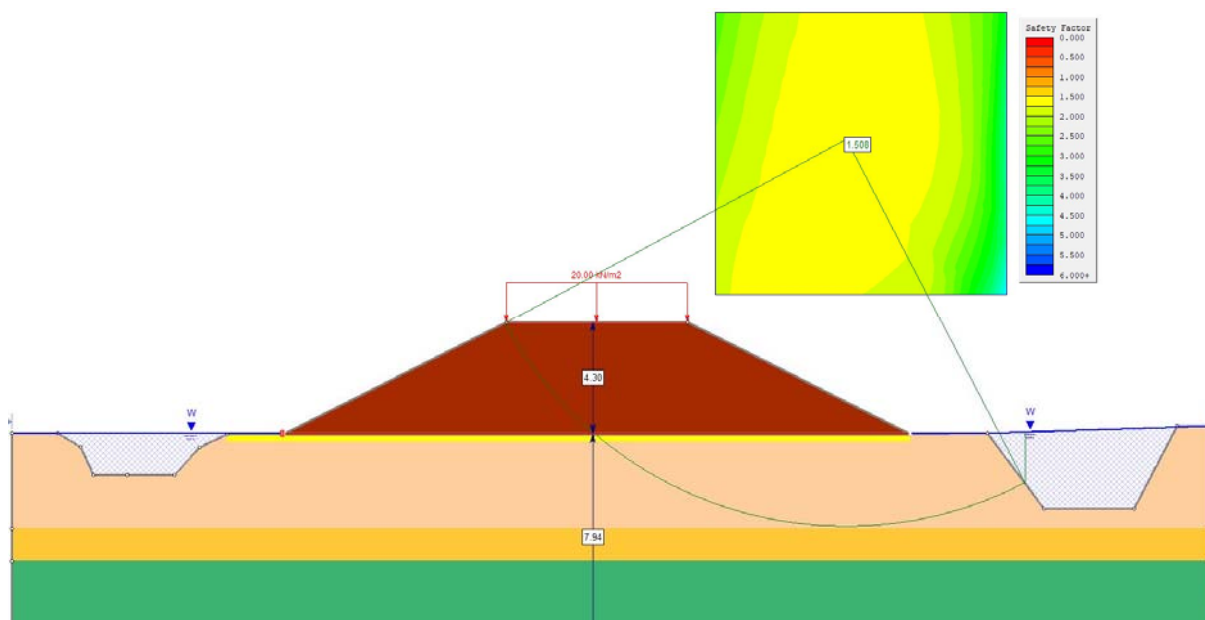


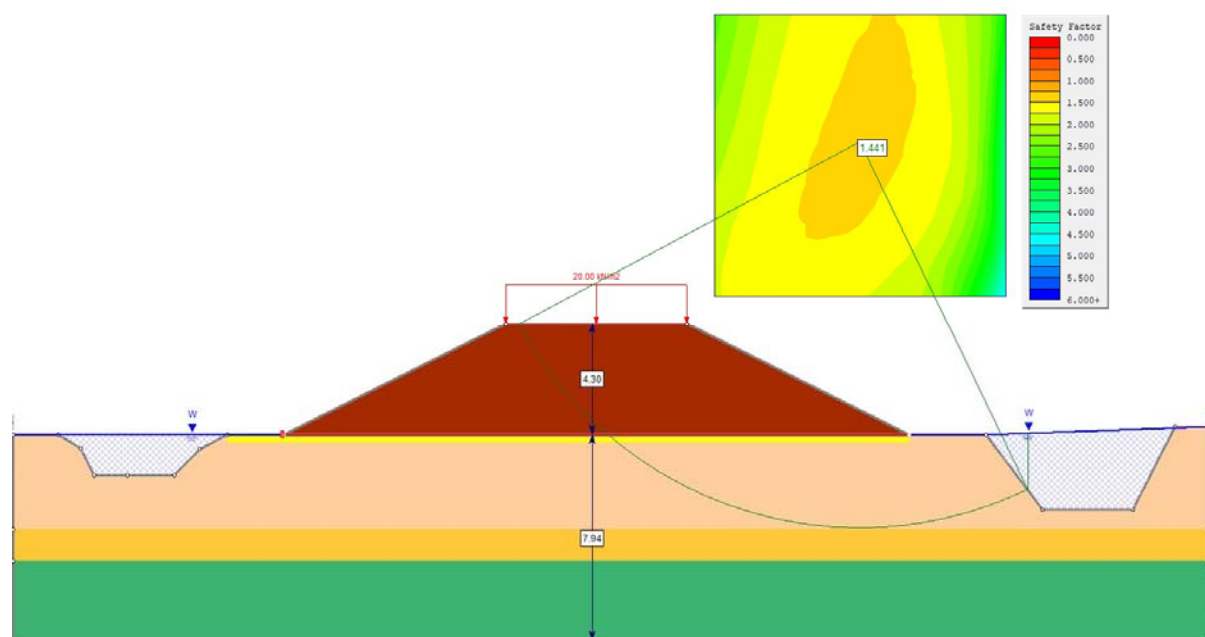
Conforme Figura 29 e Figura 30 com rebaixamento rápido e considerando o aterro saturado o fator de segurança é de 1,41 e 1,39 respectivamente. Assim faz-se necessário fazer intervenção de modo a elevar o fator de segurança, para tanto utilizou-se geogrelha de 60 kN/m. A seguir os fatores de segurança obtidos para cada situação.

**Figura 33 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com geogrelha (Análise de Ruptura – rebaixamento rápido) ru = 0,2**



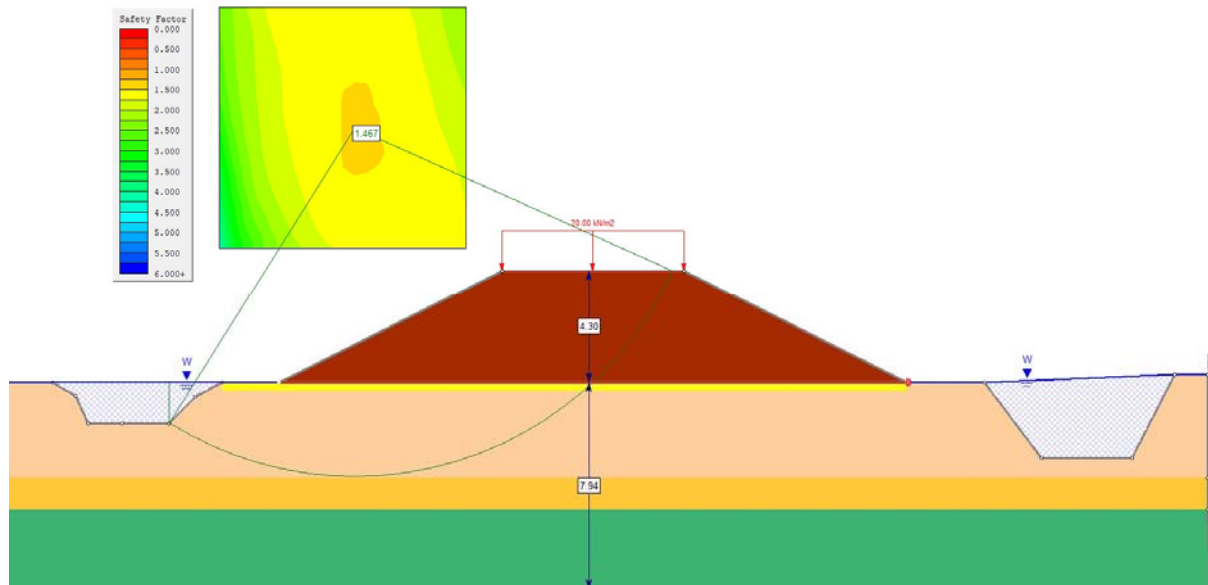
Fonte: Consultora (2019)

**Figura 34 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com geogrelha (Análise de Ruptura – rebaixamento rápido) ru = 0,4**



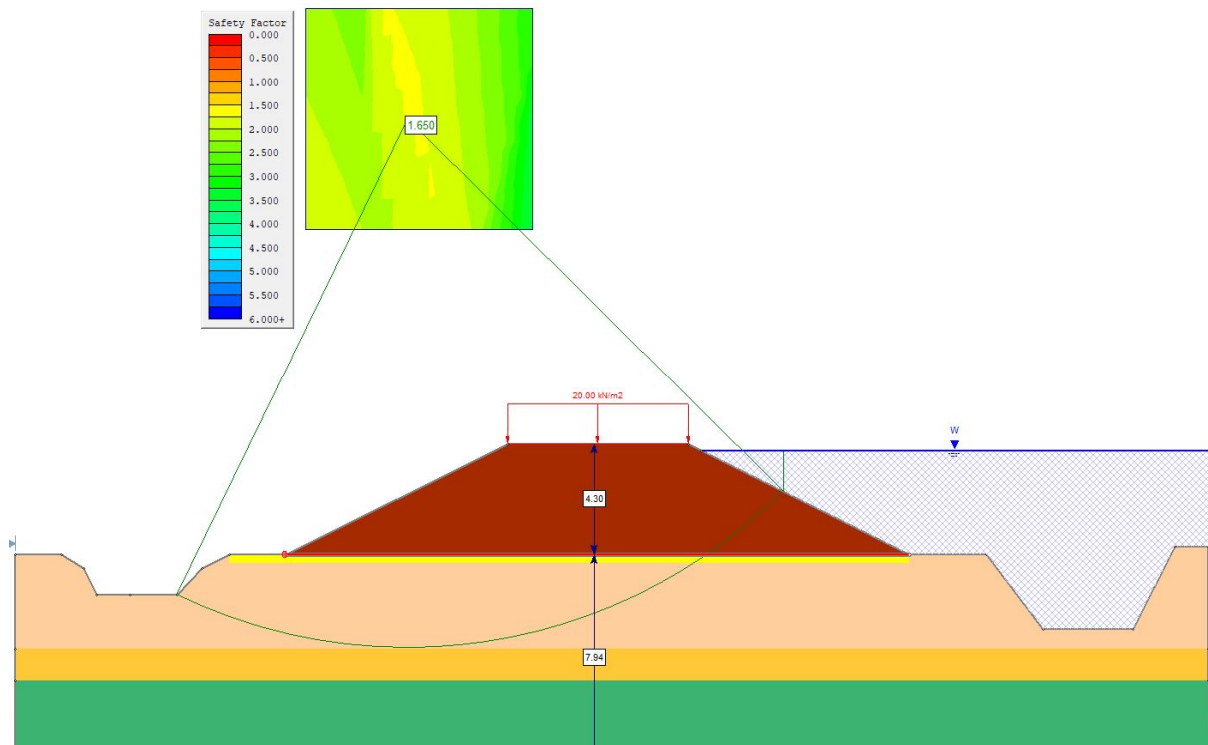
Fonte: Consultora (2019)

Figura 35 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com geogrelha (Análise de Ruptura – cota cheia)  
 $ru = 0,4$



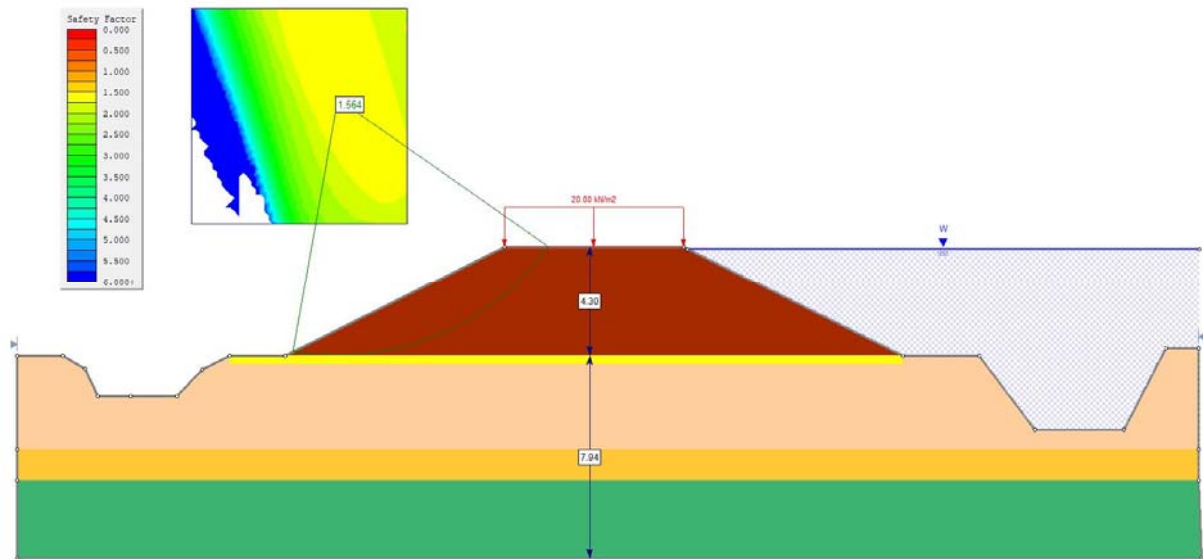
Fonte: Consultora (2019)

Figura 36 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com geogrelha (Análise de Ruptura – cota cheia)  
 $ru = 0,2$



Fonte: Consultora (2019)

**Figura 37 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com geogrelha (Análise de Ruptura – cota cheia)  
ru = 0,4**



Fonte: Consultora (2019)

Conforme as figuras acima verifica-se que para o ru = 0,2 o fator de segurança atende a norma. Já para ru = 0,4 rebaixamento rápido o fator de segurança na pior situação tem valor de 1,44. Este valor fica abaixo do especificado em norma, porém considerando a excepcionalidade do evento um fator de segurança de 1,44 pode ser aceito, acima de 1,3.

**Tabela 14 – Fator de Segurança sem geogrelha.**

Estaca	Rebaixamento Rápido		Cota Cheia	
	Lado Canal	Lado Arroio Araçá	Lado Canal	Lado Arroio Araçá
0+240+0+900	<b>Ru = 0,2</b>			
	1,44	1,41	1,61	2,57
	<b>Ru = 0,4</b>			
	1,35	1,38	1,58	2,18

Fonte: Consultora (2019)

**Tabela 15 – Fator de Segurança com geogrelha.**

Estaca	Rebaixamento Rápido		Cota Cheia	
	Lado Canal	Lado Arroio Araçá	Lado Canal	Lado Arroio Araçá
0+240+0+900	<b>Ru = 0,2</b>			
	1,51	1,50	1,65	2,78
	<b>Ru = 0,4</b>			
	1,46	1,44	1,56	2,56

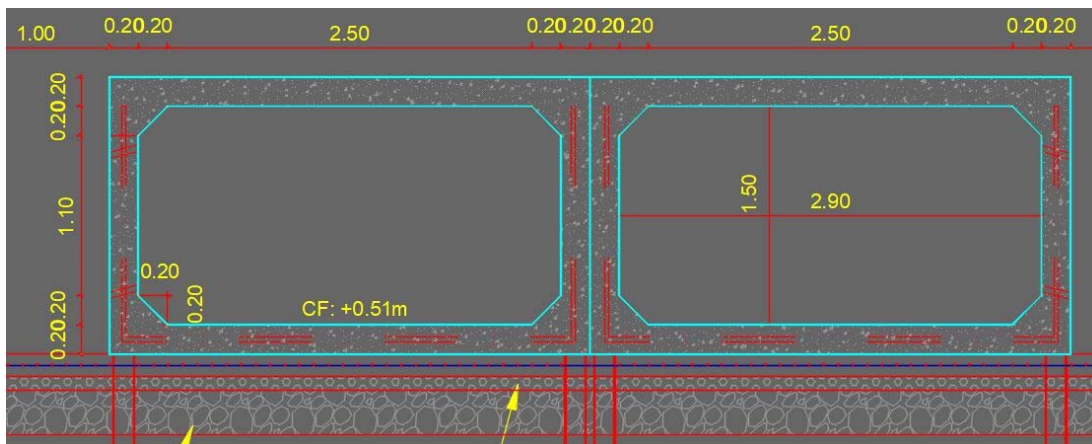
Fonte: Consultora (2019)

5.4.5.3 Setor 03

No setor 3 que percorre da estaca 0+900 até final, existem diferentes alturas em função da topografia local. A pior situação do dique, altura de 5,80 metros, compreende as estacas 1+140+1+280 até 3 metros acima da altura admissível recomendada para execução da obra em etapa única. Assim para a primeira simulação foi utilizado bermas de equilíbrio com largura máxima disponível, ou seja, utilizando todo o terreno disponível, largura entre o arroio Araçá e a vala interna. Após a análise observa-se na Figura 37 que o FS está abaixo do recomendado, da mesma forma para a situação de cheia do arroio Araçá, conforme Figura 38. Desta forma, foram realizadas simulações com diferentes grelhas de modo a encontrar o ponto técnico econômico mais favorável.

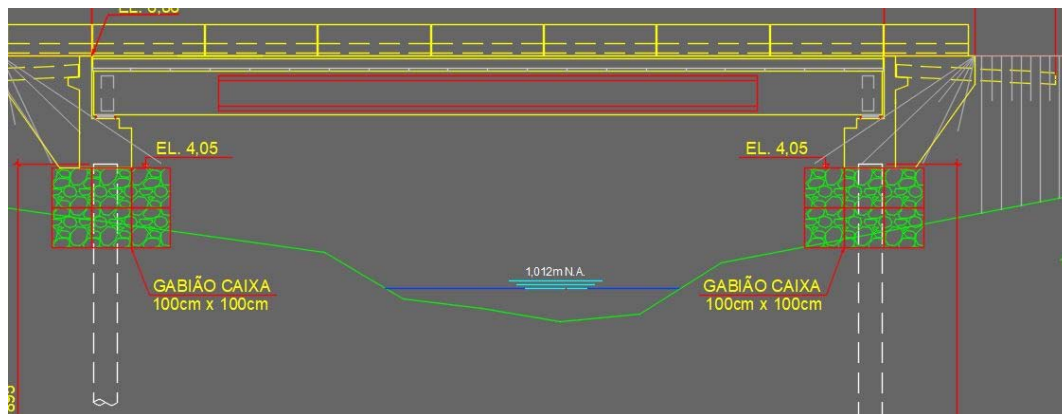
Dentro das premissas de simulação destaca-se a influência que exercem a cota do fundo da vala interna e do Arroio Araçá em relação ao fator de segurança do dique. Desta forma para o trecho do dique compreendendo da estaca 0+000 até 1+200 foi considerado o fundo da vala na cota 0,50 metros conforme Figura 38.

**Figura 38 - Projeto das valas de drenagem junto ao canal interno**



Fonte: PM de CANOAS (2019)

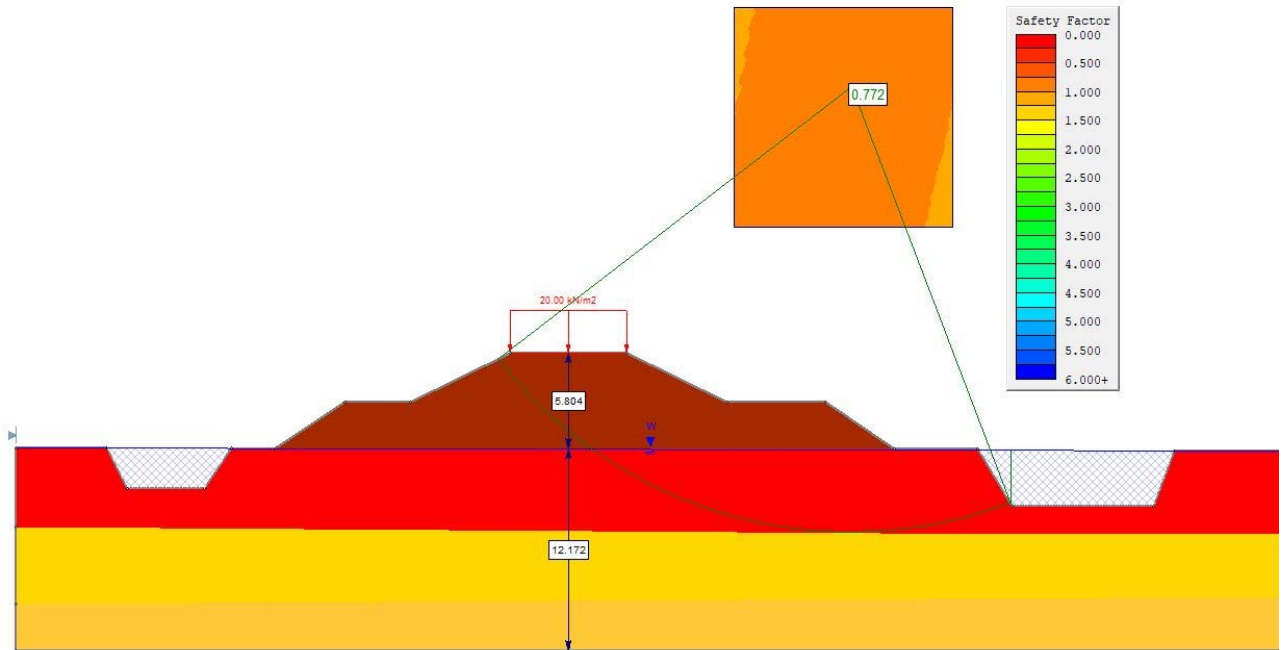
**Figura 39 - Projeto da Ponte sobre o Arroio Araçá**



Fonte: PM de CANOAS (2019)

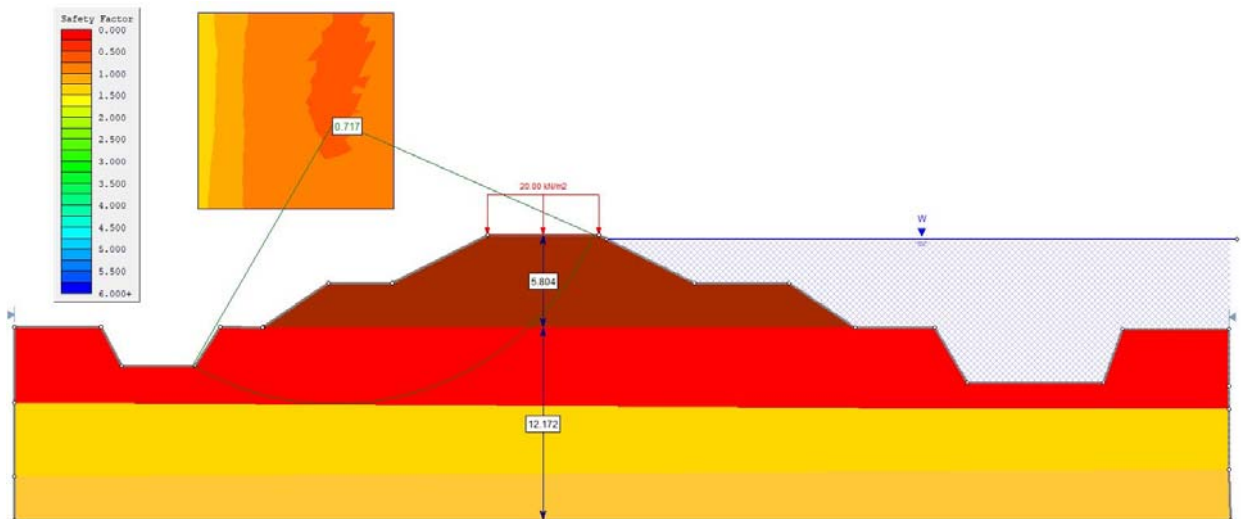
Para a cota de fundo da vala posterior à estaca 1+200 considerou-se o fundo da vala na cota 0,00 metros.

**Figura 40 - Seção de Subleito e Aterro Projetado (Análise de Ruptura - rebaixamento rápido)**



Fonte: Consultora (2019)

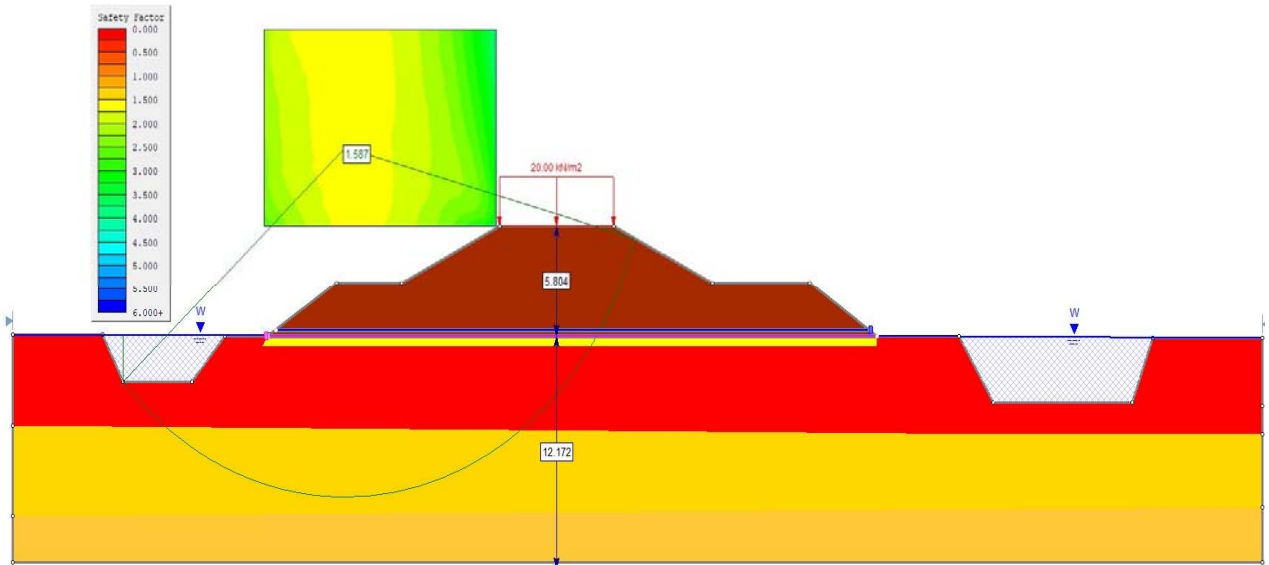
**Figura 41 - Seção de Subleito e Aterro Projetado ((Análise de Ruptura – cota de cheia) ru = 0,4**



Fonte: Consultora (2019)

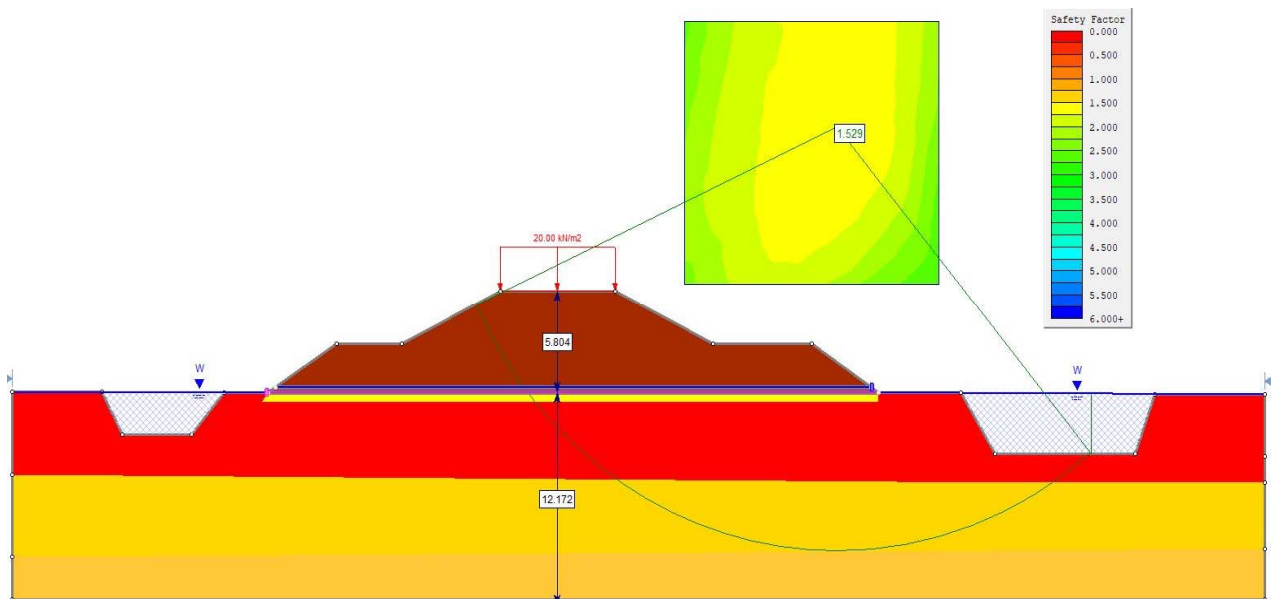
Após diversas simulações verificou-se a necessidade de utilizar duas geogrelhas para obter o fator de segurança recomendado. Foi utilizado duas geogrelhas de tensão nominal de 400 kN/m. A localização das geogrelhas será apresentada em planta anexada neste volume.

Figura 42 - Seção de Subleito e Aterro Projetado (Análise de Ruptura - rebaixamento rápido) ru = 0,2



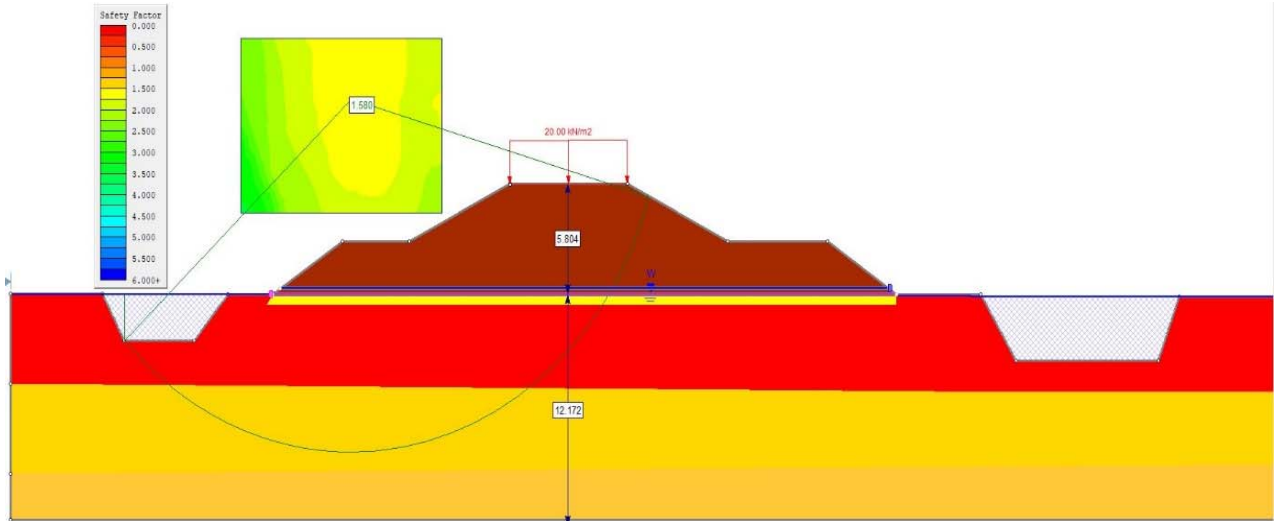
Fonte: Consultora (2019)

Figura 43 - Seção de Subleito e Aterro Projetado (Análise de Ruptura - rebaixamento rápido) ru = 0,2



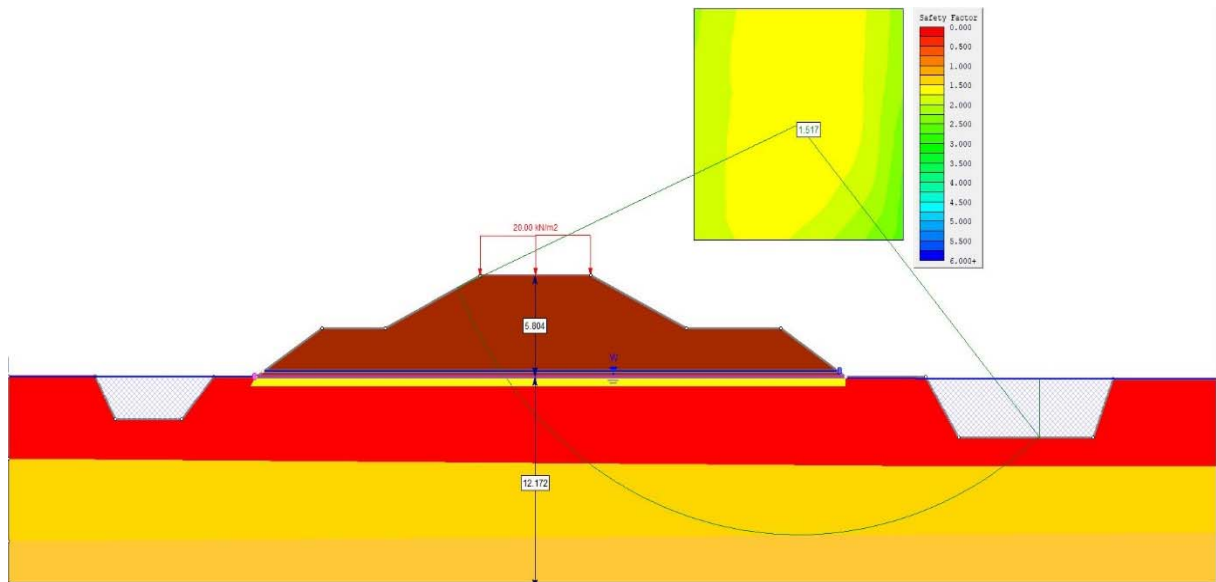
Fonte: Consultora (2019)

**Figura 44 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com duas geogrelha de 400 e 500 kN/m (Análise de Ruptura - rebaixamento rápido)  $r_u = 0,4$**



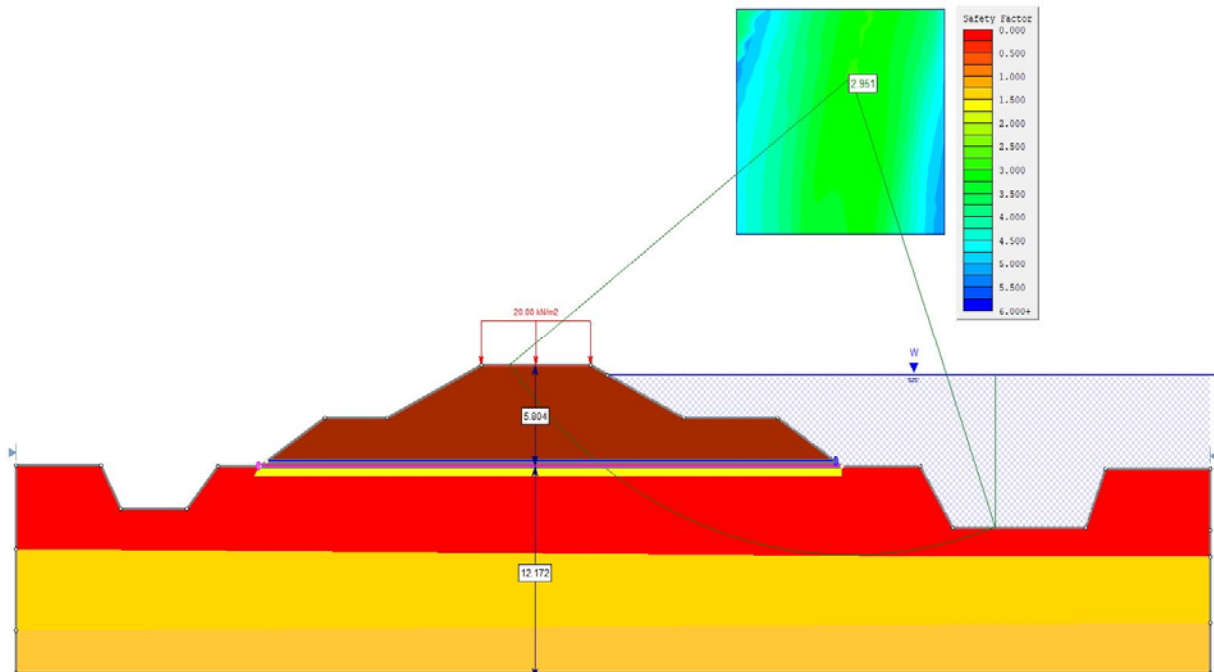
Fonte: Consultora (2019)

**Figura 45- Seção de Subleito e Aterro Projetado com duas geogrelha de 400 e 500 kN/m (Análise de Ruptura - rebaixamento rápido)  $r_u = 0,4$**



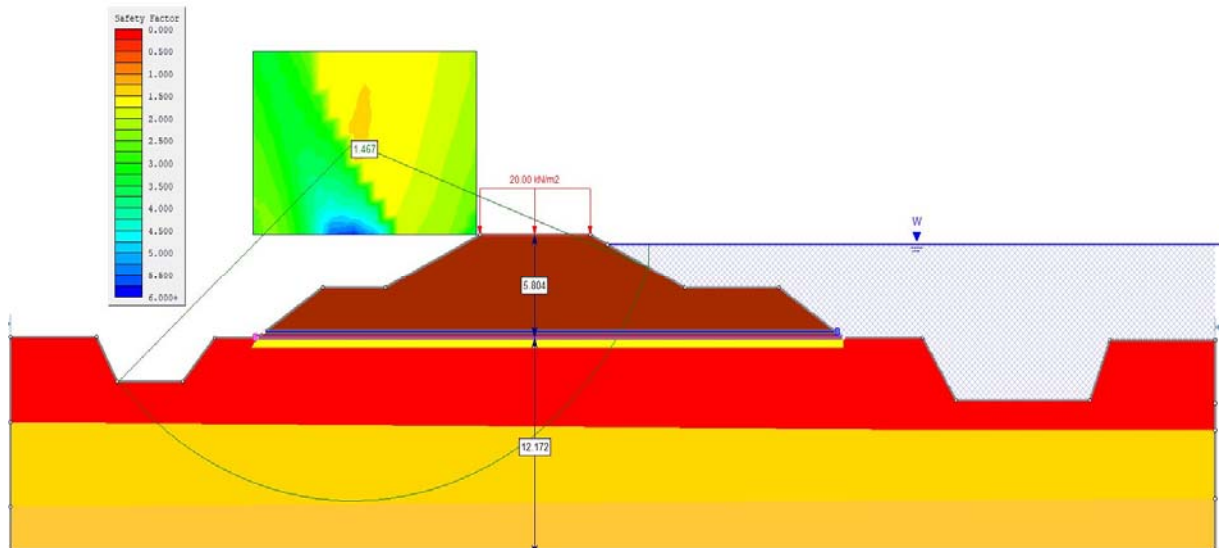
Fonte: Consultora (2019)

Figura 46 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com duas geogrelha de 400 e 500 kN/m (Análise de Ruptura – cota de cheia) ru = 0,2



Fonte: Consultora (2019)

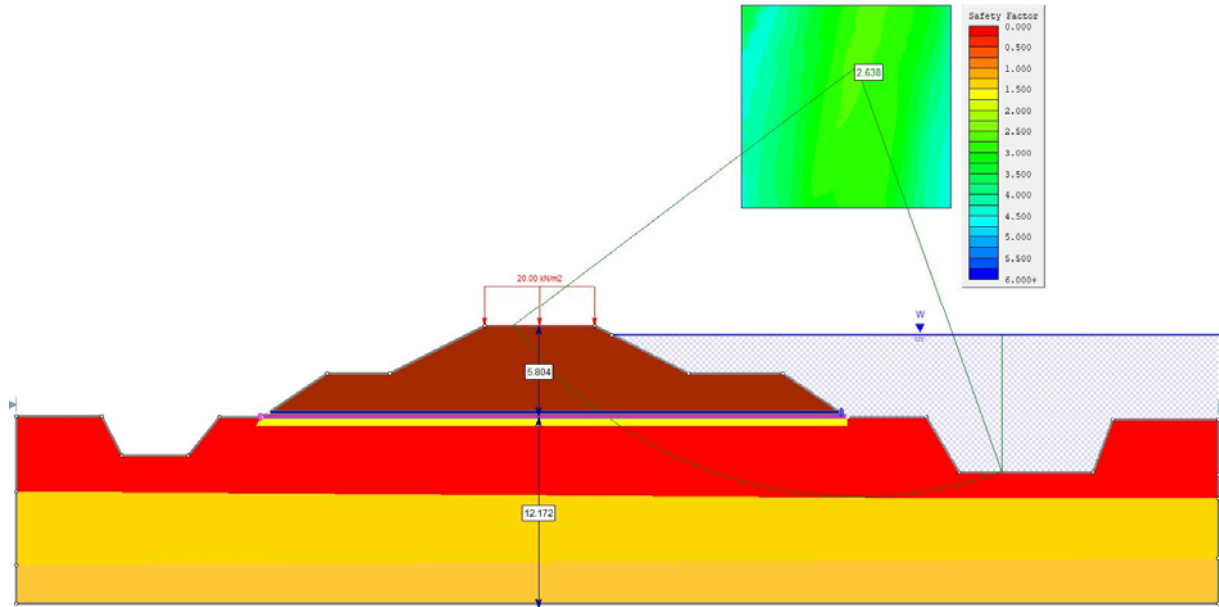
Figura 47 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com duas geogrelha de 400 e 500 kN/m (Análise de Ruptura – cota de cheia) ru = 0,2



Fonte: Consultora (2019)

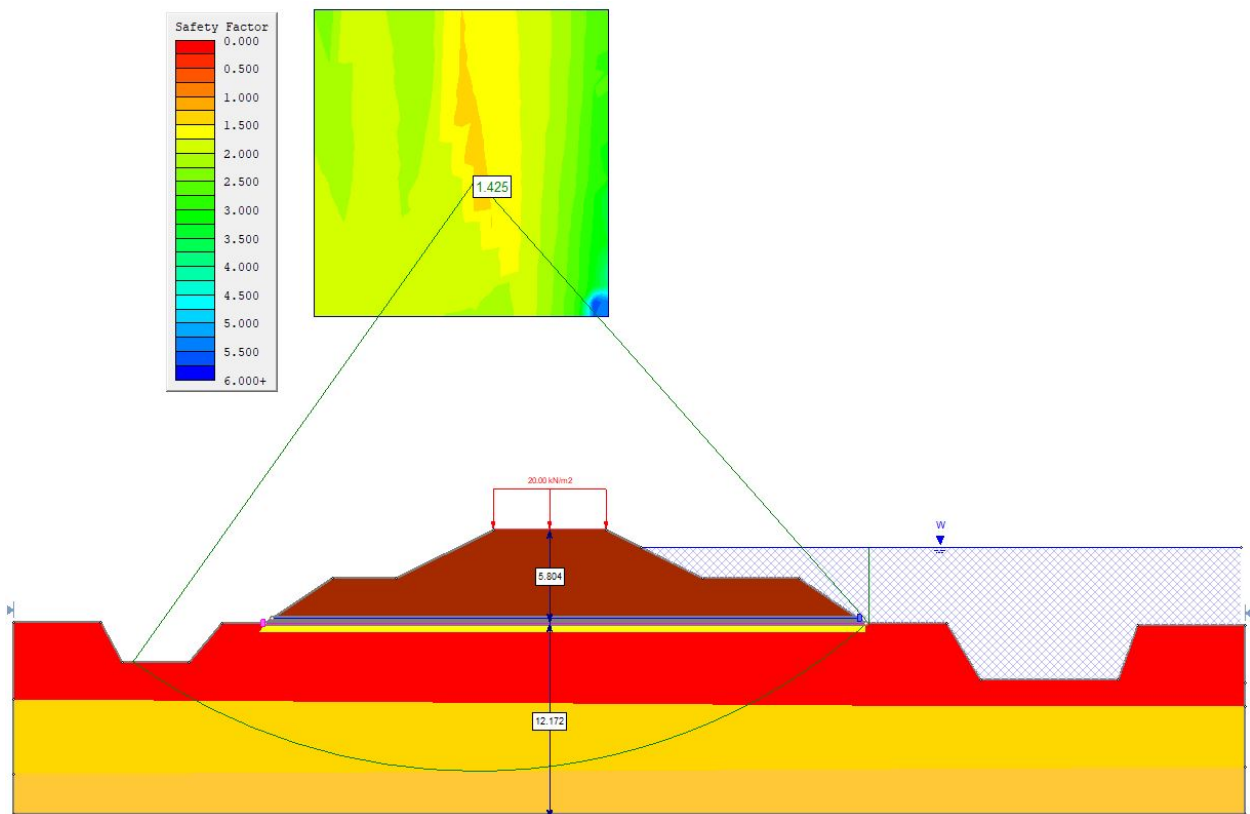


**Figura 48 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com duas geogrelha de 400 e 500 kN/m (Análise de Ruptura – cota de cheia)  $ru = 0,4$**



Fonte: Consultora (2019)

**Figura 49 - Seção de Subleito e Aterro Projetado com duas geogrelha de 400 e 500 (Análise de Ruptura – cota de cheia)  $ru = 0,4$**



Fonte: Consultora (2019)

**Tabela 16 – Fator de Segurança sem geogrelha**

Estaca	Rebaixamento Rápido		Cota Cheia	
	Lado Canal	Lado Arroio Araçá	Lado Canal	Lado Arroio Araçá
0+900+1+440	<b>Ru = 0,2</b>			
	0,84	0,94	0,85	1,5
	<b>Ru = 0,4</b>			
	0,80	0,77	0,71	1,3

Fonte: Consultora (2019)

**Tabela 17 – Fator de Segurança com geogrelha**

Estaca	Rebaixamento Rápido		Cota Cheia	
	Lado Canal	Lado Arroio Araçá	Lado Canal	Lado Arroio Araçá
0+900+1+440	<b>Ru = 0,2</b>			
	1,58	1,52	1,46	2,95
	<b>Ru = 0,4</b>			
	1,58	1,51	1,40	2,63

Fonte: Consultora (2019)

De acordo com o apresentado no volume - Projeto de Terraplanagem, os aterros serão executados em 3 etapas. Ao final de cada etapa haverá um ganho de resistência não drenada do solo de fundação, na execução das etapas subsequentes. A utilização do colchão drenante de areia, de 0,5 metros na base de todo o aterro, ajudará a acelerar os recalques por adensamento. As poro-pressões geradas pelo peso próprio do corpo do aterro serão dissipadas através da extensão do colchão drenante, fazendo a ligação com a vala interna, propiciando ganho de resistência efetiva do solo de fundação e conseqüentemente de resistência não drenada, porém este ganho não foi considerado na análise geotécnica.

## 5.5 PROGRAMA DE MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

Os principais objetivos do monitoramento de um aterro sobre solos moles são: verificar as premissas de projeto; auxiliar o planejamento da obra, principalmente no que concerne à sua segurança nas fases de carregamentos e descarregamentos; e garantir a integridade de obras vizinhas. Como objetivos específicos para um programa de instrumentação a DNER-PRO 381/98 apresenta:

- - Acompanhar os recalques e verificar o tempo de permanência de uma sobrecarga temporária;
- - Monitorar poropressões geradas durante a construção e a sua velocidade de dissipação;