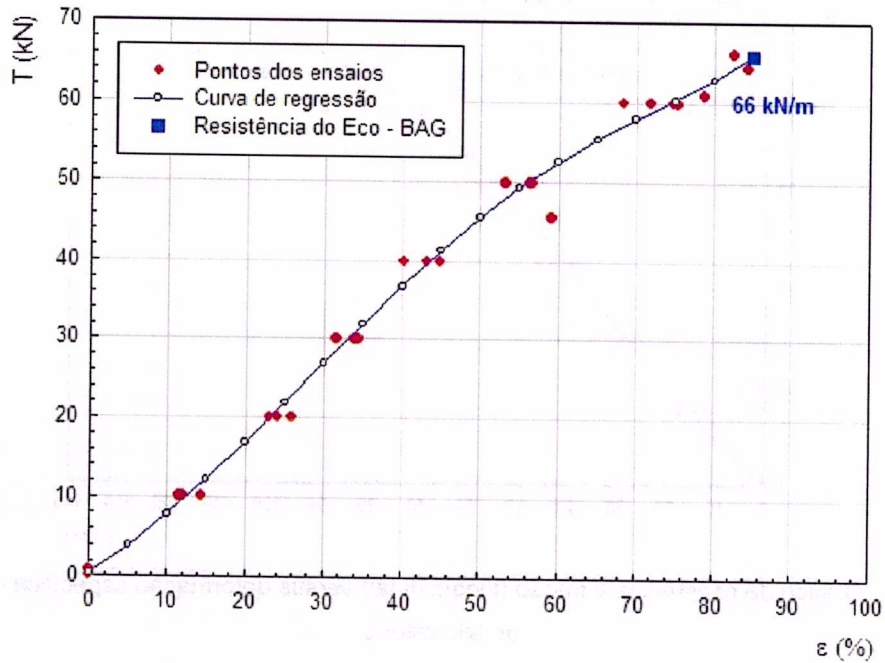


Figura 4 – Gráfico de resistência a tração (perpendicular) versus deformação específica – ensaios de laboratório

As Figuras 6 e 7 apresentam os gráficos de deformação longitudinal e das emendas, respectivamente.



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA

14/19

REV.

0

Ensaio: Eco - BAG - LONGITUDINAL

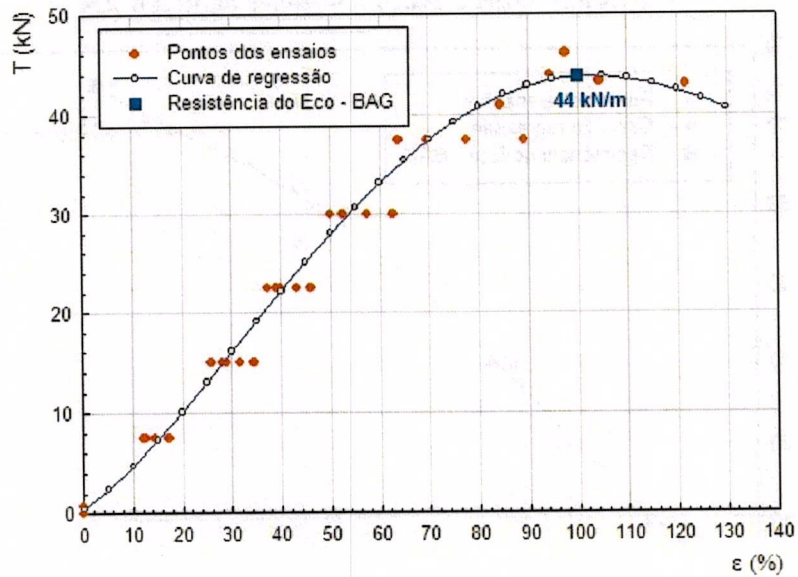


Figura 5 – Gráfico de resistência a tração (longitudinal) versus deformação específica – ensaios de laboratório

Ensaio: Eco - BAG - EMENDAS

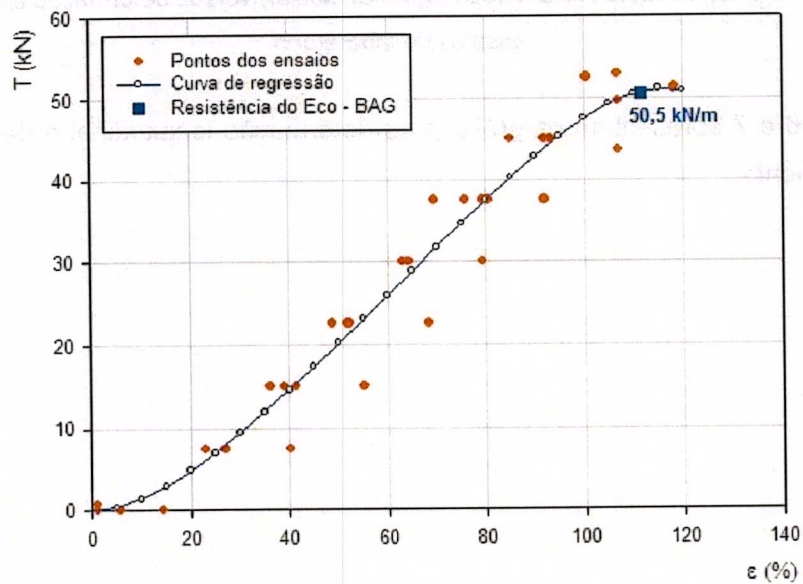


Figura 6 – Gráfico de resistência a tração (emendas) versus deformação específica – ensaios de laboratório



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA  
15/19

REV.  
0

Na Figura 8 foram plotados os valores de resistência a tração característica para geotêxtil com gramatura de 200 g/m<sup>2</sup>, 300 g/m<sup>2</sup>, 400 g/m<sup>2</sup>, 500 g/m<sup>2</sup> e 600 g/m<sup>2</sup> obtidos por meio de catálogos técnico do fabricante. Posteriormente, por meio da curva de regressão para esses valores, foi possível obter a resistência a tração do ecobag correlacionando com a sua gramatura, sendo obtido valor de T = 76 kN/m.

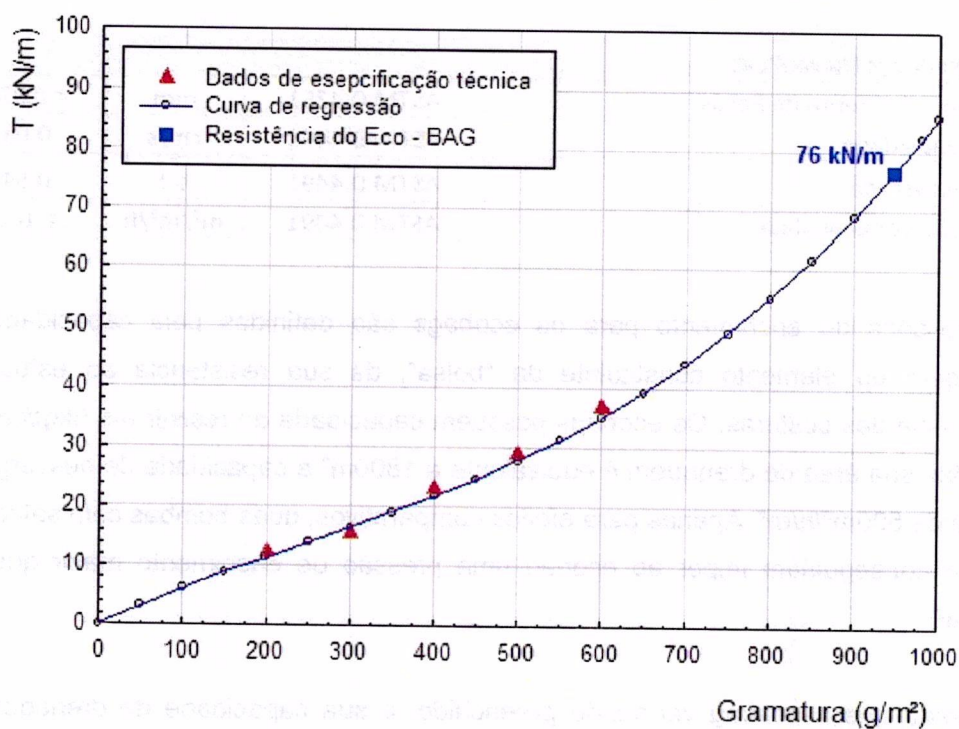


Figura 7 – Gráfico de resistência a tração versus gramatura do geotêxtil

A Tabela 1 resume as características técnicas do ecobag



## Fundação Renova

TÍTULO

**PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES**

PÁGINA

**16/19**

REV.

**0**

Tabela 1– Resumo das características técnicas dos Eco-BAG's

<b>Forma Têxtil - GeoBag</b>			
Resistência à Tração Faixa Larga (T)	ABNT NBR 10319	kN/m	70
Alongamento		%	≥ 50
Resistência à Tração Faixa Larga (L)	ABNT NBR 10319	kN/m	60
Alongamento		%	≥ 50
Resistência aos Raios UV	ASTM D 4355	%	70
<b>Propriedades Hidráulicas</b>			
Abertura Aparente de Poros	ASTM D 4751	mm	< 0,074
Permeabilidade	ASTM D 4491	cm/s	0,03
Permissividade	ASTM D 4491	s <sup>-1</sup>	0,54
Filtração por Gravidade	ASTM D 4491	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	≥ 140

As pressões de enchimento para os ecobags são definidas pela capacidade de drenagem do elemento constituinte da “bolsa”, da sua resistência ao estouro e resistência das costuras. Os ecobags possuem capacidade de resistir até 6kgf/cm<sup>2</sup> de pressão, sua área de drenagem é equivalente a 1800m<sup>2</sup> e capacidade de descarga da ordem de 500m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>. Apenas para efeitos comparativos, duas bombas com saídas de 8” não conseguiriam impor ao ecobag uma pressão de enchimento maior que 0,5 kgf/cm<sup>2</sup>.

À medida que o ecobag vai sendo preenchido, a sua capacidade de drenagem se reduz em função da menor área livre (mínimo de 800m<sup>2</sup> quando cheio).



TÍTULO

PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES

PÁGINA  
17/19

REV.  
0

## 5. MONITORAMENTO

A fim de garantir a qualidade do efluente final, a eficiência na dosagem dos reagentes, a identificação de qualquer efeito deletério no corpo hídrico e a mitigação de qualquer possível impacto à jusante desta operação, serão realizados monitoramentos conforme detalhado na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Frequência monitoramentos

Parâmetros	Frequência	Pontos de Monitoramento
pH	Semanal	- Recalque da draga (entrada do efluente nos bags) - Saída do desaguamento do efluentes nos bags; - Montante do setor 4; - Jusante do setor 4
Temperatura		
Sólidos Suspensos		
Sólidos Dissolvidos		
Turbidez		
Vazão		
Óleos e Graxas		
Materiais Sedimentáveis		
Alcalinidade Total		
Nitrogênio Amoniacal Total		
Ferro Dissolvido		
Manganês Dissolvido		
Carbono Orgânico Dissolvido		
Ecotoxicidade		

Logo após o início do teste proposto no setor 4, será realizada uma caracterização completa do efluente gerado a fim de se avaliar a necessidade de monitoramento de outros parâmetros, além dos apresentados acima.

Cabe destacar ainda que a empresa responsável pelo bombeamento possui um medidor de vazão e sólidos instalados na linha de dragagem visando identificar de



## Fundação Renova

**TÍTULO**

**PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES**

**PÁGINA**

**18/19**

**REV.**

**0**

forma imediata qualquer variação de condições que possa comprometer a segurança do sistema.

Estima-se que percentuais de sólidos superiores a 45% tornam o processo inviável devido à grande viscosidade da polpa e à baixa velocidade de enchimento. Isso prejudicaria a funcionalidade da peça de agitação estática e a adição de dos reagentes.



## Fundação Renova

### TÍTULO

**PLANO DE TESTE – ENCHIMENTO ECOBAGS SETOR 4 –  
UHE RISOLETA NEVES**

PÁGINA

**19/19**

REV.

**0**

## 6. PRAZO

O prazo previsto para realização dos testes é de 45 dias. Este prazo é necessário pois após o início dos testes são previstos ajustes em uma série de parâmetros de processo e qualidade, afim de garantir que a operação seja realizada de forma eficiente e minimizando qualquer efeito adverso que possa estar relacionado. O teste é fundamental para verificações de campo e eventuais adaptações do processo, sempre buscando atender os requisitos legais necessários para o tratamento de efluentes.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o plano de teste apresentado, o resultados dos testes de sedimentação, as avaliações de ecotoxicidade realizadas para diferentes combinações de reagentes e a importância da utilização dos reagentes para a atividade de enchimento dos ecobags, solicitamos autorização para realização dos testes conforme proposto neste relatório.

