

Governo do Estado do Ceará
Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH
Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos
Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH



Contrato Nº 11 / PROGERIRH / CE / SRH / 2003

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADES TÉCNICAS,
AMBIENTAIS, ECONÔMICAS, EIAS - RIMAS, PROJETOS
EXECUTIVOS, LEVANTAMENTOS CADASTRAIS E PLANOS DE
REASSENTAMENTOS DE POPULAÇÕES, MANUAIS DE OPERAÇÃO E
MANUTENÇÃO E AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA
REFERENTES ÀS BARRAGENS: MAMOEIRO, RIACHO DO MEIO,
MELANCIA, JATOBÁ E JUCÁ E ADUTORAS DE ANTONINA DO NORTE,
GRANJEIRO E IPUEIRAS

BARRAGEM JUCÁ

MÓDULO IV - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
VOLUME I - DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO
TOMO 3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

BARRAGEM JUCÁ

MÓDULO IV – PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM
VOLUME I – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO
TOMO 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO

EDITADO EM OUTUBRO DE 2006



ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	5
1 – INTRODUÇÃO	9
2 – CÁLCULO DA FOLGA	11
3 – CÁLCULO DA COTA DO COROAMENTO	13
4 – CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO	15
5 – ESCOLHA DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES.....	17
6 – DIMENSIONAMENTO DO RIP-RAP.....	20
7 – DETERMINAÇÃO DA LINHA FREÁTICA	25
8 – DIMENSIONAMENTO DO FILTRO VERTICAL.....	30
9 – DIMENSIONAMENTO DO TAPETE HORIZONTAL.....	32
10 – ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS DO ROCK-FILL.....	35
11 – ANÁLISE DA ESTABILIDADE	38
11.1 – MÉTODO BISHOP SIMPLIFICADO	39
11.2 – PROGRAMA SLOPE/W	40
11.2.1 – Método de Análise.....	41
11.2.2 – Geometria e Estratigrafia.....	41
11.2.3 – Superfície de Escorregamento.....	41
11.2.4 – Pressão Neutra	41
11.2.5 – Propriedade do Solo.....	42
11.2.6 – Definição do Problema.....	43
11.2.7 – Resolução do Problema.....	44
11.2.8 – Apresentação dos Resultados	44

11.2.9 – Formulário	44
11.3 – RESULTADOS OBTIDOS	45
12 – VAZÕES DE PERCOLAÇÃO PELO MACIÇO E FUNDAÇÃO	73
13 – ESTUDO DE CHEIAS	78
13.1 – METODOLOGIA.....	78
13.2 – PRECIPITAÇÃO	79
13.3 – PRECIPITAÇÃO EFETIVA	80
13.4 – HIDROGRAMA UNITÁRIO – SCS.....	83
14 – COTA DO VOLUME MORTO	86
15 – TOMADA D’ÁGUA	88
15.1 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA GALERIA.....	89
16 – DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO	95
16.1 – PERFIL CREAGER	96
16.2 – DIMENSIONAMENTO DOS CHUMBADORES	100
17 – QUANTITATIVOS DO PROJETO	102



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O consórcio KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A, no âmbito do contrato Nº11/PROGERIRH/CE/SRH/2003 do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH tem por finalidade a Elaboração dos Estudos de Viabilidades Técnicas, Ambientais, Econômicas, Eias - Rimas, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais e Planos de Reassentamentos de Populações, Manuais de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira e Econômica referentes às Barragens: Mamoeiro, Riacho do Meio, Melancia, Jucá e Jatobá e Adutoras de Antonina do Norte, Granjeiro e Ipueiras.

Os estudos desenvolvidos, em atendimento aos Termos de Referência, são constituídos por atividades multidisciplinares que permitem a elaboração de relatórios específicos organizados em Módulos, Volumes e Tomos. As partes e tomos que compõem o acervo do contrato são apresentados na seqüência:

Módulo I: Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras

VOLUME I: Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Adutoras

Módulo II: Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Relatório Geral – Textos

TOMO 2 – Estudos Hidrológicos

TOMO 3 – Estudos Cartográficos

TOMO 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO 5 – Estudos Pedológicos

VOLUME II: Anteprojetos

TOMO 1 – Relatório de Concepção Geral

TOMO 1A – Desenhos e Plantas

TOMO 1B – Memória de Cálculo

VOLUME III: Avaliações Financeiras e Econômicas

TOMO 1 – Relatório de Avaliações Financeira e Econômica

Módulo III: Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA)

VOLUME I: EIA

VOLUME II: RIMA

Módulo IV: Projeto Executivo da Barragem

VOLUME I: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo do Projeto

TOMO 2 – Desenhos do Projeto

TOMO 3 – Memória de Cálculo

TOMO 4 – Especificações Técnicas

TOMO 5 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 6 – Síntese

Módulo V: Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I: Levantamento Cadastral

TOMO 1 – Relatório Geral

TOMO 2 – Laudos Individuais de Avaliação

TOMO 3 – Levantamentos Topográficos

VOLUME II: Plano de Reassentamento

TOMO 1 – Relatório Final do Reassentamento

Módulo VI: Projeto Executivo das Adutoras

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Levantamentos Topográficos

TOMO 2 – Investigações Geotécnicas

VOLUME II: Anteprojeto

VOLUME III: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo

TOMO 2 – Memória de Cálculo

TOMO 3 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

Módulo VII: Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

VOLUME I: Manuais de Operação e Manutenção

O presente relatório que trata da **Barragem Jucá**, aqui nomeado como Volume I – Detalhamento do Projeto Executivo, **Tomo 3 – Memória de Cálculo**, é parte integrante do Módulo IV – Projeto Executivo da Barragem.

1 – INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

O consórcio constituído pelas empresas KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A vem, através desta, apresentar, em atendimento ao Contrato N°11/PROGERIRH/SRH/2003, o Projeto Executivo da Barragem Jucá.

Neste volume que corresponde ao TOMO 3 do VOLUME I é apresentada a Memória de Cálculo.

Este relatório foi desenvolvido os seguintes capítulos.

- Cálculo de Folga;
- Cálculo da Cota de Coroamento;
- Cálculo da Largura do Coroamento;
- Escolha da Inclinação dos Taludes;
- Dimensionamento do Rip-rap;
- Determinação da Linha Freática;
- Dimensionamento do Filtro Vertical;
- Dimensionamento do Tapete Horizontal;
- Especificações dos Materiais do Rock-Fill;
- Análise da Estabilidade;
- Cota do Volume Morto;
- Dimensionamento do Vertedouro.

2 – CÁLCULO DA FOLGA

2 – CÁLCULO DA FOLGA

A borda livre da Barragem Jucá foi verificada considerando os hidrogramas afluentes obtidas com chuvas de duração de dois dias, com tempo de retorno de 1.000 e 10.000 anos e a ação de ventos a partir dos níveis resultantes no amortecimento, estimada pelo Método de Saville (1963).

Segundo Saville, a velocidade do vento a 10 m de altura sobre a água (V_{10}) é 30% maior do que a velocidade do vento sobre a Terra. Para o cálculo da altura de onda (H_s), adota-se o fator de 0,44, correspondente à velocidade da água geradora da onda. Desta forma, a fórmula da altura de onda, introduzindo o fator de correção V_{10} e o valor da aceleração da gravidade (g), obtém-se:

$$H_s = 2,25 \times 10^{-4} \cdot V_{10} \cdot F^{1/2}$$

Onde:

H_s = altura da onda (m);

V_{10} = velocidade do vento a 10 m a superfície da água (m/s);

F = fetch (m).

Adotou-se $V_{10} = 80 \text{ km/h} = 22,22 \text{ m/s}$ da Barragem Jucá. No **Quadro Nº 2.1** é mostrado o resultado da bomba livre pelo estudo dos ventos na cheia decamilenar da Barragem Jucá.

QUADRO Nº 2.1: VERIFICAÇÃO DA BOMBA LIVRE PELO ESTUDO DOS VENTOS DA BARRAGEM JUCÁ						
FETCH (km)	H_s (m)	NA (normal) (m)	CHUVA 2 DIAS NA (1.000)	CHUVA 2 DIAS NA (10.000)	COROAMENTO (m)	BORDO LIVRE (m)
4,50	0,34	430,00	433,30	434,00	434,70	0,70

Analisando o **Quadro Nº 2.1** verifica-se que o bordo livre é de 0,60 m, no caso da cheia de 10.000 anos como recomendado na 50ª PISB.

Portanto, a folga com relação a cheia milenar é de $f=1,40\text{m}$.

3 – CÁLCULO DA COTA DO COROAMENTO

3 – CÁLCULO DA COTA DO COROAMENTO

A cota do Coroamento da Barragem é dada pela expressão:

$$C_c = C_s + L + F$$

Onde:

C_c = Cota do Coroamento.

C_s = Cota da Soleira = 430,00m.

L = Lâmina vertente na cheia milenar = 3,30m.

f = folga = 1,40m.

$$C_c = 430,00 + 3,30 + 1,40 = 434,70m.$$

Adotar 434,70m.

Verificação para a cheia decamilenar.

$$C_c - C_{10.000}$$

Onde:

$C_{10.000}$ = Cota da cheia decamilenar = 430,00+4,00=434,00m.

$$C_c - C_{10.000} = 434,70 - 434,00 = 0,70m \geq 0,60m \Rightarrow OK!$$

Adotou-se a cota de coroamento $C_c = 434,70m$.

4 – CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO

4 – CÁLCULO DA LARGURA DO COROAMENTO

Adotando-se a fórmula de Preece à seção de maior altura tem-se:

$$L_c = 1,10\sqrt{H_b} + 0,9(m)$$

Onde:

L_c = Largura da barragem (m);

H_b = Altura da barragem (m).

Para a seção da Estaca 54 tem $H_b = 19,17m$ e
 $L_c = 1,10 \times \sqrt{19,17} + 0,90 = 5,71m$, foi adotado $L_c = 6,0m$.

5 – ESCOLHA DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES

5 – ESCOLHA DA INCLINAÇÃO DOS TALUDES

A fixação dos taludes foi resultado de análise da estabilidade. Entretanto foi necessário se fazer uma escolha inicial para em seguida se fazer a análise de estabilidade.

O Bureau of Reclamation sugere as inclinações de taludes, reproduzidas no **Quadro Nº 5.1:**

QUADRO Nº 5.1: INCLINAÇÃO DOS TALUDES – BUREAU OF RECLAMATION				
CASO	SUJEITO A ESVAZIAMENTO RÁPIDO	CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	MONTANTE	JUSANTE
A	NÃO	GW, GP, SW, SP	Permeável, não adequado	
		GC, GM, SC, SM	2,5:1	2:1
		CL, ML	3:1	2,5:1
		CH, MH	3,5:1	2,5:1
B	SIM	GW, GP, SW, SP	Permeável, não adequado	
		GC, GM, SC, SM	3:1	2:1
		CL, ML	3,5:1	2,5:1
		CH, MH	4:1	2,5:1

Terzaghi apresentou, para efeito de Projeto, as inclinações aconselháveis que são mostrados no **Quadro Nº 5.2:**

QUADRO Nº 5.2: INCLINAÇÃO DOS TALUDES - TERZAGHI		
TIPO DE MATERIAL	TALUDES	
	MONTANTE	JUSANTE
Seção Homogênea – Solo bem graduado	1:2,5	1:2
Seção Homogênea – Silte grosso	1:3	1:2,5
Seção Homogênea – Argila ou argila siltosa, altura menor que 15m	1:2,5	1:2
Seção Homogênea – Argila ou argila siltosa, altura maior que 15m	1:3	1:2,5
Areia ou Pedregulho e Areia com núcleo de argila	1:3	1:2,5
Areia ou Pedregulho com cortina de concreto armado	1:2,5	1:2

O engenheiro Paulo Teixeira da Cruz em sua obra 100 Barragens Brasileiras sugere os seguintes taludes preliminares que são mostrados no **Quadro Nº 5.3:**

QUADRO Nº 5.3: INCLINAÇÃO DOS TALUDES – PAULO T. CRUZ		
TIPO DE MATERIAL	MONTANTE	JUSANTE
Solos Compactados	2:5(H) : 1,0(V) 3,0(H) : 1,0(V)	2:0(H) : 1,0(V)
Solos Compactados Argilosos	2:0(H) : 1,0(V) 3,0(H) : 1,0(V)	2:0(H) : 1,0(V) 2,5(H) : 1,0(V)
Solos Compactados Siltosos	3,5(H) : 1,0(V)	3,0(H) : 1,0(V)
Enrocamentos	1:3(H) : 1,0(V) 1,6(H) : 1,0(V)	1:3(H) : 1,0(V) 1,6(H) : 1,0(V)

Os solos das Jazidas são do tipo SC ou do tipo SM, portanto analisando as tabelas juntamente com os materiais que serão usados na construção adotou-se para análise os taludes de montante e jusante com inclinação de 1:2 (V:H) usando um multiplicador da aceleração da gravidade de 1,05 para verificação da análise sísmica.

6 – DIMENSIONAMENTO DO RIP-RAP

6 – DIMENSIONAMENTO DO RIP-RAP

Bourdeaux (1979) recomenda um rip-rap com as seguintes características, quando a altura de onda for 1,00m.

- $D_{50\%} = 0,31 \text{ m}$
- $P_{\text{máx}} = 225 \text{ kg}$
- Esp. = 0,46 m

Será adotado um rip-rap de espessura de 0,70m, por praticidade executiva.

a) Os blocos empregados na construção do rip-rap devem ter no mínimo 50% de pedras com peso igual a:

$$P_{50\%} = 0,52 \cdot \gamma \cdot e^3$$

Onde:

$P_{50\%}$ = Peso do bloco de rocha que compõem 50% do rip-rap (tf);

γ = Peso específico da rocha = 2,50 tf/m³;

e = Espessura do rip-rap em (m).

Portanto tem-se:

$$P_{50\%} = 0,52 \times 2,5 \times 0,70^3 = 0,45 \text{ tf}$$

b) Os blocos de enrocamento do rip-rap devem ter no mínimo 50% de pedras com o diâmetro igual a:

$$D_{50\%} = \left(\frac{P_{50\%}}{0,75\gamma} \right)^{1/3}$$

Onde:

$D_{50\%}$ = diâmetro do bloco de rocha que compõem 50% do rip-rap

Logo:

$$D_{50\%} = \left(\frac{0,45}{0,75 \times 2,50} \right)^{1/3} \therefore D_{50\%} = 0,62m$$

c) O diâmetro e o peso do bloco mínimo:

$$P_{min} = 0,25P_{50\%} = 0,25 \times 0,45 \therefore P_{min} = 0,11tf$$

$$D_{min} = \left(\frac{P_{min}}{0,75\gamma} \right)^{1/3} = \left(\frac{0,11}{0,75 \times 2,50} \right)^{1/3} \therefore D_{min} = 0,39min$$

d) O diâmetro e o peso máximo do bloco.

$$P_{máx} = 4P_{50\%} = 4 \times 0,45 \therefore P_{máx} = 1,80tf$$

$$D_{máx} = \left(\frac{P_{50\%}}{0,75\gamma} \right)^{1/3} = \left(\frac{1,80}{0,75 \times 2,50} \right)^{1/3} \therefore D_{máx} = 0,98m$$

Como $D_{máx}$ calculado foi maior do que a espessura, será adotado $D_{máx} = e = 0,70m$. Assim sendo:

$$P_{máx} = 0,75\gamma D_{máx}^3 = 0,75 \times 2,50 \times (0,70)^3 \therefore P_{máx} = 0,64tf$$

Segundo Cruz (1996), a espessura mínima da transição em enrocamentos sem finos deve ser, em função da altura de onda de:

ALTURA DE ONDA (m)	ESPESSURA TRANSIÇÃO (m)
0,00 – 1,20	0,15
1,20 – 2,40	0,25
2,40 – 3,00	0,30

Adotou-se a espessura de transição de 0,20m.

O rip-rap será assente sobre uma camada de transição com 0,20m de espessura obtida de produto de britagem, atendendo aos seguintes requisitos:

— Material filtrante x Solo Compactado

$$(D_{15})_{filtrante} \leq 5 \times (D_{85})_{solo}$$

— Material filtrante x Rip-rap

Bourdeaux (1979) recomenda: $25\text{mm} < (D_{85})_{\text{filtro}} < 5 / \text{mm}$ e $0,2\text{mm} < D_{\text{min}} < 0,6\text{mm}$.

– Apresentar curvas granulométricas aproximadamente paralelas.

A faixa granulométrica do solo compactado do maciço foi obtida pela média aritmética dos resultados dos ensaios de granulometria por peneiramento e dos ensaios de granulometria por sedimentação realizados em amostras das jazidas J-01, J-02, J-03 e J-04.

Tem-se:

$$(D_{15})_{\text{maciço}} = 0,001\text{mm}$$

$$(D_{85})_{\text{maciço}} = 1,5\text{mm}$$

Com essas informações, e recorrendo-se ao traçado das curvas granulométricas obtém o material de transição que deve ser produzido de britagem de rochas de pedra.

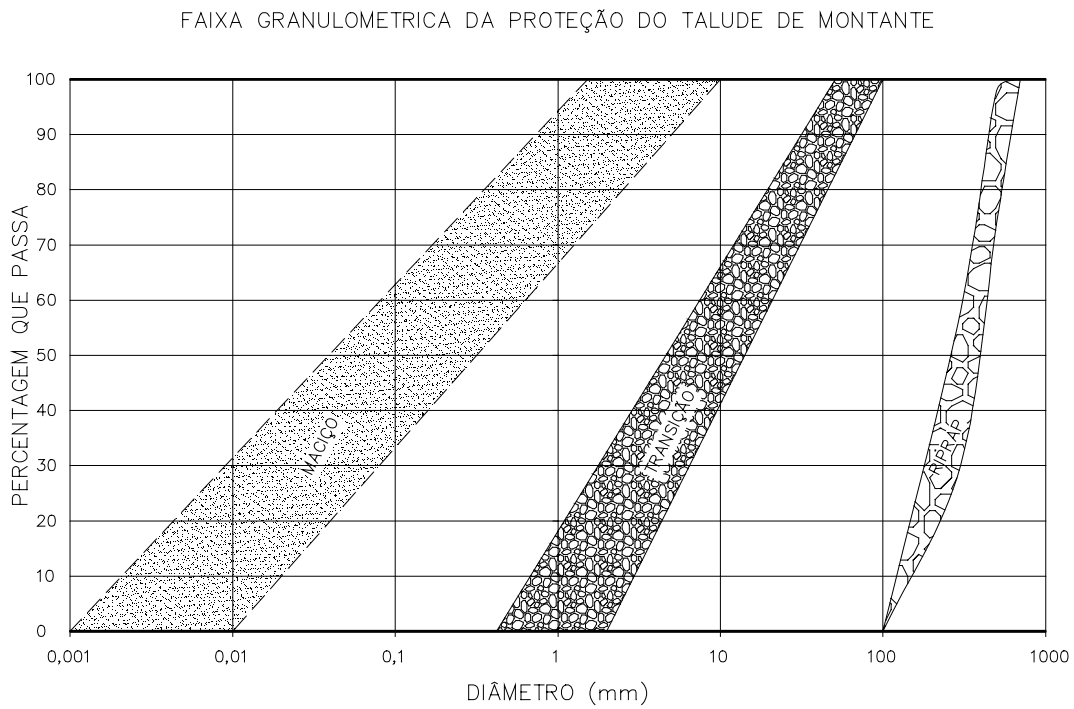
QUADRO Nº 6.1: MATERIAL DE TRANSIÇÃO	
PENEIRA	FAIXA GRANULOMÉTRICA (PERCENTAGEM QUE PASSA)
200mm	100
100mm	100
2" (50,8mm)	90-100
1" (25,4mm)	70-82
3/8" (9,5mm)	42-54
Nº4 (4,76mm)	14-42
Nº10 (2,00mm)	0-18
Nº40 (0,42mm)	-

O material do rip-rap deve ser produzido com a seguinte granulometria:

QUADRO Nº 6.2: MATERIAL DO ENROCAMENTO DO RIP-RAP	
PENEIRA	FAIXA GRANULOMÉTRICA (PERCENTAGEM QUE PASSA)
700mm	100
500mm	74-98
300mm	4-58

QUADRO Nº 6.2: MATERIAL DO ENROCAMENTO DO RIP-RAP	
PENEIRA	FAIXA GRANULOMÉTRICA (PERCENTAGEM QUE PASSA)
100mm	-

Na **Figura Nº 6.1** é apresentado a curva granulométrica do maciço, da transição e do rip-rap.



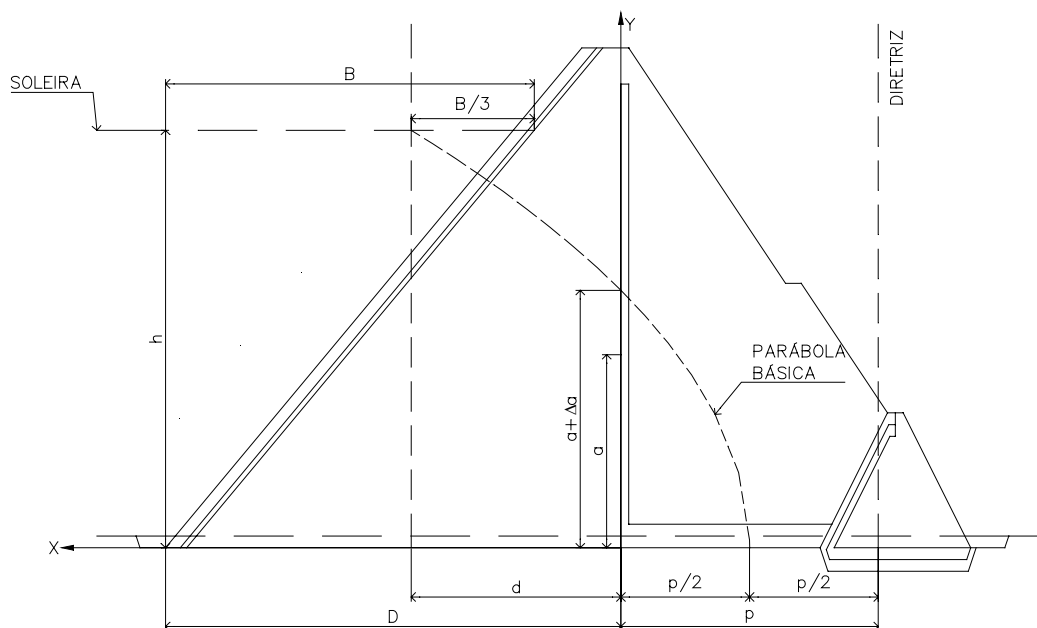
7 – DETERMINAÇÃO DA LINHA FREÁTICA

7 – DETERMINAÇÃO DA LINHA FREÁTICA

As vazões que percolam pelo maciço da Barragem e são coletadas pelo filtro vertical são limitadas superiormente pela linha freática cujo o posicionamento é indefinido. Para contornar esse problema foi associada a linha freática à parábola de KOZENY. O problema de KOZENY corresponde à percolação de água através de um solo, com coeficiente de permeabilidade K , apoiado sobre uma camada impermeável $K = 0$ e desaguando num dreno $K = \infty$. A camada impermeável será a base da Barragem.

Colocando-se um sistema de eixos cartesiano x e y , com y coincidindo com o paramento de montante do filtro vertical e x com a base da Barragem, ou seja, fundo do tapete horizontal. A origem desse sistema cartesiano será o ponto de interseção da paramento de montante do filtro vertical com a base do tapete horizontal, como pode ser visto na figura abaixo:

PARABOLA DE KOZENY - SEÇÃO TRANSFORMADA



Os estudos de KOZENY verificaram que o fluxo no maciço é limitado por uma curva parabólica traçada no sistema cartesiano $x \cdot y$ pela linha pontilhada com foco na origem dos eixos e equação da parábola dada pela a seguintes expressão:

$$\sqrt{x^2 + y^2} = x + p$$

Onde:

(x, y) = ponto da curva

p = o dobro da distância do foco ao vértice.

Sabendo-se que o meio poroso é anisotrópico com relação à permeabilidade e admitindo:

$$\frac{K_y}{K_x} = \frac{1}{9}$$

Para uso desta equação é necessário fazer a transformação de uma das ordenadas.

Fazendo-se a transformação no eixo x , tem-se:

$$X_t = x \cdot \sqrt{\frac{K_y}{K_x}}$$

Onde:

X_t = Abscissa transformada

X = Abscissa real

K_x = Permeabilidade na direção horizontal

K_y = Permeabilidade na direção vertical

Sendo assim:

$$X_t = d_t = d \cdot \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{d}{3}$$

Portanto a equação abaixo:

$$p = \sqrt{x^2 + y^2} - x$$

Se transformada em:

$$P = \sqrt{\left(\frac{x}{3}\right)^2 + y^2} - \frac{x}{3}$$

O valor de P pode ser calculado aplicando-se a equação ao ponto (d, h) .

$$P = \sqrt{\left(\frac{d}{3}\right)^2 + h^2} - \frac{d}{3}$$

Obtido o valor de P obtém-se a vazão de percolação pelo maciço que é dada pela expressão:

$$Q_M = K \cdot P$$

$$\text{Com: } K = \sqrt{K_x \cdot K_y} = 3 \cdot K_y.$$

$$\text{Para: } K_y = 4,0 \times 10^{-9} \text{ m / s e } p = 8,36 \text{ m.}$$

$$Q_M = 3,30 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

A vazão perdida pela fundação é formada pelas águas que percolam pelo cut-off e abaixo do cut-off. No caso da Barragem Jucá o cut-off esta assente sobre maciço rochoso foi considerado a perda da vazão por baixo da barragem com a perda de carga total entre montante e o início do tapete horizontal. Considerou-se o cálculo da vazão dada por:

$$Q_F = K \cdot I \cdot A$$

Onde:

$$K = \sqrt{K_y \cdot K_x} = \text{Vazão do maciço de fundação (m/m) adotado } 10^{-8} \text{ m/s.}$$

$$I = \text{Gradiente hidráulico (m/m)}$$

$$A = h \times 1,0 = \text{Área normal ao fluxo (m}^2\text{/m)}$$

$$h = \text{Profundidade de contribuição adotada igual a } 10,0 \text{ m}$$

Da geometria da Barragem, tirou-se:

$$\Delta H = 15,00m \text{ e } L = 38,40m .$$

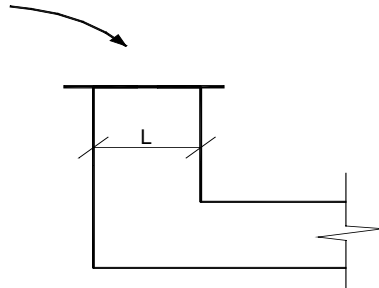
Obtém-se:

$$i = \frac{15,00}{38,40} = 0,390m / m$$

$$Q_f = 10^{-8} \times 0,390 \times 10,0 = 3,90 \times 10^{-8} m^3 / s / m$$

8 – DIMENSIONAMENTO DO FILTRO VERTICAL

8 – DIMENSIONAMENTO DO FILTRO VERTICAL



$$Q = K \cdot i \cdot A$$

$$A = L \times 1,0m$$

$$i = 1,0$$

Como o filtro vertical será construído com areia grossa, o seu coeficiente de permeabilidade adotado foi $K = 1,0 \times 10^{-3} \text{ cm} / \text{s} \therefore (1,0 \times 10^{-5} \text{ m} / \text{s})$. A vazão pelo maciço é de $2,2 \times 10^{-8} \text{ m} / \text{s} / \text{m}$ Logo:

$$Q = K \cdot i \cdot L$$

$$L = \frac{Q}{K \cdot i} = \frac{2,2 \times 10^{-8}}{1,0 \times 10^{-5} \times 1,0} \therefore L = 0,022m$$

Adotou-se $L = 1,0m$ por questões construtivas, principalmente porque indica-se a construção do filtro através da escavação de camada de solo já executada.

O material do filtro vertical atende aos seguintes requisitos de Bertram (1940):

- 1) $\frac{D_{15(\text{filtro})}}{D_{85(\text{maciço})}} < 4 \therefore \frac{0,42 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 0,28 < 4 \Rightarrow \text{OK!}$
- 2) $\frac{D_{15(\text{filtro})}}{D_{15(\text{maciço})}} > 5 \therefore \frac{0,42 \text{ mm}}{0,001 \text{ mm}} = 420 \gg 5 \Rightarrow \text{OK!}$

As curvas granulométricas são apresentadas na **Figura Nº 10.1**.

9 – DIMENSIONAMENTO DO TAPETE HORIZONTAL

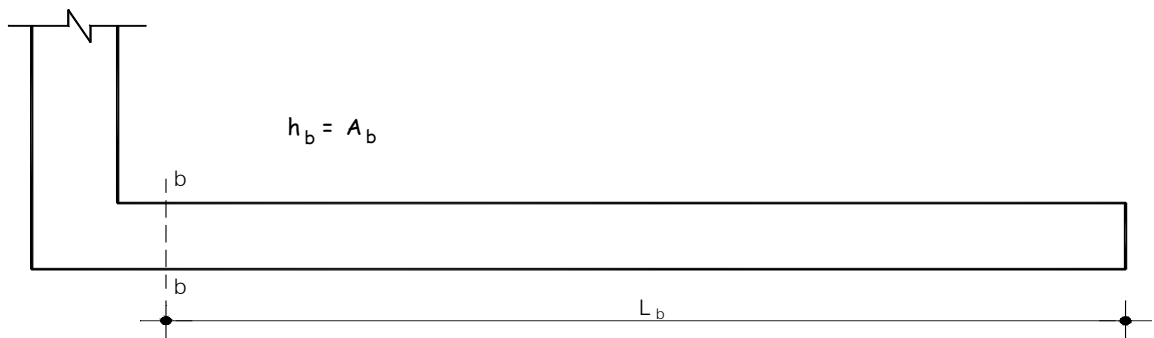
9 – DIMENSIONAMENTO DO TAPETE HORIZONTAL

A vazão na seções final do tapete é de $5,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$, incluindo a vazão pelo maciço e mais a vazão pela fundação, ou seja:

$$Q_{\text{maciço}} = 2,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

$$Q_{\text{fundação}} = 2,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

$$Q_{\text{total}} = 5,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$



$$L_b = 40,00 \text{ m}$$

$$K_b = \frac{Q}{i \cdot A_b}$$

$$h_b = A_b$$

$$i = \frac{h_b}{L_b}$$

$$K_b = \frac{Q_b}{\left(\frac{h_b}{L_b}\right) \cdot A_b} = \frac{Q_b \cdot L_b}{h_b}$$

$$h_b^2 = \frac{Q_b \cdot L_b}{K_b}$$

$$h_b = \sqrt{\frac{5,1 \times 10^{-8} \times 40,00}{1,0 \times 10^{-5}}} = 0,45 \text{ m}$$

Foi adotado 1,0m de tapete drenante.

O material do tapete horizontal atende os seguintes requisitos de Bertram (1940).

$$1) \frac{D_{15(\text{tapete})}}{D_{85(\text{maciço})}} < 4 \therefore \frac{0,42 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 0,28 < 4 \Rightarrow \text{OK!}$$

$$2) \frac{D_{15(\text{tapete})}}{D_{15(\text{maciço})}} > 5 \therefore \frac{0,42 \text{ mm}}{0,001 \text{ mm}} = 420 \gg 5 \Rightarrow \text{OK!}$$

As curvas granulométricas são apresentadas na **Figura Nº 10.1**.

10 – ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS DO ROCK-FILL

10 – ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS DO ROCK-FILL

Os materiais constituintes do rock-fill foram especificados para que as camadas deixem passar a água, impedindo a migração dos grãos do solo. Para tanto, utilizou-se os princípios de Bertram (1940).

A camada de transição entre o tapete horizontal e o enrocamento do rock-fill, será executado com 0,20m de espessura de um material proveniente do produto de britagem, denominado de Brita “A”, atendendo aos seguintes requisitos:

$$1) \frac{D_{15}(\text{brita - A})}{D_{85}(\text{tapete})} < 4$$

$$2) \frac{D_{15}(\text{brita - A})}{D_{15}(\text{tapete})} > 5$$

3) Apresentar curvas granulométricas aproximadamente paralelas.

Assim sendo, a Brita “A” será executada com a seguinte composição granulométrica:

FAIXA GRANULOMÉTRICA: BRITA “A”	
PENEIRA	FAIXA GRANULOMÉTRICA (PERCENTAGEM QUE PASSA)
2” (50,8mm)	100
1” (25,4mm)	92-98
3/8” (9,5mm)	40-92
Nº4 (4,76mm)	10-72
Nº10 (2,00mm)	0-16
Nº40 (0,42mm)	-

O enrocamento do rock-fill deverá atender os seguintes critérios:

$$1) \frac{D_{15}(\text{rock - fill})}{D_{85}(\text{brita - A})} < 4$$

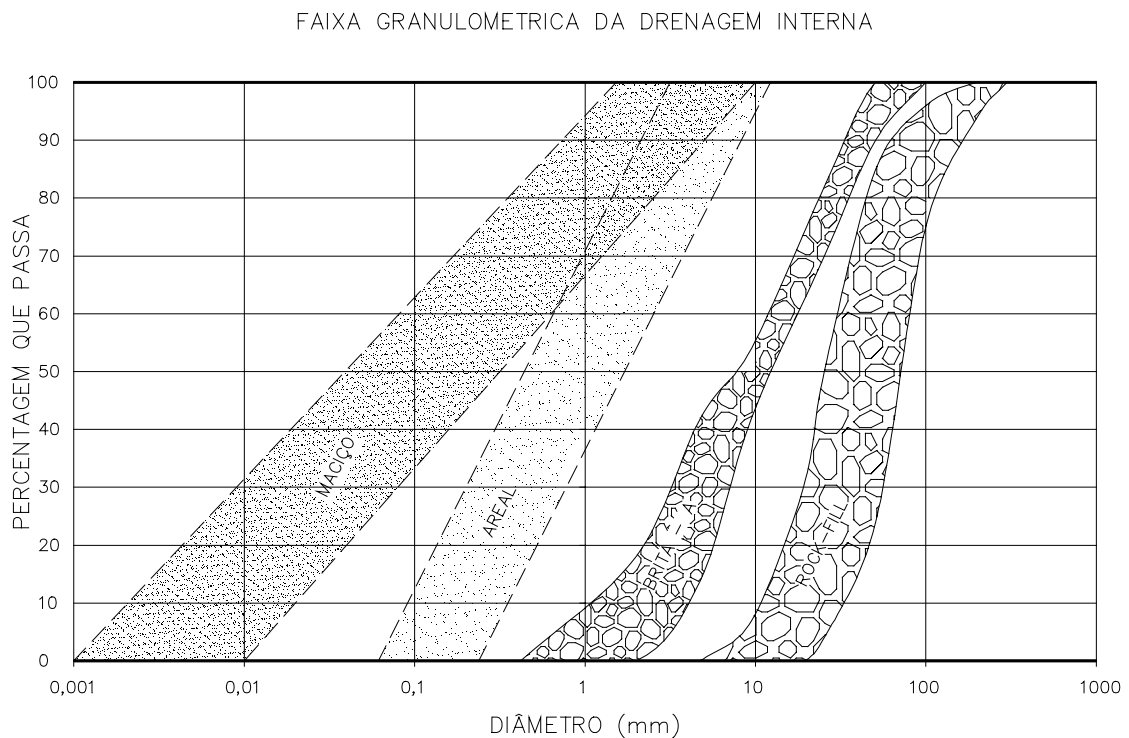
$$2) \frac{D_{15}(\text{rock - fill})}{D_{15}(\text{brita - A})} > 5$$

3) Apresentar curvas granulométricas aproximadamente paralelas.

Desta forma, o enrocamento do rock-fill será executado com a seguintes composição granulométrica:

FAIXA GRANULOMÉTRICA: ENROCAMENTO DO ROCK-FILL	
PENEIRA	FAIXA GRANULOMÉTRICA (PERCENTAGEM QUE PASSA)
300mm	100
200mm	94-100
100mm	75-96
2" (50,8mm)	24-85
1" (25,4mm)	4-50
3/8" (9,5mm)	0-7
Nº4 (4,76mm)	-

As curvas granulométricas do sistema de drenagem interna são mostradas na **Figura Nº 10.1**, a seguir:



11 – ANÁLISE DA ESTABILIDADE

11 – ANÁLISE DA ESTABILIDADE

A análise da estabilidade foi feita utilizando-se Método de Bishop Modificado e o programa Geo-Slope/W.

A geometria da Barragem Jucá foi avaliada de duas maneiras, a saber: a análise de estabilidade estática e sísmica.

A análise da estabilidade estática foi realizada recorrendo-se ao método de equilíbrio limite, proposto por Bishop implementado automaticamente através do programa de cálculo SLOPE/W.

Os cálculos da estabilidade foram realizados sobre a seção mais condicionante no que concerne a estabilidade da barragem, ou seja, a seção de maior altura, tendo sido analisado as seguintes situações.

- Final de Construção – taludes de montante e jusante;
- Reservatório Cheio (a longo prazo) – talude de jusante;
- Rebaixamento Rápido – talude de montante.

A análise da estabilidade sísmica foi efetuada através de um método pseudo-estático recorrendo-se ao Método de Bishop Simplificado, também implementado pelo programa SLOPE/W.

No que diz respeito à caracterização da ação sísmica, foi adotado, para a situação de final de construção, regime permanente e rebaixamento rápido, um coeficiente sísmico de 0,05.

Quanto a obtenção das pressões neutras adotaram-se os seguintes procedimentos:

a) Adoção do Coeficiente R_u

Para a situação de final de construção adotou-se o coeficiente R_u . Este coeficiente é definido como a relação entre a pressão intersticial da água num determinado ponto com a tensão vertical nesse ponto através da expressão $R_u = U/\sigma_1$. Esse coeficiente é função do tipo do material. Para materiais de elevada permeabilidade nos quais a dissipação das pressões intersticiais é quase instantânea, o coeficiente toma valores próximos de zero. No limite, o coeficiente R_u pode atingir 0,50 caso se esteja na presença de materiais saturados de baixa permeabilidade.

b) Definição da Linha Piezométrica

Para os casos de regime permanente e rebaixamento rápido, as pressões neutras foram obtidas a partir do traçado da linha piezométrica cujos pontos determinou-se associando a linha freática à parábola de Kozeny teórica fazendo as correções de contorno.

A anisotropia do solo foi contemplada considerando uma relação igual a 9 entre os coeficientes de permeabilidade horizontal/vertical.

c) Parâmetros de Resistência dos Materiais

O **Quadro Nº 11.1** mostrado a seguir, indica os valores dos parâmetros geotécnicos adotados para a análise da estabilidade da barragem.

QUADRO Nº 11.1: PARÂMETROS GEOTÉCNICOS				
Material	γ (kN/m ³)	C (kPa)	ϕ (graus)	R_u
Rip-Rap	18,0	0,00	45°	0,00
Maciço/Cut-Off	18,7	5,0	28°	0,10
Filtro/Tapete	18,0	0,00	35°	0,00
Rock-fill	20,0	0,00	38°	0,00
Aluvião	17,0	5,0	28°	0,10
Topo Rochoso	-	-	-	-

11.1 – MÉTODO BISHOP SIMPLIFICADO

Em 1955 Bishop generalizou o método das fatias para levar em conta o efeito dos empuxos e cisalhamento ao longo das faces laterais das fatias.

Nesse método é feito, também, o equilíbrio dos momentos em torno do centro do círculo de ruptura.

O coeficiente de segurança é dado pela expressão:

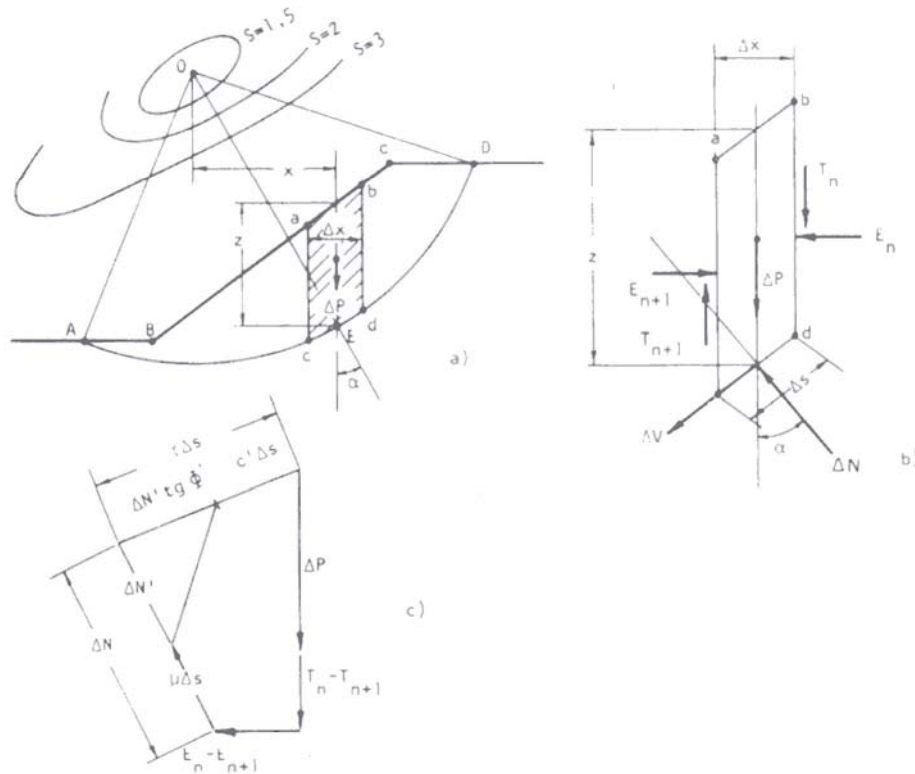
$$S = \frac{1}{\sum \Delta P \sec \alpha} \times \sum \cdot C' \cdot \Delta X + \operatorname{tg} \phi' \cdot \Delta P (1 - \bar{B}) \cdot \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\operatorname{tg} \phi' \cdot \operatorname{tg} \alpha}{S_0}}$$

Onde:

C' = coesão efetiva.

ϕ' = ângulo de atrito interno efetivo.

Os demais elementos são mostrados na figura abaixo:



ESTABILIDADE DE TALUDES (MÉTODO DAS FATIAS E DE BISHOP)

11.2 – PROGRAMA SLOPE/W

O SLOPE/W é um programa computacional que utiliza a Teoria do Estado do Limite de Equilíbrio para calcular o fator de segurança dos taludes de solos e de rochas.

Será feita uma descrição sumária do programa SLOPE/W, abordando os seguintes tópicos, a saber:

- Métodos de Análise;
- Geometria e Estratigrafia;
- Superfície de Escorregamento;
- Pressão Neutra;
- Propriedade do Solo;

- Definição do Problema;
- Resolução do Problema;
- Apresentação dos Resultados;
- Formulário.

11.2.1 – Método de Análise

O SLOPE/W possui a capacidade de determinar o fator de segurança dos problemas de estabilidade de taludes, por uma variedade de métodos a saber: Feldenius, Bishop Simplificado, Janbu Simplificado, Spencer, Mongenstern-Price, Corps of Engineers, GLE (Limite de Equilíbrio Geral) e Elementos Finitos.

11.2.2 – Geometria e Estratigrafia

O SLOPE/W pode ser usado para modelar uma ampla variação de geometria de taludes e estratigrafia tal como múltiplos tipos de solos, parcialmente submerso em água, várias espessuras e substrato descontínuo camadas de solos impermeáveis e secos ou saturados, tensões de ruptura. As tensões de quebra podem ser modeladas especificando a linha de tensão de ruptura ou o máximo ângulo de inclinação da superfície de escorregamento.

11.2.3 – Superfície de Escorregamento

O SLOPE/W usa uma grade para os centros de rotação e um campo para os raios, para modelos de superfície de escorregamento circulares ou compostos.

11.2.4 – Pressão Neutra

O SLOPE/W possui algumas opções para especificar a pressão neutra, a saber:

- **Coeficiente da pressão neutra:** Definição do coeficiente ru para cada tipo específico de solo;
- **Superfície Piezométrica:** O caminho fácil para especificar a pressão neutra é definir a superfície piezométrica que ultrapassa o domínio do problema;
- **Parâmetros de Pressão Neutra em Locais Específicos:** Se os parâmetros de pressão neutro, tal como pressão, linha de saturação ou ru são conhecidos em uma dada localização específica do solo, eles podem ser especificados no modelo;

- **Isolinhas de Pressão Neutra:** Se isolinhas de pressão neutra são conhecidas, talvez vindas de observações de campo ou de outra forma, como o modelo de rede de fluxo, as pressões neutras podem ser incorporadas do modelo em estudo para analisar a estabilidade do talude.

11.2.5 – Propriedade do Solo

O SLOPE/W possui os seguintes modelos para definir o solo:

- **Parâmetros da Pressão Total e/ou Efetiva:** Os parâmetros de Mohr-Colomb para coesão e ângulo de atrito são os mais comuns meios de modelar os solos sobre tensão cisalhante;
- **Tensão Cisalhante em Solos Não-Drenados:** Solos não-drenados exigem resistência ao cisalhamento com atrito nulo;
- **Material com Tensão de Cisalhamento Nulo:** Para materiais que contribuem somente com o seu peso, mas não contribuem para a tensão cisalhante do sistema;
- **Material Impenetrável:** Onde a superfície de escorregamento encontra um material impenetrável, tal como um topo rochoso, a superfície de escorregamento continua ao longo do limite superior do material impenetrável;
- **Envoltória da Ruptura Bilinear:** Uma envoltória da ruptura bilinear de Mohr-Coulomb é útil para modelar materiais que exigem uma mudança no ângulo de atrito, em particular na tensão normal;
- **Incremento na Coesão com a Profundidade:** Em solos normalmente consolidados ou em solos levemente não-consolidados, a coesão é aumentada com a profundidade. O SLOPE/W pode acomodar esta situação de duas maneiras. A primeira maneira é permitindo a coesão variar junto com a profundidade abaixo do topo da camada de solo. Isto é usado para a análise de taludes naturais. A segunda maneira é permitir a coesão variar em função da elevação, independente da profundidade do topo da camada. Isto é usado para a análise de taludes de escavação;
- **Anisotropia na Força Cisalhante:** O SLOPE/W tem uma inúmeras maneiras para modelar a anisotropia dos parâmetros da tensão cisalhante, refletindo na variação da prática da engenharia utilizada ao longo do mundo.

- **Envoltória da Tensão Cisalhante:** Nos casos onde a envoltória de ruptura de Mohr-Coulomb linear ou bilinear são insuficientes para modelar a tensão cisalhante do solo, o SLOPE/W tem a capacidade de especificar uma curva geral relacionando a tensão cisalhante e a tensão normal. Isto é a forma mais genérica de especificar a tensão cisalhante.
- **Tensão Cisalhante Baseada na Tensão Normal com a Força Não-Drenada Máxima:** Junto com este modelo, a tensão cisalhante é baseada na coesão e no ângulo de atrito para a força não-drenada máxima. Tanto a coesão e o ângulo de atrito podem variar junto com a profundidade da superfície do terreno ou junto com a elevação acima do datum;
- **Tensão Cisalhante Baseado na Sobrecarga da Pressão Efetiva:** A tensão cisalhante do solo neste modelo é diretamente relacionada com a pressão efetiva de sobrecarga por um fator específico, por isso aumenta linearmente junto com a profundidade abaixo da superfície do terreno.

11.2.6 – Definição do Problema

O SLOPE/W inclui um programa executável denominado DEFINE, o qual define o modelo do problema para analisar a estabilidade de talude.

O programa DEFINE desenha o problema na tela, muito semelhante aos desenhos criados usando pacotes de programas CAD (desenho ajudado por computador).

Para definir o problema, começa definindo o espaço do desenho. Isto é feito escolhendo o tamanho do papel, a escala e a origem do sistema de coordenadas da página. Valores padrões são avaliados para todos estes ajustes. Para orientação quando está desenhando, eixos de coordenadas e grade de pontos de coordenadas podem ser mostrados.

Quando o espaço de desenho é definido, pode-se começar a rascunhar o problema na página usando linhas, círculos e arcos. Pode-se adicionalmente importar uma figura de pano de fundo para representar alguma função. Tendo um rascunho ou figura do domínio do problema, ajuda para definir a estratigrafia do problema de talude.

Depois de definido o espaço do desenho e mostrado o domínio do problema, pode-se especificar a propriedade dos materiais, definir a geometria do talude junto com pontos e linhas, definindo a superfície de escorregamento de teste, especificando as condições de pressão neutra e as condições de aplicação de cargas.

11.2.7 – Resolução do Problema

Uma vez o arquivos de dados criado no programa DEFINE o problema é resolvido utilizando o programa SOLVE.

11.2.8 – Apresentação dos Resultados

O programa CONTOURN é utilizado para visualizar os resultados, onde graficamente são mostrados todas as superfícies de escorregamento em teste e os fatores de segurança calculados pelo programa SOLVE. Os resultados podem ser apresentados como isolinhas de fator de segurança, diagramas de força e polígonos de forças de fatias individuais, gráficos de parâmetros calculados ao longo da superfície de escorregamento e a distribuição probabilística do fator de segurança.

11.2.9 – Formulário

O SLOPE/W é formulado em termos de duas equações de fator de segurança. Estas equações são usadas para calcular o fator de segurança baseado no momento da fatia e na força de equilíbrio. Dependendo da função da força entre fatias adaptada, o fator de segurança de todos os métodos podem ser determinados destas duas equações.

Uma diferença chave entre os métodos é a admissão de hipótese com respeito as forças normais e de cisalhamento entre fatias. A relação entre as forças de interfatias é representada pelo parâmetro λ . Por exemplo, o valor de λ de zero significa que não há força de cisalhamento entre as fatias. O valor de λ diferente de zero significa que há força de cisalhamento entre as fatias.

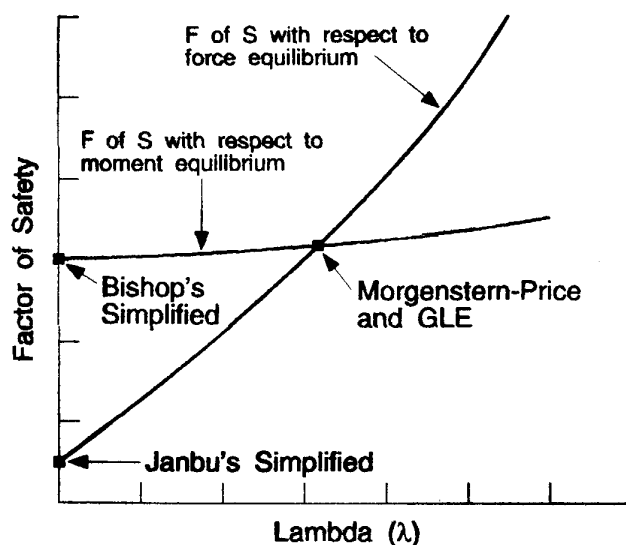


FIGURA Nº11.1: FATOR DE SEGURANÇA X LAMBDA

Na **Figura Nº 11.1** apresenta o gráfico do fator de segurança versus λ . Duas curvas são mostradas na figura. Uma curva representa o fator de segurança em relação com o momento de equilíbrio e a outra curva representa o fator de segurança com relação a força de equilíbrio. No Método Bishop Simplificado usa-se a força normal, mas não força de cisalhamento entre as fatias ($\lambda=0$) e somente satisfaz o momento de equilíbrio. Conseqüentemente, o fator de segurança Bishop está no eixo vertical da esquerda do gráfico. No método Janbu Simplificado também utiliza-se a força normal, mas não há força de cisalhamento entre as fatias e satisfaz somente a força de equilíbrio. O fator de segurança Janbu é, por isso, também localizado no eixo vertical da esquerda do gráfico. Nos métodos Morgenstern-Price e GLE utilizam-se ambos as forças normal e de cisalhamento entre as fatias e ambas satisfazem a força e o momento de equilíbrio; o resultado do fator de segurança é igual ao valor da interseção das duas curvas de fator de segurança. Na **Figura Nº11.1** mostra como geralmente a formulação do SLOPE/W possibilita calcular o fator de segurança dos vários métodos.

11.3 – RESULTADOS OBTIDOS

Após o processamento do programa SLOPE/W foram obtidos os seguintes resultados:

a) Análise da Estabilidade Estática

Os valores dos fatores de segurança obtidos na análise de estabilidade estática são mostrados no **Quadro Nº 11.2**:

QUADRO Nº11.2: ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ESTÁTICA				
SIMULAÇÃO	C.S. MÍNIMO	SUPERFÍCIE DE DESLIZAMENTO		
		SUPERFICIAL	INTERMEDIÁRIA	PROFUNDA
Final de Construção – Talude de Montante	1,3	1,535	1,423	1,395
Final de Construção – Talude de Jusante	1,3	1,559	1,524	1,523
Reservatório Cheio – Talude de Jusante	1,5	1,559	1,524	1,515
Esvaziamento Rápido – Talude de Montante	1,1	1,169	1,183	1,187

Quanto aos coeficientes de segurança resultantes da análise de estabilidade, verifica-se que estão todos acima dos valores mínimos sugeridos.

b) Análise Sísmica

Os cálculos efetuados para simular um abalo sísmico foram feitos considerando o corpo da barragem como rígido, sendo que a caracterização da Sísmica se dá através do valor da aceleração máxima esperada na fundação. Esta é considerada constante ao longo do perfil da barragem. Este procedimento é adequado tendo em vista a pequena sísmicidade da região. Os valores dos fatores de segurança obtidos são mostrados no **Quadro Nº 11.3**:

QUADRO Nº11.3: ANÁLISE DE ESTABILIDADE – ABALO SÍSMICO				
SIMULAÇÃO	C.S. MÍNIMO	SUPERFÍCIE DE DESLIZAMENTO		
		SUPERFICIAL	INTERMEDIÁRIA	PROFUNDA
Final de Construção – Talude de Montante	1,0	1,353	1,261	1,235
Final de Construção – Talude de Jusante	1,0	1,380	1,340	1,340
Reservatório Cheio – Talude de Jusante	1,0	1,380	1,340	1,333
Esvaziamento Rápido – Talude de Montante	1,0	1,037	1,066	1,065

Quanto aos coeficientes de segurança resultantes da análise de estabilidade, verifica-se que estão todos acima dos valores mínimos sugeridos.

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUCA.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 10:09:30
 Analysis Method: Bishop (with Ordinary & Janbu)
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)

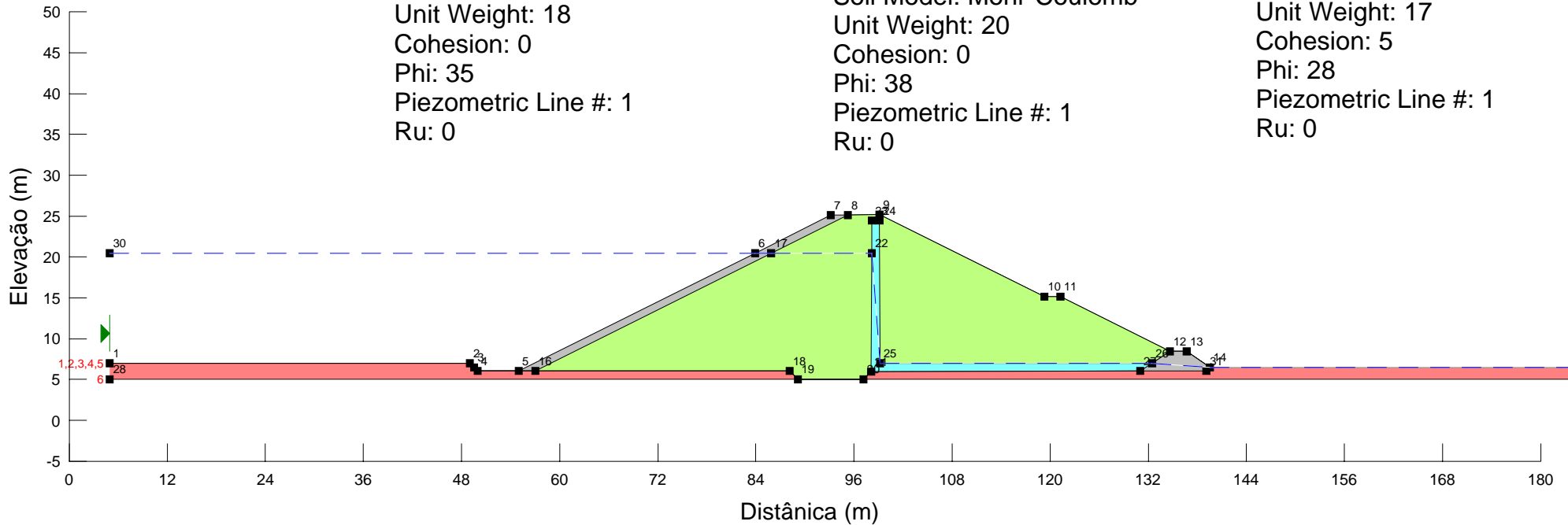
Soil: 1
 Description: RIP-RAP
 Soil Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18
 Cohesion: 0
 Phi: 45
 Piezometric Line #: 1
 Ru: 0

Soil: 2
 Description: MACIÇO-CUT-OFF
 Soil Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18.7
 Cohesion: 5
 Phi: 28
 Piezometric Line #: 1
 Ru: 0.1

Soil: 3
 Description: FILTRO-TAPETE
 Soil Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18
 Cohesion: 0
 Phi: 35
 Piezometric Line #: 1
 Ru: 0

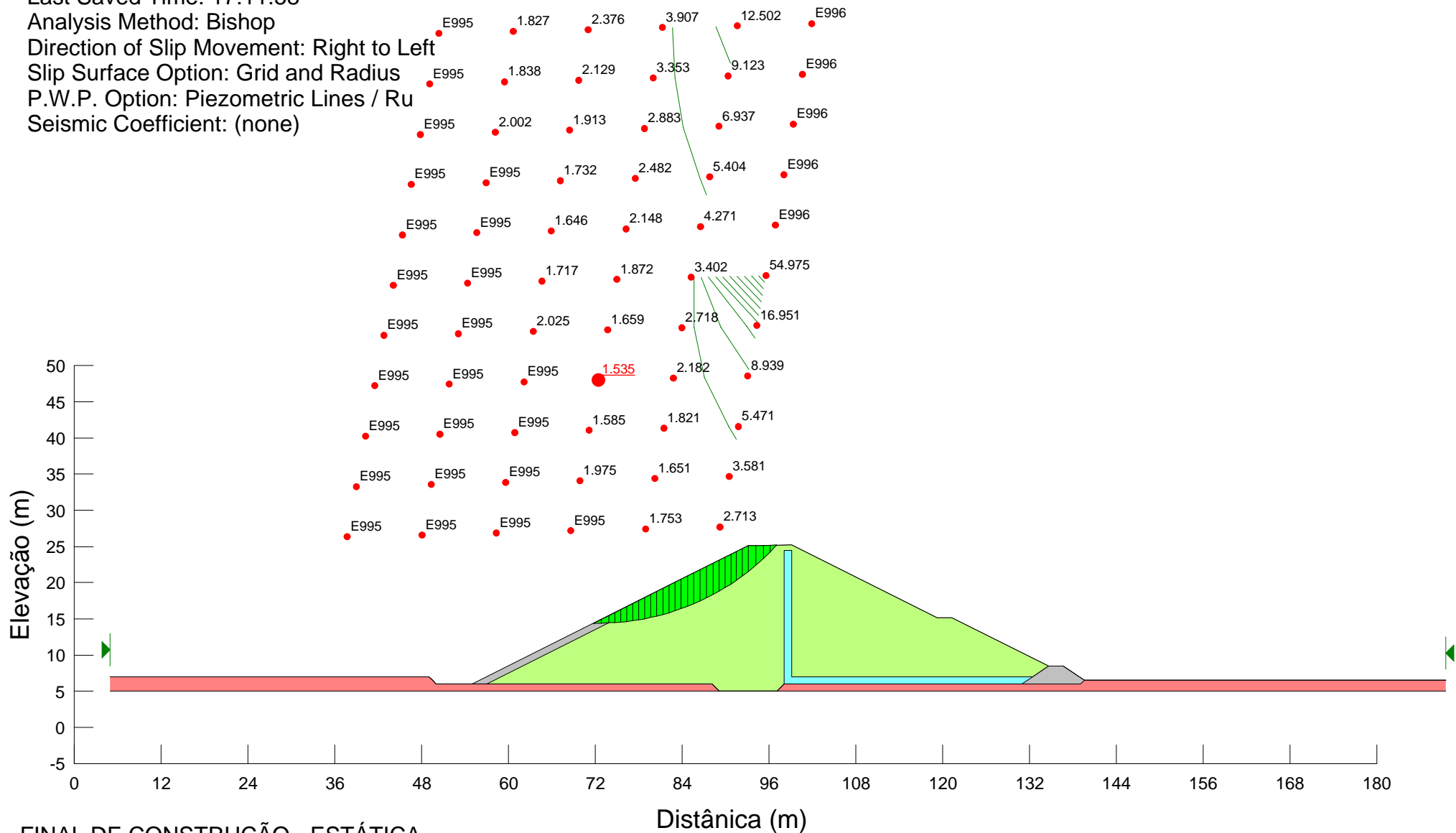
Soil: 4
 Description: ROCK-FILL
 Soil Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20
 Cohesion: 0
 Phi: 38
 Piezometric Line #: 1
 Ru: 0

Soil: 5
 Description: ALUVIÃO
 Soil Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 17
 Cohesion: 5
 Phi: 28
 Piezometric Line #: 1
 Ru: 0



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E GEOTÉCNICAS

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
File Name: JUE-FCMS.slp
Last Saved Date: 08/11/04
Last Saved Time: 17:11:58
Analysis Method: Bishop
Direction of Slip Movement: Right to Left
Slip Surface Option: Grid and Radius
P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
Seismic Coefficient: (none)



FINAL DE CONSTRUÇÃO - ESTÁTICA
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUE-FCMI.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 16:59:57

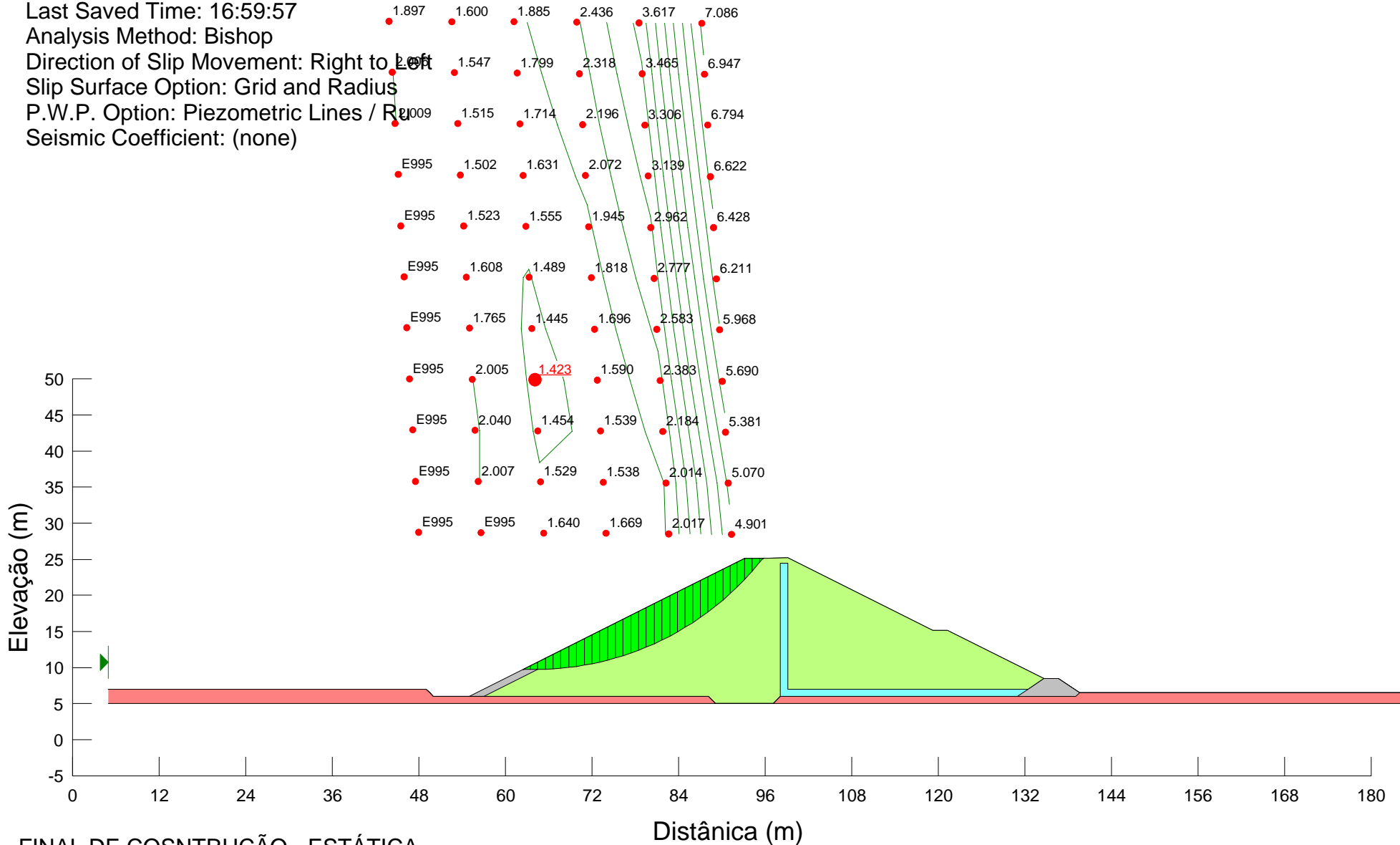
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Right

Seismic Coefficient: (none)



FINAL DE CONSTRUÇÃO - ESTÁTICA
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUE-FCMP.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:03:20

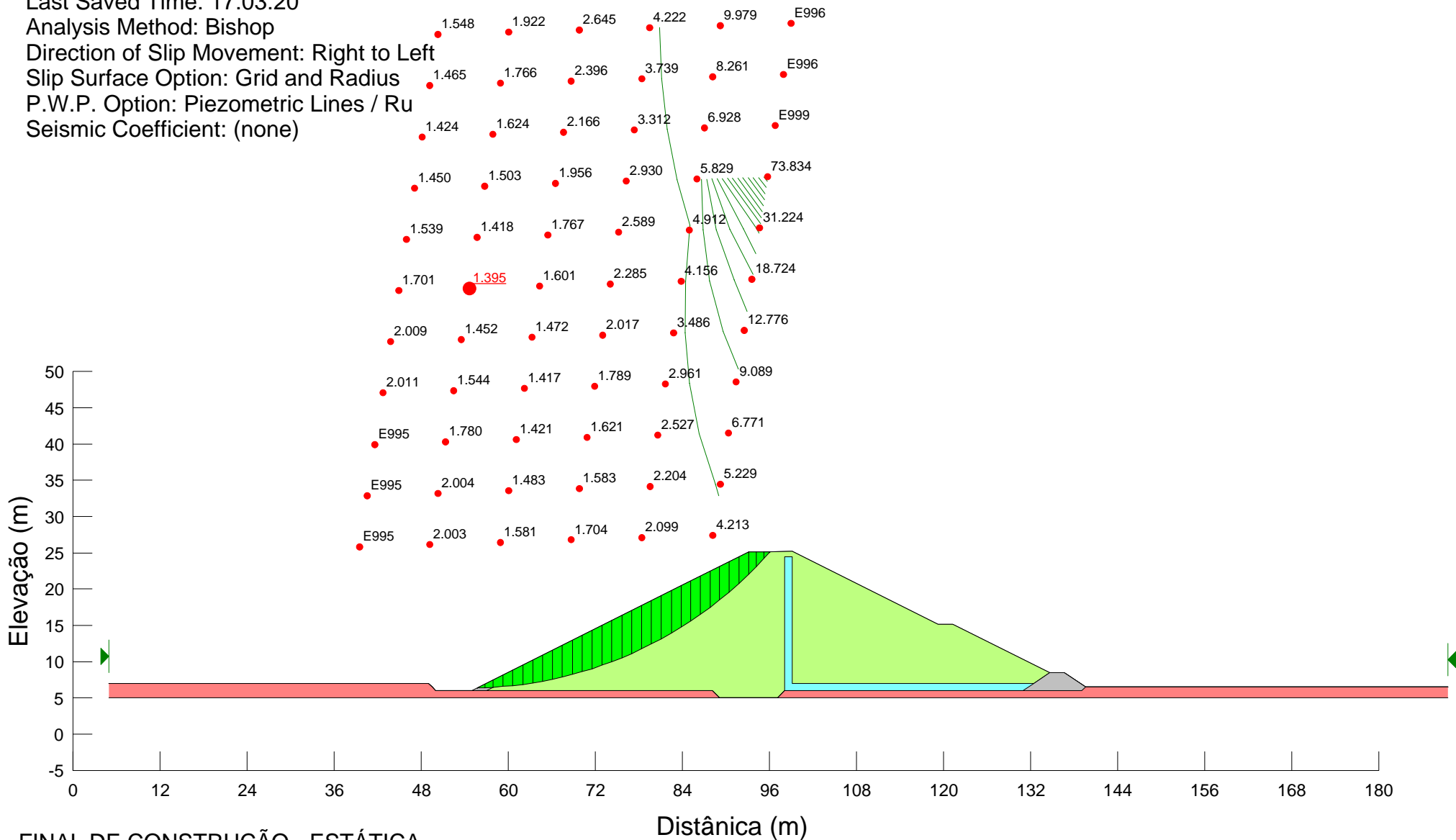
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

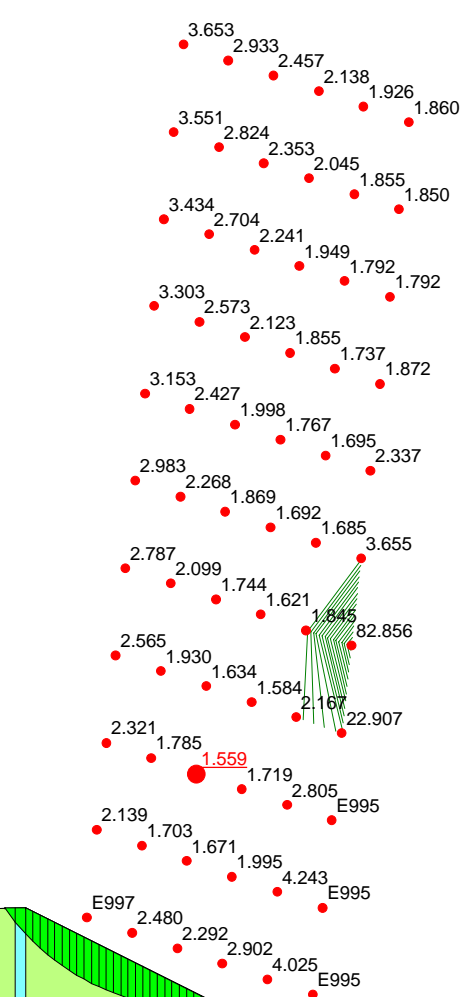
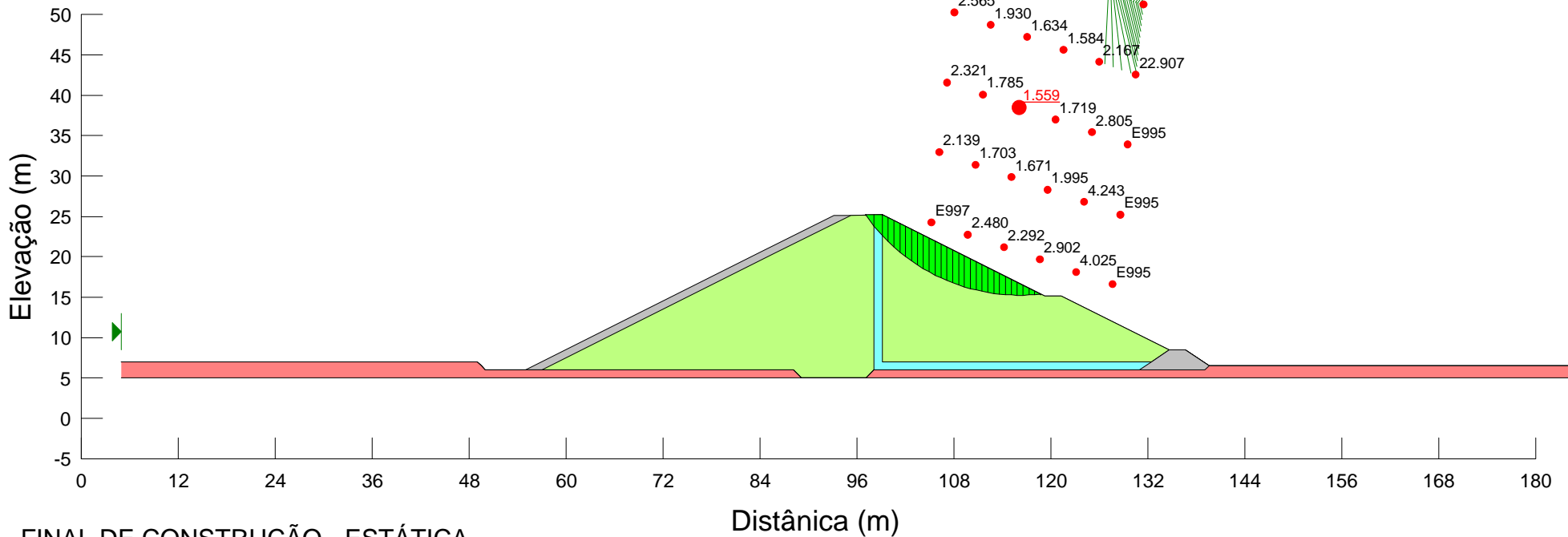
P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: (none)



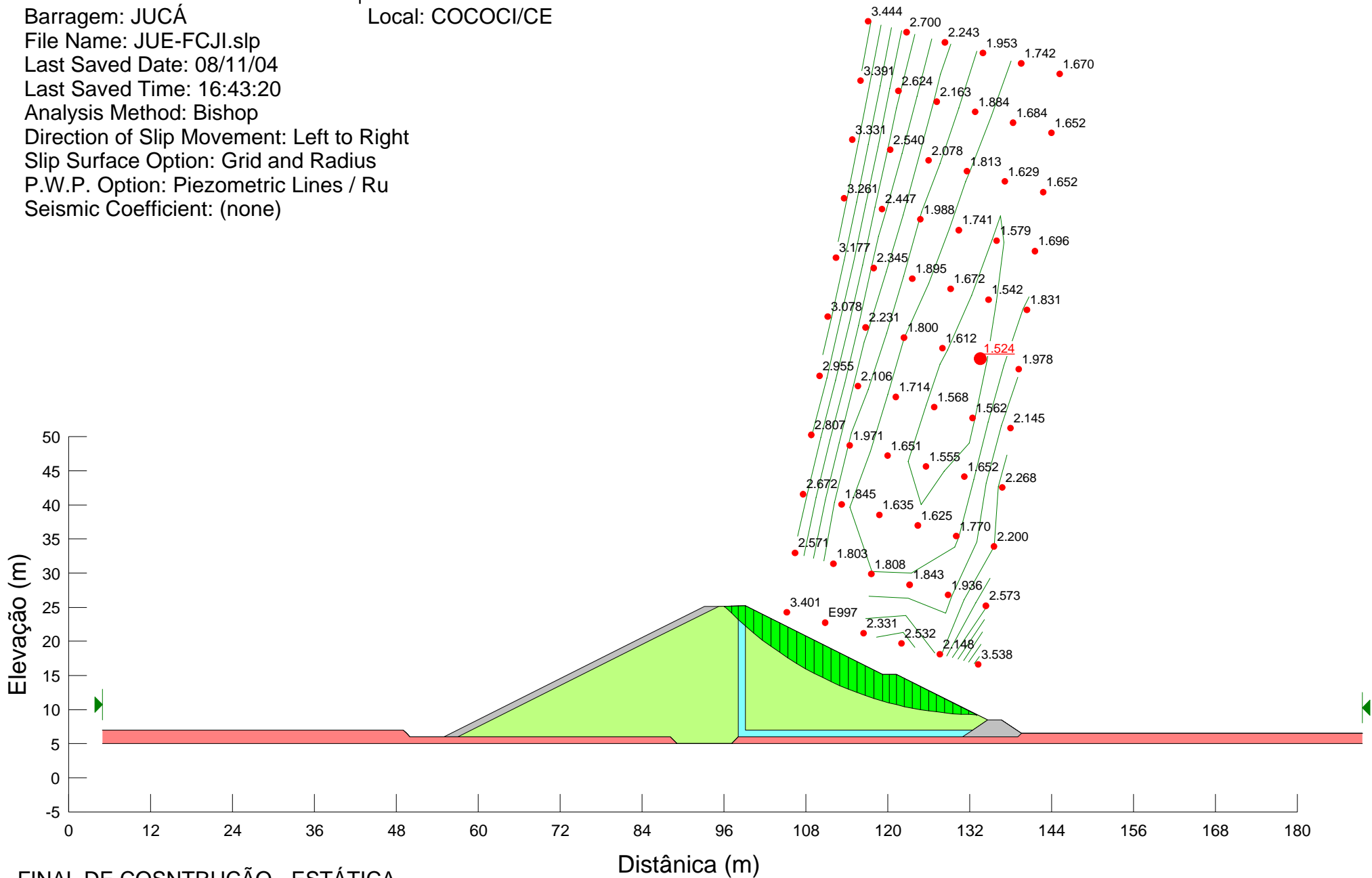
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ESTÁTICA
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUE-FCJS.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:40:41
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)



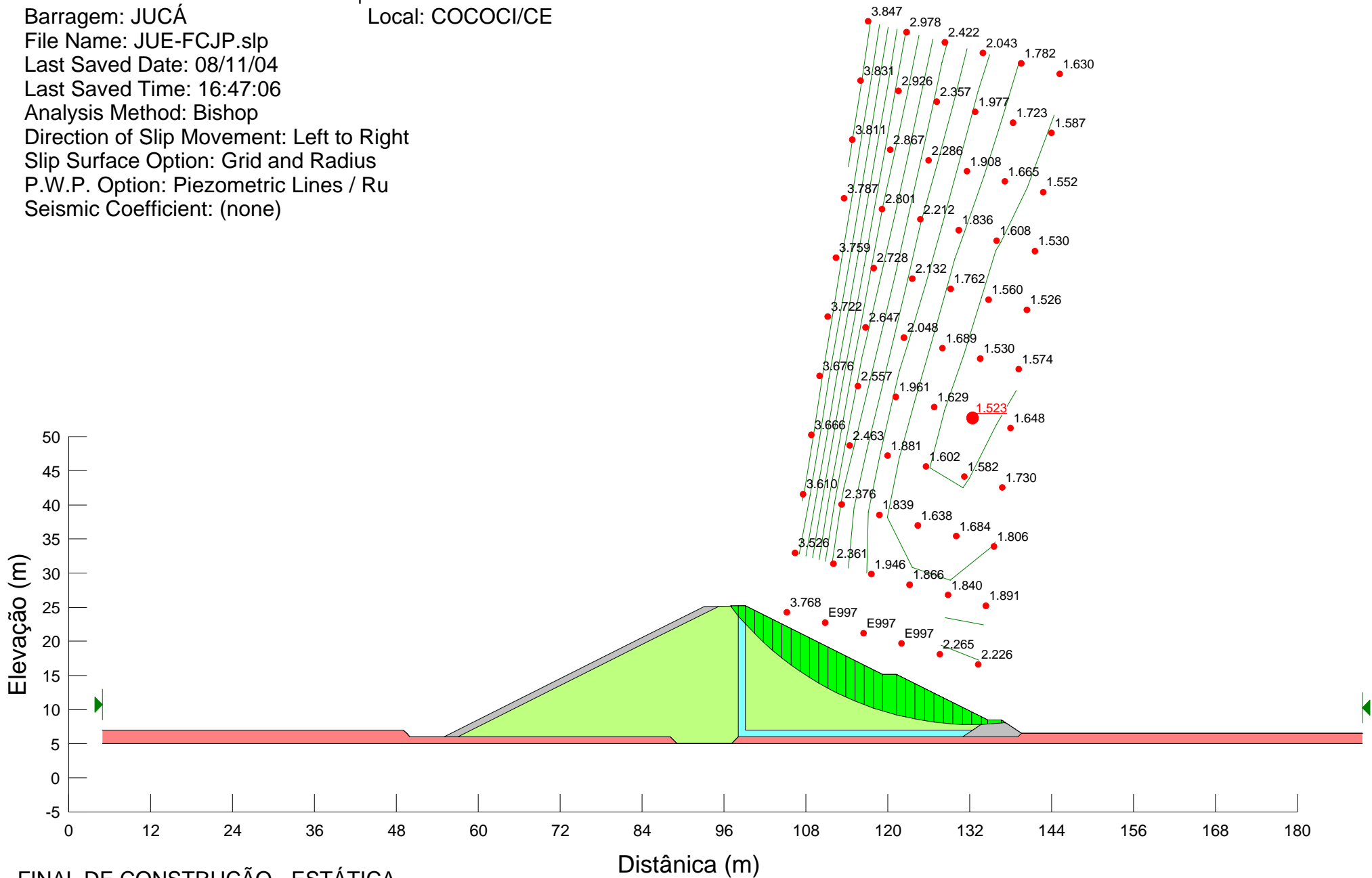
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ESTÁTICA
 TALUDE DE JUSANTÉ - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUE-FCJI.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:43:20
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)



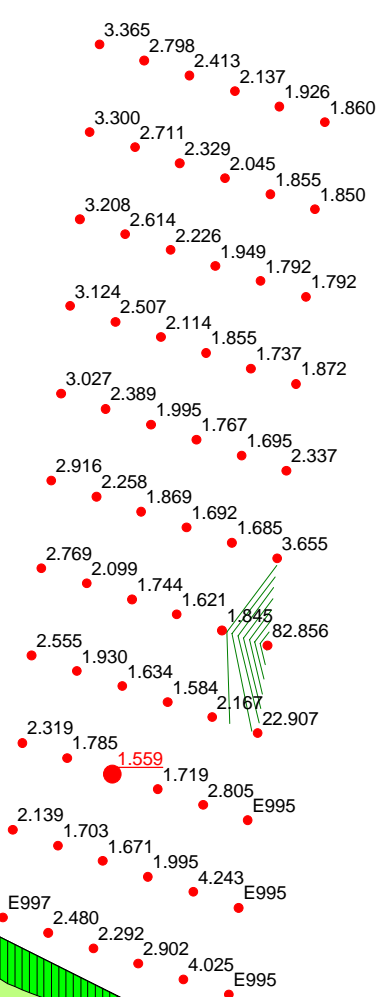
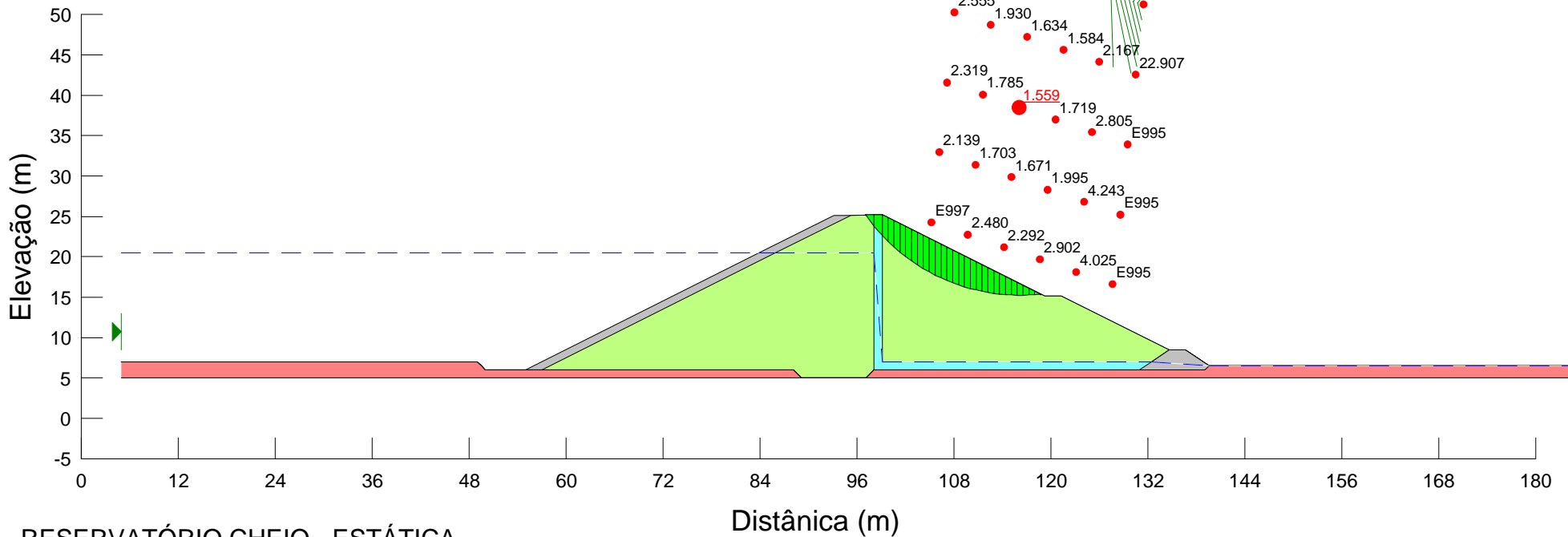
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ESTÁTICA
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUE-FCJP.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:47:06
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)



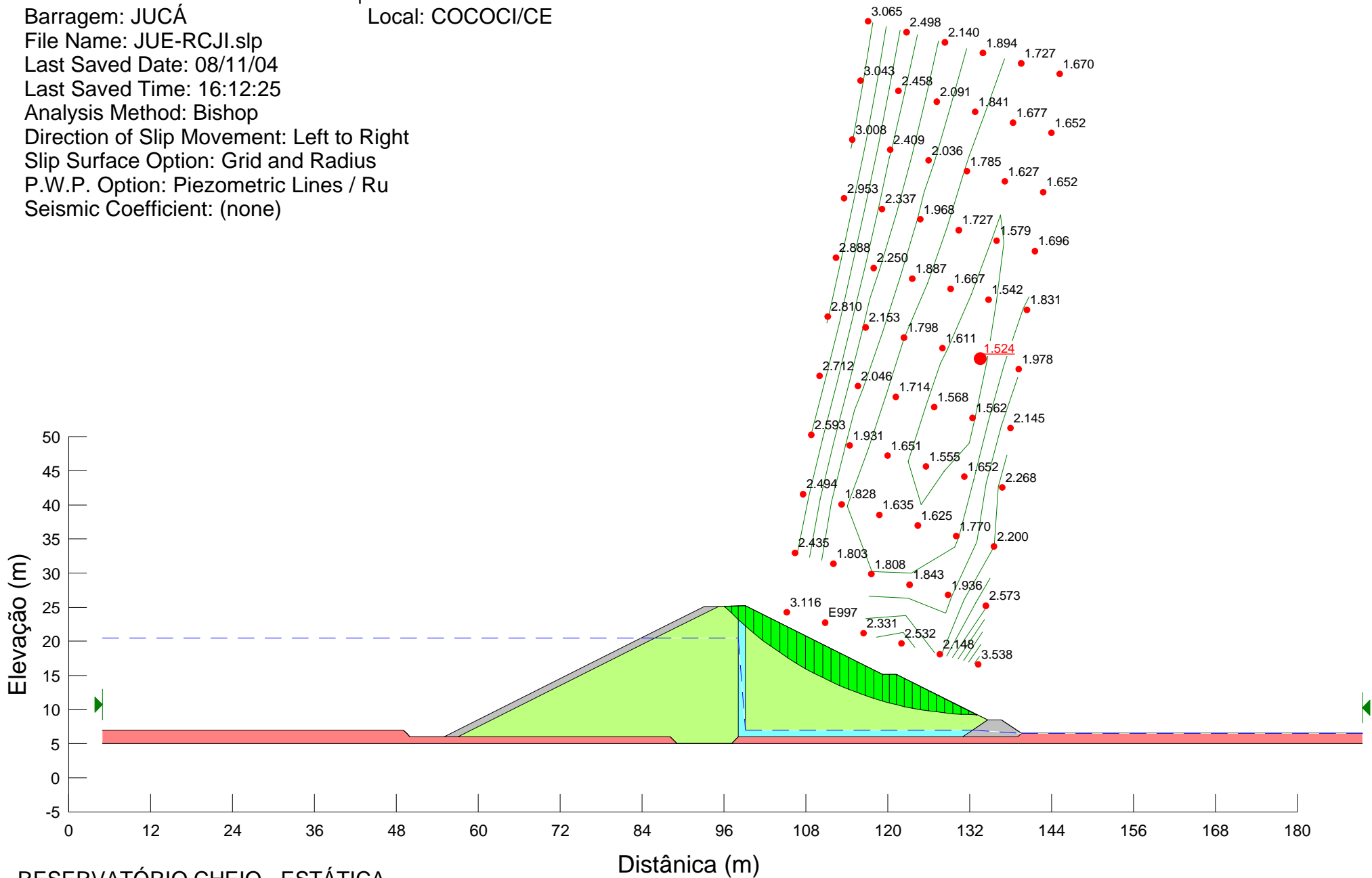
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ESTÁTICA
 TALUDE DE JUSANTÉ - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUE-RCJS.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:38:23
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)



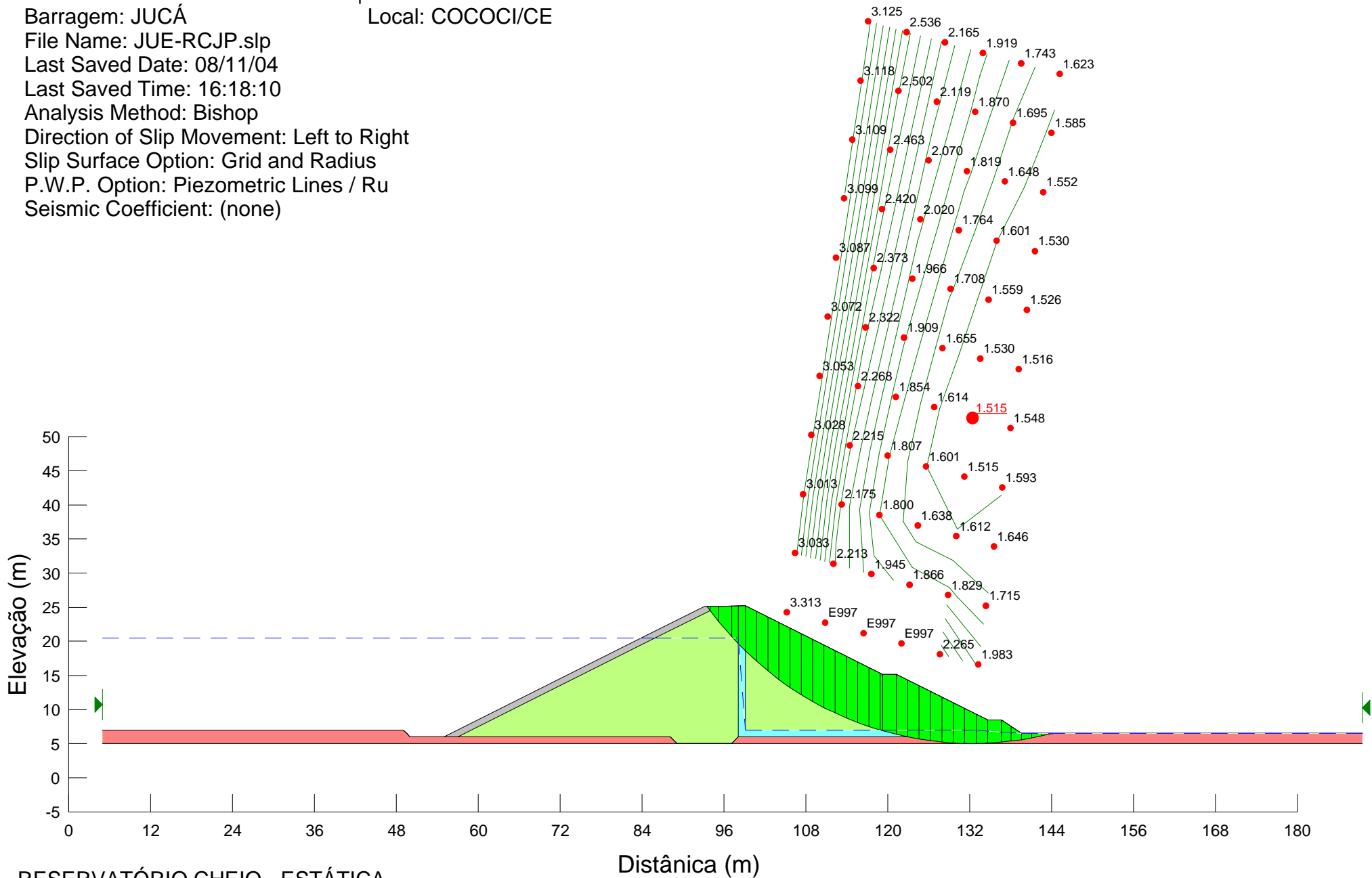
RESERVATÓRIO CHEIO - ESTÁTICA
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUE-RCJI.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:12:25
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)



RESERVATÓRIO CHEIO - ESTÁTICA
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUE-RCJP.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:18:10
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: (none)



RESERVATÓRIO CHEIO - ESTÁTICA
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUE-ERMS.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:37:48

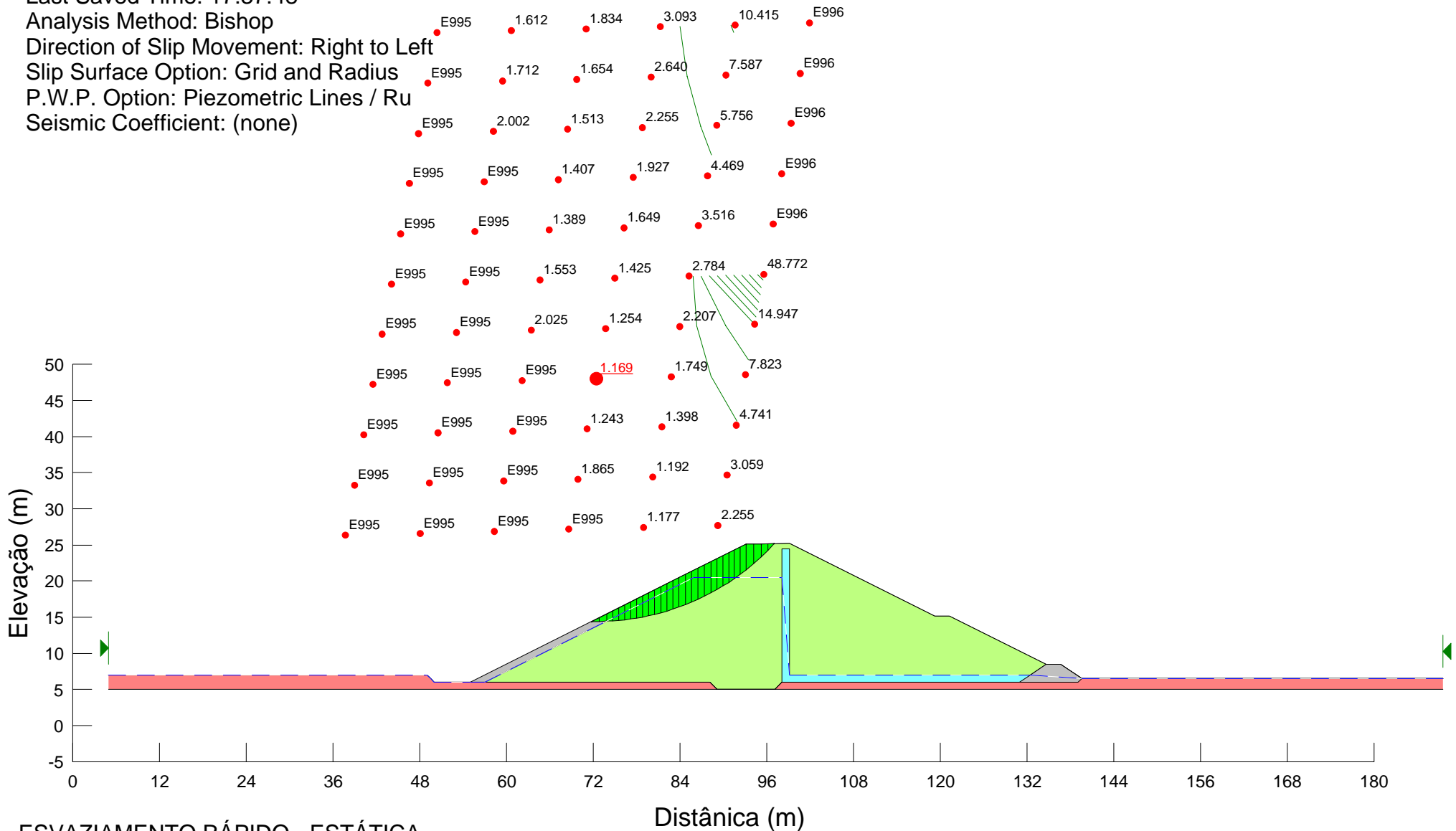
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: (none)



ESVAZIAMENTO RÁPIDO - ESTÁTICA
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUE-ERMI.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:24:38

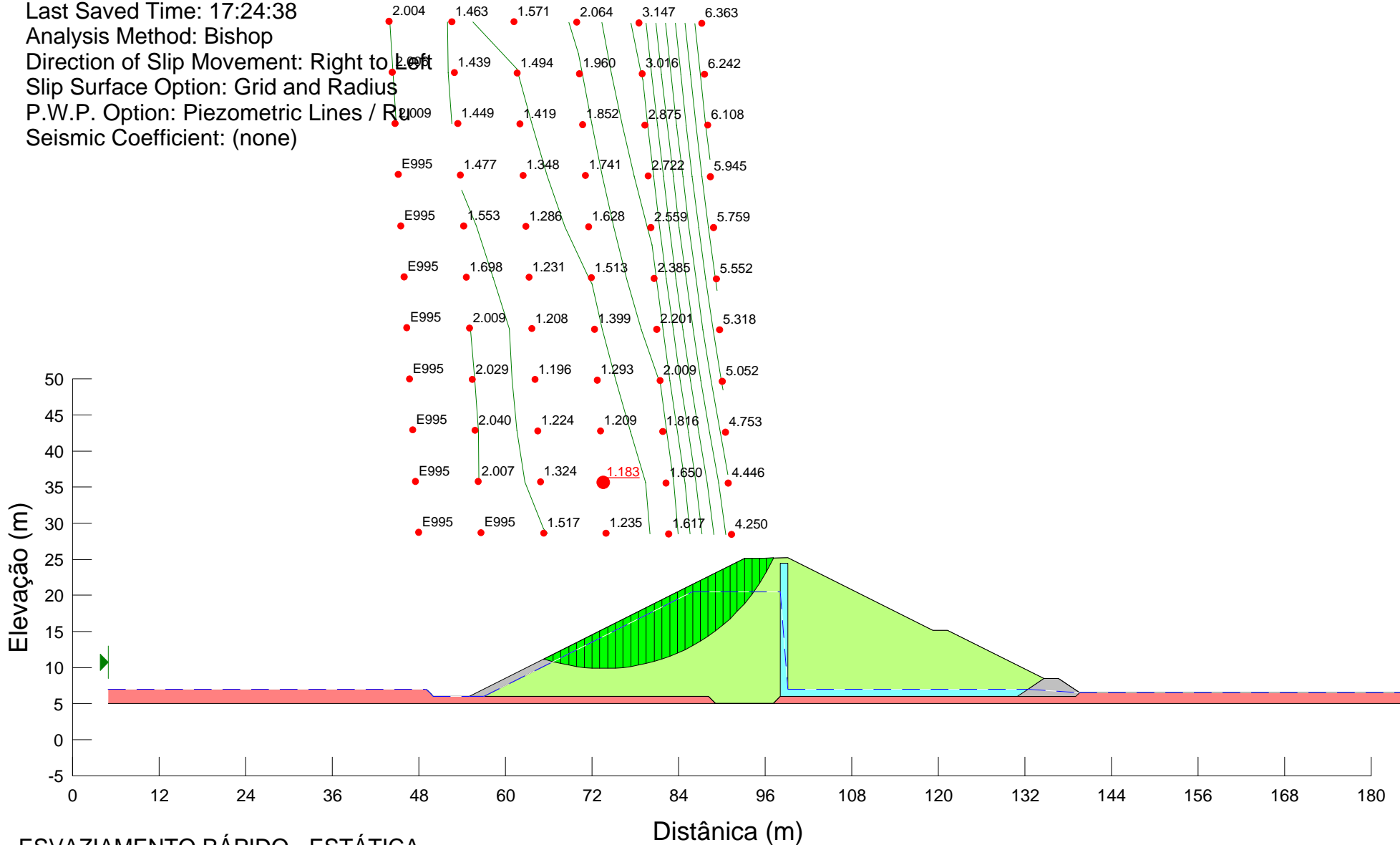
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Right

Seismic Coefficient: (none)



ESVAZIAMENTO RÁPIDO - ESTÁTICA
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUE-ERMP.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:33:11

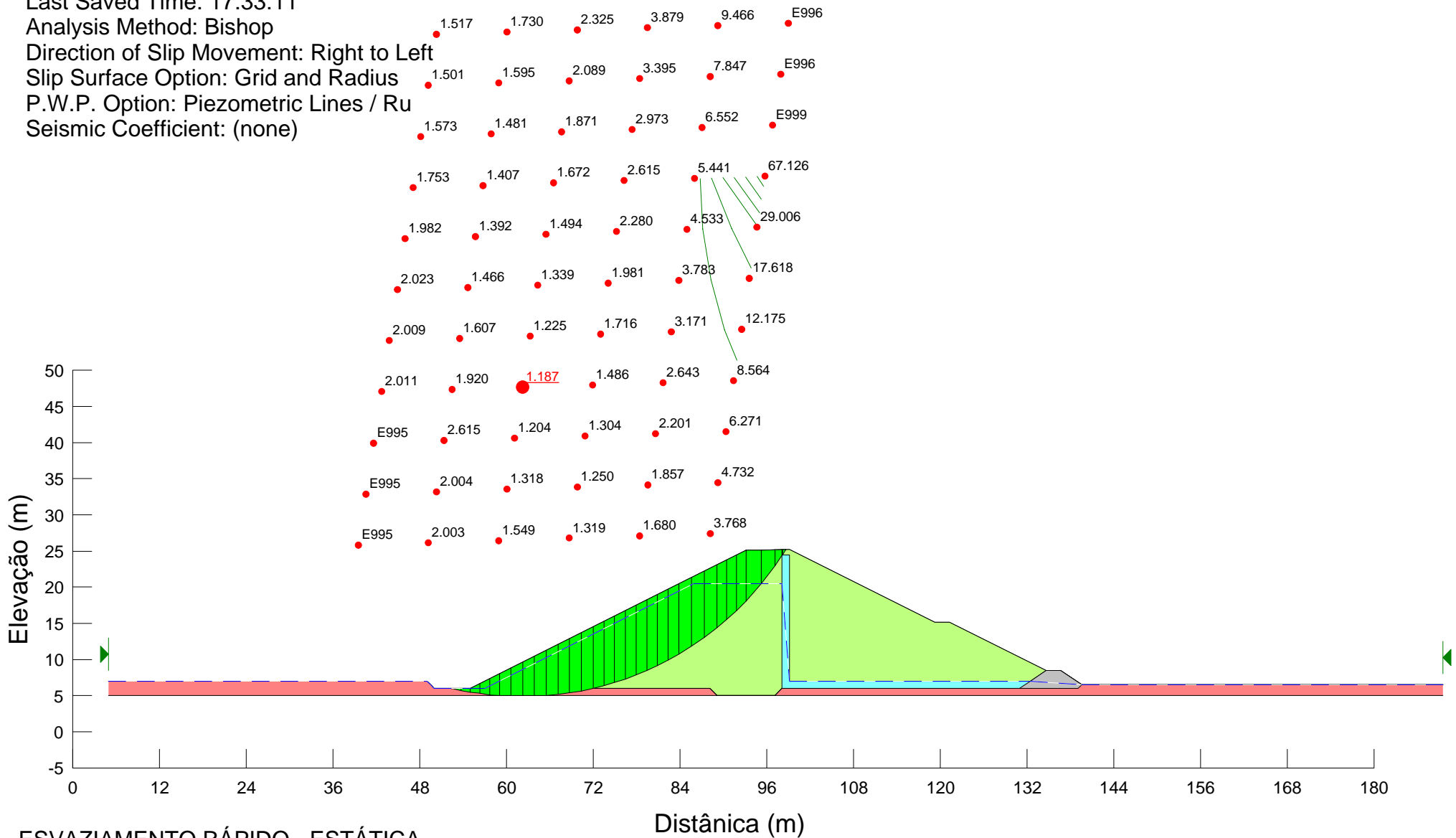
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: (none)



ESVAZIAMENTO RÁPIDO - ESTÁTICA
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUS-FCMS.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:14:41

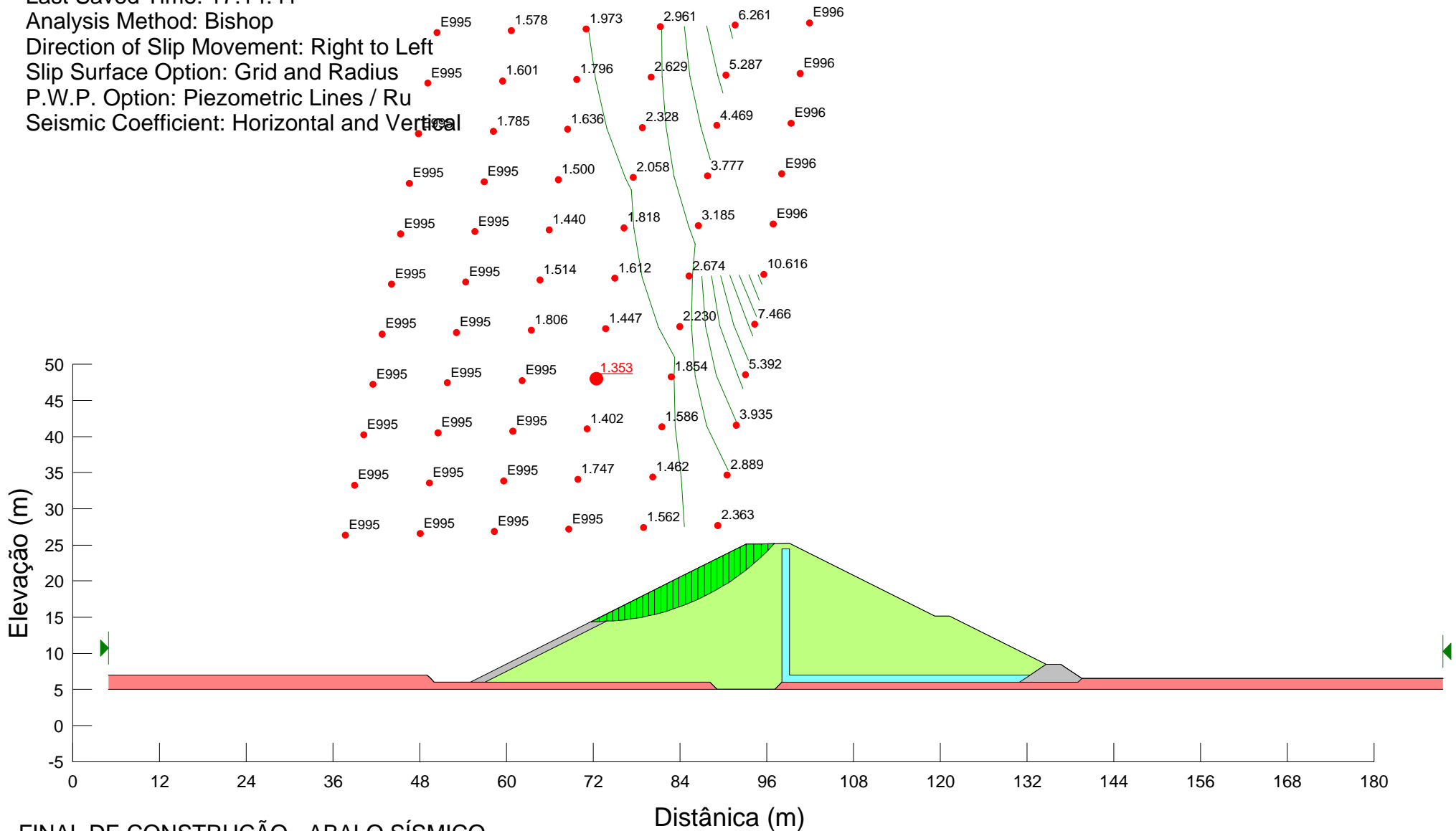
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



FINAL DE CONSTRUÇÃO - ABALO SÍSMICO
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUS-FCMI.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:01:14

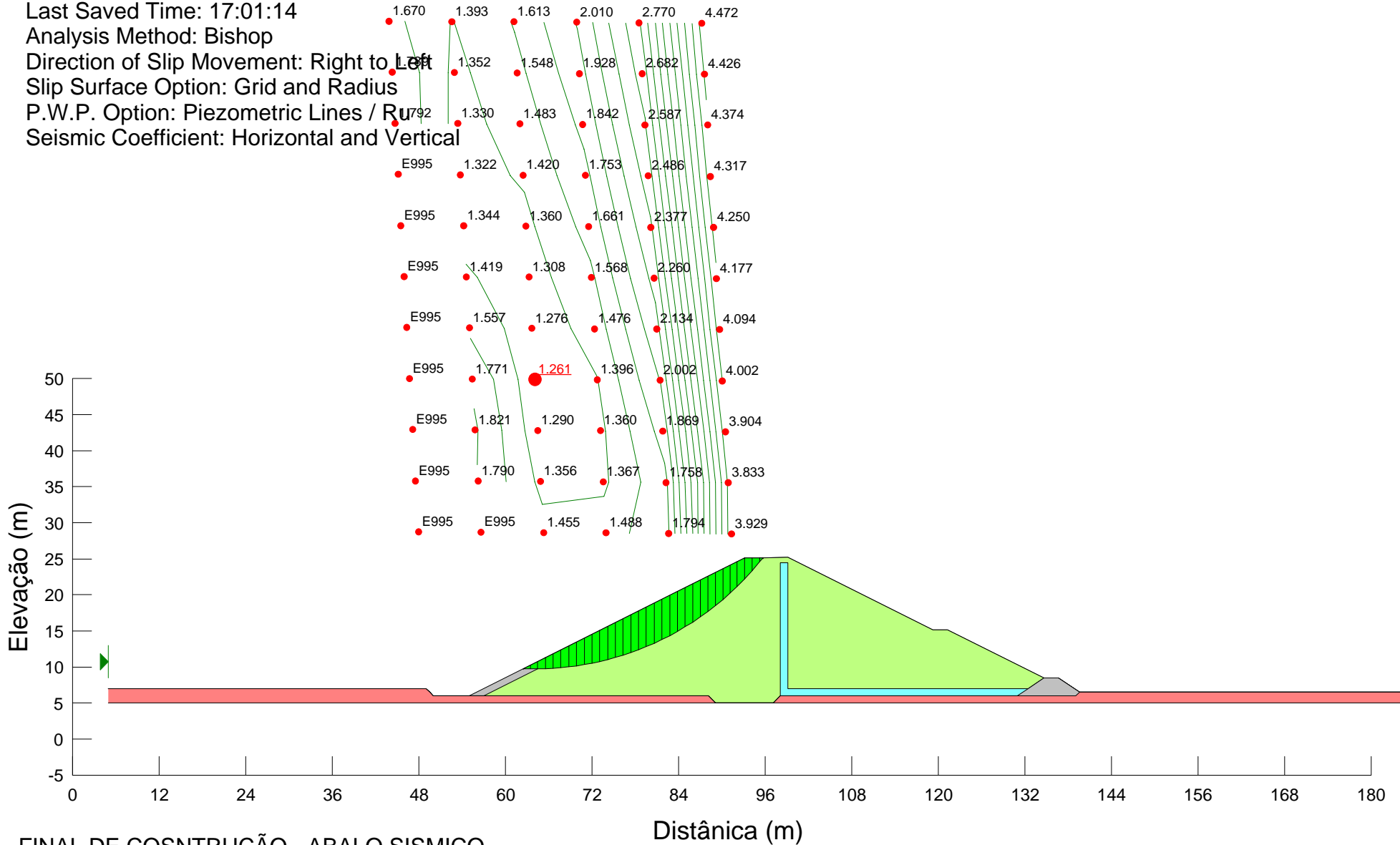
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Right

Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



FINAL DE CONSTRUÇÃO - ABALO SISMICO
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUS-FCMP.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:08:00

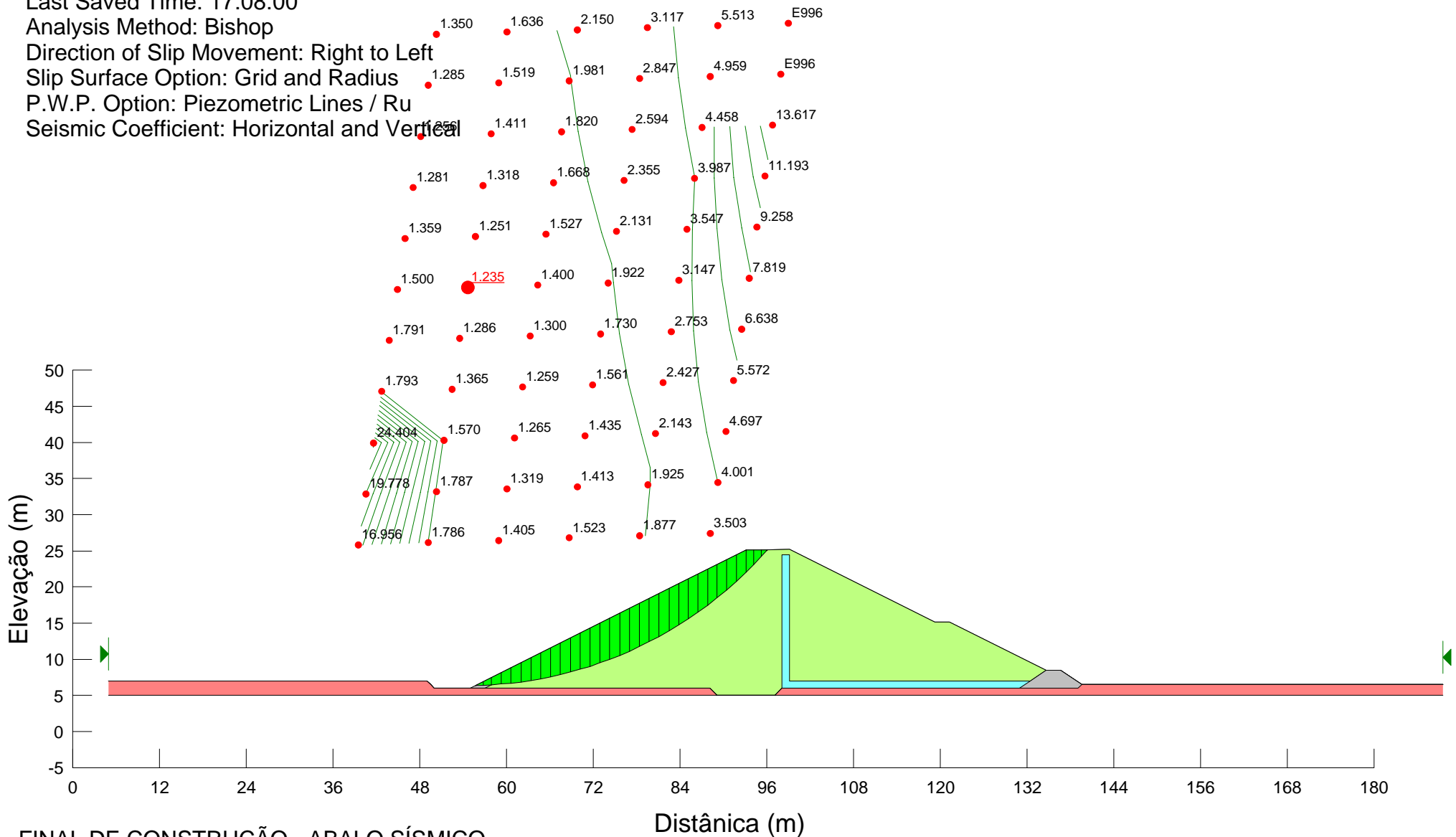
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

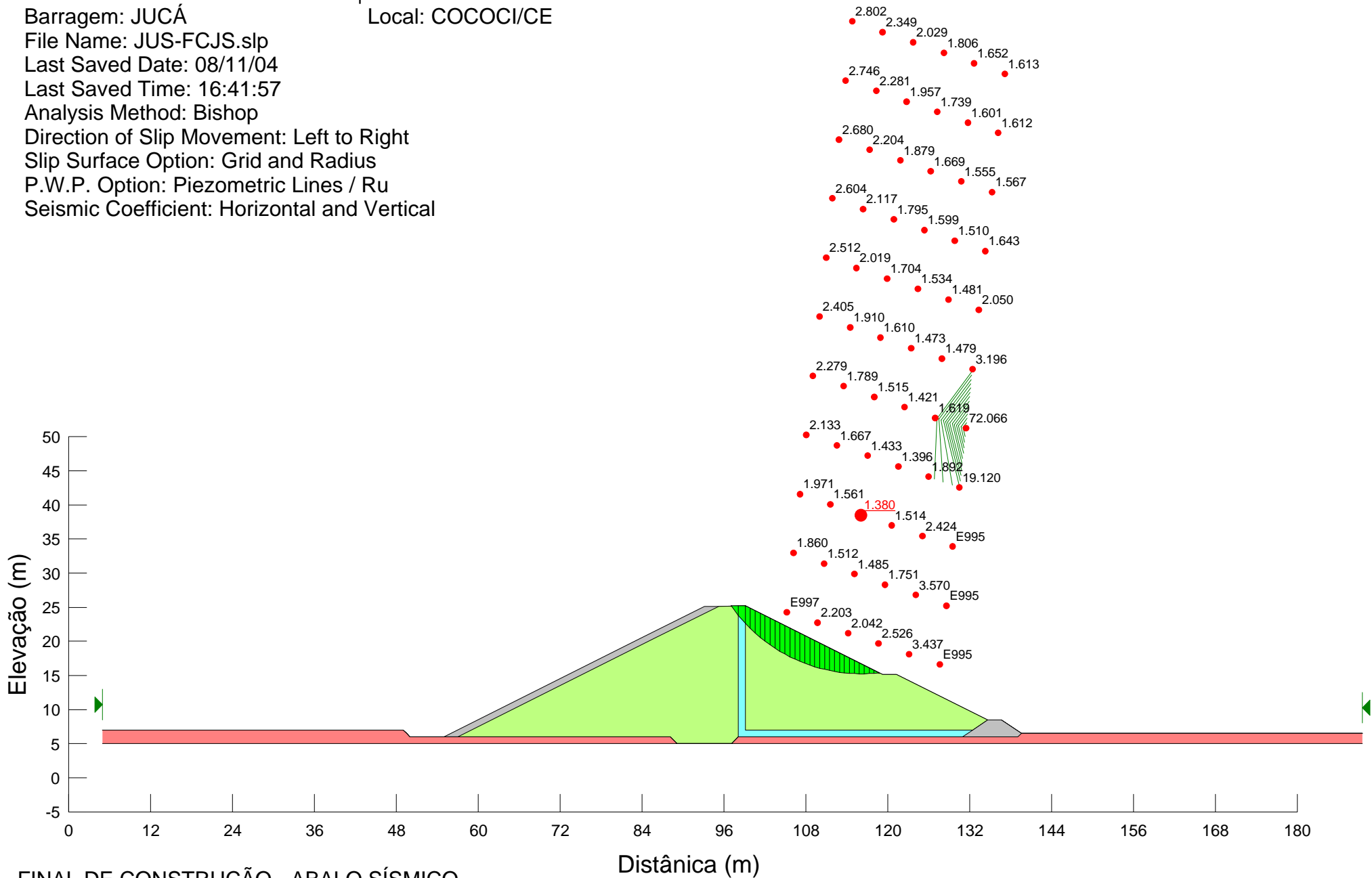
P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



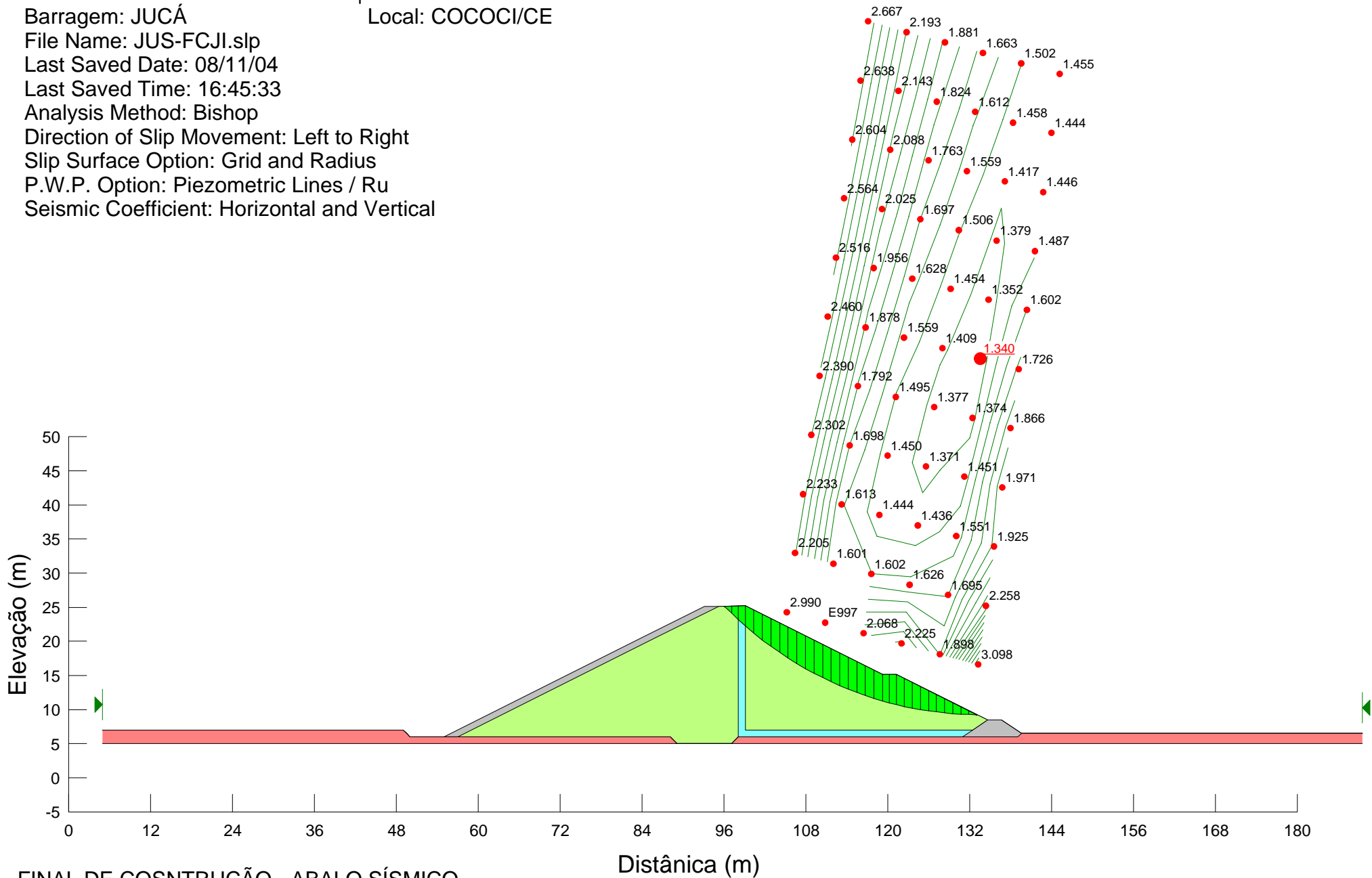
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ABALO SÍSMICO
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUS-FCJS.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:41:57
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



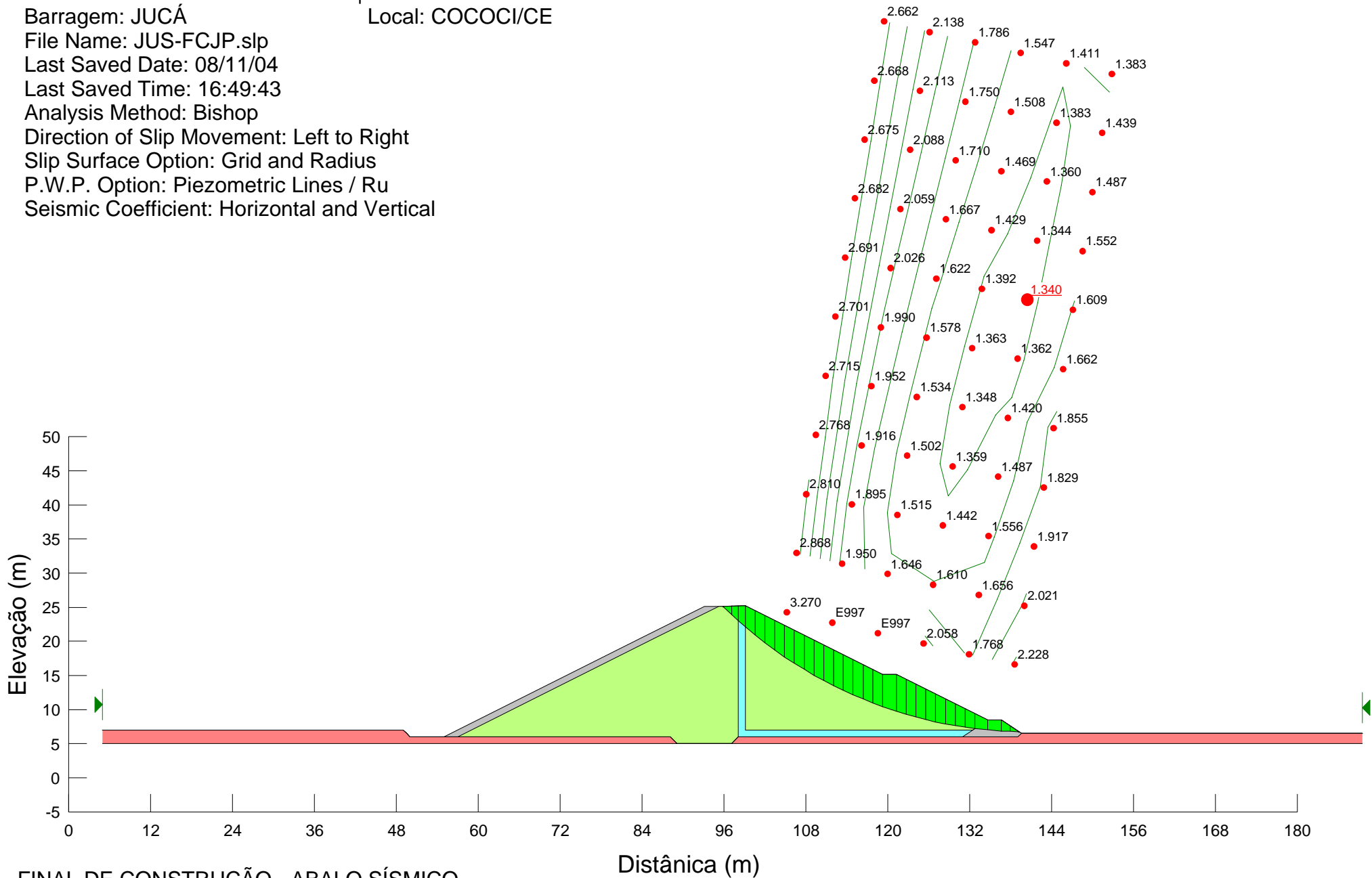
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ABALO SÍSMICO
 TALUDE DE JUSANTÉ - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUS-FCJI.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:45:33
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



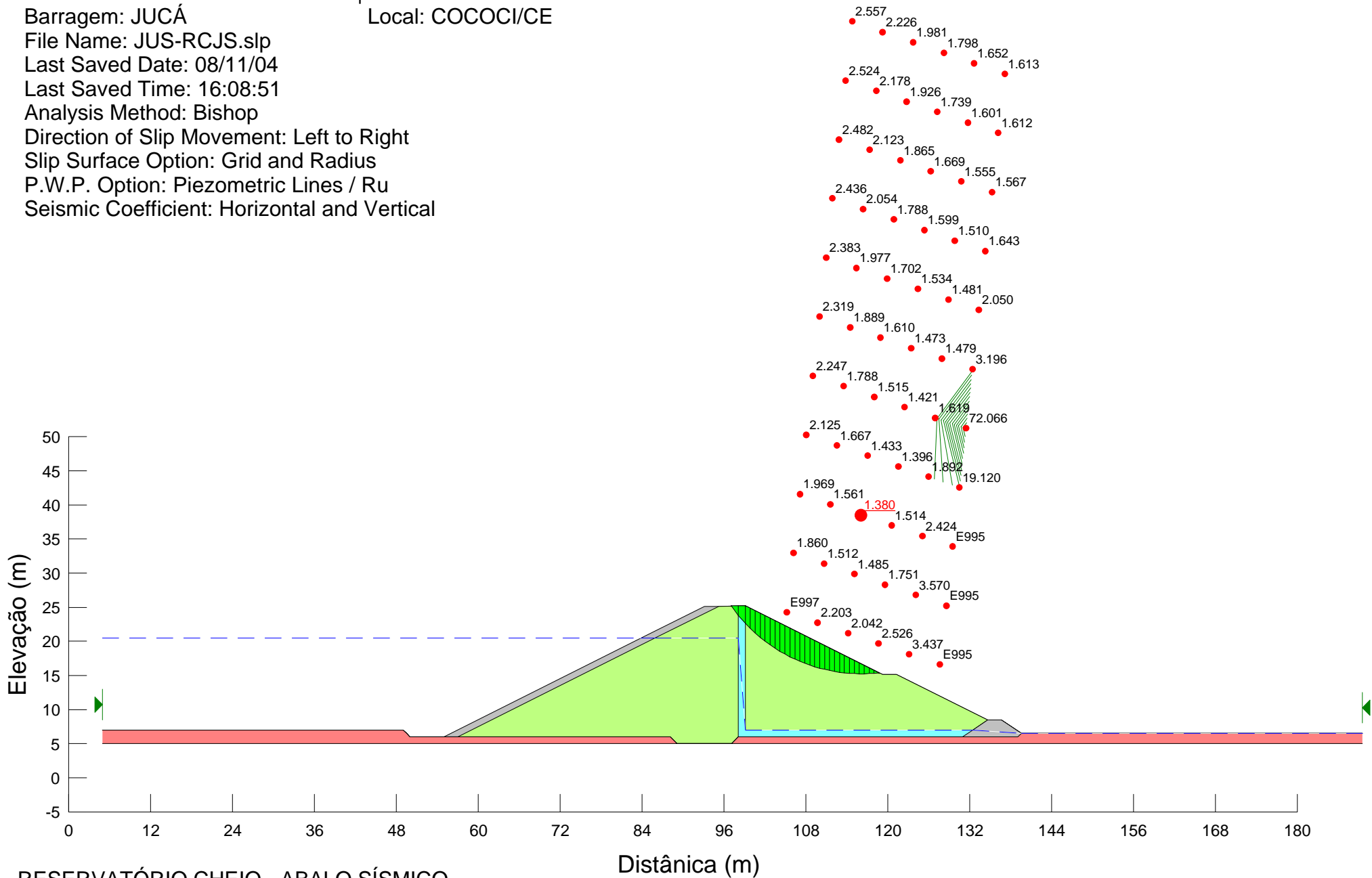
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ABALO SÍSMICO
 TALUDE DE JUSANTÉ - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUS-FCJP.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:49:43
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



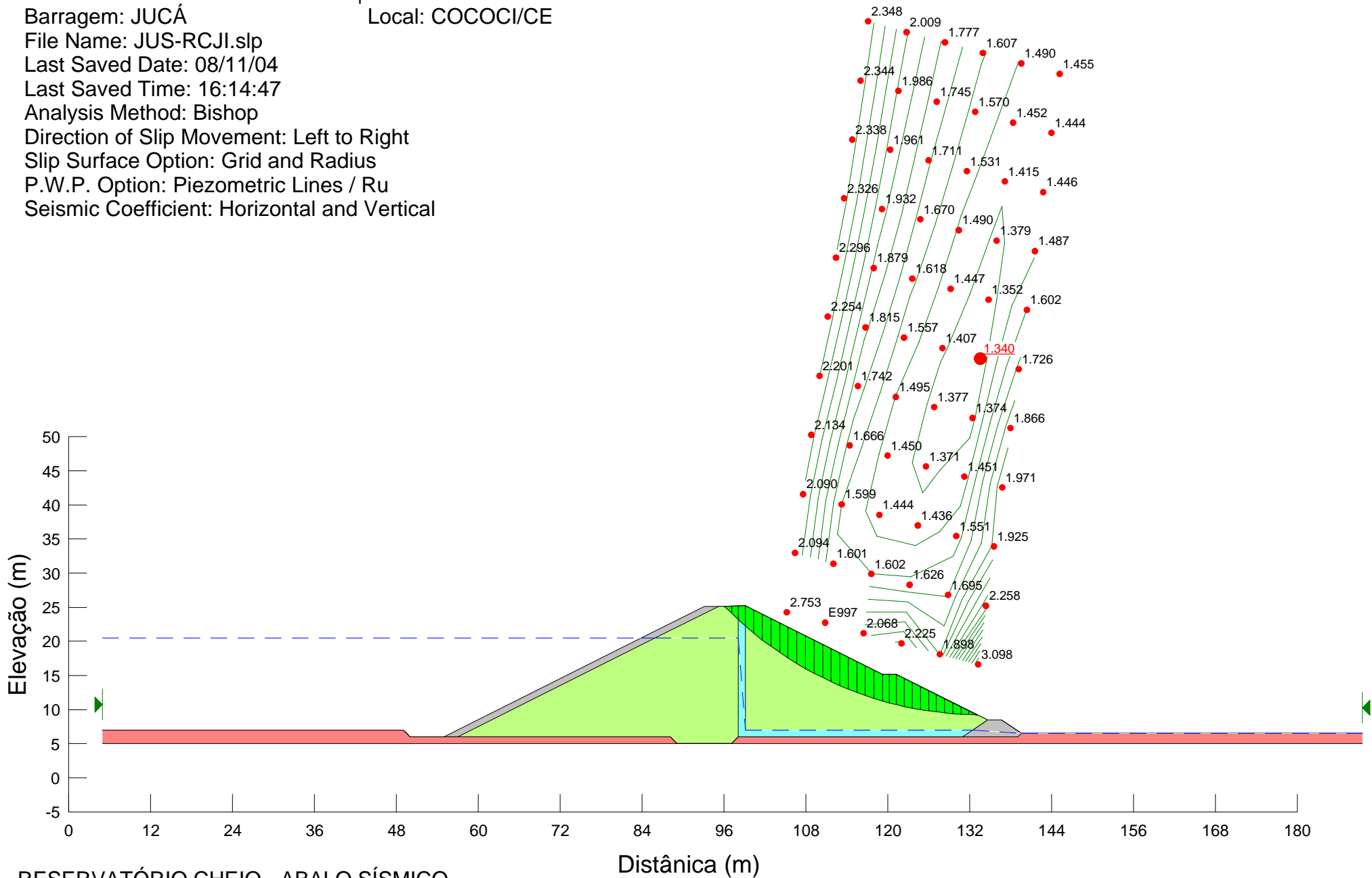
FINAL DE CONSTRUÇÃO - ABALO SÍSMICO
 TALUDE DE JUSANTÉ - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUS-RCJS.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:08:51
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



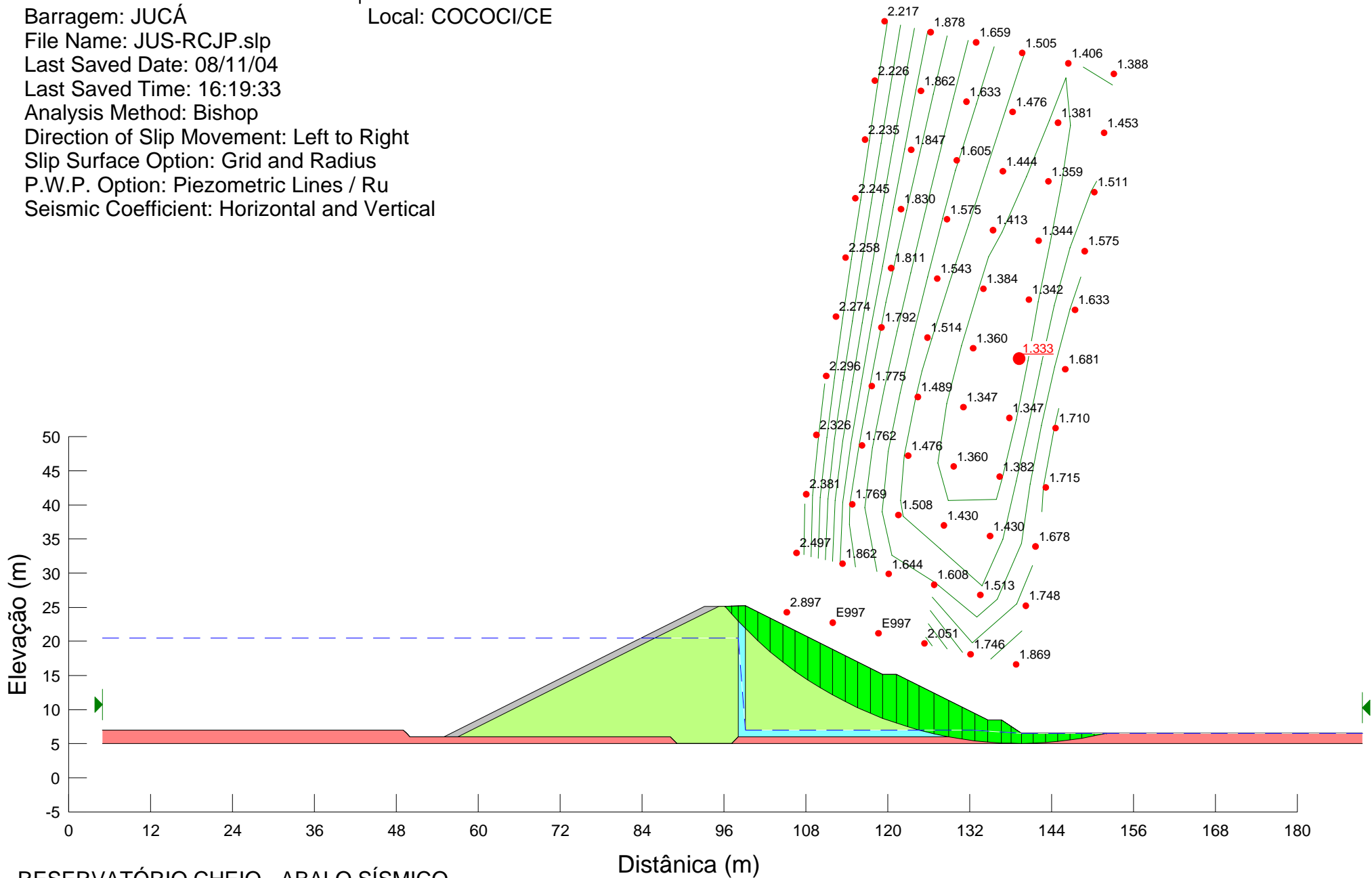
RESERVATÓRIO CHEIO - ABALO SÍSMICO
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUS-RCJI.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:14:47
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



RESERVATÓRIO CHEIO - ABALO SÍSMICO
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT
 Barragem: JUCÁ Local: COCOCI/CE
 File Name: JUS-RCJP.slp
 Last Saved Date: 08/11/04
 Last Saved Time: 16:19:33
 Analysis Method: Bishop
 Direction of Slip Movement: Left to Right
 Slip Surface Option: Grid and Radius
 P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru
 Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



RESERVATÓRIO CHEIO - ABALO SÍSMICO
 TALUDE DE JUSANTE - CAMADA PROFUNDA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUS-ERMS.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 18:03:25

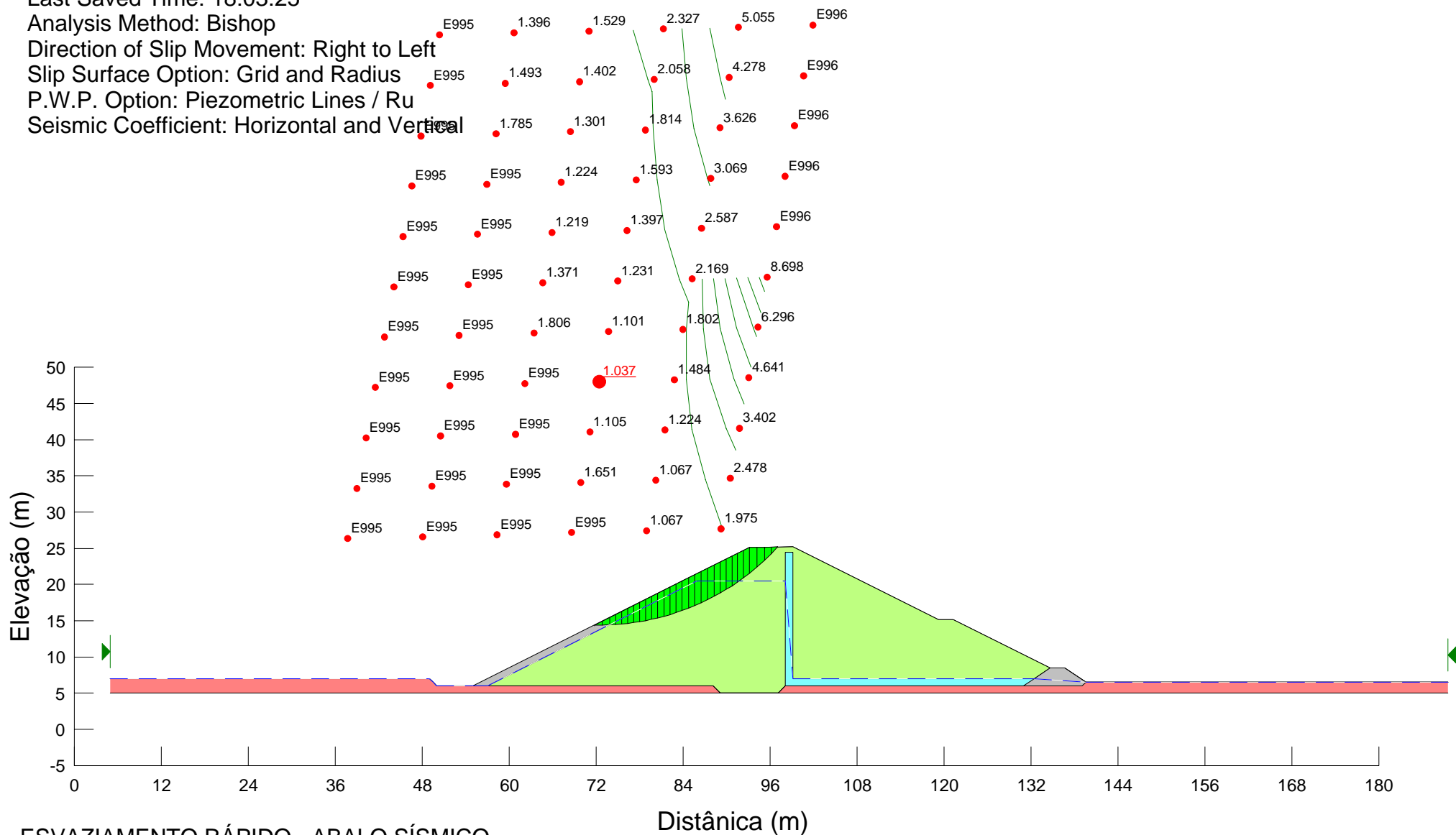
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



ESVAZIAMENTO RÁPIDO - ABALO SÍSMICO
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA SUPERFICIAL

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUS-ERMI.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:26:02

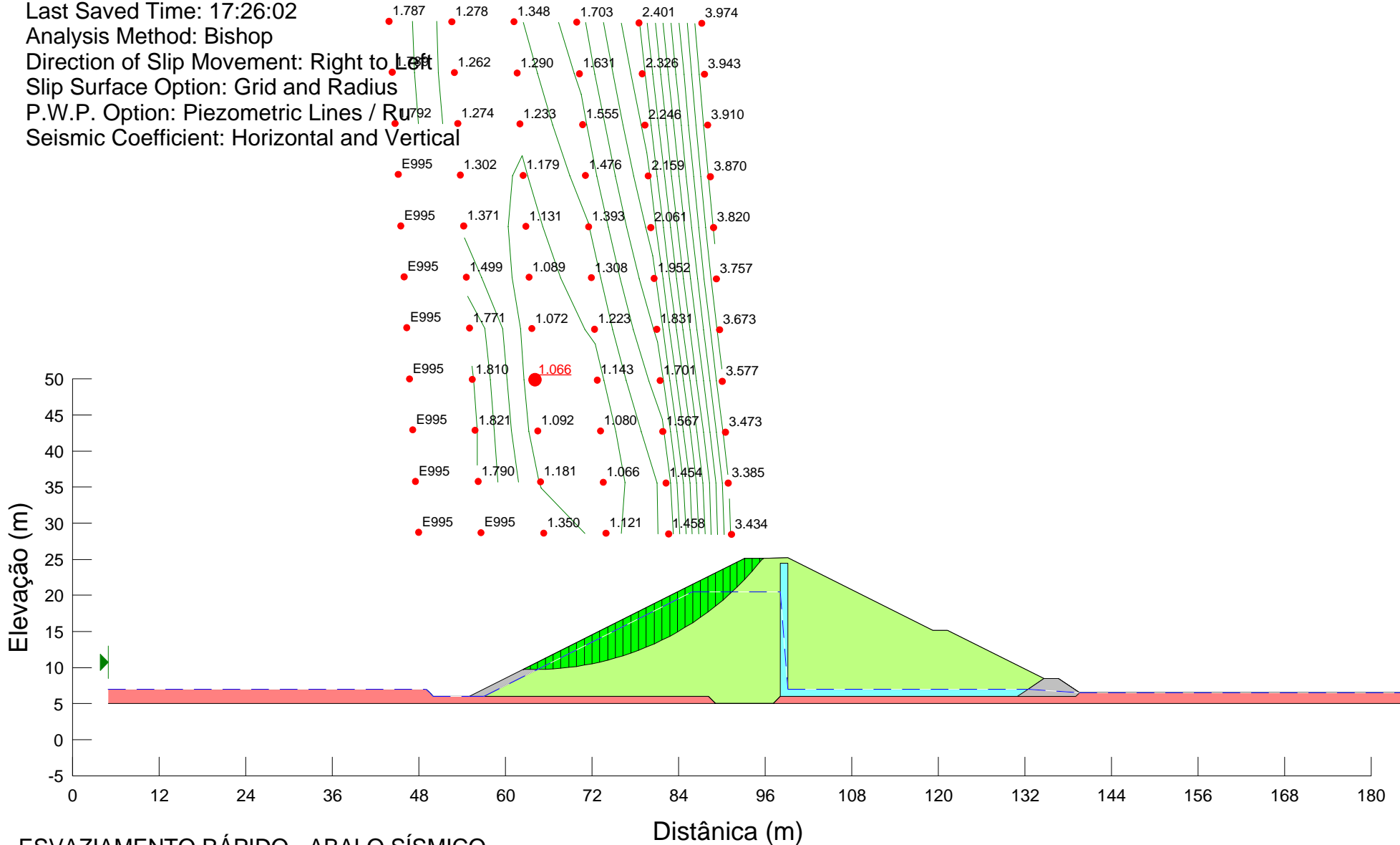
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Right

Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



ESVAZIAMENTO RÁPIDO - ABALO SÍSMICO
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA INTERMEDIÁRIA

Consórcio: KL ENGENHARIA - MA|BE - ENERCONSULT

Barragem: JUCÁ

Local: COCOCI/CE

File Name: JUS-ERMP.slp

Last Saved Date: 08/11/04

Last Saved Time: 17:34:54

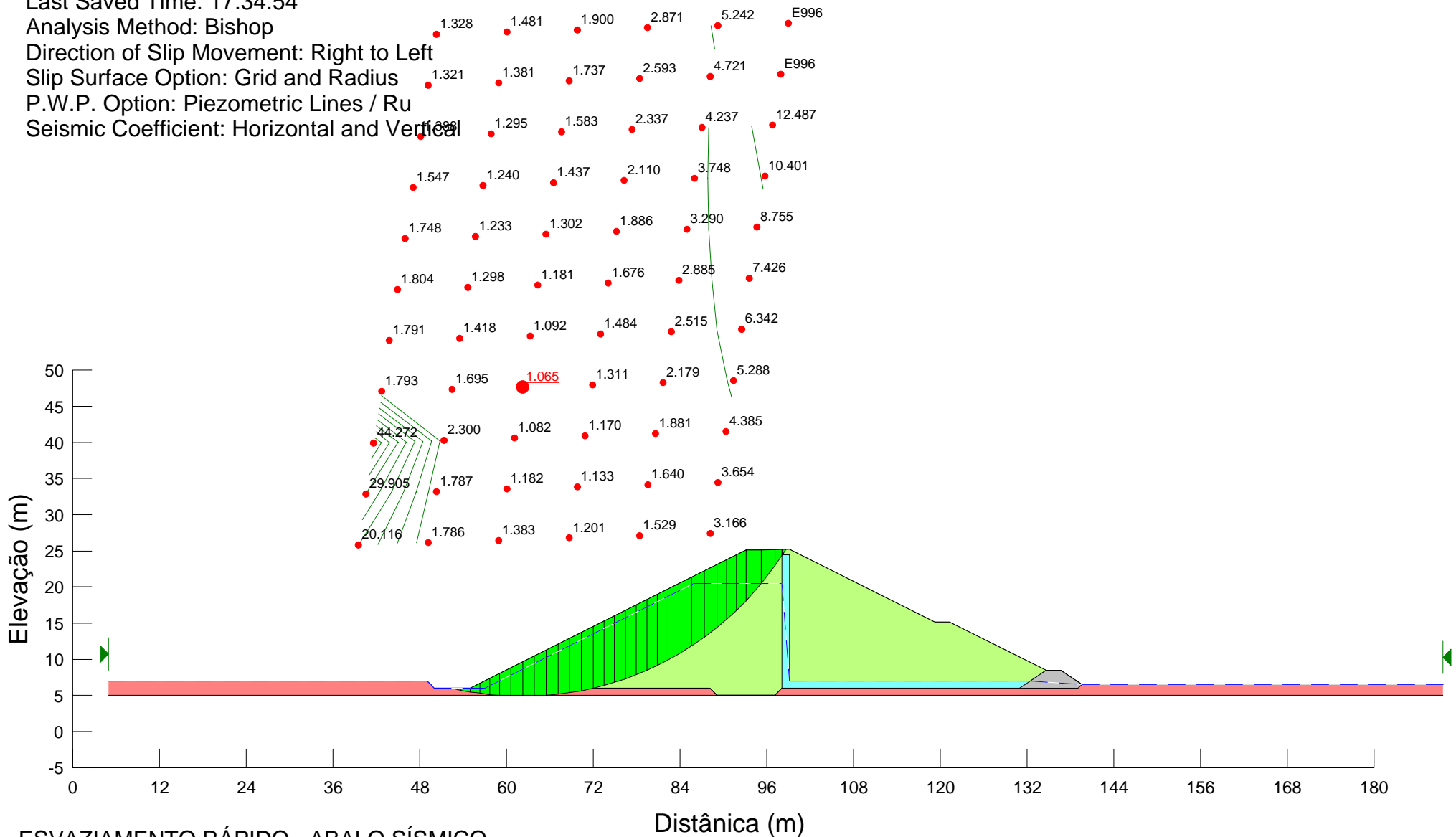
Analysis Method: Bishop

Direction of Slip Movement: Right to Left

Slip Surface Option: Grid and Radius

P.W.P. Option: Piezometric Lines / Ru

Seismic Coefficient: Horizontal and Vertical



ESVAZIAMENTO RÁPIDO - ABALO SÍSMICO
TALUDE DE MONTANTE - CAMADA PROFUNDA

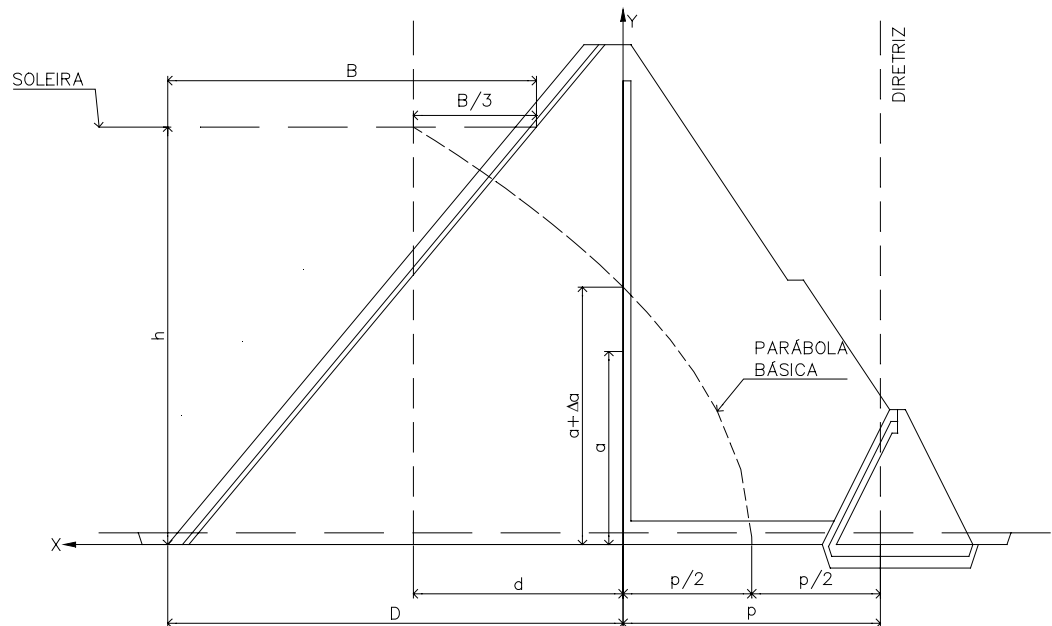
12 – VAZÕES DE PERCOLAÇÃO PELO MACIÇO E FUNDAÇÃO

12 – VAZÕES DE PERCOLAÇÃO PELO MACIÇO E FUNDAÇÃO

As vazões que percolam pelo maciço da Barragem e são coletadas pelo filtro vertical são limitadas superiormente pela linha freática cujo posicionamento é indefinido. Para contornar esse problema foi associada a linha freática à parábola de KOZENY. O problema de KOZENY corresponde à percolação de água através de um solo, com coeficiente de permeabilidade K , apoiado sobre uma camada impermeável $K = 0$ e desaguando num dreno $K = \infty$. A camada impermeável será a base da Barragem.

Colocando-se um sistema de eixos cartesiano x e y , com y coincidindo com o paramento de montante do filtro vertical e x com a base da Barragem, ou seja, fundo do tapete horizontal. A origem desse sistema cartesiano será o ponto de interseção do paramento de montante do filtro vertical com a base do tapete horizontal, como pode ser visto na figura abaixo:

PARABOLA DE KOZENY - SEÇÃO TRANSFORMADA



Os estudos de KOZENY verificaram que o fluxo no maciço é limitado por uma curva parabólica traçada no sistema cartesiano $x \cdot y$ pela linha pontilhada com foco na origem dos eixos e equação da parábola dada pela a seguintes expressão:

$$\sqrt{x^2 + y^2} = x + p$$

Onde:

(x, y) = ponto da curva

p = o dobro da distância do foco ao vértice.

Sabendo-se que o meio poroso é anisotrópico com relação à permeabilidade e admitindo:

$$\frac{K_y}{K_x} = \frac{1}{9}$$

Para uso desta equação é necessário fazer a transformação de uma das ordenadas.

Fazendo-se a transformação no eixo, X tem-se:

$$X_r = x \cdot \sqrt{\frac{K_y}{K_x}}$$

Onde:

X_r = Abscissa transformada

X = Abscissa real

K_x = Permeabilidade na direção horizontal

K_y = Permeabilidade na direção vertical

Sendo assim:

$$X_r = d_r = d \cdot \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{d}{3}$$

Portanto a equação abaixo:

$$p = \sqrt{x^2 + y^2} - x$$

Se transformada em:

$$P = \sqrt{\left(\frac{x}{3}\right)^2 + y^2} - \frac{x}{3}$$

O valor de P pode ser calculado aplicando-se a equação ao ponto (d, h) .

$$P = \sqrt{\left(\frac{d}{3}\right)^2 + h^2} - \frac{d}{3}$$

Obtido o valor de P obtém-se a vazão de percolação pelo maciço que é dada pela expressão:

$$Q_M = K \cdot P$$

Com: $K = \sqrt{K_x \cdot K_y} = 3 \cdot K_y$.

Para: $K_y = 4,0 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ e $p = 8,36 \text{ m}$.

$$Q_M = 3,30 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

A vazão perdida pela fundação é formada pelas águas que percolam pelo cut-off e abaixo do cut-off. No caso da Barragem Jucá o cut-off esta assente sobre maciço rochoso foi considerado a perda da vazão por baixo da barragem com a perda de carga total entre montante e o inicio do tapete horizontal. Considerou-se o cálculo da vazão dada por:

$$Q_F = K \cdot I \cdot A$$

Onde:

$$K = \sqrt{K_y \cdot K_x} = \text{Vazão do maciço de fundação (m/m) adotado } 10^{-8} \text{ m/s.}$$

$$I = \text{Gradiente hidráulico (m/m)}$$

$$A = h \times 1,0 = \text{Área normal ao fluxo (m}^2\text{/m)}$$

$$h = \text{Profundidade de contribuição adotada igual a } 10,0 \text{ m}$$

Da geometria da Barragem, tirou-se:

$$\Delta H = 15,00m \text{ e } L = 38,40m.$$

Obtém-se:

$$i = \frac{15,00}{38,40} = 0,390m / m$$

$$Q_f = 10^{-8} \times 0,390 \times 10,0 = 3,90 \times 10^{-8} m^3 / s / m$$

correspondente à cerca 0,4% do volume máximo.

13 – ESTUDO DE CHEIAS

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do Vertedouro pode ser realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) e com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos associados a um risco previamente escolhido. Diante da escassez de registros históricos de vazões, é mais usual a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação.

O estudo da cheia de projeto é de fundamental importância para a segurança e economia da barragem, podendo o hidrograma de projeto estar baseado em:

- PMP (precipitação máxima provável) para projetos de importantes obras hidráulicas;
- Cheia padrão para obras hidráulicas de risco intermediário;
- Precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência.

Em barragens pequenas, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado no último caso. Foram calculadas aqui as cheias de projeto de 1000 e 10000 anos. O intervalo de computação dos hidrogramas de cheia foi de 1 minuto.

13.1 – METODOLOGIA

Os métodos estatísticos de obtenção de vazões máximas que se utilizam séries históricas de vazões observadas, procedimento comum para bacias naturais, não podem ser aplicados pela escassez de dados ou, ainda, sua inexistência. Esta falta de dados dos eventos na bacia a ser estudada indicou a escolha de métodos de transformação chuva-deflúvio como metodologia a ser adotada.

A metodologia procura descrever as diversas hipóteses de cálculo da cheia de projeto: a escolha da chuva de projeto, o hidrograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheia na bacia e, por fim, o seu amortecimento no Vertedouro. A ferramenta utilizada para a implementação desta metodologia foi o programa HEC-1.

As relações chuva-deflúvio para a bacia do Jucá foram estabelecidas utilizando-se o modelo HEC-1, um modelo projetado para simular o escoamento superficial em uma bacia, sendo esta representada como um sistema de componentes hidrológicos e hidráulicos. Para esta bacia foi estudada a sua resposta aos hidrogramas de projeto correspondentes a 1000 e 10000 anos (T_r = tempo de retorno).

O modelo HEC-1 permite o uso de várias metodologias para determinação da chuva efetiva, simulação do escoamento superficial em bacia (overland flow) e propagação do escoamento em canais e reservatórios. No caso da bacia do Jucá foi adotado o seguinte:

- Método Curva-Número (*Soil Conservation Service*) na determinação da chuva efetiva;
- Método do Soil Conservation Service na determinação do hidrograma unitário sintético - Escoamento Superficial na bacia (*Overland flow*);

13.2 – PRECIPITAÇÃO

Para cálculo do escoamento superficial para a bacia da barragem Jucá foi assumida uma precipitação uniformemente distribuída sobre a referida bacia. O HEC-1 permite a entrada de tormentas históricas ou sintéticas, sendo as últimas freqüentemente utilizadas para planejamento e estudos de projetos.

O hietograma adotado baseia-se nas curvas altura-duração-freqüência obtidas através do método de Taborga. Na **Figura 13.1** apresenta a curva intensidade-duração-freqüência para a bacia de estudo.

QUADRO 13.1 – CHUVAS PONTUAL E REDUZIDA								
DURAÇÃO	5 MIN	15 MIN	60 MIN	2 H	3 H	6 H	12 H	24 H
P(mm) – TR 50	15,6	30,2	52,3	65,8	73,7	87,1	100,6	114,0
P(mm) – TR 100	17,3	33,4	57,8	72,7	81,4	96,2	111,1	125,9
P(mm) – TR 1000	22,6	42,9	73,5	93,5	105,3	125,3	145,3	165,3
P (mm) – TR 10000	28,0	51,9	88,2	113,5	128,4	153,8	179,1	204,5

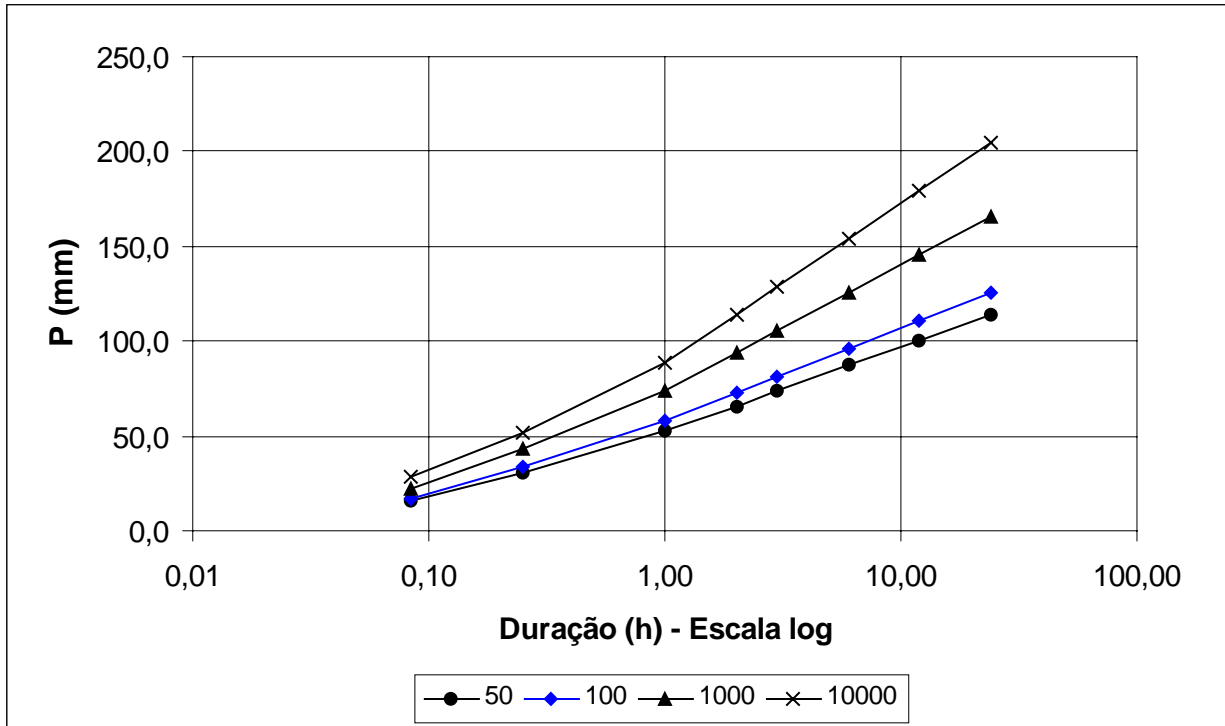


FIGURA 13.1 – CURVAS INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA CHUVAS PONTUAL E REDUZIDA

O HEC-1 utiliza os dados da curva intensidade-duração-freqüência para construir uma distribuição triangular da precipitação, onde é assumido que cada total precipitado para qualquer duração ocorre durante a parte central da tormenta (tormenta balanceada). Alturas correspondentes a 10 e 30 minutos são interpoladas das alturas precipitadas de 5, 15 e 60 minutos através das equações do HYDRO-35 (National Weather Service, 1977):

$$P_{10\text{ min}} = 0,41.P_{5\text{ min}} + 0,59.P_{15\text{ min}}$$

$$P_{30\text{ min}} = 0,51.P_{15\text{ min}} + 0,49.P_{60\text{ min}}$$

Onde P_n é a precipitação para a duração de n minutos. Adotou-se um hietograma de projeto com duração de 24 horas.

13.3 – PRECIPITAÇÃO EFETIVA

O modelo HEC-1 refere-se a interceptação superficial, armazenamento em depressões e infiltração como perdas de precipitação, ou seja, a parcela da precipitação que não contribui para gerar escoamento é considerada perda, sendo o restante, considerado precipitação efetiva.

O cálculo das perdas de precipitação pode ser usado nos outros componentes do modelo HEC-1, em especial, hidrograma unitário. No caso do hidrograma unitário, estas perdas são consideradas uniformemente distribuídas sobre a bacia (ou sub-bacia).

De maneira geral, existem três metodologias utilizadas para determinação da chuva efetiva: equações de infiltração, índices e relações funcionais. Especificamente, o HEC-1 possibilita o uso de 5 métodos: 1) taxa de perda inicial e uniforme; 2) taxa de perda exponencial; 3) Curva-Número; 4) Holtan; 5) Função de Infiltração Green e Ampt. Foi considerado mais adequado, diante dos dados disponíveis, o método curva número do Soil Conservation Service.

O método Curva Número é um procedimento desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo USDA, no qual a lâmina escoada (isto é, a altura de chuva efetiva) é uma função da altura total de chuva e um parâmetro de abstração denominado Curva-Número, CN. Este coeficiente varia de 1 a 100, sendo uma função das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia: (1) tipo de solo hidrológico; (2) uso do solo e tratamento; (3) condição da superfície subterrânea, e (4) condição de umidade antecedente. Para a bacia do Jucá foi adotado um CN = 81 com base nos mapas de solo (grupos hidrológicos), uso e ocupação e relevo contidos no PERH (1990).

A equação de escoamento do SCS é dada por

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}$$

Onde Q = escoamento; P = precipitação; S = capacidade máxima de armazenamento do solo; I_a = perdas antes do início do escoamento.

As perdas antes do início do escoamento (I_a) incluem água retida em depressões superficiais, água interceptada pela vegetação, evaporação, e infiltração. I_a é altamente variado, mas a partir de dados de pequenas bacias I_a é aproximado pela seguinte relação empírica:

$$I_a = 0,20.S$$

Substituindo (2) em (1) elimina-se I_a , resultando em:

$$Q = \frac{(P - 0,20.S)^2}{P + 0,80.S}$$

Onde S está relacionado às condições de solo e cobertura através do parâmetro CN por

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{unidades métricas})$$

Onde CN varia de 0 a 100. CN foi tabelado para diferentes tipos de solos e cobertura, sendo estes valores tabelados apresentados para condições de umidade antecedente normal (AMC II). Para condições secas (AMC I) e úmidas (AMC III), CNs equivalentes podem ser calculados pelas seguintes fórmulas:

CONDIÇÕES SECAS

$$CN (I) = \frac{4,2.CN(II)}{10 - 0,058.CN(II)}$$

CONDIÇÕES ÚMIDAS

$$CN (III) = \frac{2,3.CN(II)}{10 + 0,13.CN(II)}$$

Alternativamente, os CNs para estas condições podem ser obtidos, a partir da condição normal (AMC II), utilizando-se tabelas.

Como já mencionado, o CN foi tabelado para diferentes tipos de solos, os quais foram classificados pelo SCS em quatro grupos de solos hidrológicos (A, B, C e D) de acordo com sua taxa de infiltração. Estes quatro grupos são descritos a seguir:

- Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. solos arenosos profundos com pouco silte e argilla.
- Solos menos permeáveis que o anterior, solos arenosos menos profundo que o do tipo a e com permeabilidade superior à média.
- Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.
- Solos contendo argilas expansivas, pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

Desde que o método do SCS dá o excesso total para uma tormenta, o excesso incremental de precipitação para um período de tempo é calculado como a diferença entre o excesso acumulado no fim do presente período e o acumulado do período anterior.

13.4 – HIDROGRAMA UNITÁRIO – SCS

A técnica do hidrograma unitário é usada para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial de uma sub-bacia. Este método foi escolhido por ter sido idealizado para bacias de áreas entre 2.5 e 1000 km², e por ser construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas. Além disto, este modelo necessita apenas de um parâmetro: o T_{LAG}. Este parâmetro, T_{LAG}, é igual à distância (lag) entre o centro de massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma unitário.

O tempo de concentração da bacia foi estimado aqui pela fórmula do Califórnia Highways, também conhecida como fórmula de Kirpich:

$$T_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

Onde T_C = tempo de concentração em minutos; L = comprimento do maior talvegue em km; ΔH = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório. Logo, para a bacia do Jucá tem-se:

$$L = 36.17 \text{ km} \qquad \Delta H = 353 \text{ m} \qquad S = 9.76 \text{ m/km}$$

O que resulta TC = 6.26 h; TLAG = 3.76 h para a Barragem Jucá.

A vazão de pico e o tempo de pico são, assim, calculados por:

$$Q_p = 208 \cdot \frac{A}{t_p} \qquad t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{LAG}$$

Onde Q_p = é a vazão de pico (m³/s), t_p = tempo de pico do hidrograma (h), A = área da bacia em km² e Δt = o intervalo de cálculo (5 minutos).

Uma vez determinados estes parâmetros e o intervalo de cálculo (duração do hidrograma unitário), o HEC-1 utiliza estes para interpolar um hidrograma unitário a partir de um hidrograma unitário adimensional do SCS. A seleção do intervalo de cálculo é baseado na relação Δt = 0.20 t_p, não devendo exceder 0.25 t_p. Estas relações baseiam-se nas seguintes relações empíricas.

$$t_{lag} = 0.60 T_c \qquad e \qquad 1.7 t_p = \Delta t + T_c$$

Onde T_c = é o tempo de concentração da bacia. O HEC-1 sugere que Δt ≤ 0.29 T_{LAG}. Para cálculo do hidrograma de projeto por esta metodologia, é necessária uma

estimativa do tempo de concentração da bacia. Este tempo de concentração foi avaliado através da aplicação da fórmula de Kirpich.

A **Figura 13.2** abaixo apresenta o hidrograma de projeto e o hidrograma afluente a barragem Jucá obtido através do uso do modelo HEC, conforme metodologia acima. A vazão de pico do hidrograma de 1000 anos de tempo de retorno foi 2316 m³/s. Para o tempo de retorno de 10000 anos foi obtida uma vazão de pico de 3072 m³/s. (**Figura 13.3**).

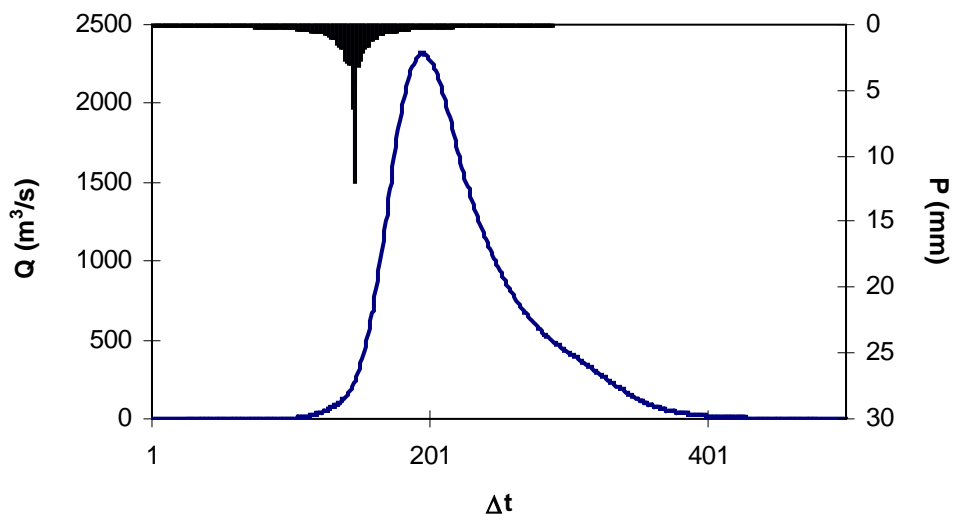


FIGURA 13.2 – HIDROGRAMA TOTAL AFLUENTE AO JUCÁ (TR = 1000 ANOS)

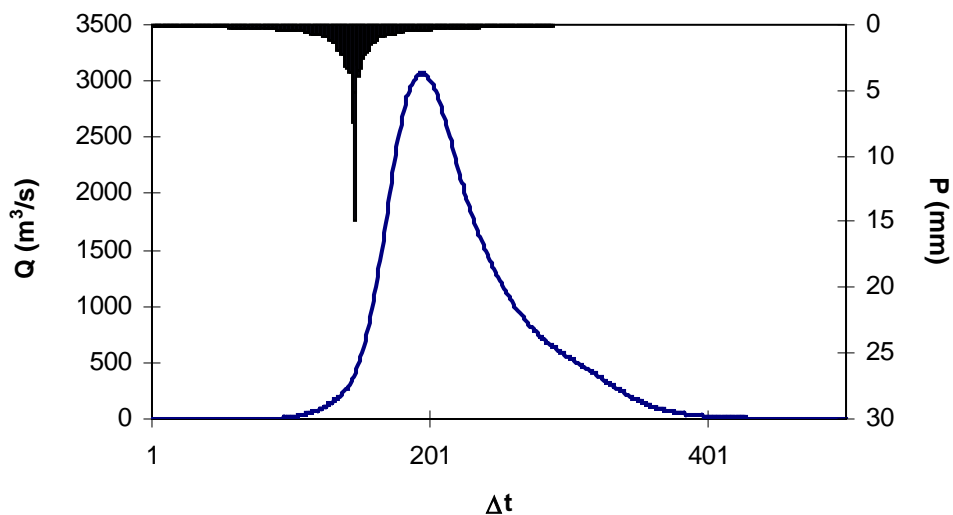


FIGURA 13.3 – HIDROGRAMA TOTAL AFLUENTE AO JUCÁ (TR = 10000 ANOS)

14 – COTA DO VOLUME MORTO

14 – COTA DO VOLUME MORTO

A cota do volume morto foi definida em 420,00m acumulando 0,14hm³ correspondente à cerca 0,4% do volume máximo.

15 – TOMADA D'ÁGUA

15 – TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água será implantada na estaca 65 do eixo barrável pela a ombreira direita. A tomada d'água terá extensão de 60,00m e será constituída de uma galeria tubular de diâmetro $\phi=0,300\text{m}$ em aço ASTM A-36. O eixo da galeria ficará na cota 423,00m. O corpo do tubo será envolvido em concreto estrutural. A tomada d'água foi projetada para regularizar uma vazão de $0,123\text{m}^3/\text{s}$ com velocidade de $2,0\text{m/s}$.

No lado de montante, o extremo da tubulação será protegido por uma caixa de concreto armado, com grade de barra de ferro chato de malha #100mm x 100mm.

No lado de jusante será construída uma caixa de concreto armado com três células. Na primeira célula serão colocados os equipamentos hidromecânicos de controle da vazão que são constituídos de um registro de gaveta e uma válvula borboleta. As águas que passarem por esses equipamentos chegarão na segunda célula que tem a função de dissipar a energia cinética. Finalmente, a terceira célula é um tanque tranquilizador com uma saída que dispõe de vertedouro triangular isósceles que permite pela sua equação que se façam as medidas de vazões a partir do nível d'água sobre o vértice da soleira.

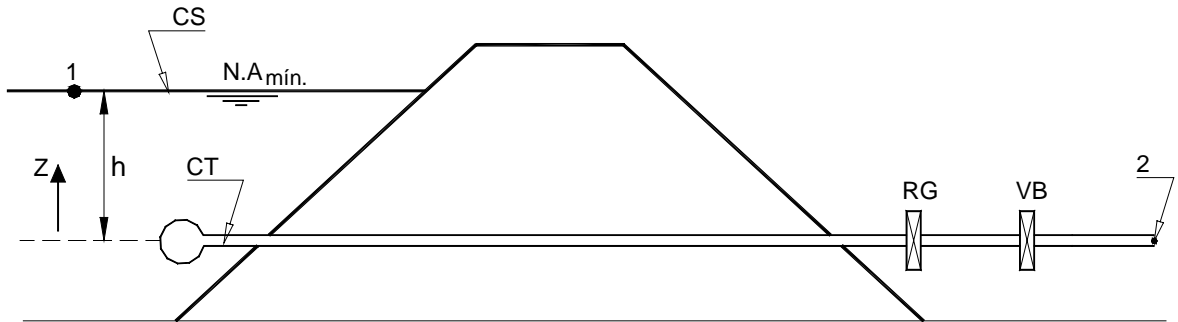
Após a caixa de dissipação no início do trecho do canal de restituição, está previsto uma proteção com material granular com a finalidade de evitar a erosão provocado pelo fluxo das águas efluentes da tomada d'água. A proteção do canal de restituição será constituída por material granular obtido do produto de britagem, o mesmo aplicado no talude de jusante do maciço, em uma extensão de 5,00m, com 0,30m de espessura. Neste segmento, tanto a base do canal como as suas paredes estarão protegidas. As paredes do canal de restituição serão protegidas desde a sua base até a sua crista.

A Barragem será operada entre os níveis de cota 430,00m e 425,00m, onde os volumes são de $31,80\text{hm}^2$ que corresponde a 100% de capacidade e $4,84\text{hm}^3$ que corresponde a 13,60% da capacidade.

As escavações obrigatórias atingirão as cotas que permite a implantação da tomada d'água de acordo com as cotas projetadas.

O trecho da tomada d'água a jusante do filtro vertical será todo envolvido por areia grossa do tapete drenante. Da mesma forma o dreno de pé no local da tomada d'água será construído envolvendo a galeria.

15.1 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA GALERIA.



Considerando a válvula borboleta e o registro de gaveta totalmente abertos. Considerando o nível mínimo de operação, cota 38,00m , e a vazão a ser regularizada de 0,134m³/s com 90% dimensiona-se o tubo para passar essa vazão com velocidade de 2,0m/s.

$$Q = V \cdot S$$

$$S = \frac{Q}{V}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{V}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,123}{\pi \times 2,0}} = 0,279m$$

Será adotado D=300mm.

A velocidade para a vazão será:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,123}{0,071} \cong 1,73 \text{ m / s}$$

Determinação das vazões e velocidade para as cotas de 430,00m a 425,00m com a válvula borboleta e o registro de gaveta totalmente abertos.

Aplicando a equação de Bernoulli entre os pontos 1 e 2.

$$\frac{P_1}{\gamma} + h + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + 0 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f + h_L$$

tem-se:

$$P_1 = P_2 = P_{atm}$$

$$V_1 \cong 0$$

h_f = perda de carga por fricção

h_L = perda de carga localizada.

h_f é determinada pela expressão de Darcy-Weisbach dada por:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_L = \sum Ki \frac{V_2^2}{2g}$$

Ki = coeficiente de perda de carga localizada.

$$K_1 = \text{Grade} = 1,45$$

$$K_3 = \text{Válvula Borboleta} = 0,36$$

$$K_4 = \text{Registro de Gaveta} = 0,10$$

$$K_5 = \text{Saída} = 1,0$$

$$h_t = h_f + h_L$$

$$h_t = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V_2^2}{2g} + \sum K_i \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_t = f \cdot \frac{60}{0,30} \cdot \frac{V_2^2}{19,62} + 2,91 \times \frac{V_2^2}{19,62}$$

$$h_t = 10,19 \cdot f \cdot V_2^2 + 0,15 \cdot V_2^2$$

Substituindo na equação de Bernoulli, obtém:

$$z = 0,15V_2^2 + 10,19fV_2^2$$

$$V_2 = \left[\frac{z}{(0,15 + 10,19f)} \right]^{1/2}$$

Tem-se a velocidade como função de f . O processo de resolução deste problema é pelo método da convergência. Atribui-se valor a f e determina-se V_2 . Com V_2 calcula f e determina-se novamente V_2 . O processo prossegue até a convergência.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Onde:

Re = Número de Reynold

ν = Viscosidade Cinemática

Para a água a 30° tem-se:

$$\nu = 8,04 \times 10^{-7} \text{ m}^2 / \text{s}$$

Do ábaco de Rugosidade Relativa x Diâmetro tem-se para a tubulação de $\phi=300\text{mm}$, $\frac{e}{D} = 0,00018$.



Para $z = 7,00m$, adotando $f = 0,03$, tem-se:

$$V_2 = \left[\frac{7,00}{0,15 + 10,19 \times 0,03} \right]^{1/2} = 3,91m / s$$

Para $V_2 = 3,91m / s$

$$Re = \frac{3,91 \times 0,30}{8,07 \times 10^{-7}} = 1,45 \times 10^6$$

Para $Re = 1,45 \times 10^6$ e $\frac{e}{D} = 0,00018$

Do ábaco de Moody tira-se:

$$f = 0,0137m$$

Para $f = 0,0137$ tem-se:

$$V_2 = \left[\frac{7,00}{0,15 + 10,19 \times 0,0137} \right]^{1/2} = 4,91m / s$$

$$Re = \frac{4,91 \times 0,30}{8,07 \times 10^{-7}} = 1,82 \times 10^6$$

Para $Re = 1,82 \times 10^6$, tira-se $f = 0,0138$

Para $f = 0,0138$ tem-se:

$$V_2 = \left[\frac{7,00}{0,15 + 10,19 \times 0,0138} \right]^{1/2} = 4,90m / s$$

$$Re = \frac{4,90 \times 0,30}{8,07 \times 10^{-7}} \therefore Re = 1,82 \times 10^6$$

Do Ábaco de Moody tira-se $f \cong 0,0138$ OK!

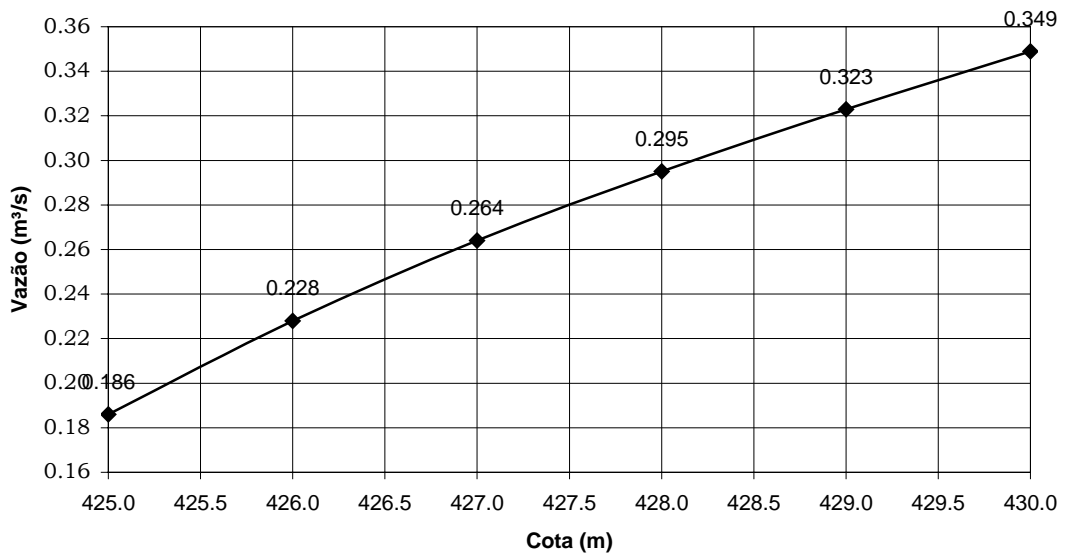
A vazão para a cota 430,00 é $Q = 4,90 \times 0,071 = 0,347m^3 / s$.

Esse procedimento foi repetido da Cota 430,00m a 425,00m,obtendo-se o Quadro Nº 15.1:

QUADRO Nº 15.1: TOMADA D'ÁGUA		
COTA (m)	VAZÃO (m³/s)	VELOCIDADE (m/s)
425,00	0,186	2,63
426,00	0,228	3,22
427,00	0,264	3,71
428,00	0,295	4,15
429,00	0,323	4,55
430,00	0,349	4,91

Na figura a seguir é apresentada a curva de operação Cota x Vazão.

Gráfico: COTA x VAZÃO



16 – DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO

16 – DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO

O Vertedouro da Barragem Jucá será acomodado em um ponto de sela pela ombreira direita. Como foi observado nos estudos geotécnicos o maciço rochoso é formado de pacotes de arenitos fraturados e alterados.

Por esta razão e levando em conta as vazões dos estudos geotécnicos projetou-se um canal escavado com 100,00m de largura na cota 427,00m. O canal tem duas curvas para a esquerda. O canal está estaqueado entre as estacas 00 e 19 tendo portanto 380,00m de comprimento.

Os elementos das curvas são mostrados na tabela abaixo:

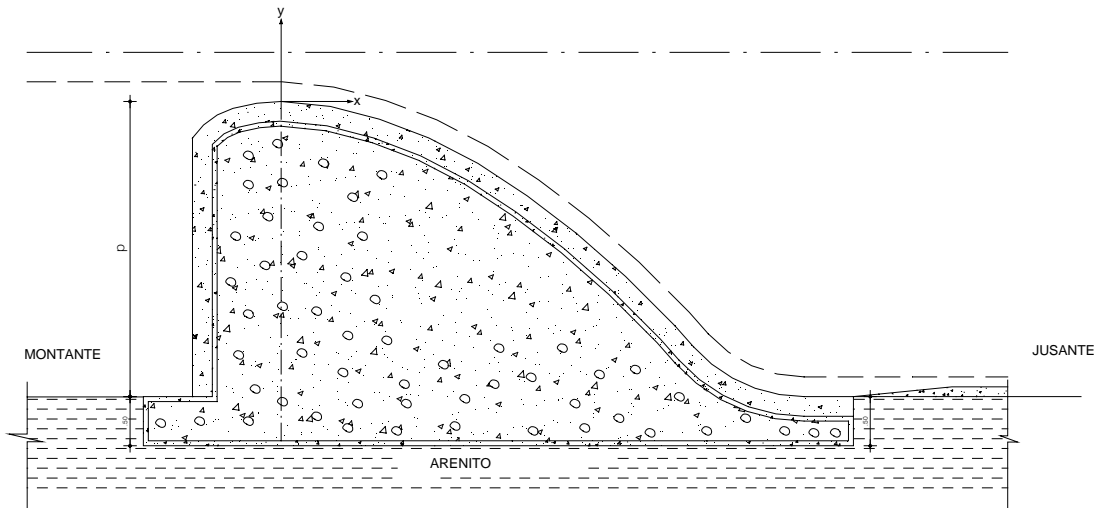
CURVA	AC	T	R	D	PCE	PT
01	20°29'19"	18,07	100,00	35,76	4+1,27	5+17,03
02	19°29'57"	17,18	100,00	34,03	11+11,51	13+5,55

O ponto de interseção entre o eixo do levantamento da Barragem e o canal do Vertedouro, ou seja, onde há a igualdade é EST 88 da Barragem é igual a EST 08+18,00m do eixo do Vertedouro.

O projeto do Vertedouro consistiu de um canal escavado na cota 427,00m com 100,00m de largura, a construção de um muro creager com 90,00m de largura, muros laterais e diques de fechamento. Para montante foi previsto a execução de um concreto projetado com 10cm de espessura com incorporação de fibra de polietileno à razão de 6kg/m³. O concreto se estenderá para jusante por uma extensão de cerca de 200,00m. O concreto projetado subirá no talude até a cota 430,00m. Nesse trecho de aplicação do concreto projetado foram previstos três cordões de fixação com seção de 2,0mx3,0m que se estendem até o talude, incravando inclusive. O detalhe do projeto do vertedouro pode ser visto no Desenho II-1A-JU-22/37-002.

16.1 – PERFIL CREAGER

A cota do perfil creager é 430,00m, portanto o muro tem 3,0m de altura.



Vazão de Projeto (Cheia Milenar)

$$Q_{1000} = 1.110,00 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$L = 90,0 \text{ m}$$

$$q = \frac{1110}{90} = 12,33 \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

$$P = 3,00 \text{ m}$$

Adotando $h_b = 3,30$ (dos Estudos Hidrológicos)

Tem-se:

$$H_o = h_a + h_b$$

$$h_a = \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{q}{P + h_b}$$

$$h_a = \frac{q^2}{2 \times g \times (P + h_b)^2}$$

$$h_a = \frac{12,33^2}{2 \times 9,81 \times 6,30^2} \cong 0,20 \text{ m}$$

$$H_o = 3,30 + 0,20 = 3,50 \text{ m}$$

Determinação do curva de jusante do perfil creager.

$$\frac{y}{H_0} = -K \cdot \left(\frac{X}{H_0}\right)^n$$

Da relação $\frac{h_a}{H_0} = 0,05$ obtém-se dos ábacos do “Bureau of Reclamation” os valores de $K = 0,51$ e $n = 1,849$.

Substituindo esses valores na equação do perfil creager, tem-se:

$$\frac{y}{3,50} = -0,51 \cdot \left(\frac{X}{3,50}\right)^{1,849}$$

$$y = -0,176 \cdot X^{1,849}$$

Derivando essa equação e buscando o ponto de inclinação – **1,25** (1:0,80 V:H), obtém-se a abscissa do ponto de tangência:

$$\frac{dy}{dx} = -0,325 \cdot X^{0,849}$$

Fazendo:

$$\frac{dy}{dx} = -1,25, \text{ tem-se:}$$

$$-0,325 \cdot X^{0,849} = -1,25$$

Onde:

$$X_T = 4,88m$$

$$Y_T = 3,30m$$

As coordenadas do perfil creager são apresentadas no Quadro a seguir:

X	$Y = -0,176 \cdot X^{1,849}$
0,00	0,00
0,50	-0,05
1,00	-0,18
1,50	-0,37
2,00	-0,63

X	$Y = -0,176 \cdot X^{1,849}$
2,50	-0,96
3,00	-1,34
3,50	-1,78
4,00	-2,28
4,50	-2,83
4,88	-3,30

As curvas de concordância do paramento de montante são obtidas de ábacos do “Bureau of Reclamation” a partir da relação $\frac{h_a}{H_0} = 0,05$. Usando essa relação, obtém-se:

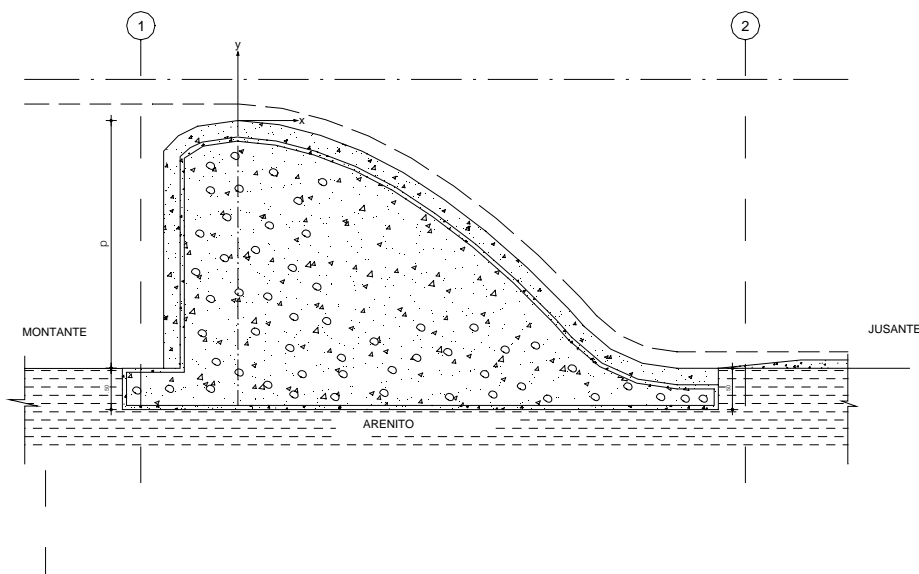
$$\frac{X_c}{H_0} = 0,257 \Rightarrow X_c = 0,90m$$

$$\frac{Y_c}{H_0} = 0,105 \Rightarrow Y_c = 0,37m$$

$$\frac{R_1}{H_0} = 0,503 \Rightarrow R_1 = 1,76m$$

$$\frac{R_2}{H_0} = 0,210 \Rightarrow R_2 = 0,74m$$

Determinação da lâmina, velocidade e número de Froude no pé do Creager.



Aplicando a conservação da energia entre os pontos 1 e 2, tem-se:

$$3,0 + 3,30 + 0,20 = y + \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{q}{y}$$

$$6,50 = y + \frac{7,74}{y^2}$$

Resolvendo por iteração, tem-se:

$$y = 1,20m$$

A velocidade no pé do creager é:

$$V = \frac{12,33}{1,20} = 10,27m / s$$

O número de Froude F_R será:

$$F_R = \frac{V}{\sqrt{g \cdot y}} = \frac{10,27}{\sqrt{9,81 \cdot 1,20}} = 2,99$$

A altura conjugada será:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{1 + 8F_R^2} - 1 \right]$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \cdot (2,99)^2} - 1 \right] = \frac{1}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \times 8,94} - 1 \right]$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{1}{2} [8,52 - 1] \therefore \frac{d_2}{d_1} = 3,76$$

Como $d_1 = y = 1,20m$, tem-se:

$$d_2 = 3,76 \cdot d_1 = 3,76 \times 1,20$$

$$d_2 = 4,51m$$

O comprimento da bacia de dissipação será:

$$\frac{L}{d_2} = 6,9 \text{ (Wilker, 1978)}$$

$$L = 6,9 \cdot d_2 = 6,9 \times 4,51 \therefore L = 31,12m$$

Adotou-se uma bacia de 35,00m

16.2 – DIMENSIONAMENTO DOS CHUMBADORES

Para o dimensionamento dos chumbadores foi considerado a água no nível normal, ou seja, cota 430,00 e saturação do maciço de jusante.

A carga máxima é de **3,0tf / m²**. A malha entre os chumbadores é de 2,0m x 2,0m, portanto, a carga máxima no chumbador é de **12,00tf**.

A capacidade do chumbador é dada pela expressão:

$F = \pi \times D_d \times L_s \times |C' + (\gamma \times h + \Delta P) \times \text{tg}\phi|$, conhecida como fórmula brasileira de (Nunes 1987).

F = capacidade de carga do Bulbo;

D_d = diâmetro da escavação = 0,10m

L_s = comprimento do bulbo = 5,50m

C' = adesão entre calda e solo, tomada igual à coesão efetiva do solo = 10tf/m²

γ = massa específica do terreno = 1,8tf/m³

h = profundidade do centro do bulbo = 2,75m

ΔP = parcela de aumento de pressão normal devido à pressão residual de injeção no caso de chumbadores $\Delta P = 0,0$

ϕ = ângulo de atrito real do solo = 38°

Aplicando na expressão, temos:

$$F = \pi \times 0,10 \times 5,50 \times [10 + 1,80 \times 2,75 \times \text{tg}38^\circ]$$

$$F = 23,96 \Rightarrow \text{OK!}$$

17 – QUANTITATIVOS DO PROJETO

17 – QUANTITATIVOS DO PROJETO

No intuito de compor o orçamento para execução da obra, foram levantadas todas as quantidades necessárias a execução da obra. Estas quantidades foram determinadas a partir dos desenhos do projeto. Apresentamos a seguir as planilhas com o resumo e o cálculo de quantidades, e as planilhas com o cálculo de movimento de terra, proteção com brita, pedra e outros.

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

1.0 INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRAS

1.1 Instalação, manutenção e remoção do canteiro de obras

1.1.1 Escritório para fiscalização

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Escritório	100,00	100,00	
		100,00	m2

1.1.2 Escritório da contratada

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Escritório	100,00	100,00	
		100,00	m2

1.1.3 Posto médico

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Posto médico	30,00	30,00	
		30,00	m2

1.1.4 Alojamento de pessoal

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Alojamento	100,00	100,00	
		100,00	m2

1.1.5 Laboratório de solos e concreto

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Laboratório	75,00	75,00	
		75,00	m2

1.1.6 Almoxarifado

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Almoxarifado	60,00	60,00	
		60,00	m2

1.1.7 Carpintaria, central de armação e oficinas

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Carpintaria e outros	120,00	120,00	
		120,00	m2

1.1.8 Depósito de explosivos

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Depósito de explosivos	20,00	20,00	
		20,00	m2

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

1.1.9 Refeitório e cozinha

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Refeitório e cozinha	90,00	90,00	
		90,00	m2

1.1.10 Sanitários e chuveiros

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Canteiro - Sanitários e chuveiros	25,00	25,00	
		25,00	m2

1.1.11 Fossa Sumidouro para Barracão

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Canteiro	1,00	1,00	
		1,00	ud

1.1.12 Instalações Provisórias de Água

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Canteiro	1,00	1,00	
		1,00	ud

1.1.13 Instalações Provisórias de Luz, Força, Telefone e Lógica

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Canteiro	1,00	1,00	
		1,00	ud

1.2 Placas alusivas à obra

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>LARGURA</i>	<i>ALTURA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Duas unidades	2,00	8,00	4,00	64,00	
				64,00	m2

2.0 SERVIÇOS PRELIMINARES

Estrada de contorno e acesso a obra - plataforma de 6,00m (e 1,00m de acostamento para cada lado)

2.1 e revestimento de 0,30m

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENS.(m)</i>	<i>EXTENS(km)</i>	
Estrada de contorno e acesso a obra	15.000,00	15,00	
		15,00	km

2.2 Corpo de bueiro BSTC D=800mm - para estrada de acesso e contorno

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>EXTENSÃO</i>	
Média de um bueiro a cada 750m	12,00	20,00	240,00	
			240,00	m

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

2.3 Boca de bueiro BSTC D=800mm - para estrada de acesso e contorno			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>Nº BOCAS</i>	<i>QUANT.</i>
Média de um bueiro a cada 750m	20,00	2,00	40,00
			40,00 ud
2.4 Banqueta/Meio-fio concreto "in situ" - para estrada de acesso e contorno			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>EXTENS. 2</i>	<i>QUANT.</i>
Média de 400m de banqueta por km	15,00	400,00	6.000,00
			6.000,00 m
2.5 Sarjeta de concreto simples c/ L=1,00m/E=0,08m - para estrada de acesso e contorno			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>EXTENS. 2</i>	<i>QUANT.</i>
Média de 400m de sarjeta por km	15,00	400,00	6.000,00
			6.000,00 m
2.6 Caminho de serviço - plataforma de 6,00m e revestimento de 0,30m			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENS.(m)</i>		<i>EXTENS(km)</i>
Jazida J-01	5.790,00		5,79
Jazida J-04	460,00		0,46
Pedreira P-01	6.100,00		6,10
Areal A-01	500,00		0,50
Para o canteiro de obras	500,00		0,50
Para bota-fora	1.000,00		1,00
			14,35 km
2.7 Corpo de bueiro BSTC D=800mm - caminho de serviço			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>EXTENSÃO</i>
Média de um bueiro a cada 750m	10,00	9,00	90,00
			90,00 m
2.8 Boca de bueiro BSTC D=800mm - caminho de serviço			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>Nº BOCAS</i>	<i>QUANT.</i>
Média de um bueiro a cada 750m	19,00	2,00	38,00
			38,00 ud
2.9 Cerca com estaca de madeira, 6 fios de arame farpado			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>EXTENSÃO</i>
Estrada de contorno e acesso	15.000,00	2,00	30.000,00
			30.000,00 m
2.10 Remanejamento de rede elétrica			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENS.(m)</i>		<i>EXTENS(km)</i>
Estr. São Luiz do Curu - Pentecoste	15.000,00		15,00
			15,00 km

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

2.11 Desmatamento, destocamento de árvore e limpeza da área da barragem e sangradouro

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>FATOR</i>		<i>ÁREA(ha)</i>	
Barragem	42.958,73	10.000,00		4,30	
Sangradouro	43.828,59	10.000,00		4,38	
Tomada d'água	671,18	10.000,00		0,07	
				8,75	ha

2.12 Desmatamento dos empréstimos.

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>FATOR</i>	<i>PERC(%)</i>	<i>ÁREA(ha)</i>	
Jazida J-01	80.000,00	10.000,00	100,00	8,00	
Jazida J-04	380.000,00	10.000,00	100,00	38,00	
Pedreira P-01	15.000,00	10.000,00	100,00	1,50	
				47,50	ha

2.13 Desmatamento, destocamento de árvore e limpeza racional da área da bacia hidraulica

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>FATOR</i>	<i>PERC(%)</i>	<i>ÁREA(ha)</i>	
Bacia hidraulica	8.231.084,12	10.000,00	60,00	493,87	
				493,87	ha

2.14 Expurgo de jazida, barragem e sangradouro

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>ESPE.S.(m)</i>	<i>PERC(%)</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Jazida J-01	80.000,00	0,10	100,00	8.000,00	
Jazida J-04	380.000,00	0,10	100,00	38.000,00	
Pedreira P-01	15.000,00	0,20	100,00	3.000,00	
Barragem	42.958,73	0,10	100,00	4.295,87	
Sangradouro	43.828,59	0,10	100,00	4.382,86	
Tomada d'água	671,18	0,10	100,00	67,12	
				57.745,85	m3

2.15 Recomposição e reflorestamento de área degradada

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>FATOR</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	
Jazida J-04 - na região do vertedouro	380.000,00	0,50	190.000,00	
Jazida J-01	80.000,00	1,00	80.000,00	
Pedreira P-01	15.000,00	1,00	15.000,00	
			285.000,00	m2

2.16 Demolição geral de estruturas e edificações na área da bacia hidraulica e barragem

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	
Área da bacia e barragem	869,97	869,97	
		869,97	m2

2.17 Carga mecanizada de entulho em caminhão basculante e transp. com DMT=2,0km.

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA(m²)</i>	<i>DENS.(t/m²)</i>	<i>PESO(ton.)</i>
Área da bacia e barragem	869,97	1,00	869,97
			869,97 ton.

3.0 BARRAGEM PRINCIPAL

MACIÇO

3.1 Escavação, carga, transporte e descarga de material comum, 201<DMT<=400m, da fundação e remoção superficial, para bota fora

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOLUME</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Cut Off	13.006,15	13.006,15
Rock fill	56.940,85	56.940,85
		69.947,00 m3

3.2 Escavação, carga, descarga e transporte de material comum da jazida J-04 com DMT=1,25km, para execução do maciço e cut-off

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Cut Off - oriundo da jazida J-04	13.006,15	1,20	15.607,38	15.607,38
Parte do Maciço - oriundo de J-04	142.000,00	1,20	170.400,00	170.400,00
				186.007,38 m3

CÁLCULO DO DMT MÉDIO

<i>ORIGEM</i>	<i>DIST.1 (km)</i>	<i>DIST.2 (km)</i>	<i>DMT (km)</i>
Jazida J-04	0,86	0,39	1,25
Jazida J-01	5,96	0,39	6,35

3.3 Escavação, carga e descarga de material comum da jazida J-01, para execução do maciço

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Parte do Maciço - oriundo de J-01	54.108,85	1,20	64.930,62	64.930,62
				64.930,62 m3

3.4 Transporte de material comum da jazida J-01, com DMT=6,35km, para execução do maciço

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>% APLIC</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Parte do Maciço - oriundo de J-01	64.930,62	0,80	51.944,50
			51.944,50 m3

3.5 Momento extraordinário de transporte em caminhão basculante, para execução do maciço

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>% APLIC</i>	<i>DIST.</i>	<i>MOMENTO</i>
Parte do Maciço - oriundo de J-01	64.930,62	0,20	6,35	82.461,89
				82.461,89 m3.km

3.6 Aterro com compactação mecânica e controle, para execução do maciço e cut off

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Cut Off - oriundo da jazida J-04	13.006,15	13.006,15
Parte do Maciço - oriundo de J-04	142.000,00	142.000,00
Parte do Maciço - oriundo de J-01	54.108,85	54.108,85
		209.115,00 m3

FILTRO E TAPETE

3.7 Extração, carga e descarga de areia de rio dos areais A-01 e A-02 para execução do filtro vertical, do tapete horizontal e da transição do rock-fill

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Filtro horizontal	13.593,98	1,15	15.633,08	15.633,08
Filtro vertical	5.906,68	1,15	6.792,68	6.792,68
				22.425,76 m3

3.8 Transporte de areia de rio do areal A-01, com DMT=1,50km

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Filtro horizontal	13.593,98	1,15	15.633,08	15.633,08
Filtro vertical	5.906,68	1,15	6.792,68	6.792,68
				22.425,76 m3

3.9 Escavação mecânica de vala do filtro vertical, profundidade de 2,0m

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Filtro vertical	5.906,68	5.906,68
		5.906,68 m3

3.10 Espalhamento e adensamento de areia de rio para execução do filtro vertical, tapete horizontal e espalhamento e adensamento de areia de rio para execução da transição do rock-fill

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Filtro horizontal	13.593,98	13.593,98
Filtro vertical	5.906,68	5.906,68
		19.500,66 m3

TRANSIÇÃO DO ROCK-FILL E RIPRAP

3.11 Extração, carga e descarga de material rochoso da pedreira P-01, incluindo a produção de brita para execução da transição do rock-fill e riprap

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. RED.</i>	<i>VOL. REDUZ.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Rock fill	1.643,42	1,77	930,24	930,24
Riprap	3.101,85	1,77	1.755,76	1.755,76
				2.686,00 m3

DENSIDADES UTILIZADAS NOS MATERIAIS:

Rocha: 2,65 ton/m³

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

Pedra de mão: 1,75 ton/m³

Brita: 1,50 ton/m³

3.12 Transporte, com DMT=0,20km de material rochoso da pedreira P-01 ao britador, para a produção de brita para execução da transição do rock-fill e do riprap

DISCRIMINAÇÃO	VOL. RED.	FAT. EMP.	VOL. EMP.	VOLUME (m ³)
Rock fill	930,24	1,51	1.408,65	1.408,65
Riprap	1.755,76	1,51	2.658,73	2.658,73
				4.067,37 m3

3.13 Carga, descarga e transporte, com DMT=6,30km de brita do britador para a praça da obra, para execução da transição do rock-fill e do riprap

DISCRIMINAÇÃO	VOL. PED.	FAT. EMP.	VOL. EMP.	VOLUME (m ³)
Rock fill	1.408,65	1,17	1.643,42	1.643,42
Riprap	2.658,73	1,17	3.101,85	3.101,85
				4.745,27 m3

3.14 Espalhamento e adensamento dos materiais para a execução do rock-fill e do riprap

DISCRIMINAÇÃO	VOL. GEO.	VOLUME (m ³)
Rock fill	1.643,42	1.643,42
Riprap	3.101,85	3.101,85
		4.745,27 m3

ROCK-FILL E RIPRAP

3.15 Regularização do talude de montante

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA	ÁREA (m ²)
Talude de montante	15.509,25	15.509,25
		15.509,25 m3

3.16 Extração, carga e descarga de material rochoso da pedreira P-01, para execução do rock-fill e do riprap

DISCRIMINAÇÃO	VOL. GEO.	FAT. RED.	VOL. REDUZ.	VOLUME (m ³)
Rock fill	3.429,09	1,51	2.264,49	2.264,49
Riprap	10.816,18	1,51	7.142,76	7.142,76
				9.407,25 m3

DENSIDADES UTILIZADAS NOS MATERIAIS:

Rocha: 2,65 ton/m³

Pedra de mão: 1,75 ton/m³

3.17 Transporte, com DMT=6,50km de material rochoso da pedreira P-01 para a praça da obra, para execução do rock-fill e do riprap

DISCRIMINAÇÃO	VOL. GEO.	VOLUME (m ³)
---------------	-----------	--------------------------

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

Rock fill	3.429,09			3.429,09	
Riprap	10.816,18			10.816,18	
				14.245,27	m3
3.18 Execução de enrocamento de rock-fill e riprap					
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>			<i>VOLUME (m³)</i>	
Rock fill	3.429,09			3.429,09	
Riprap	10.816,18			10.816,18	
				14.245,27	m3
TALUDE DE JUSANTE					
3.19 Regularização do talude de jusante					
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>ÁREA</i>			<i>ÁREA (m²)</i>	
Talude de jusante	15.057,70			15.057,70	
				15.057,70	m3
3.20 Extração, carga e descarga de material rochoso da pedreira P-01, incluindo a produção de brita para execução da proteção do talude de jusante					
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. RED.</i>	<i>VOL. REDUZ.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Talude de jusante	4.517,31	1,77	2.556,97	2.556,97	
				2.556,97	m3
DENSIDADES UTILIZADAS NOS MATERIAIS:					
Rocha: 2,65 ton/m³					
Pedra de mão: 1,75 ton/m³					
Brita: 1,50 ton/m³					
3.21 Transporte, com DMT=0,20km de material rochoso da pedreira P-01 ao britador, para a produção de brita para execução da proteção do talude de jusante					
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. RED.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Talude de jusante	2.556,97	1,51	3.871,98	3.871,98	
				3.871,98	m3
3.22 Carga, descarga e transporte, com DMT=6,30km de brita do britador para a praça da obra, para execução da proteção do talude de jusante					
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. PED.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Talude de jusante	3.871,98	1,17	4.517,31	4.517,31	
				4.517,31	m3
3.23 Espalhamento e adensamento dos materiais para a execução da proteção do talude de jusante					
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>			<i>VOLUME (m³)</i>	
Talude de jusante	4.517,31			4.517,31	

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES
4.517,31 m3
COROAMENTO E DRENAGEM PLUVIAL
3.24 Revestimento primário com material comum (piçarra), inclusive extração, carga e descarga

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>LARGURA</i>	<i>ESPES.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Est. 30+12,67 - Est. 68+19,64	766,97	6,45	0,30	1.484,09
				1.484,09 m3

3.25 Transporte de material comum (piçarra) até a barragem, DMT=2,0km

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Est. 3+0,00 - Est. 34+10,00	1.484,09	1,20	1.780,90	1.780,90
				1.780,90 m3

3.26 Calha em concreto armado tipo U para ombreiras, bermas e talude de jusante

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>
Calha na ombreira esquerda	284,00	284,00
Calha na ombreira direita	60,00	60,00
Calha na berma	312,00	312,00
Calha no talude de jusante	68,00	68,00
		724,00 m

3.27 Caixa de passagem nas calhas de drenagem das bermas

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT. (ud)</i>
Est.30+12,67 - Est.68+19,64 - bermas	8,00	8,00
		8,00 ud

3.28 Meio fio

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>Nº LADOS</i>	<i>EXT TOT (m)</i>
Est. 30+12,67 - Est. 68+19,64	766,97	2,00	1.533,94
			1.533,94 m

3.29 Saída d'água

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT. (ud)</i>
Coroamento - 30+12,67 - 68+19,64	29,00	29,00
		29,00 ud

TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO
3.30 Perfuração com equipamento roto-percussor 3 pol

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PROF.</i>	<i>Nº FUROS</i>	<i>EXT TOT (m)</i>
Furos Primarios - 38+0,00 - 68+12,00	6,00	52,00	312,00
Furos Secund. - 38+0,00 - 68+12,00	6,00	104,00	624,00

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

				936,00	m
3.31	Perfuração com sonda rotativa diâmetro NX				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PROF.</i>	<i>Nº FUROS</i>	<i>EXT TOT (m)</i>	
	Furos Explorat. - 38+0,00 - 68+12,00	6,00	52,00	312,00	
				312,00	m
3.32	Injeção de nata de cimento				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PROF.(m)</i>	<i>CIMENTO</i>	<i>QUANT. (sc)</i>	
	Furos Explorat. - 38+0,00 - 68+12,00	312,00	0,60	187,20	
	Furos Primarios - 38+0,00 - 68+12,00	312,00	0,60	187,20	
	Furos Secund. - 38+0,00 - 68+12,00	624,00	0,60	374,40	
				748,80	saco
3.33	Ensaio de Perda D'água				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>Nº FUROS</i>	<i>QUANT</i>	<i>QUANT. (ud)</i>	
	Furos Explorat. - 38+0,00 - 68+12,00	52,00	2,00	104,00	
				104,00	ud
4.0	SANGRADOURO				
4.1	Escavação, carga, transporte e descarga de material comum, 201<DMT<=400m, obrigatória do sangradouro, para bota-fora				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>		<i>VOLUME (m³)</i>	
	Canal do sangradouro	22.293,80		22.293,80	
				22.293,80	m3
4.2	Escavação, carga, transporte e descarga de rocha, 201<DMT<=400m, obrigatória do sangradouro, para bota-fora				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOLUME</i>		<i>VOLUME (m³)</i>	
	Canal do sangradouro - bota-fora	267.618,90		267.618,90	
				267.618,90	m3
4.3	Produção, lançamento e aplicação de concreto ciclópico com Fck=15MPa, para execução do muro Creager				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
	Muro creager	90,00	13,263	1.193,67	
				1.193,67	m3
4.4	Produção, lançamento e aplicação de concreto ciclópico com Fck=15MPa, para execução dos muros do vertedouro				
	<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>QUANT.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
	Trecho 1	2,50	1,700	2,00	8,50
	Trecho 2	13,40	13,125	2,00	351,75

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

Trecho 3	6,00	24,550	2,00	294,60	
Trecho 4	8,40	15,815	2,00	265,69	
Trecho 5	30,00	7,080	2,00	424,80	
Trecho 6	5,50	7,080	2,00	77,88	
				1.423,22	m3

4.5 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=20MPa, para execução da laje,e revestimento do creager

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>LARG./ÁREA</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Revestimento do Creager	90,00	2,08		187,20	
Laje do vertedouro	35,00	89,00	0,30	934,50	
Redente do vertedouro	89,00	2,00	2,70	480,60	
				1.602,30	m3

4.6 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=10MPa, para regularização da laje e do creager

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>LARG.</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Laje do vertedouro	35,00	89,00	0,05	155,75	
Creager	7,36	89,00	0,05	32,75	
				188,50	m3

4.7 Armadura CA-50 diâmetro 10,0mm a 25,0mm para a execução da laje

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PESO(kg)</i>	<i>PESO(kg)</i>
Laje do vertedouro e redente	73.097,59	73.097,59
		73.097,59

4.8 Forma plana chapa compensada resinada, esp.=10mm, para execução dos muros do vertedouro e laje

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>LARG./ÁREA</i>	<i>QUANT.</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Trecho 1	2,50	3,17	2,00	15,85	
Trecho 2	13,40	10,43	2,00	279,39	
Trecho 3	6,00	17,68	2,00	212,16	
Trecho 4	8,40	13,13	2,00	220,58	
Trecho 5	30,00	8,58	2,00	514,80	
Trecho 6	11,00	8,58	2,00	188,76	
Laje do vertedouro		58,20		58,20	
				1.489,74	m3

4.9 Forma em chapa compensada resinada, esp.=10mm, para execução do perfil creager

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>LARG.</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Creager	90,00	11,79	1.061,10	
			1.061,10	m2

4.10 Fugenband para juntas de dilatação para muro de contenção, muro Creager e laje

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>EXTENS.(m)</i>
----------------------	-----------------	---------------	-------------------

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

Creager	18,63	5,00	93,15	
Laje	35,00	5,00	175,00	
Creager / Laje	89,00	1,00	89,00	
			357,15	m

4.11 Chumbador com diâmetro de 75,0mm, aço $\Phi=25,0\text{mm}$, CA-50, com perfuração rotopercussiva, injeção de nata de cimento e execução de prova de carga

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>EXTENS.(m)</i>	
Laje do vertedouro	5,00	782,00	3.910,00	
Redente	5,50	178,00	979,00	
			4.889,00	m

MATERIAIS E SERVIÇOS - LAJE

- Perfuração	782,00	5,00	3.910,00 m
- Injeção (cimento)	3.910,00	5,00	19.550,00 kg
- Aço - d=25mm	782,00	5,50	4.301,00 m
- Aço - d=25mm	4.301,00	3,93	16.902,93 kg

MATERIAIS E SERVIÇOS - REDENTE

- Perfuração	178,00	5,50	979,00 m
- Injeção (cimento)	979,00	5,00	4.895,00 kg
- Aço - d=25mm	178,00	6,00	1.068,00 m
- Aço - d=25mm	1.068,00	3,93	4.197,24 kg

4.12 Reaterro do tardo do muro, com compactação manual

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>ÁREA</i>	<i>QUANT.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Canal do vertedouro	16,50	21,54	2,00	710,84	
				710,84	m³

5.0 TOMADA D'ÁGUA

ESTRUTURAS DA TOMADA D'ÁGUA

5.1 Escavação, carga, transporte e descarga de material comum, 201<DMT<=400m, obrigatória da tomada d'água, para bota-fora

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOLUME</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Escavação do canal	9.340,10	9.340,10	
		9.340,10	m³

5.2 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=20MPa, para execução da caixa de montante

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>LARG. / ALT</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>
Parede Frontal	1,20	0,76	0,20	0,18
Paredes Laterais	3,64	1,50	0,15	0,82
Parede fundo 1	1,20	1,50	0,20	0,36
Parede fundo 2	1,50	2,10	0,15	0,47
Lajes fundo	1,50	1,97	0,15	0,44

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

Lajes tampa	1,50	1,82	0,15		0,41	
					2,69	m3
5.3 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=10MPa, para regularização da caixa de montante						
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>LARG. / ALT</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>		
Bloco 1	1,97	1,50	0,05	0,15		
				0,15		m3
5.4 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=20MPa, para execução da galeria						
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>ÁREA</i>		<i>VOLUME (m³)</i>		
Extensão total	77,00	0,72		55,44		
				55,44		m3
5.5 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=10MPa, para regularização da galeria						
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOLUME</i>	<i>LARG.</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>		
Extensão total	77,00	1,04	0,20	16,02		
				16,02		m3
5.6 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=20MPa, para execução da caixa de dissipação						
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>LARG. / ALT</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>		
Paredes módulo 1	9,00	2,80	0,20	5,04		
Laje fundo mód. 1	3,50	2,40	0,20	1,68		
Mureta	0,66	0,66	0,50	0,22		
Par. entre mód. 1 e 2	2,40	3,20	0,20	1,54		
Par. Lat mód. 2	6,40	2,50	0,20	3,20		
Laje fundo mód. 2	2,40	3,40	0,20	1,63		
Par. Frontal mod. 2	2,20	0,55	0,20	0,24		
Viga de Impacto	2,00	1,20	0,15	0,36		
				13,91		m3
5.7 Produção, lançamento e aplicação de concreto com Fck=10MPa, para regularização da caixa de dissipação						
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>LARG.</i>	<i>ESP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>		
Laje fundo mód. 1	3,50	2,40	0,05	0,42		
Laje fundo mód. 2	2,40	3,40	0,05	0,41		
				0,83		m3
5.8 Armadura CA-50 diâmetro 10,0mm a 25,0mm para a execução da caixa de montante						
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PESO</i>			<i>PESO(kg)</i>		
Total de aço da caixa de montante	248,36			248,36		
				248,36		kg

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE

RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

5.9 Armadura CA-50 diâmetro 10,0mm a 25,0mm para a execução da galeria

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PESO</i>	<i>PESO(kg)</i>	
Total de aço da galeria	2.797,09	2.797,09	
		2.797,09	kg

5.10 Armadura CA-50 diâmetro 10,0mm a 25,0mm para a execução da caixa de dissipação

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>PESO</i>	<i>PESO(kg)</i>	
Total de aço da caixa de dissipação	1.190,61	1.190,61	
		1.190,61	m3

5.11 Forma plana chapa compensada resinada, esp.=10mm, para execução da caixa de montante

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>LARG. / ALT</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Paredes Laterais - Externa	3,94	1,80	7,09	
Parede frontal - externa	1,50	0,91	1,37	
Parede fundo 2 - externa	1,50	2,10	3,15	
Parede fundo 2 - externa - complem.	1,80	0,30	0,54	
Paredes Laterais - interna	2,84	1,50	4,26	
Parede frontal - interna	1,20	0,76	0,91	
Parede fundo 1 - interna	1,20	1,50	1,80	
Lajes tampa	1,20	1,10	1,32	
Lajes tampa - complemento	1,20	0,80	0,96	
			21,40	m2

5.12 Forma plana chapa compensada resinada, esp.=10mm, para execução da galeria

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>ALTURA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Forma total	77,00	2,46	189,42	
			189,42	m2

5.13 Forma plana chapa compensada resinada, esp.=10mm, para execução da caixa de dissipação

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>COMP.</i>	<i>LARG. / ALT</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Paredes módulo 1 - externa	9,80	2,80	27,44	
Paredes módulo 1 - interna	8,60	2,60	22,36	
Mureta	2,64	0,50	1,32	
Par. entre mód. 1 e 2	2,00	2,60	5,20	
Par. entre mód. 1 e 2	2,00	3,20	6,40	
Par. Lat mód. 2 - externa	6,40	2,85	18,24	
Par. Lat mód. 2 - interna	6,00	2,65	15,90	
Par. Lat mód. 2 - interna	0,40	1,25	0,50	
Par. Frontal mod. 2	2,40	0,75	1,80	
Par. Frontal mod. 2	2,00	0,55	1,10	
Viga de Impacto	2,00	2,15	4,30	
			104,56	m2

5.14 Fugenband para juntas de dilatação para galeria da tomada d'água

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>EXTENS.(m)</i>	
Galeria da tomada d'água	1,67	6,00	10,02	
			10,02	m

PROTEÇÃO DO CANAL DA TOMADA D'ÁGUA
5.15 Extração e carga de rocha da pedreira P-01 para britagem e produção de brita para execução da proteção do talude de jusante

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. GEO.</i>	<i>FAT. RED.</i>	<i>VOL. REDUZ.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Talude de montante do canal	883,25	1,77	499,95	499,95	
Talude de jusante do canal	42,60	1,77	24,11	24,11	
				524,07	m3

DENSIDADES UTILIZADAS NOS MATERIAIS:

 Rocha: 2,65 ton/m³

 Pedra de mão: 1,75 ton/m³

 Brita: 1,50 ton/m³
5.16 Transporte de material de rocha da pedreira P-01 para produção de brita da proteção do talude de jusante, com DMT=0,20km (para o britador)

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. RED.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Taludes de mont. e jus. do canal	524,07	1,51	793,59	793,59	
				793,59	m3

5.17 Transporte de brita para execução da proteção do talude de jusante, com DMT=6,30km

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOL. PED.</i>	<i>FAT. EMP.</i>	<i>VOL. EMP.</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Taludes de mont. e jus. do canal	793,59	1,17	925,85	925,85	
				925,85	m3

5.18 Execução da proteção dos taludes do canal da tomada d'água

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>VOLUME</i>	<i>VOLUME (m³)</i>	
Canal a montante	883,25	883,25	
Canal a jusante	42,60	42,60	
		925,85	m3

EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS
5.19 Fornecimento de tubulação de aço ASTM A-36, diâmetro de 300mm, espessura de 1/4", pontas flangeadas, com pintura interna a base de epóxi inclusive montagem

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>EXTENS.(m)</i>	
Galeria	75,40	75,40	
		75,40	m

5.20 Fornecimento e instalação de registro de gaveta flangeado com by pass, em fofo, DN 300mm, PN-10, inclusive parafusos, porcas e arruelas de vedação para flanges

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Na caixa de dissipação	1,00	1,00	1,00 ud
5.21 Fornecimento e instalação de Válvula Borboleta em fofo, flangeada, DN 300 mm, série construtiva AWWA C-504, classe de pressão 150 B, flanges PN-10, acionamento manual por redutor de engrenagens acoplado a volante de manobras, inclusive indicador de abertura do obturador, acessórios de fixação, parafusos, porcas e arruelas de vedação			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Na caixa de dissipação	1,00	1,00	1,00 ud
5.22 Fornecimento e montagem de Junta Dresser tipo 38 com travamento axial Harness, confeccionada em aço carbono ASTM A36, DN 300 mm, inclusive anéis de vedação em elastômero SBR-70, tirantes em aço galvanizado "à fogo", parafusos e porcas de fixação			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Na caixa de dissipação	1,00	1,00	1,00 ud
5.23 Fornecimento e instalação de grade de proteção para a caixa de controle de jusante			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>LARGURA</i>	<i>ALTURA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>
Na caixa de jusante	2,00	3,30	6,60
			6,60 m2
5.24 Fornecimento e instalação de escada de marinho para a caixa de controle de jusante			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>ALTURA</i>	<i>EXTENS.(m)</i>
Na caixa de jusante	2,00	2,80	5,60
			5,60 m
5.25 Fornecimento e instalação de vertedouro triangular para a caixa de controle de jusante			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>LARGURA</i>	<i>ALTURA</i>	<i>QUANT.</i>
Na caixa de jusante	2,00	0,68	1,36
			1,36 m2
5.26 Fornecimento e instalação de registro de gaveta flangeado, em fofo, DN 80mm, PN-10, inclusive parafusos, porcas e arruelas de vedação para flanges			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Na caixa de dissipação	1,00	1,00	1,00 ud
5.27 Tubulação de aço ASTM A-36, diâmetro de 80mm, espessura de 1/4", com pintura interna a base de epóxi inclusive montagem			
<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>EXTENS.(m)</i>	
Galeria	1,30	1,30	1,30 m

SRH/CE - Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
Barragem: Jucá - Município: Parambu/CE
RESUMO DO DEMONSTRATIVO DE QUANTIDADES

5.28 Tubulação de aço ASTM A-36, diâmetro de 300mm, espessura de 1/4", com pintura interna a base de epóxi, com derivação de d=80mm e comprimento de 50cm, inclusive montagem

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>EXTENSÃO</i>	<i>EXTENS.(m)</i>	
Galeria	3,75	3,75	
		3,75	m

5.29 Fornecimento de comporta tipo stop log com dimensões de 0,50x1,00m, incluindo guias, vedação e todos os acessórios de montagem

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>QUANT.</i>	<i>QUANT.</i>	
Na caixa de montante	1,00	1,00	
		1,00	ud

5.30 Fornecimento e instalação da grade de proteção da caixa de montante (1,30x1,00m)

<i>DISCRIMINAÇÃO</i>	<i>LARGURA</i>	<i>ALTURA</i>	<i>ÁREA (m²)</i>	
Na caixa de montante	1,30	1,15	1,50	
			1,50	m2

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DE QUANTIDADES DO MACIÇO

SEÇÃO	ÁREA DO MACIÇO (m ²)		VOLUME DO MACIÇO (m ³)	
	MACIÇO	CUT-OFF	MACIÇO	CUT-OFF
607,31	-	-	0,00	0,00
620	4,37	-	27,73	0,00
640	8,00	-	123,70	0,00
660	10,57	-	185,70	0,00
680	13,60	-	241,70	0,00
700	17,74	-	313,40	0,00
720	22,43	-	401,70	0,00
740	28,21	-	506,40	0,00
760	30,14	9,94	583,50	99,40
780	39,58	9,83	697,20	197,70
800	54,02	9,18	936,00	190,10
820	69,62	9,46	1.236,40	186,40
840	77,83	10,04	1.474,50	195,00
860	89,36	9,03	1.671,90	190,70
880	109,86	8,84	1.992,20	178,70
900	128,19	8,71	2.380,50	175,50
920	153,83	9,12	2.820,20	178,30
940	180,93	9,76	3.347,60	188,80
960	212,09	9,77	3.930,20	195,30
980	267,10	11,30	4.791,90	210,70
1000	337,24	11,18	6.043,40	224,80
1020	419,14	11,31	7.563,80	224,90
1040	492,62	9,08	9.117,60	203,90
1060	648,38	9,25	11.410,00	183,30
1070,74	806,98	12,07	7.815,28	114,49
1080	717,79	8,22	7.059,69	93,94
1100	671,66	39,21	13.894,50	474,30
1120	509,60	65,41	11.812,60	1.046,20
1140	500,03	64,28	10.096,30	1.296,90
1160	511,26	64,01	10.112,90	1.282,90
1180	500,90	65,20	10.121,60	1.292,10
1200	502,93	63,48	10.038,30	1.286,80
1220	489,31	46,93	9.922,40	1.104,10
1240	503,65	18,97	9.929,60	659,00
1260	492,06	9,00	9.957,10	279,70
1280	400,81	9,95	8.928,70	189,50
1300	270,25	10,02	6.710,60	199,70
1320	155,80	9,52	4.260,50	195,40
1340	72,18	8,80	2.279,80	183,20
1360	29,12	8,80	1.013,00	176,00
1384,64	-	-	358,76	108,42
		TOTAL	196.108,85	13.006,15
		TOTAL GERAL DO MACIÇO		209.115,00

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DE QUANTIDADES DO FILTRO HORIZONTAL / VERTICAL

SEÇÃO	ÁREA DO FILTRO HOR/VERT. (m ²)		VOLUME DO FILTRO HOR/VERT. (m ³)	
	AREIA (Hor. - Vert.)	ESCAVAÇÃO (Vert.)	AREIA	ESCAVAÇÃO
607,31	-	-	0,00	0,00
620	-	-	0,00	0,00
640	-	-	0,00	0,00
660	-	-	0,00	0,00
680	-	-	0,00	0,00
700	-	-	0,00	0,00
720	-	-	0,00	0,00
740	-	-	0,00	0,00
760	5,43	1,87	54,30	18,70
780	7,10	2,47	125,30	43,40
800	9,57	3,19	166,70	56,60
820	11,51	3,95	210,80	71,40
840	13,00	4,34	245,10	82,90
860	13,98	4,71	269,80	90,50
880	16,09	5,44	300,70	101,50
900	20,39	6,14	364,80	115,80
920	22,91	6,94	433,00	130,80
940	25,44	7,74	483,50	146,80
960	28,16	8,52	536,00	162,60
980	32,65	9,90	608,10	184,20
1000	39,05	11,19	717,00	210,90
1020	42,28	12,83	813,30	240,20
1040	46,28	13,59	885,60	264,20
1060	51,66	15,76	979,40	293,50
1070,74	57,48	17,26	586,08	177,32
1080	55,07	14,44	521,11	146,77
1100	54,04	16,39	1.091,10	308,30
1120	46,31	13,84	1.003,50	302,30
1140	45,17	13,37	914,80	272,10
1160	45,83	14,03	910,00	274,00
1180	45,68	13,90	915,10	279,30
1200	45,93	13,72	916,10	276,20
1220	44,58	13,40	905,10	271,20
1240	46,07	13,74	906,50	271,40
1260	45,12	13,83	911,90	275,70
1280	42,06	12,15	871,80	259,80
1300	31,17	9,87	732,30	220,20
1320	23,48	7,04	546,50	169,10
1340	11,75	4,01	352,30	110,50
1360	4,73	1,72	164,80	57,30
1384,64	-	-	58,27	21,19
		TOTAL	19.500,66	5.906,68

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DE QUANTIDADES DO ROCK-FILL

SEÇÃO	ÁREA DE ROCK-FILL (m ²)			VOLUME DE ROCK-FILL (m ³)		
	TRANS-Brita	PEDRA G	ESCAVAÇÃO	TRANS-Brita	PEDRA G	ESCAVAÇÃO
607,31	-	-	-	0,00	0,00	0,00
620	-	-	21,17	0,00	0,00	134,32
640	-	-	22,88	0,00	0,00	440,50
660	-	-	23,99	0,00	0,00	468,70
680	-	-	25,04	0,00	0,00	490,30
700	-	-	26,57	0,00	0,00	516,10
720	-	-	27,79	0,00	0,00	543,60
740	-	-	29,31	0,00	0,00	571,00
760	-	-	31,13	0,00	0,00	604,40
780	-	-	33,37	0,00	0,00	645,00
800	-	-	37,01	0,00	0,00	703,80
820	-	-	39,66	0,00	0,00	766,70
840	-	-	40,91	0,00	0,00	805,70
860	-	-	43,02	0,00	0,00	839,30
880	-	-	46,05	0,00	0,00	890,70
900	3,65	7,48	53,12	36,50	74,80	991,70
920	3,23	8,00	56,09	68,80	154,80	1.092,10
940	3,69	7,43	60,29	69,20	154,30	1.163,80
960	3,68	7,55	63,54	73,70	149,80	1.238,30
980	3,80	8,31	68,18	74,80	158,60	1.317,20
1000	4,01	9,56	77,44	78,10	178,70	1.456,20
1020	4,20	9,30	81,60	82,10	188,60	1.590,40
1040	3,92	6,65	87,38	81,20	159,50	1.689,80
1060	3,60	7,11	141,57	75,20	137,60	2.289,50
1070,74	3,71	7,20	305,69	39,25	76,84	2.401,79
1080	3,69	7,15	95,01	34,26	66,44	1.855,24
1100	3,57	7,19	98,42	72,60	143,40	1.934,30
1120	3,74	8,47	174,95	73,10	156,60	2.733,70
1140	3,65	7,20	171,09	73,90	156,70	3.460,40
1160	3,70	7,33	172,57	73,50	145,30	3.436,60
1180	3,69	7,39	128,74	73,90	147,20	3.013,10
1200	3,62	6,97	193,38	73,10	143,60	3.221,20
1220	3,67	7,29	86,23	72,90	142,60	2.796,10
1240	3,64	7,31	130,09	73,10	146,00	2.163,20
1260	3,68	7,38	85,67	73,20	146,90	2.157,60
1280	3,70	7,77	80,97	73,80	151,50	1.666,40
1300	4,33	11,02	69,69	80,30	187,90	1.506,60
1320	3,68	7,56	57,74	80,10	185,80	1.274,30
1340	-	-	40,25	36,80	75,60	979,90
1360	-	-	30,86	0,00	0,00	711,10
1384,64	-	-	-	0,00	0,00	380,20
			TOTAL	1.643,42	3.429,09	56.940,85

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DE QUANTIDADES DO TALUDE DE MONTANTE

SEÇÃO	ÁREA DE MONTANTE (m ²)			VOLUME DE MONTANTE (m ³)		
	RIP-RAP	TRANSIÇÃO	REGUL.	RIP-RAP	TRANSIÇÃO	REGUL.
607,31	-	-	-	0,00	0,00	0,00
620	1,13	0,33	1,65	7,17	2,09	10,47
640	1,89	0,54	2,70	30,20	8,70	43,50
660	2,24	0,65	3,25	41,30	11,90	59,50
680	2,71	0,78	3,90	49,50	14,30	71,50
700	3,18	0,91	4,55	58,90	16,90	84,50
720	3,67	1,06	5,30	68,50	19,70	98,50
740	4,03	1,17	5,85	77,00	22,30	111,50
760	4,69	1,36	6,80	87,20	25,30	126,50
780	5,61	1,62	8,10	103,00	29,80	149,00
800	7,09	2,04	10,20	127,00	36,60	183,00
820	8,17	2,35	11,75	152,60	43,90	219,50
840	8,40	2,42	12,10	165,70	47,70	238,50
860	9,52	2,73	13,65	179,20	51,50	257,50
880	10,80	3,09	15,45	203,20	58,20	291,00
900	12,06	3,45	17,25	228,60	65,40	327,00
920	12,93	3,71	18,55	249,90	71,60	358,00
940	13,81	3,96	19,80	267,40	76,70	383,50
960	14,82	4,25	21,25	286,30	82,10	410,50
980	16,09	4,62	23,10	309,10	88,70	443,50
1000	17,95	5,15	25,75	340,40	97,70	488,50
1020	20,69	5,92	29,60	386,40	110,70	553,50
1040	23,42	6,70	33,50	441,10	126,20	631,00
1060	27,27	7,81	39,05	506,90	145,10	725,50
1070,74	28,09	8,33	41,65	297,28	86,67	433,36
1080	25,34	7,25	36,25	247,38	72,14	360,68
1100	28,09	8,02	40,10	534,30	152,70	763,50
1120	24,10	6,90	34,50	521,90	149,20	746,00
1140	23,76	6,79	33,95	478,60	136,90	684,50
1160	24,13	6,90	34,50	478,90	136,90	684,50
1180	23,58	6,75	33,75	477,10	136,50	682,50
1200	24,05	6,88	34,40	476,30	136,30	681,50
1220	23,70	6,78	33,90	477,50	136,60	683,00
1240	23,90	6,84	34,20	476,00	136,20	681,00
1260	23,11	6,62	33,10	470,10	134,60	673,00
1280	20,41	5,85	29,25	435,20	124,70	623,50
1300	16,98	4,87	24,35	373,90	107,20	536,00
1320	12,77	3,66	18,30	297,50	85,30	426,50
1340	8,54	2,45	12,25	213,10	61,10	305,50
1360	4,89	1,40	7,00	134,30	38,50	192,50
1384,64	-	-	-	60,24	17,25	86,24
			TOTAL	10.816,18	3.101,85	15.509,25

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DE QUANTIDADES DO TALUDE DE JUSANTE

SEÇÃO	ÁREA DE JUSANTE (m ²)		VOLUME DE JUSANTE (m ³)	
	PROTEÇÃO	REGULAR	PROTEÇÃO	REGULAR
607,31	-	-	0,00	0,00
620	0,51	1,70	3,24	10,79
640	0,77	2,57	12,80	42,67
660	0,98	3,27	17,50	58,33
680	1,14	3,80	21,20	70,67
700	1,45	4,83	25,90	86,33
720	1,65	5,50	31,00	103,33
740	2,00	6,67	36,50	121,67
760	2,33	7,77	43,30	144,33
780	2,69	8,97	50,20	167,33
800	3,28	10,93	59,70	199,00
820	3,66	12,20	69,40	231,33
840	4,04	13,47	77,00	256,67
860	4,25	14,17	82,90	276,33
880	4,72	15,73	89,70	299,00
900	3,94	13,13	86,60	288,67
920	4,50	15,00	84,40	281,33
940	5,07	16,90	95,70	319,00
960	5,71	19,03	107,80	359,33
980	6,76	22,53	124,70	415,67
1000	8,38	27,93	151,40	504,67
1020	9,00	30,00	173,80	579,33
1040	10,09	33,63	190,90	636,33
1060	11,13	37,10	212,20	707,33
1070,74	12,56	41,87	127,22	424,05
1080	11,71	39,03	112,37	374,57
1100	11,72	39,07	234,30	781,00
1120	9,67	32,23	213,90	713,00
1140	9,69	32,30	193,60	645,33
1160	9,74	32,47	194,30	647,67
1180	9,73	32,43	194,70	649,00
1200	9,90	33,00	196,30	654,33
1220	9,51	31,70	194,10	647,00
1240	9,91	33,03	194,20	647,33
1260	9,56	31,87	194,70	649,00
1280	9,09	30,30	186,50	621,67
1300	6,35	21,17	154,40	514,67
1320	4,64	15,47	109,90	366,33
1340	3,73	12,43	83,70	279,00
1360	2,15	7,17	58,80	196,00
1384,64	-	-	26,49	88,29
		TOTAL	4.517,31	15.057,70

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DE QUANTIDADES DA ESCAVAÇÃO DO CANAL DO VERTEDOIRO

SEÇÃO	ESCAVAÇÃO (m ²)		VOLUME DE ESCAVAÇÃO (m ³)	
	ROCHA	SOLO	ROCHA	SOLO
0	29,75	18,96	0,00	0,00
20	94,70	28,46	1.244,50	474,20
40	275,91	59,25	3.706,10	877,10
60	472,63	59,54	7.485,40	1.187,90
80	644,73	59,72	11.173,60	1.192,60
100	767,74	59,84	14.124,70	1.195,60
120	899,30	60,69	16.670,40	1.205,30
140	1.093,87	60,24	19.931,70	1.209,30
160	1.248,43	60,38	23.423,00	1.206,20
180	1.417,65	61,53	26.660,80	1.219,10
200	1.365,24	61,20	27.828,90	1.227,30
220	1.186,65	63,06	25.518,90	1.242,60
240	1.011,14	61,03	21.977,90	1.240,90
260	870,99	60,52	18.821,30	1.215,50
280	666,03	59,76	15.370,20	1.202,80
300	510,85	59,52	11.768,80	1.192,80
320	375,99	59,31	8.868,40	1.188,30
340	267,38	59,15	6.433,70	1.184,60
360	158,32	58,99	4.257,00	1.181,40
380	38,52	53,02	1.968,40	1.120,10
400	-	-	385,20	530,20
	TOTAL		267.618,90	22.293,80

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DO VOLUME - ESCAVAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA (SOLO)

ESTACA	AREA	SEMI-DIST	VOL-PARCIAL	VOL-ACUMUL
0+15,00	0,220			
		2,500	5,05	5,05
1+0,00	1,800			
		10,000	108,00	113,05
2+0,00	9,000			
		10,000	210,20	323,25
3+0,00	12,020			
		10,000	294,50	617,75
4+0,00	17,430			
		10,000	301,30	919,05
5+0,00	12,700			
		10,000	209,40	1.128,45
6+0,00	8,240			
		10,000	131,00	1.259,45
7+0,00	4,860			
		5,000	27,80	1.287,25
7+10,00	0,700			

BARRAGEM JUCÁ
CÁLCULO DO VOLUME DA PROTEÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA

ESTACA	COMP.	ESP.	AREA	SEMI-DIST	VOL-PARCIAL	VOL-ACUMUL
0+10,00	4,56	0,30	1,368			
				2,500	8,04	8,04
0+15,00	6,16	0,30	1,848			
				2,500	10,46	18,50
1+0,00	7,78	0,30	2,334			
				2,500	12,78	31,28
1+5,00	9,26	0,30	2,778			
				2,500	14,84	46,12
1+10,00	10,53	0,30	3,159			
				2,500	16,60	62,72
1+15,00	11,6	0,30	3,480			
				2,500	18,13	80,84
2+0,00	12,57	0,30	3,771			
				2,500	19,55	100,40
2+5,00	13,5	0,30	4,050			
				2,500	20,67	121,07
2+10,00	14,06	0,30	4,218			
				2,500	21,21	142,28
2+15,00	14,22	0,30	4,266			
				2,500	21,33	163,61
3+0,00	14,22	0,30	4,266			
				5,000	41,85	205,46
3+10,00	13,68	0,30	4,104			

6+0,00	9,94	0,30	2,982			
				5,000	28,77	28,77
6+10,00	9,24	0,30	2,772			
				2,500	13,51	42,28
6+15,00	8,77	0,30	2,631			
				2,500	12,47	54,74
7+0,00	7,85	0,30	2,355			
				2,500	10,65	65,39
7+5,00	6,35	0,30	1,905			
				2,500	8,15	73,55
7+10,00	4,52	0,30	1,356			

VOLUME TOTAL ACUMULADO (m³)					279,00
------------------------------------	--	--	--	--	---------------