DETERMINAÇÃO DAS QUANTIDADES DE ESCAVAÇÃO DE SOLO MOLE, SOLO DE PRIMEIRA CATEGORIA, E GRAMA PARA COBRIMENTO DE VOÇOROCA, ALÉM DE POSSÍVEL SOLUÇÃO PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES DE RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

INTRODUÇÃO

Todos os cálculos realizados levam em conta a cubagem, ou o volume cúbico sem nenhuma taxa de empolamento.

As sondagens foram elaboradas pela Empresa Extrema Construção LTDA, em março de 2014 e pela Empresa CCL, em junho de 2023.

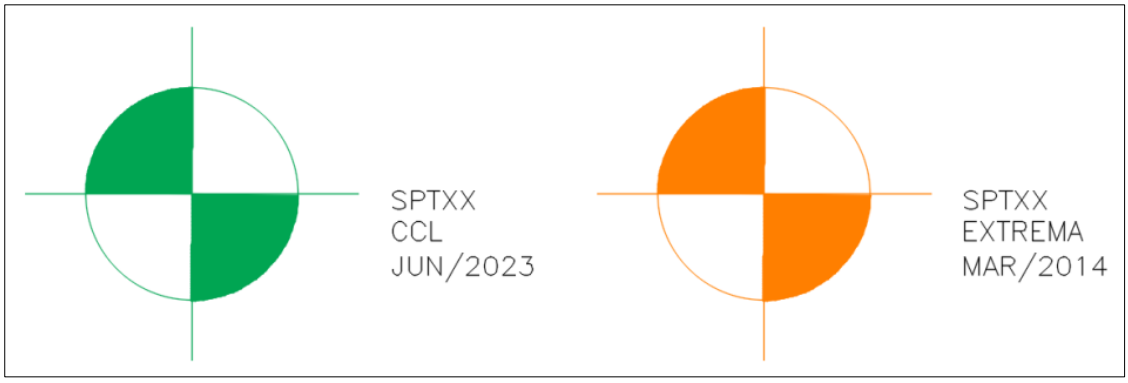


Figura 1 - *Layout* das sondagens realizadas no Polo JK.

A solução adotada contempla a utilização de rachão, com a finalidade de agulhamento dos taludes de aterro sobre solo mole. O agulhamento visa garantir a estabilidade do talude e o funcionamento do reservatório de detenção de águas pluviais do sistema de drenagem pluvial urbana da Área de Desenvolvimento Econômico Polo JK.

Salientamos que este material trata-se de um estudo de concepção, sugerimos que todas as soluções apontadas neste documento sejam confirmadas por especialista em geotecnia.

R1A

A sondagem SPT37 apresentou solo mole com uma profundidade entre 2,30m e 9,10m. A cota de topo no local do furo é 1129,408m. O solo mole se inicia em 1127,108m e termina em 1120,308m.

Tudo que está acima da cota 1127,108m é solo de primeira categoria, gerou-se a curva de nível 1127,108m até o limite do bordo superior externo do R1A e lançou o talude 1(v):2(h) até a superfície. Em seguida extraiu o quantitativo de escavação do solo primeira categoria do R1A.

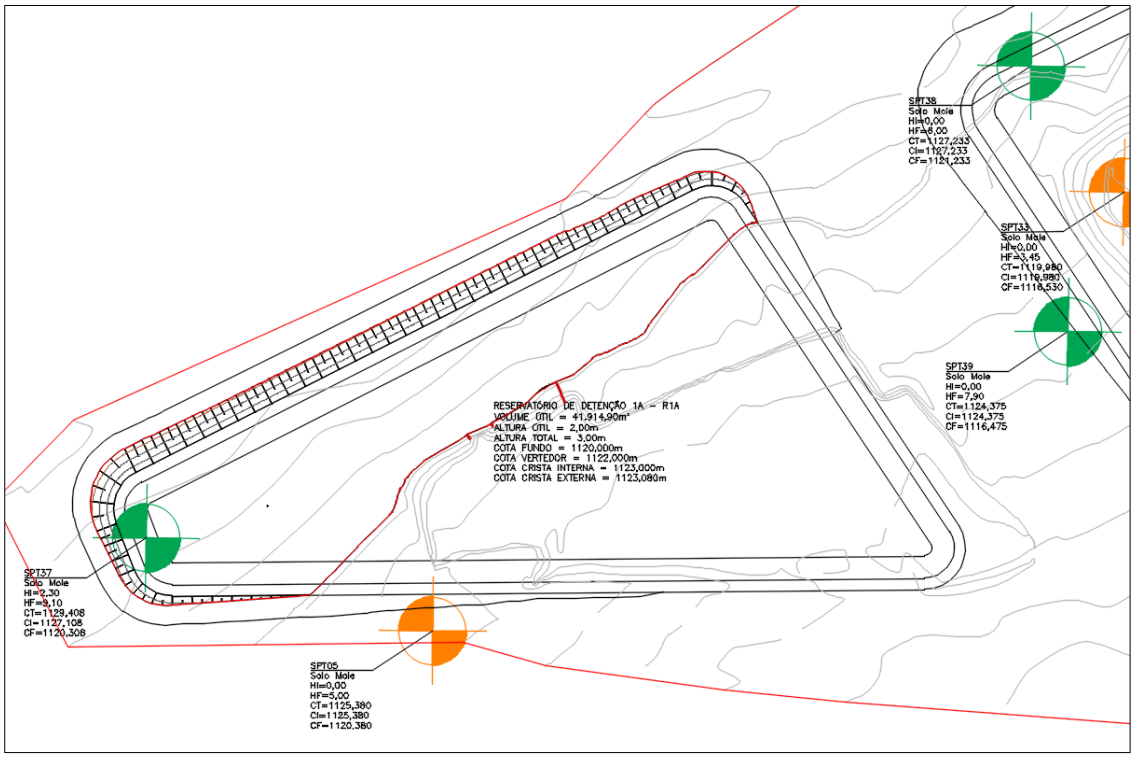


Figura 2 – Área em planta (polígono vermelho) do material de primeira categoria, R1A.

Tabela 1 – Quantidade de escavação material de primeira categoria do R1A.

Cut/Fill Report

Generated: 2023-08-17 11:15:58
By user: hiltton.moreira
Drawing: C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO JK-REVISAO\QUANTIDADES SOLO MOLE\C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO JK-REVISAO\QUANTIDADES SOLO MOLE\QTDS SOLO MOLE R1_V01.dwg

Volume Summary

Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
VOLUME-3	full	1.000	1.000	7480.82	11085.59	0.02	11085.57<Cut>

Totals

	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	7480.82	11085.59	0.02	11085.57<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

Tanto o SPT37 quanto o SPT05, apresentou solo de primeira categoria a partir da profundidade 1120,380m. Como o reservatório será escavado até a cota 1120,000m, determinou-se a outra parte da escavação do material de primeira categoria por meio da determinação da área do bordo externo do R1A (polígono azul, Figura 3, A=15422,56m²) vezes a diferença entre a cota do término do solo mole (1120,380m) até a cota de fundo do R1A (1120,000m), ou seja, 0,380m.

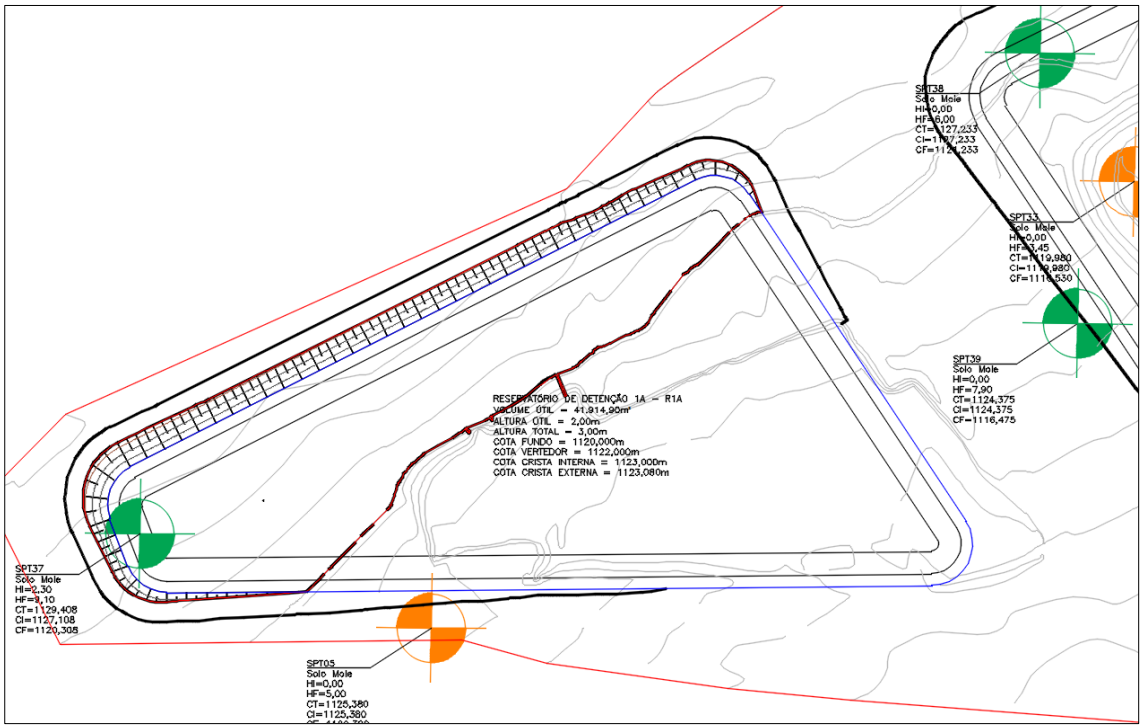


Figura 3 – Remanescente da escavação do material de primeira categoria, R1A.

Dessa forma, o cálculo resultou em: 15422,56m² x 0,380m = 5860,57m³.

O volume de corte total do R1A é 83159,38m³, o corte total menos as escavações do material de primeira categoria, resulta na **escavação do solo mole**, do R1A.

83159,38m³ – (11085,59m³ + 5860,57m³) = **66213,22m³**.

Como não existe solo mole abaixo da cota de fundo do R1A, não foi considerado rachão para agulhamento, nem a manta geotêxtil. Cabe ressaltar a necessidade de aterro em um volume de 1190,44m³ para R1A.

R1B

Existem sondagens antigas, cujos locais das janelas de inspeções geotécnicas foram escavados, são SPT33 e SPT07. A curva de nível mais próxima dos furos foi extrapolada, de forma que foram reestabelecidas as cotas antes da escavação, e feita a leitura das cotas do solo mole. As alturas do solo mole foram convertidas.

Tabela 2 – Conversão das alturas do solo mole em função das escavações.

Descrição	Fonte	Var	Sondagem SPT33 (m)	Sondagem SPT07 (m)
cota original	curva de nível extrapolada	CO	1125.345	1125.255
altura do solo mole	laudo geotécnico	h	7.45	6.00
cota inicial do solo mole	CI = CO	CI	1125.345	1125.255
cota final do solo mole	CF=CO-h	CF	1117.895	1119.255
diferença cota original e cota escavada	H=CO-CE	H	5.365	1.71
cota escavada	topografia	CE	1119.980	1123.545
altura do solo mole	h1=h-H	h1	2.08	4.29
cota inicial do solo mole	CI1=CE	CI1	1119.980	1123.545
cota final do solo mole	CF1=CE-h1	CF1	1117.895	1119.26

O primeiro lance de escavação foi determinado por meio das sondagens SPT07, SPT33, SPT34, SPT39, cujas cotas de fundos foram fixadas nos respectivos valores: 1119,260, 1118,000, 1118,000, 1118,000. Cabe ressaltar que, as cotas cujas profundidades excederam a cota de fundo do R1B, nesses casos foram fixadas como 1118,000, o talude foi estabelecido como 1(v):2(h). Para completar a área de escavação, o limite foi a curva de nível 1118,000 e as bordas do reservatório. O resultado foi 44368,96m³ de solo mole:

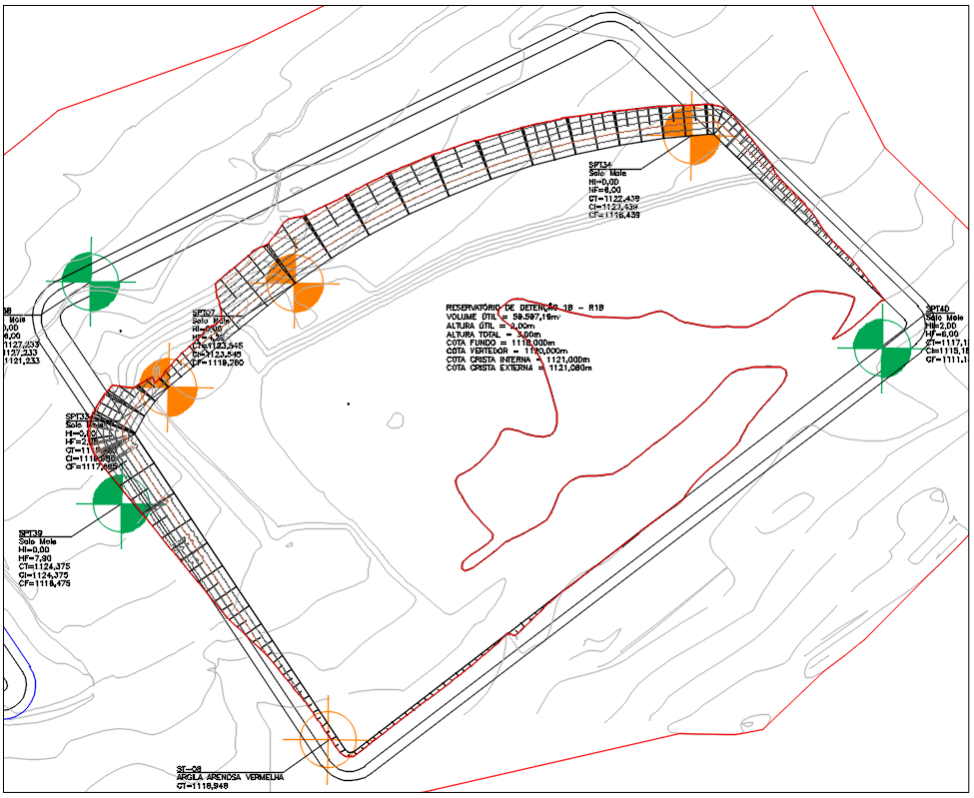


Figura 4 – Escavação inicial de solo mole, R1B.

Tabela 3 – Quantidade do primeiro lance de escavação solo mole R1B.

Cut/Fill Report

Generated:	2023-09-04 09:32:54
By user:	hiltton.moreira
Drawing:	C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO.JK-REVISAO\QUANTIDADES.SOLO.MOLE\Nova pasta\C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO.JK-REVISAO\QUANTIDADES.SOLO.MOLE\Nova pasta\QTDS.SOLO.MOLE.R1_V02.dwg

Volume Summary

Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
VOLUME-6	full	1.000	1.000	24958.88	44368.96	17	44368.79<Cut>

Totals

	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	24958.88	44368.96	0.17	44368.79<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

O segundo lance de escavação foi determinada pela sondagem SPT38 cujo termino do solo mole foi estabelecido na cota 1121,233, assim aplicou o talude de escavação, e todo o fundo foi determinado na cota 1121,233 até o limite do primeiro lance de escavação. O total dessa escavação encontra-se na Tabela 4, e resultou em 23918,82m³.

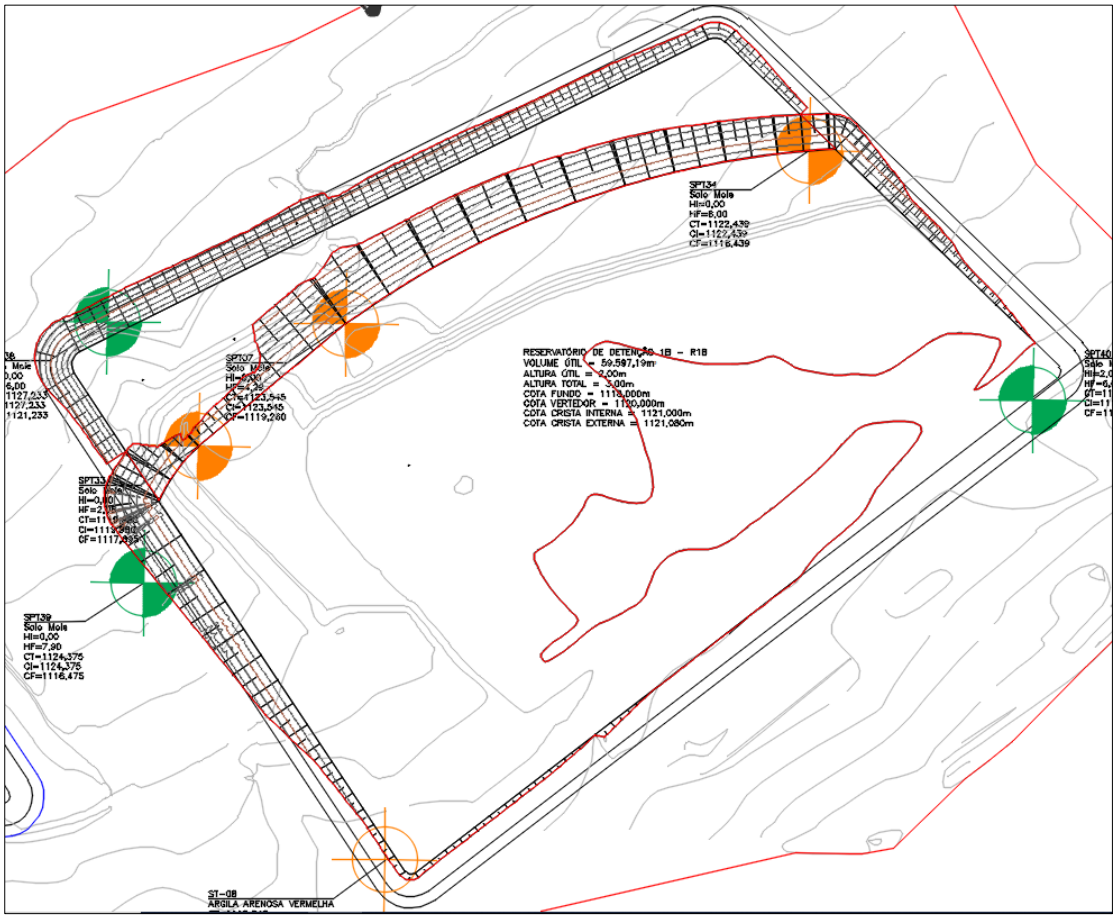


Figura 5 – Segundo lance de escavação de solo mole, R1B.

Tabela 4 – Quantidade do segundo lance de escavação em solo mole, R1B.

Cut/Fill Report

Generated: 2023-09-04 09:58:20
By user: hiltton.moreira
Drawing: C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO.JK-REVISAO\QUANTIDADES.SOLO.MOLE\Nova pasta\C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO.JK-REVISAO\QUANTIDADES.SOLO.MOLE\Nova pasta\QTDS.SOLO.MOLE.R1_V02.dwg

Volume Summary

Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
VOLUME-7	full	1.000	1.000	7760.94	23918.82	7.16	23761.66<Cut>

Totals

	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	7760.94	23918.82	157.16	23761.66<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

O volume de corte total do R1B é 97253,44m³, o corte total menos o **volume das escavações em solo mole** resulta na escavação do material de primeira categoria, do R1B.

97253,44m³ – (**44368,96m³ + 23918,82m³**) = 28965,66m³.

Cabe ressaltar a necessidade de aterro em um volume de 9147,75m³ para R1B.

Conforme as sondagens apresentadas no R1B, foi constatada a existência de solo mole abaixo do fundo de algumas regiões do R1B, mesmo com toda a escavação, se mostra necessário a implantação do rachão para agulhamento e a manta geotêxtil com o intuito de gerar maior estabilidade à estrutura, e evitar a perda de solo. Deverá realizar o agulhamento em toda a base do talude de aterro e em alguns trechos do talude de corte (área interna do reservatório) em um offset não inferior a 3,00 metros.

Tabela 5 – Altura de solo mole abaixo do fundo do R1B escavado.

Descrição	Fonte	Var	Sondagens			
			SPT39 (m)	SPT33 (m)	SPT07 (m)	SPT34 (m)
Cota de Fundo do Reservatório	projeto	CR	1118.000	1118.000	1118.000	1118.000
Cota de término do solo mole	laudos geotécnicos	CF	1116.475	1117.895	1119.26	1116.439
Altura de solo mole	H=CR-CF	H	1.525	0.105	0.000	1.561

A média das alturas de solo mole resulta em 0,798m. Então aplicou-se a altura média na área de solo mole, a área de solo mole foi determinada em função dos laudos geotécnicos, e também nas disposições dos taludes de corte/aterro conforme a Figura 6:

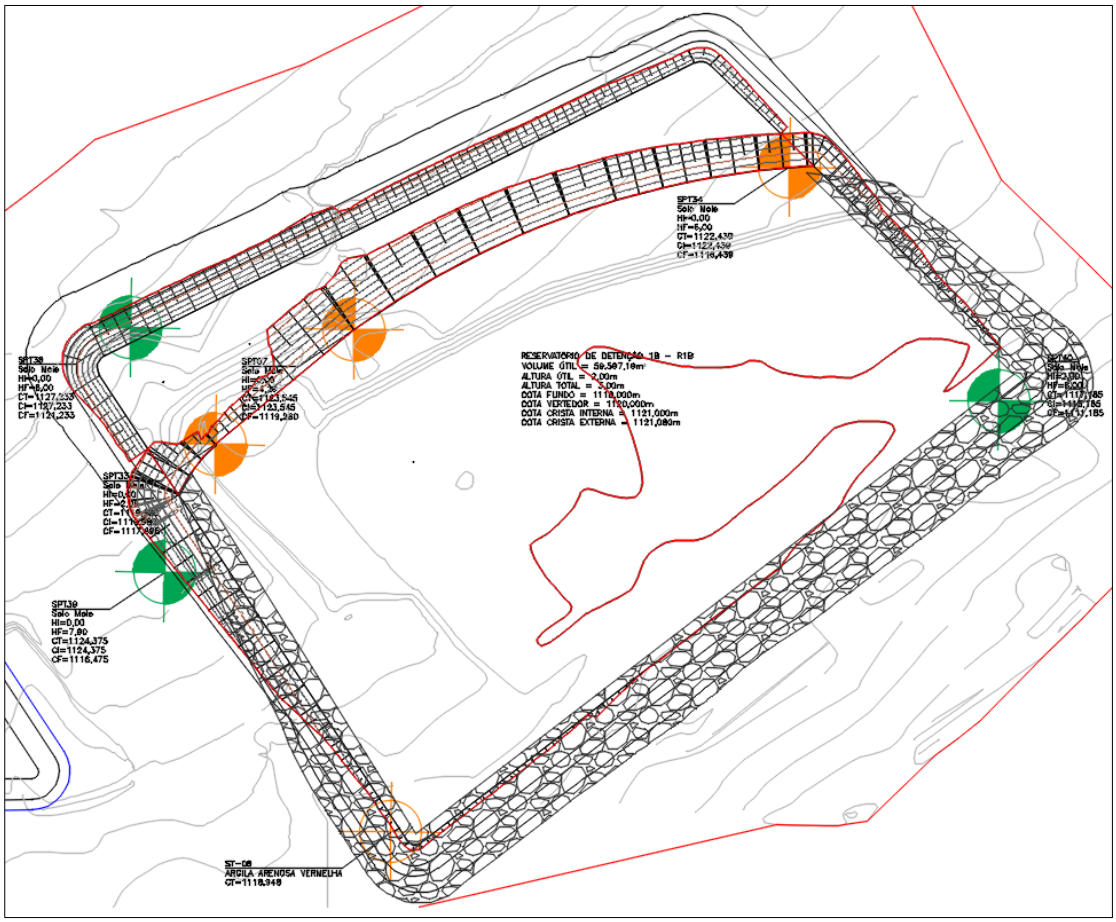


Figura 6 – Área de rachão e geotêxtil para agulhamento, R1B.

Dessa forma, a área demarcada equivale a 8264,5094m², ao multiplicar a área pela altura média, 0,798m, encontra-se o **volume de rachão** (8264,5094m² X 0,798m = **6.595,08m³**). A metragem do **geotêxtil** é a área encontrada (**8264,5094m²**).

R2A

Assim como na área do R1, existem sondagens antigas, cujos locais das janelas de inspeções geotécnicas foram escavados, são SPT23, SPT27, e SPT35. A curva de nível mais próxima dos furos foi extrapolada, de forma que foram reestabelecidas as cotas antes da escavação, e feita a leitura das cotas do solo mole. As alturas do solo mole foram convertidas tendo como referencia o solo escavado.

Tabela 6 – Conversão das alturas do solo mole em função das escavações.

Descrição	Fonte	Var	Sondagem		
			SPT23 (m)	SPT27 (m)	SPT35 (m)
cota original	curva de nível extrapolada	CO	1111.988	1112.102	1111.131
altura do solo mole	laudo geotécnico	h	5.00	7.00	2.00
cota inicial do solo mole	CI=CO	CI	1111.988	1112.102	1111.131
cota final do solo mole	CF=CO-h	CF	1106.988	1105.102	1109.131
diferença cota original e cota escavada	H=CO-CE	H	0.915	1.183	2.131
cota escavada	topografia	CE	1111.073	1110.919	1109.000
altura do solo mole	h1=h-H	h1	4.085	5.817	-0.131
cota inicial do solo mole	CI1=CE	CI1	1111.073	1110.919	-
cota final do solo mole	CF1=CE-h1	CF1	1106.988	1105.102	-

Com base na análise das cotas, e nos laudos geotécnicos, concluiu-se que toda escavação do R2A será em solo mole, ou seja 131,49m³. Cabe ressaltar a necessidade de aterro em um volume de 15760,06m³ para R2A.

Conforme as sondagens apresentadas no R2A foram constatadas a existência de solo mole abaixo de algumas regiões do R2A, mesmo com a escavação, de forma que se mostra necessário a implantação do rachão para agulhamento e a manta geotêxtil com o intuito de gerar maior estabilidade à estrutura, e evitar a perda de solo.

Tabela 7 – Altura de solo mole abaixo do fundo do R2A escavado.

Descrição	Fonte	Var	Sondagem		
			SPT23 (m)	SPT27 (m)	SPT41 (m)
cota de fundo do reservatório	projeto	CR	1110.300	1110.300	1110.300
cota do término do solo mole	laudos geotécnicos	CF	1106.988	1105.919	-
altura do solo mole	H=CR-CF	H	3.312	4.381	-

Deverá realizar o agulhamento em toda a base do talude de aterro em um offset não inferior a 3,00 metros em relação ao bordo interno ou pé do talude. A média das alturas de solo mole resulta em 3,846m, por ser uma altura demasiada alta para a aplicação do rachão, considerou-se 1,50m. Então se aplicou a altura média na área de solo mole, a área de solo mole foi determinada em função dos laudos geotécnicos, conforme a Figura 6:

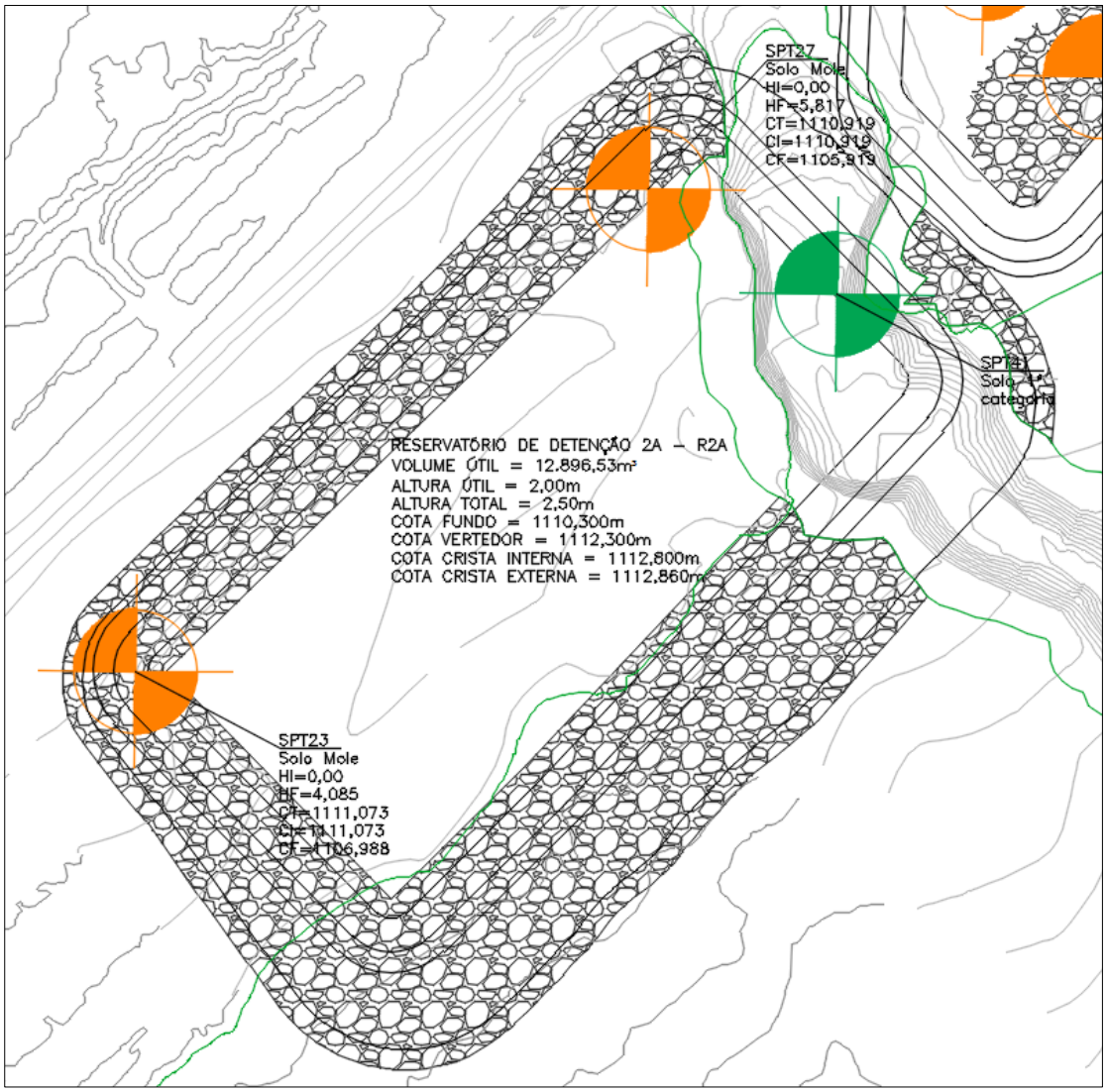


Figura 7 – Área de rachão e geotêxtil para agulhamento, R2A.

Dessa forma, a área demarcada equivale a 5853,1485m², ao multiplicar a área pela altura média, 1,50, encontra-se o **volume de rachão** (5853,1485m² X 1,50m = **8779,73m³**). A metragem do **geotêxtil** é a área encontrada (**5853,1485m²**).

R2B

Segundo o laudo SPT42, o solo mole se inicia a dois metros em relação à cota da superfície. Como na sondagem SPT36 o solo mole se inicia logo na superfície, foi estabelecida a linha de corte do solo mole próximo da sondagem SPT36. Fixou-se o platô na cota 1109,005 (onde se inicia o solo mole, segundo o laudo SPT42), o talude foi estabelecido como 1(v):2(h), assim aplicou o talude de escavação em todo o bordo da crista externa. O total dessa escavação encontra-se na Tabela 8, e resultou em 21638,60m³.

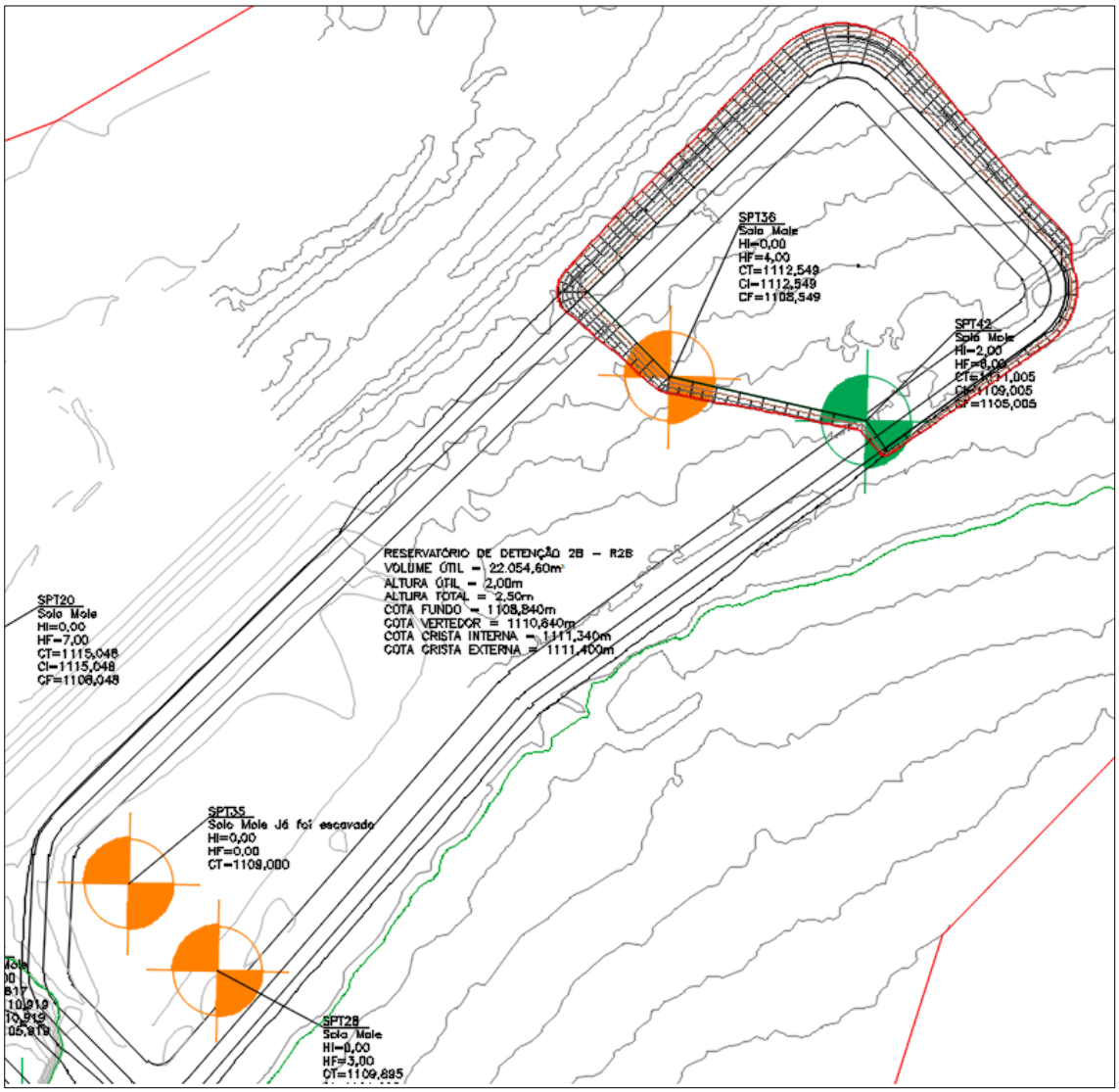


Figura 8 – Lance de escavação do material de primeira categoria, R2B.

Tabela 8 – Quantidade do Lance de escavação do material de primeira categoria, R2B.

Cut/Fill Report

Generated: 2023-08-21 16:47:23
By user: hiltton.moreira
Drawing: C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO.JK-REVISAO\QUANTIDADES.SOLO.MOLE\C:\Users\hiltton.moreira\Desktop\POLO.JK-REVISAO\QUANTIDADES.SOLO.MOLE\QTDS.SOLO.MOLE.R2_V01.dwg

Volume Summary

Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
VOLUME-7	full	1.000	1.000	5549.50	21638.60	00	21638.60<Cut>

Totals

	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	5549.50	21638.60	0.00	21638.60<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

O volume de corte total do R2B é 29241,58m³, o corte total menos o **volume da escavação do material de primeira categoria** resulta na escavação do material de solo mole, do R2B.

29241,58m³ – **21638,60m³** = 7602,98m³.

Cabe ressaltar a necessidade de aterro em um volume de 18572,85m³ para R2B.

Ao analisar as sondagens no interior do R2B, bem como as sondagens do entorno, observou-se que o solo mole está presente em todo o fundo do R2B, com exceção da área do SPT35, porém, tanto a SPT20 quanto SPT27 apresentam solo de consistência mole. Para determinar a profundidade do solo mole, e consequentemente o volume de rachão para agulhamento, realizou-se a média das alturas remanescentes de solo mole após a escavação na cota de fundo do R2B.

Tabela 9 – Altura de solo mole abaixo do fundo do R2B escavado.

Descrição	Fonte	Var	Sondagem		
			SPT28 (m)	SPT36 (m)	SPT42 (m)
cota de fundo do reservatório	projeto	CR	1108.840	1108.840	1108.840
cota do término do solo mole	laudos geotécnicos	CF	1106.895	1108.549	1105.005
altura do solo mole	H=CR-CF	H	1.945	0.291	3.835

A média das alturas de solo mole resulta em 2,024m, adotou-se 1,50m. Então se aplicou a altura média na área de solo mole, a área de solo mole foi determinada em função dos laudos geotécnicos, conforme a Figura 9:

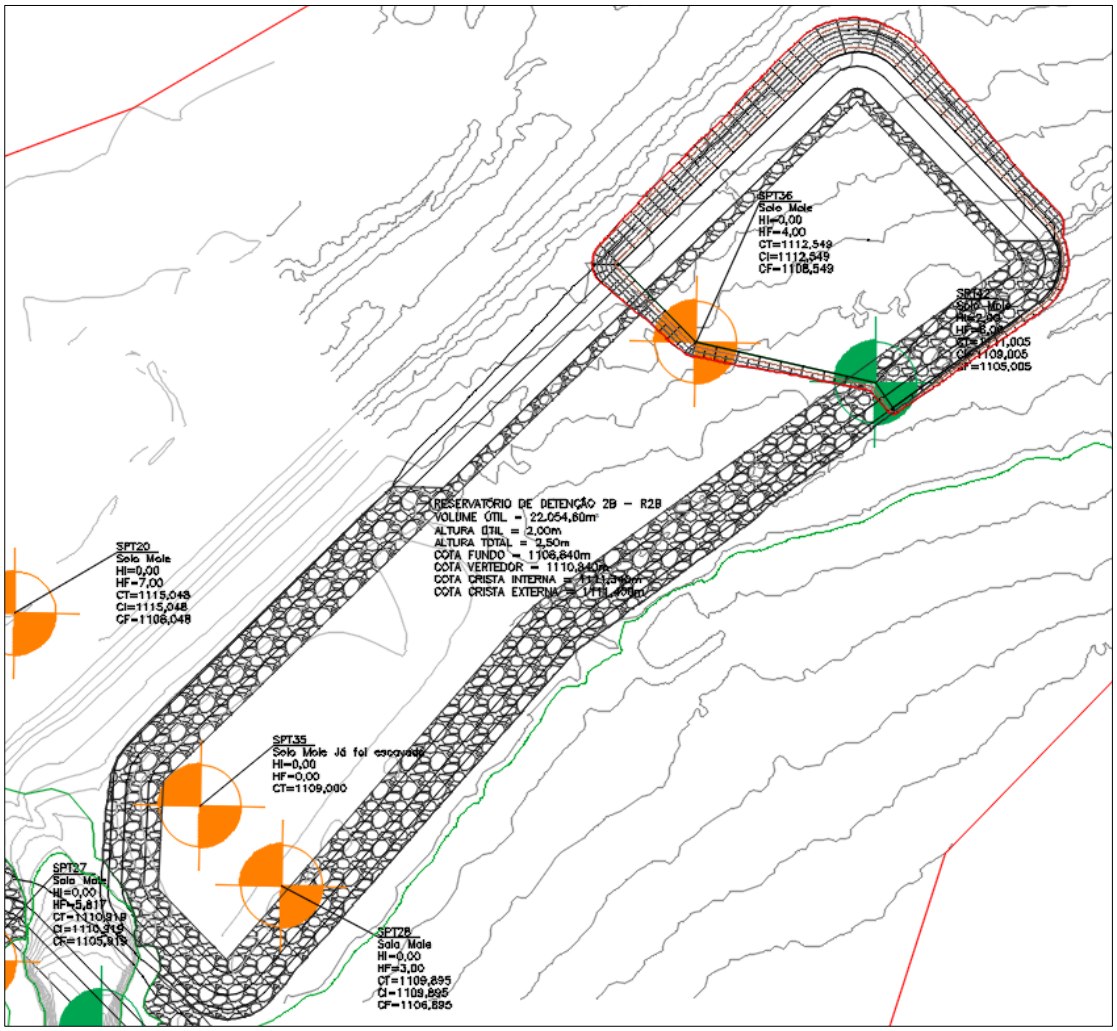


Figura 9 – Área de rachão e geotêxtil para agulhamento, R2B.

Dessa forma, a área demarcada equivale a 5259,3832m², ao multiplicar a área pela altura média, 1,50m, encontra-se o **volume de rachão** (5259,3832m² X 1,50m = **7889,08m³**). A metragem do **geotêxtil** é a área encontrada (**5259,3832m²**).

ÁREA DE GRAMA – VOÇOROCA

A metodologia utilizada para determinar a área de grama necessária para a cobertura da voçoroca consiste em isolar os trechos onde será locado os dispositivos de detenção, R2A e R2B, e discriminar somente as áreas de grama (Figura 10), a área resultou em 4280.72m².

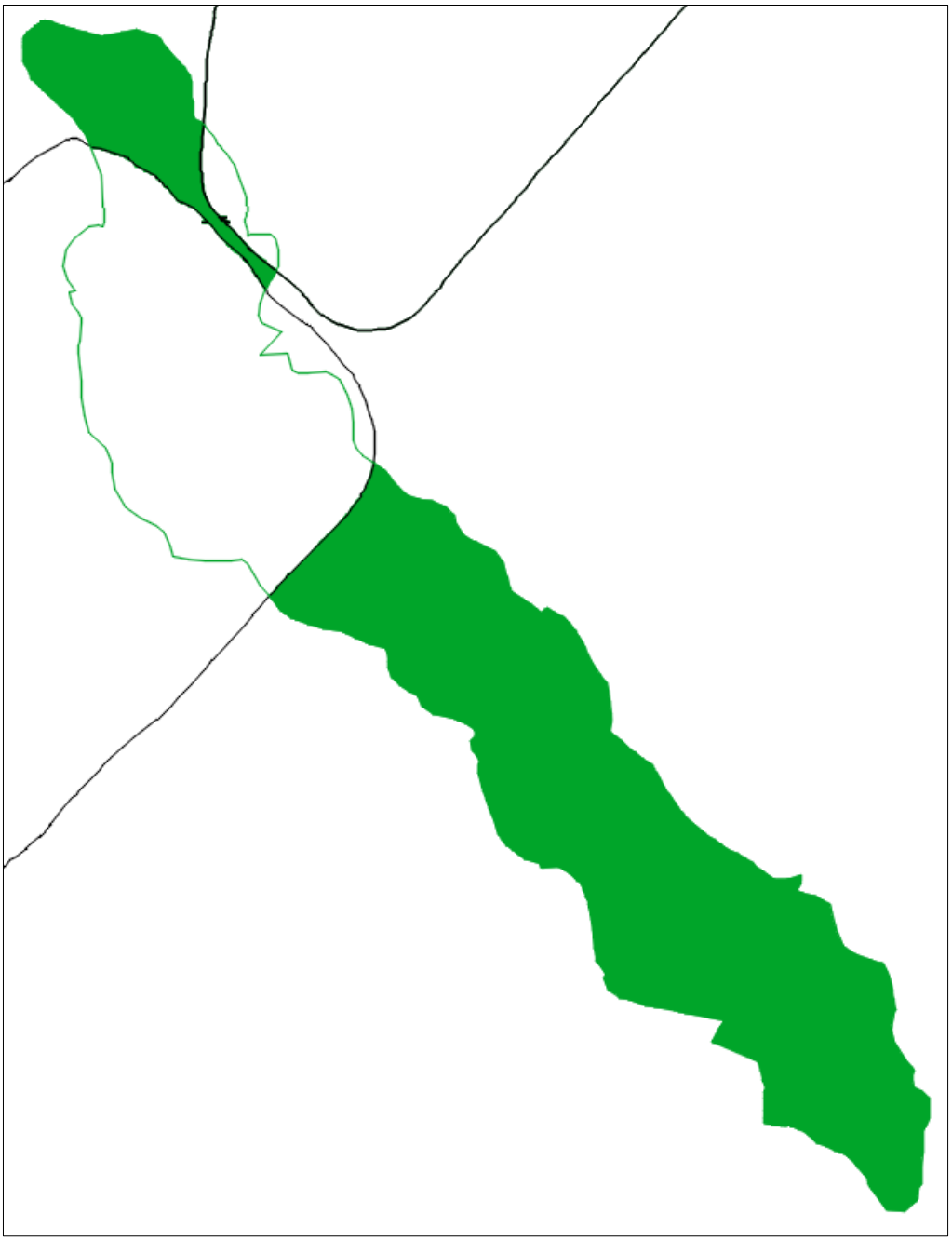


Figura 10 – Área de grama da voçoroca.