



**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**  
Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias  
Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Projeto Executivo do Lote C - Eixo Leste**

## **BALANÇO DE MASSA**

### **SEGMENTO DE CANAL EBV-1 A RESERVATÓRIO BRAÚNAS**

1230-NTC-2205-04-02-001-R01

RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

Abril-2009





**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL**

Secretaria de Infra-estrutura Hídrica

**Projeto de Integração do Rio São Francisco com  
Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

**Projeto Executivo do Lote C – Eixo Leste**

## **BALANÇO DE MASSA**

# **SEGMENTO DE CANAL EBV-1 A RESERVATÓRIO BRAÚNAS**

1230-NTC-2205-04-02-001-R01  
RECIFE-PE

C O N S Ó R C I O

TECHNE • PROJETEC • BRLi

**Abril-2009**



Título						Número						Folha 1/1																							
NOTA TÉCNICA - BALANÇO DE MASSA - SEGMENTO DE CANAL EBV1 A RESERVATÓRIO BRAÚNAS						1230-NTC-2205-04-02-001																													
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																																			
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	7
1		X							36									71								106									
2		X							37									72								107									
3									38									73								108									
4									39									74								109									
5									40									75								110									
6									41									76								111									
7									42									77								112									
8									43									78								113									
9									44									79								114									
10									45									80								115									
11									46									81								116									
12									47									82								117									
13									48									83								118									
14									49									84								119									
15									50									85								120									
16									51									86								121									
17									52									87								122									
18									53									88								123									
19									54									89								124									
20									55									90								125									
21									56									91								126									
22									57									92								127									
23									58									93								128									
24									59									94								129									

## SUMÁRIO

1.	OBJETIVO .....	1
2.	JUSTIFICATIVA .....	1
3.	CRITÉRIOS E PARÂMETROS UTILIZADOS .....	1
4.	BALANÇO DE MASSA .....	1

### Anexos:

1. Tabela de Balanço de Massa.
2. Tabela de Composição Global do Preço por Alternativa.
3. Tabelas de Composição dos Preços por m<sup>3</sup> de materiais.
4. Croqui esquemático do Balanço de Massa.

## 1. OBJETIVO

A presente Nota Técnica tem como objetivo apresentar o balanço de massa, com as respectivas indicações de utilização dos materiais a serem trabalhados nos serviços de terraplanagem no trecho de obras compreendido entre o Forebay de Montante da EBV-1 e a Barragem Braúnas.

## 2. JUSTIFICATIVA

A emissão da Nota Técnica atende parte das recomendações contidas no item 6.2.2 dos Termos de Referência para elaboração do projeto Executivo do Lote C e fornece à supervisão das obras os elementos fundamentais para se fazer o emprego dos materiais construtivos da forma mais econômica, a partir das informações disponibilizadas.

## 3. CRITÉRIOS E PARÂMETROS UTILIZADOS

Para o planejamento da execução das obras, foram utilizados os seguintes critérios e parâmetros:

1. O cálculo dos volumes a serem escavados e dos aterros a serem feitos no trecho considerado e o estabelecimento das compensações por sub-trecho.
2. A identificação da natureza dos materiais a serem escavados, suas localizações e o transporte para as áreas de aterro com os respectivos momentos de transportes.
3. A utilização dos preços unitários de escavação, transporte e compactação das Construtoras dos Lotes 13 e 9 para determinação das operações mais econômicas para o projeto.

## 4. BALANÇO DE MASSA

Dos estudos efetuados e apresentados nas tabelas anexas, resultaram as seguintes operações mais econômicas para o projeto:

1. Todo o material de conglomerado produzido na escavação do Forebay de Montante e da EBV-1 (1.258.146 m<sup>3</sup>) mais os materiais a serem escavados no trecho Forebay de Jusante da EBV-1 – Barragem Areias, serão utilizados nos seguintes aterros:
  - a) Re-aterros da EBV-1 (27.921 m<sup>3</sup>).
  - b) Forebay de Jusante da EBV-1 (604.581 m<sup>3</sup>).
  - c) Trecho em aterro dos canais compreendidos entre os Forebay de Jusante da EBV-1 e a Barragem Areias (691.097 m<sup>3</sup>).

Conforme demonstrado nas tabelas anexas, o material produzido nas escavações em conglomerado será utilizado de forma mais econômica do que qualquer outro material, no trecho compreendido entre o Forebay de Jusante da EBV-1 e a Barragem Areias, uma vez que já estão escavados. Note-se que na tabela de Balanço de Massa, há um déficit de 465.882 m<sup>3</sup> para o trecho, devendo esse déficit ser resolvido através da escavação de material conglomerático nas proximidades do canal, dentro da faixa desapropriada. Este trecho inclui o trecho de canal onde existe a ocorrência de solos colapsíveis/expansivos

que serão substituídos. Os solos colapsíveis extraídos poderão ficar em bota-espera para serem utilizados posteriormente na execução do solo cimento que antecipa a colocação da manta.

2. Todos os materiais de 1ª e 2ª categorias produzidos nas escavações do trecho Barragem Areias – EBV-2 (295.268 m³) devem ser utilizados no aterro do Forebay de Jusante da EBV-2. O restante necessário à complementação do aterro do Forebay de Jusante da EBV-2, será proveniente da jazida de conglomerado de Braúnas. Esta jazida atenderá todas as necessidades de aterro do trecho de canal Forebay de Jusante da EBV-2 a Braúnas.
3. O material de 3ª categoria resultante das escavações no trecho Barragem Areias – EBV-2 (191.259 m³) deve ser utilizado da seguinte forma:
  - a) 70.097 m³ devem ser selecionados e aplicados na proteção dos taludes externos de todo o trecho estudado (Forebay de Jusante da EBV-1 até a Barragem Braúnas).
  - b) 121.162 m³ devem ser selecionados para britagem de forma a atender os volumes necessários à construção das obras de concreto do trecho estudado.

Alternativamente, a critério da fiscalização, o material de terceira categoria que está destinado à britagem, poderá ser usado na proteção dos taludes de montante e jusante da Barragem Braúnas; e/ou da Barragem Areias; e/ou na confecção dos Colchões Reno que revestirão o canal de aproximação e o Forebay de montante da EBV-1.

4. Para o caso da Barragem de Braúnas foram feitos dois projetos: a) um com espaldares em conglomerado escavado na área do reservatório da barragem e núcleo argiloso suprido pelas jazidas também situadas na bacia hidráulica; b) outro em seção homogênea com materiais das jazidas situadas na bacia hidráulica, complementada com material da jazida INCRA. A alternativa mais econômica será a utilização do conglomerado para construção da Barragem Braúnas em perfil zoneado, além disso, a utilização da Jazida do INCRA, em virtude da expansividade do material e do histórico bastante demorado para desapropriação de áreas similares foi descartada como hipótese.

## ***Anexos***

---

## ***Anexo 1***

### ***Tabela de Balanço de Massa***

---



## BALANÇO DE MASSA

### TRECHO FOREBAY DE MONTANTE DA EBV-1 A BARRAGEM BRAÚNAS

OBRA	NECESSIDADE DE ATERRO CONSIDERANDO FATOR DE COMPACTAÇÃO MÉDIO (m <sup>3</sup> )	PROVENIÊNCIA
Reaterro EBV-1	27.921	Forebay de Montante EBV-1
Forebay de Jusante EBV-1 (ENCALSO)	604.581	Forebay de Montante EBV-1
Canal EBV-1/ Areias (CAMTER)	691.097	Forebay de Montante EBV-1 (54.630m <sup>3</sup> )
		Material conglomerático mais próximo (317.712m <sup>3</sup> )
Substituição de solo colapsível / expansivo (Estaca 570 / Areias)	148.800	Material conglomerático mais próximo
Forebay de Jusante EBV-2 (ENCALSO)	823.839	Canal Areias/EBV-2 (250.518m <sup>3</sup> )
		Forebay de Montante EBV-2 e EBV-2 (44.750m <sup>3</sup> )
		Jazida Conglomerado Braúnas (528.572m <sup>3</sup> )
Canal EBV-2/Braúnas (CAMTER)	308.314	Jazida Conglomerado Barragem Braúnas
Barragem Braúnas (Espaldares) (CAMTER)	732.000	Jazida Conglomerado Barragem Braúnas
Barragem Braúnas (Núcleo, Cutoff, e Dique) (CAMTER)	233.130	Jazida Solo Argiloso Barragem Braúnas

**Anexo 2**

**Tabela de Composição Global do Preço por Alternativa**

BALANÇO DE MASSA  
COMPOSIÇÃO GLOBAL DO PREÇO POR ALTERNATIVA  
TRECHO FOREBAY DE MONTANTE DA EBV-1 A BARRAGEM BRAÚNAS

Trecho da Obra / Empreiteira	Necessidade de Aterro (m³)	F.C. M.	Necessidade de Aterro considerando o F.C. (m³)	Corte				Proteção do Talude Externo (m³)	Corte Total Mat. 1ª e 2ª Categoria (m³)	Fator de Aproveitamento do Conglomerado (F.A.)  80%	Sobra do Trecho Mat. 1ª e 2ª Categoria (m³)	Sobra do Trecho Mat. 3ª Categoria (m³)*	Volume Necessário Mat. 1ª e 2ª Categoria (Acumulado) (m³)	Volume Necessário por Trecho de 1ª e 2ª Categoria (m³)	Custo da 1ª Alternativa (R\$)		
				1ª Categ. (m³)	2ª Categ. (m³)	3ª Categ. (m³)	Total (m³)								Material extraído das escavações laterais do canal (EBV-1/Areias)	Conglomerado de Braúnas	Solo Argiloso Jazida de Braúnas
	A	B	C = (A * B)	D	E	F	G = (D+E+F)	H	I=(D + E)	J	K=(I - C)	L	M	N			
Forebay de Montante EBV-1 e EBV-1 (ENCALSO)	0	1,24	0	0	858.915	0	858.915	0	858.915	687.132	687.132	0	0	0			
Reaterro EBV-1	22.517	1,24	27.921	0	0	0	0	0	0		-27.921	0	659.211				
Forebay de Jusante EBV-1 (ENCALSO)	487.565	1,24	604.581	0	0	0	0	11.955	0		-604.581	0	54.630	0			
Canal EBV-1/ Areias (CAMTER)	557.336	1,24	691.097	281.816	117.415	0	399.231	37.985	399.231	319.385	-371.712	0	-317.082	-317.082	2.111.764,49		
Substituição de solo colapsível (Estaca 570 / Areias)	120.000	1,24	148.800	0	0	0	0	0	0		-148.800	0	-465.882	-148.800	991.008,00		
Canal Areias/EBV-2 (CAMTER)	0	1,22	0	45.219	205.298	0	250.518	0	250.518		250.518	0	250.518	0			
Forebay de Montante EBV-2 e EBV-2 (ENCALSO)	0	1,22	0	27.831	16.919	191.259	236.009	0	44.750		44.750	191.259	295.268	0			
Forebay de Jusante EBV-2 (ENCALSO)	675.278	1,22	823.839	0	0	0	0	15.000	0		-823.839	0	-528.572	-528.572		4.733.359,22	
Canal EBV-2/Braúnas (CAMTER)	252.716	1,22	308.313	3.259	5.107	835	9.201	5.157	8.366		-299.947	835	-828.519	-299.947		2.294.713,54	
Barragem Braúnas (Espaldares) (CAMTER)	600.000	1,22	732.000	0	0	0	0	43.300	0		-732.000	0	-1.560.519	-732.000		5.102.040,00	
Barragem Braúnas (Núcleo, Cutoff, e Dique) (CAMTER)	191.090	1,22	233.130	0	0	0	0	6.700	0		-233.130	0	-1.793.648	-233.130			1.552.644,47
														Total (R\$)	16.785.529,72		

**Observação:**  
F.A. = Fator de Aproveitamento do Conglomerado  
F.C.M.= Fator de Compactação Médio; valor obtido da relação densidade natural *in situ* / massa específica máxima do material coletado em poços de inspeção no trecho.  
F.E. = Fator de Empolamento

\* A sobra do material de 3ª categoria será utilizado como proteção de Talude externo, colchão reno do forebay de montante da EBV-1 e/ou britagem e/ou proteção dos taludes de Braúnas

\*Volumes (m³)

## ***Anexo 3***

### ***Tabelas de Composição dos Preços por m<sup>3</sup> de Materiais***

### Preço m<sup>3</sup> - Conglomerado Braúnas para Canal EBV-2/Braúnas (CAMTER)

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Desmatamento, destocamento e limpeza	m <sup>2</sup>	2,00		0,28	0,56
Escav. de material de 2ª categoria ( Área de Empréstimo ), carga e transporte até a 1,00 km	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	4,21	4,21
Momento de Transporte de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup> x km	0,90	1,20	0,63	0,68
Lançamento e compactação de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,20	2,20
TOTAL					7,65

### Preço m<sup>3</sup> - Conglomerado Braúnas para Barragem Braúnas (CAMTER)

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Desmatamento, destocamento e limpeza	m <sup>2</sup>	2,00		0,28	0,56
Escav. de material de 2ª categoria ( Área de Empréstimo ), carga e transporte até a 1,00 km	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	4,21	4,21
Momento de Transporte de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup> x km	0,00	1,20	0,63	0,00
Lançamento e compactação de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,20	2,20
TOTAL					6,97

### Preço m<sup>3</sup> - Solo Argiloso Braúnas para Barragem de Braúnas (CAMTER)

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
Desmatamento, destocamento e limpeza	m <sup>2</sup>	2,00		0,28	0,56
Escav. de material de 1ª categoria ( Área de Empréstimo ), carga e transporte até a 1,00 km	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	3,90	3,90
Momento de Transporte de material de 1ª categoria	m <sup>3</sup> x km	0,00	1,10	0,63	0,00
Aterro compactado	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,20	2,20
TOTAL					6,66

### Preço m<sup>3</sup> - Conglomerado - Canal de Aproximação para Canal EBV-1/Areias (CAMTER)

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Reescavação de estoque em solo	m <sup>3</sup>	2,00		1,12	2,24
Momento de Transporte de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup> x km	7,00	1,20	0,63	5,29
Lançamento e compactação de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,20	2,20
TOTAL					9,73

### Preço m<sup>3</sup> - Solo Argiloso - Mat. Conglomerático mais próximo p/ EBV-1/Areias (CAMTER)

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Desmatamento, destocamento e limpeza	m <sup>2</sup>	2,00		0,28	0,56
Escav. de material de 1ª categoria (Área de Empréstimo ), carga e transporte até a 1,00 km	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	3,90	3,90
Aterro compactado	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,20	2,20
TOTAL					6,66

**Preço m<sup>3</sup> - Solo Argiloso - Jazida do Incra para Forebay de Jusante da EBV-2 (ENCALSO)**

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Desmatamento, destocamento e limpeza	m <sup>2</sup>	2,00		0,53	1,06
Escav. de material de 1ª categoria (Área de Empréstimo ), carga e transporte até a 1,00 km	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	3,89	3,89
Momento de Transporte de material de 1ª categoria	m <sup>3</sup> x km	6,50	1,10	0,48	3,12
Aterro compactado	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,11	2,11
TOTAL					10,18

**Preço m<sup>3</sup> - Conglomerado - Canal de aproximação para Forebay de Jusante da EBV-2 (ENCALSO)**

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Reescavação de estoque em solo	m <sup>3</sup>	2,00	1,00	0,95	1,90
Momento de Transporte de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup> x km	15,00	1,20	0,48	7,20
Lançamento e compactação de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,14	2,14
TOTAL					11,24

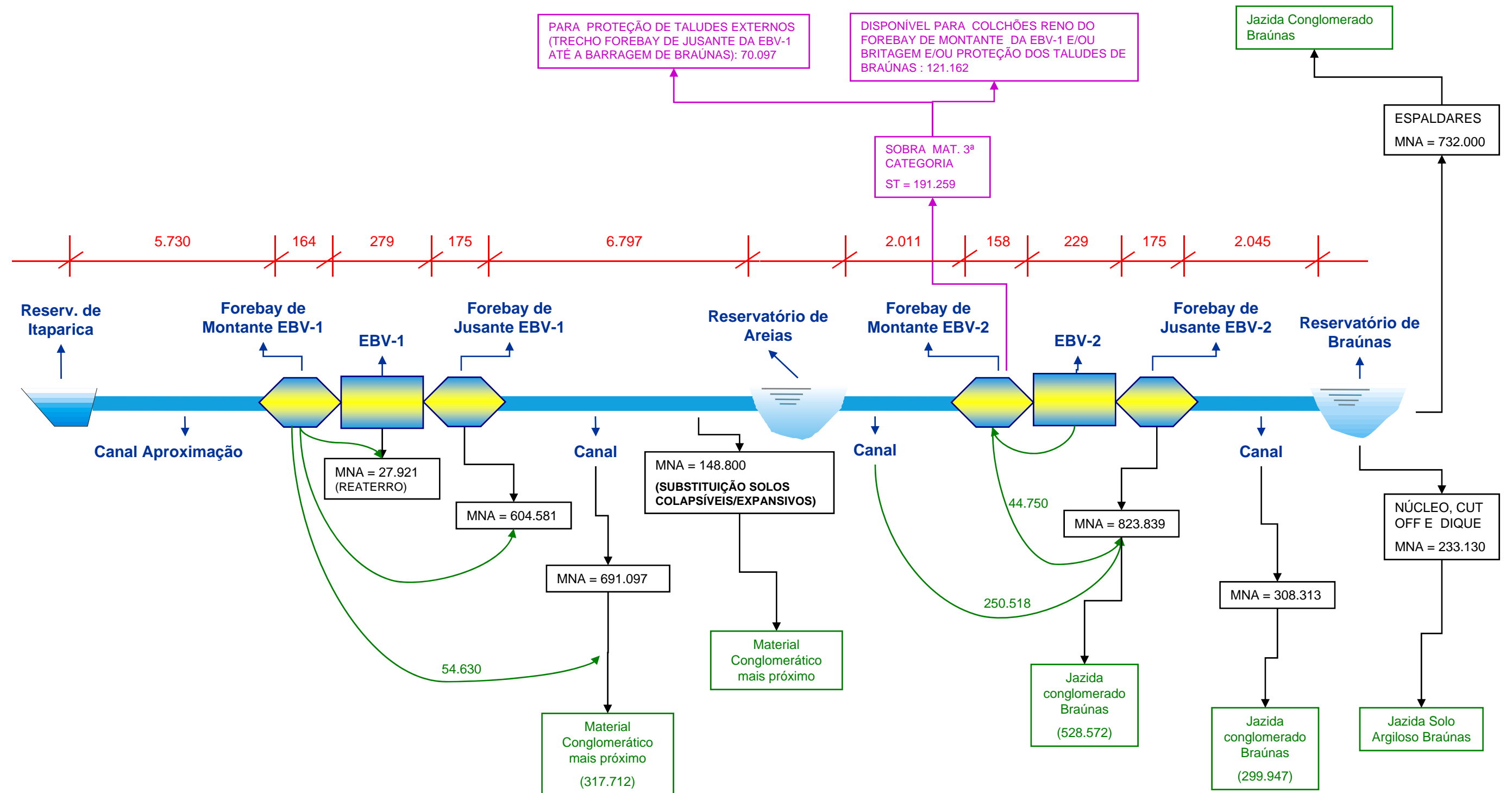
**Preço m<sup>3</sup> - Conglomerado - Jazida Braúnas para Forebay de Jusante da EBV-2 (ENCALSO)**

SERVIÇO	UNID.	QTDADE	EMPOLAMENTO	PREÇO UNIT. (R\$)	PREÇO TOTAL P/ M <sup>3</sup> (R\$)
Desmatamento, destocamento e limpeza	m <sup>2</sup>	2,00		0,53	1,06
Escav. de material de 2ª categoria (Área de Empréstimo ), carga e transporte até a 1,00 km	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	4,21	4,21
Momento de Transporte de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup> x km	2,50	1,10	0,63	1,58
Aterro compactado	m <sup>3</sup>	1,00	1,00	2,11	2,11
TOTAL					8,96

## ***Anexo 4***

### ***Croqui Esquemático do Balanço de Massa***

---



#### LEGENDA

MNA = Material Necessário para Aterro

#### NOTAS:

1 - Todos os volumes em m³

2 - Todas as distâncias em metros

### CROQUI ESQUEMÁTICO DO BALANÇO DE MASSA