



	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>2/11</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			REV.: <b>0</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO GERAL DA DRAGAGEM DE IMPLANTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES DE PROJETO.....	6
4.2	VOLUME DE DRAGAGEM.....	6
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO TÉCNICA E DE OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE DRAGAGEM</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>ÁREA DE DISPOSIÇÃO DO MATERIAL DRAGADO.....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA DE DRAGAGEM E DISPOSIÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>CRONOGRAMA DE DRAGAGEM .....</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>11</b>

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>3/11</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			REV.: <b>0</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Prefeitura de Araranguá tem o objetivo de viabilizar a implantação de dois molhes na Barra do Rio Araranguá, visando o melhor escoamento do rio em direção ao mar e aliviando as condições em caso de enchentes.

Para tal, a então Coastal Planning & Engineering do Brasil, empresa hoje pertencente à CB&I, foi contratada em 2009 para desenvolver um projeto conceitual de alternativas para a definição da melhor localização dos molhes, projeto básico estrutural destes, de dragagem, simulação de inundação, salinidade e outros.

No presente momento, a CB&I foi requisitada a revisar o projeto básico de engenharia, com os molhes localizados em frente à comunidade de Ilhas, buscando o não assoreamento do Rio Araranguá em frente à esta comunidade.

Dessa forma, os produtos abaixo serão revisados:

- Projeto do quebra-mar;
- Projeto de dragagem;
- Estudos de Transpasse de sedimentos;
- Plano de Construção;
- Orçamento.

A implantação do projeto (e por consequência o Orçamento) serão divididos em duas etapas de construção, denominadas Etapa 1 e Etapa 2. Os estudos restantes contemplam a solução completa.

## 2 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar o projeto básico, equipamentos e os métodos de desenvolvimento da dragagem para o canal de navegação do projeto de relocação dos molhes de fixação da barra do Rio Araranguá, localizado na região de Araranguá, SC, cuja finalidade é o melhor escoamento do rio em direção ao mar e aliviando as condições em caso de enchentes.

A figura a seguir mostra a localização dos estudos:

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>	 <b>ARARANGUÁ</b> GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA: <b>4/11</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ</b> <b>PROJETO BÁSICO</b> <b>MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			

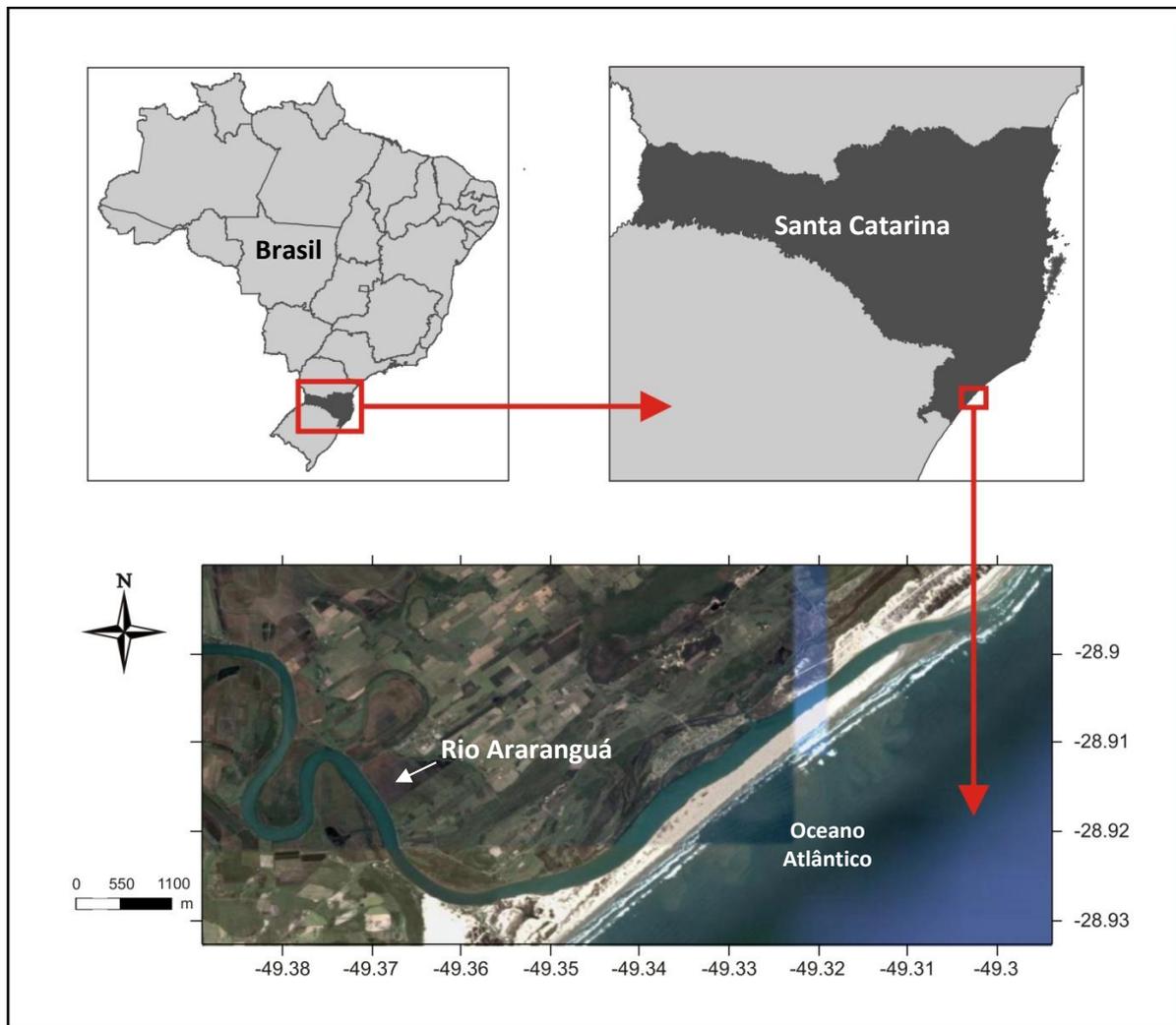


Figura 1: Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá apresenta escoamento em direção ao mar, assumindo uma direção oeste-leste (W-E). A bacia hidrográfica abrange uma área de 3.020 km<sup>2</sup>, sendo formada pela confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, recebendo mais um tributário próximo à desembocadura, o Rio dos Porcos. Nos últimos 7 km do rio, o curso está voltado para a direção nordeste e paralelo à linha de costa, com seu canal cruzando uma barreira arenosa. A profundidade média no canal é de 3 m, podendo chegar a até 8,5 m, sendo que a desembocadura é mais rasa (entre 1 m e 3 m).

### 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos abaixo, emitidos no projeto anterior, serão utilizados na elaboração dos estudos.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>5/11</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			REV.: <b>0</b>

5270089-PRJ-D-DCD-00001	CRITÉRIOS DE PROJETO
5270089-PRJ-D-DWG-00002	ARRANJO GERAL DE DRAGAGEM
5270089-PRJ-D-DWG-00003	MÁSCARA DE DRAGAGEM
5270089-PRJ-D-DWG-00004	SEÇÃO TRANSVERSAL DRAGAGEM – ARRANJO 1/4
5270089-PRJ-D-DWG-00005	SEÇÃO TRANSVERSAL DRAGAGEM – ARRANJO 2/4
5270089-PRJ-D-DWG-00006	SEÇÃO TRANSVERSAL DRAGAGEM – ARRANJO 3/4
5270089-PRJ-D-DWG-00007	SEÇÃO TRANSVERSAL DRAGAGEM – ARRANJO 4/4
5270089-PRJ-D-CAL-00001	MEMÓRIA DE CÁLCULO VOLUME DE DRAGAGEM
CPE_AraranguaTopoBatimetria	MEDIÇÕES DETALHADAS DE BATIMETRIA NA ÁREA DO CANAL DE PROJETO E MOLHES
CPE_PrefArarangua_ProdutoX	DIMENSIONAMENTO E CONCEPÇÃO DA OBRA – PROJETO DE DRAGAGEM

#### **4 DESCRIÇÃO GERAL DA DRAGAGEM DE IMPLANTAÇÃO**

Dragagem de implantação é uma atividade que busca posicionar as profundidades de uma região de forma a garantir a entrada e manobra de embarcações definidas em projeto. Desta forma, é determinada uma cota relacionada a esta embarcação que promova a segurança na navegação.

O método de dragagem e disposição do material dragado serão descritos de forma a promover uma visão final de escala de equipamentos e cronograma físico da execução das obras.

Para a dragagem de implantação do Projeto de Relocação dos molhes de fixação da barra do Rio Araranguá definiu-se uma cota de -5,00 metros quando referenciada ao nível de redução do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Este nível de redução é relacionado ao nível da média das baixa-mares de sizígia, ou seja, a média dos níveis da água mais baixos encontrados no interior do estuário, considerada oscilação em frequência mareal.

Desta forma, todo material que se encontra acima desta cota de projeto deve ser retirado e devidamente alocado em função de sua natureza.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>	 <b>ARARANGUÁ</b> GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>6/11</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			REV.: <b>0</b>

#### 4.1 CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

Foram previstos apenas serviços de dragagem para a implantação de todo o canal de navegação proposto. Nenhum serviço de desmonte subaquático foi considerado.

Para implantação da profundidade de projeto, deve ser calculada a área em que a mesma deverá estar presente, assim como as áreas representadas pelo talude a ser realizado para garantir a estabilidade do material e das feições de fundo.

Neste projeto foi utilizada uma inclinação de talude de 1V:6H. Normalmente, este valor é adequado para areias finas, o tipo de solo encontrado na região.

#### 4.2 VOLUME DE DRAGAGEM

O volume total a ser dragado é de 748.050 m<sup>3</sup> e a metodologia de cálculo para obtenção deste valor pode ser visualizada no documento 5270089-PRJ-D-CAL-00001.

É importante ressaltar que o volume a ser dragado é superior ao necessário para o canal de navegação, dado que as dimensões (largura de soleira) são superiores às necessárias apresentadas no documento 5270089-PRJ-D-DCD-00001 (CRITÉRIOS DE PROJETO).

### 5 DESCRIÇÃO TÉCNICA E DE OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE DRAGAGEM

A draga de sucção e recalque com desagregador mecânico – *cutter suction dredge* – talvez seja a draga mais conhecida de todas, uma vez que opera, comumente, em regiões perto das costas, sendo também bastante utilizada no engordamento de praias e na construção de leitos de rodovias situados em regiões litorâneas.

São equipadas com um desagregador mecânico, ou cortador (*cutter*), montado na extremidade do tubo de sucção, que, por rotação, corta com suas lâminas o material do fundo, que é aspirado pela bomba de dragagem.

Essas dragas são normalmente dotadas de dois charutos ou estacas (*spuds*), localizados na parte posterior do casco, utilizados para o deslocamento para frente da draga. Os charutos funcionam sempre de forma alternada, com um fixado ao fundo e outro suspenso, durante a operação das dragas.

O desagregador mecânico das dragas de sucção e recalque foi projetado, inicialmente, para cortar o material mais duro do fundo, a ser aspirado pelo tubo de sucção, aumentando, assim, o desempenho das operações de dragagem. Materiais soltos, como os siltes, as argilas ou certas areias finas, não demandariam, portanto, o uso permanente

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA: <b>7/11</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			

dos desagregadores para sua remoção; no entanto, é prática comum nas operações destas dragas a utilização permanente dos desagregadores, caso sejam necessários.

Em tal situação, a rotação dos desagregadores provoca uma dispersão dos sedimentos mais finos, formando uma nuvem de sedimentos, com um possível impacto ambiental nas imediações das áreas dragadas. Para evitar este efeito, foram desenvolvidos alguns tipos de desagregadores especiais, destinados a minimizar tal condição.

Normalmente este tipo de draga não possui opção de armazenamento, possuindo um sistema de recalque através de tubulações e bombeamento (Figura 2), o qual possui seu término em uma barcaça transportadora ou batelões de abertura pelo fundo, ou ainda na área de bota-fora terrestre, quando localizado próximo. Possuem propulsão própria ou um sistema de amarração e guinchos que permitem um deslocamento lateral de alta precisão.

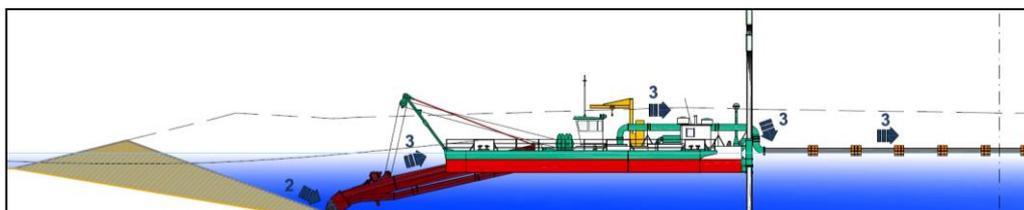


Figura 2: Dragagem de sucção e recalque com terminal desagregador e sistema de recalque.



Figura 3: Dragagem de sucção e recalque.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA: <b>8/11</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			

## 6 ÁREA DE DISPOSIÇÃO DO MATERIAL DRAGADO

Considerou-se que a área de disposição do material dragado será em terra, localizada afastada 500 metros do molhe norte projetado. Desta forma, faz-se necessário o licenciamento ambiental desta área. O descarte ocorrerá por meio de recalque, através de tubulações acopladas à draga.



Figura 4: Área de disposição prevista para o material dragado (hachurado).

## 7 METODOLOGIA DE DRAGAGEM E DISPOSIÇÃO

Dada a disponibilidade no mercado e aplicabilidade neste projeto, optou-se pela draga de sucção e recalque para a realização da remoção do material a ser dragado. A mesma irá retirar material do fundo e bombeá-lo através de uma tubulação até a área de despejo, localizada em terra.

A linha de recalque será conectada por meio de tramos de tubulação. Para seu posicionamento, está prevista a utilização de carregadeiras. No final da linha de recalque, para fixação da tubulação, uma parte da mesma deverá ser aterrada.

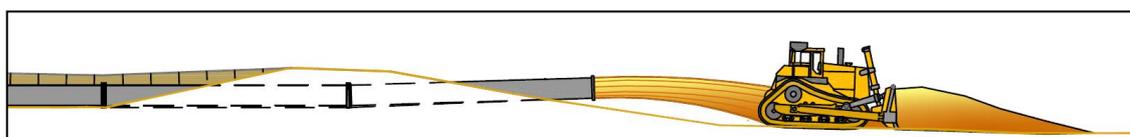


Figura 5: Final da linha de recalque.

Para início do processo de dragagem se dá a ancoragem da draga e seu posicionamento.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA: <b>9/11</b>
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: <b>0</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			

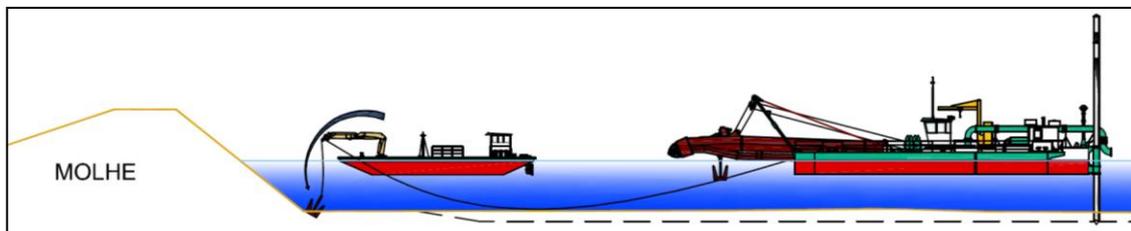


Figura 6: Posicionamento da draga com barco de apoio.

Em seguida, é feito o acoplamento do tramo marítimo da linha de recalque à draga e ao barco de apoio e se dá o início da dragagem, propriamente dita.

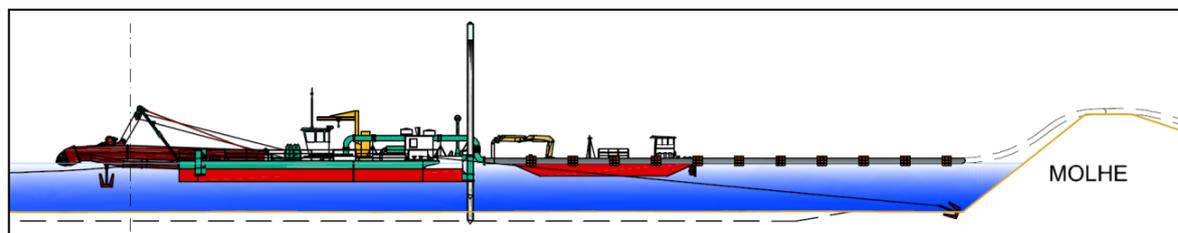


Figura 7: Conexão da tubulação de recalque aos equipamentos de dragagem.

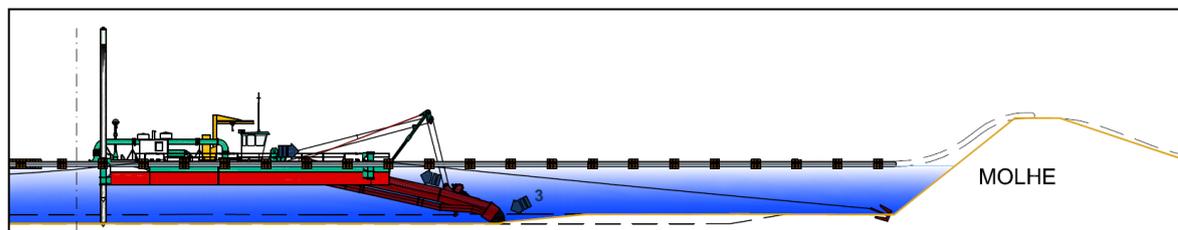


Figura 8: Conexão da tubulação de recalque aos equipamentos de dragagem.

De forma a conferir agilidade no processo de dragagem, serão utilizadas duas dragas. O cálculo do ciclo desta dragagem é apresentado no Item 8.

A seguir são apresentadas as características de algumas dragas que tiveram sua adequabilidade avaliada para este projeto. Dentre estas, a “Draga III” foi selecionada para a execução dos serviços de dragagem.

Dado que a velocidade do bombeamento foi considerada igual a 3 m/s, valor praticado nestes serviços com dragas similares, a vazão estimada para a draga escolhida será de 4.156 m<sup>3</sup>/h.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>10/11</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			REV.: <b>0</b>

PARÂMETROS	DRAGA I	DRAGA II	DRAGA III
COMPRIMENTO TOTAL	64,0 m	69,0 m	62,5 m
BOCA	11,4 m	16,6 m	11,0 m
CALADO MÁXIMO	1,91 m	2,2 m	2,7 m
DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO DE SUCÇÃO	750 mm	750 mm	700 mm
DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE	650 mm	700 mm	600 mm
POTÊNCIA INSTALADA	2.541 kW	2.928 kW	3.998 kW
PROFUNDIDADE DE ALCANCE DA DRAGA	2,9 - 18 m	3,2 – 17,5 m	3 - 19 m

Tabela 1: Dragas avaliadas para a dragagem.

## 8 CRONOGRAMA DE DRAGAGEM

Para o cálculo do prazo de execução da dragagem, foi considerado o volume de disposição que é uma função entre mistura de material sólido e água, proveniente da atividade de dragagem.

O volume *in situ*, em razão de volume a ser despejado, assim como a porcentagem relativa entre material sólido e água considerado, são apresentados na Tabela 2.

VOLUME <i>IN SITU</i>	TAXA DE SÓLIDOS	VOLUME DE DISPOSIÇÃO
748.050 m <sup>3</sup>	20 %	3.740.250 m <sup>3</sup>

Tabela 2: Volume *in situ* e volume de disposição do material a ser dragado.

O prazo estimado total para a dragagem foi de 1,3 meses, conforme tabela abaixo.

	NÚMERO CB&I BRASIL: <b>5270089-PRJ-D-NTE-00001</b>	 <b>ARARANGUÁ</b> GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		<b>11/11</b>
<b>RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM</b>			REV.: <b>0</b>

PARÂMETROS	VALORES
<b>DADOS DE ENTRADA</b>	
Porcentagem de sólidos no processo de dragagem	20 %
Volume <i>in situ</i> a ser dragado	748.050 m <sup>3</sup>
Velocidade do bombeamento	3 m/s
Diâmetro da tubulação de sucção e recalque	0,7 m
Eficiência do processo de dragagem	70 %
Horas trabalhadas por semana	120 h
Semanas por ano	52,2 semanas/ano
Número de dragas	2
<b>RESULTADOS</b>	
Produtividade de uma draga	4.156 m <sup>3</sup> /h
Produtividade real de uma draga	2.909 m <sup>3</sup> /h
Volume total da mistura	3.740.250 m <sup>3</sup>
Tempo para completar a atividade (uma draga)	10,7 semanas
	2,5 meses
<b>Tempo para completar a atividade (duas dragas)</b>	<b>5,4 semanas</b>
	<b>1,3 meses</b>

Tabela 3: Premissas e prazo para dragagem.

## 9 CONCLUSÕES

O prazo total estimado para a dragagem de 748.050 m<sup>3</sup> de sedimento foi de 1,3 meses. Este valor foi encontrado considerando a atuação em simultâneo de duas dragas de pequeno porte.

As estimativas apresentadas ao longo deste documento não consideraram tolerâncias verticais e horizontais de dragagem, tampouco quaisquer paralisações devido a questões ambientais ou sócio-econômicas.

Ainda, devido às baixas profundidades disponíveis ao longo das áreas a serem dragadas os equipamentos adequados apresentam produtividade baixa, quando comparados a equipamentos de grande porte.

Vale ressaltar que uma análise da taxa de sedimentação ao longo dos anos deve ser realizada, em momento oportuno, como estimativa para as dragagens de manutenção futuras e custos operacionais com a implantação dos canais de navegação projetados.