
CARVIC EMPREENDIMENTOS E PARTICIPAÇÕES LTDA

CGH TAMARANA

PLANO DE DESASSOREAMENTO



Responsável Técnico:

Felippe Luiz Dalpiaz - Eng. Ambiental e Sanitarista



Tamarana, Outubro/2024

SUMÁRIO

1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E RESPONSÁVEL TÉCNICO.....	4
1.1	EMPREENDEDOR.....	4
1.2	EMPREENDIMENTO	4
1.3	RESPONSÁVEL TÉCNICO.....	4
2	APRESENTAÇÃO.....	5
3	INTRODUÇÃO	6
4	OBJETIVO E JUSTIFICATIVA.....	7
4.1	Objetivo Geral	7
4.2	Justificativa.....	7
5	ÁREA DE ESTUDO E ÁREA DE INTERVENÇÃO	8
5.1	ÁREA DE ESTUDO	8
5.2	Área de Intervenção	8
5.2.1	Area 1.....	10
5.2.2	Área 2.....	12
5.3	Caracterização da Vegetação	12
5.4	Caracterização do Sedimento	13
5.4.1	Resultados de Análise.....	15
5.4.2	Frequência Simples.....	19
5.4.3	Frequência Acumulada de Material Retido	21
5.4.4	Frequência Acumulada de Material Passante	22

5.5	Volumetria e Cubagem	24
5.5.1	Área 1.....	24
5.5.2	Área 2.....	24
6	PLANO DE DESASSOREAMENTO.....	25
6.1	Método de remoção dos sedimentos.....	25
6.2	Equipamentos Utilizados	25
6.3	Rota de Transito.....	25
6.4	Bota-fora	27
6.4.1	Bacia de Deposição.....	27
6.4.2	Bacia de Sedimentação	29
6.4.3	Inteligação da Bacia de Deposição e Sedimentação.....	29
7	CONCLUSÕES	31
8	ASSINATURA	32
9	ANEXOS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.....	8
Figura 2: Área de intervenção onde será realizado o desassoreamento das áreas 1 e 2 das estruturas existentes e consolidadas da CGH Tamarana na margem direita do Rio Apucarantina.....	9
Figura 3: Vista aérea com área de intervenção onde será realizado o desassoreamento das áreas 1 e 2.	10
Figura 4: Area 1 onde será realizado o desassoreamento.....	11
Figura 5: Área 2 onde será realizado o desassoreamento.....	12
Figura 6: Localização das amostras de sedimentos nas áreas 1 e 2.....	14
Figura 7: Amostragem com trado de caneco nas áreas 1 e 2. Amostras foram coletadas, identificadas e enviadas para laboratório.....	15
Figura 8: Gráfico de frequência simples das amostras analisadas.	20
Figura 9: Gráfico de frequência acumulada de material retido das amostras am1, am2, am3 e am4.....	22
Figura 10: Gráfico de frequência acumulada de material passante das amostras am1, am2, am3 e am4.....	23
Figura 11: Desenho esquemático do canal de adução com o acúmulo de sedimento medido.	24
Figura 12: Rota de Trânsito para caminhões durante o desassoreamento.....	26
Figura 13: Croqui com esquema de escavação da bacia de deposição do material proveniente do desassoreamento.	28
Figura 14: Esquema básico de conexão entre a bacia de deposição e bacia de decantação.	30

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E RESPONSÁVEL TÉCNICO

1.1 EMPREENDEDOR

CARVIC Empreendimentos e Participações LTDA, CNPJ 13.213.623/0001-94, situada na Av. Francisco Lindner, N° 70, Sala 01, CEP 89609-000, Joaçaba, SC, representada por seu sócio administrador Roberto Pichler Ritter Von Tennenberg.

1.2 EMPREENDIMENTO

Central Geradora Hidrelétrica Tamarana, situada na Fazenda Apucarantina, S/N, CEP 86.125-000, Zona Rural, Tamarana, PR, <https://maps.app.goo.gl/2EqaaXFuaGPqcewt8>.

1.3 RESPONSÁVEL TÉCNICO

Universo A Engenharia Consultoria e Pesquisa LTDA, CNPJ 35.330.339/0001-30, representada pelo seu sócio administrador e responsável técnico Felipe Luiz Dalpiaz, Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Mestre em Ecolgia, Doutor em Ciência e Tecnologia Ambiental, CREA SC 141592-6, residente na Rua Juvenal Garcia, nº314, Apto. 701, CEP 88.302-040, Centro, Itajaí -SC.

2 APRESENTAÇÃO

Ao Instituto Água e Terra

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST)

Requerimento nº 237337 | Informação Técnica nº 097/2024

Prezados técnicos, apresentamos o projeto básico de desassoreamento para a CGH Tamarana, situado no leito do Rio Apucarantina. Este projeto visa remover o excesso de sedimentos e vegetação acumulados próximo à tomada de água, restaurando o escoamento natural e garantindo a eficiência operacional da central geradora. Com base em levantamentos geotécnicos e ambientais, o plano propõe métodos que minimizam o impacto ambiental e atendem às normas vigentes. Solicitamos sua análise e aprovação para que o projeto possa avançar em conformidade com os princípios de sustentabilidade e preservação dos recursos naturais locais.

3 INTRODUÇÃO

O presente Projeto Básico de Desassoreamento tem como objetivo a remoção dos sedimentos acumulados no leito do rio adjacente à Central Geradora Hidrelétrica (CGH) Tamarana, localizada no município de Tamarana, Paraná. O assoreamento, resultado do transporte de sedimentos ao longo dos anos, comprometeu a capacidade de escoamento do rio, impactando diretamente a eficiência da central geradora. A deposição de materiais, aliada ao crescimento de vegetação sobre o assoreamento, obstrui parcialmente o canal de fluxo, afetando a dinâmica natural do rio e, conseqüentemente, a geração de energia.

Do ponto de vista ambiental, o projeto foi concebido para respeitar a integridade ecológica da região. O rio desempenha um papel crucial como habitat para diversas espécies de fauna e flora, além de ser um importante recurso hídrico local. Levantamentos detalhados das características ambientais da área foram realizados, com o intuito de minimizar os impactos sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres adjacentes. A vegetação presente sobre o assoreamento será manejada com técnicas de remoção controlada, priorizando a preservação das espécies nativas de valor ecológico.

O planejamento inclui, ainda, medidas de mitigação para compensar os potenciais impactos ambientais decorrentes da dragagem. O monitoramento contínuo da qualidade da água, do solo e das condições ecológicas será realizado durante a execução do projeto, garantindo que o processo ocorra de forma responsável e em conformidade com as normativas ambientais vigentes. Assim, o projeto busca equilibrar as necessidades operacionais da CGH Tamarana com a preservação e recuperação ambiental, assegurando que a intervenção contribua para a sustentabilidade do empreendimento e para a conservação dos recursos naturais locais.

4 OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

4.1 Objetivo Geral

Restauração do leito natural da margem direita do Rio Apucarantina e recuperação da capacidade de fluxo para adução de água.

4.2 Justificativa

O assoreamento, causado pela deposição de sedimentos ao longo dos anos, reduziu a capacidade de escoamento do rio, impactando diretamente a eficiência da central geradora. Além do acúmulo de materiais, a vegetação emergente sobre o sedimento obstrui o canal de fluxo, prejudicando a operação da CGH.

5 ÁREA DE ESTUDO E ÁREA DE INTERVENÇÃO

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O empreendimento está situado na Fazenda Apucarantina, às margens do Rio Apucarantina, a uma distância de x km do município de Tamarana – PR (Figura 1).

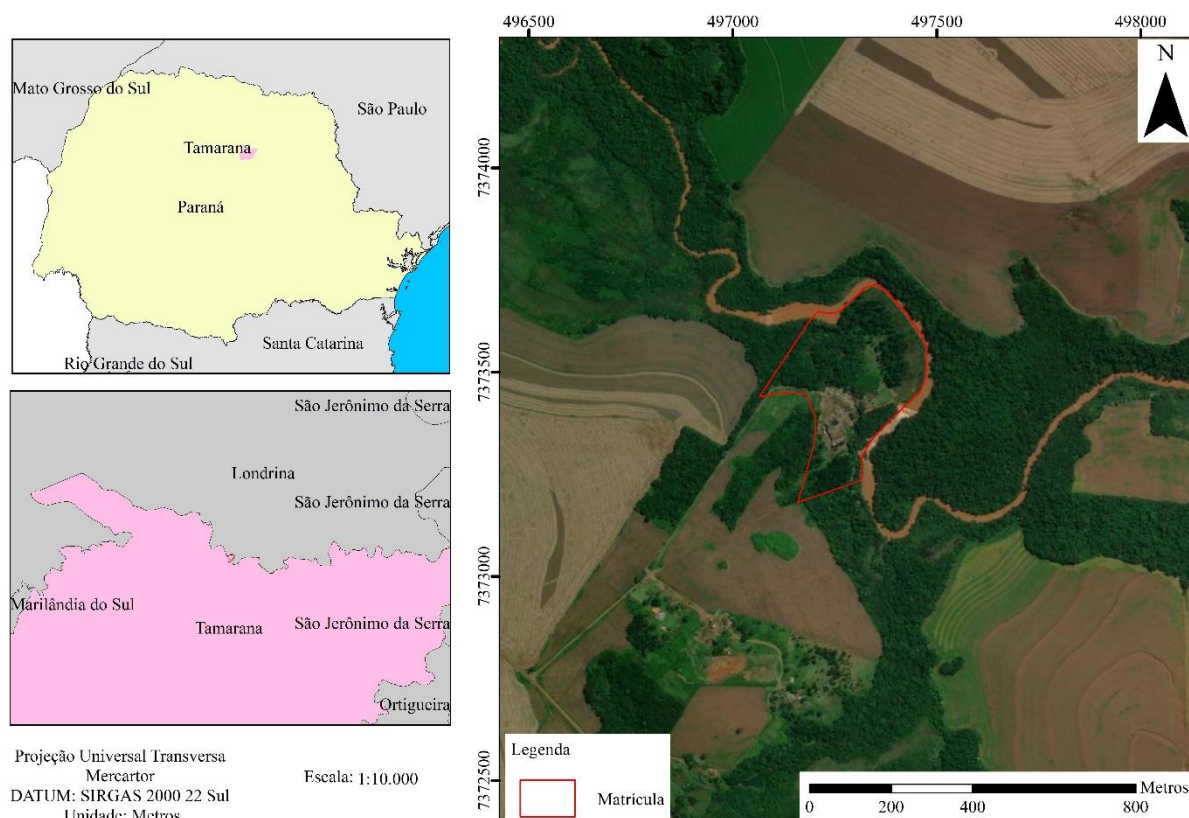


Figura 1: Localização da área de estudo.

5.2 Área de Intervenção

A área de intervenção está localizada na margem direita do Rio Apucarantina, próxima à tomada de água das antigas estruturas já consolidadas existentes na área do empreendimento. Serão dessassoreadas duas áreas nas estruturas consolidadas da CGH Tamarana (ver Figura 2). A Área 1 é definida pelos vértices V1 a V16, abrangendo uma área aproximada de 1.543 m² e um perímetro de 188,4 m. Por sua vez, a Área 2 é delimitada pelos vértices V17 a V20, com uma área aproximada de 445 m² e um perímetro de 161 m.

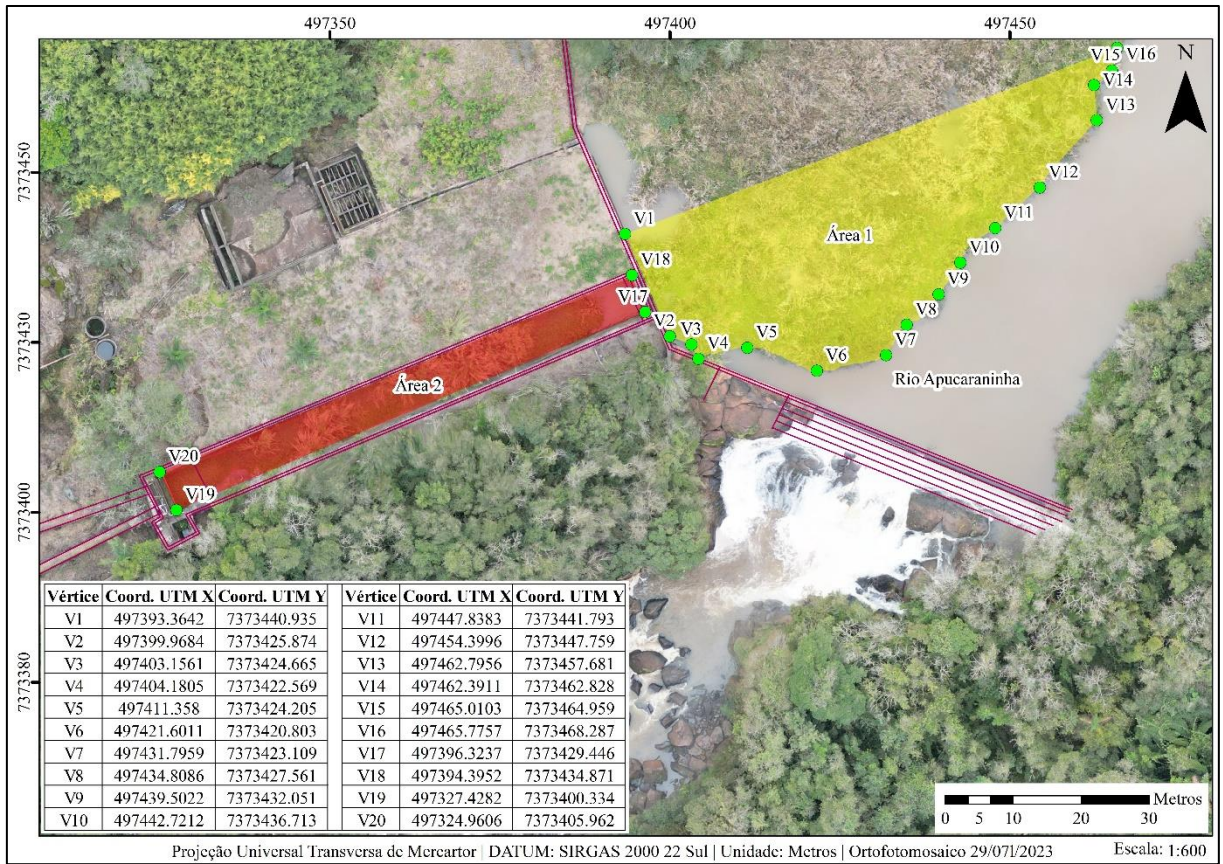


Figura 2: Área de intervenção onde será realizado o desassoreamento das áreas 1 e 2 das estruturas existentes e consolidadas da CGH Tamarana na margem direita do Rio Apucarantina.



Figura 3: Vista aérea com área de intervenção onde será realizado o desassoreamento das áreas 1 e 2.

5.2.1 Area 1

A área 1 abrange uma seção do Rio Apucarantina, onde se encontram sedimentos e vegetação (ver Figura 4 A e B). A vegetação é composta por indivíduos de pequeno porte, com altura de até 1,5 metros, fixados no sedimento local (Figura 4C e D). Esta área está localizada próxima ao canal de aproximação e à tomada d'água das estruturas consolidadas da CGH (Figura 4E e F). Nessa região, será necessário realizar o direcionamento do fluxo hidráulico para as grades do circuito, o que torna imprescindível o desassoreamento dos sedimentos acumulados e a remoção da vegetação presente.



Figura 4: Area 1 onde será realizado o desassoreamento.

A remoção dos sedimentos e da vegetação presentes na Área 1 é fundamental para assegurar o bom funcionamento do circuito hidráulico da CGH. O acúmulo de sedimentos pode obstruir o fluxo natural da água, diminuindo a eficiência do sistema de captação e impactando o desempenho das estruturas de geração de energia. Além disso, a vegetação enraizada nos sedimentos tende a agravar o processo de assoreamento, acelerando o acúmulo de material no leito do rio e criando barreiras que desviam ou reduzem o volume de água direcionado ao canal de aproximação. A presença de obstruções no fluxo pode resultar em

sobrecarga nas grades de filtragem e comprometer a tomada d'água, o que pode levar à redução da eficiência energética e ao aumento da necessidade de manutenções não programadas.

5.2.2 Área 2

Área 2 abrange o canal do circuito hidráulico existente (Figura 5 A e B), onde a água, após passar pelas grades, percorre aproximadamente 75,12 metros até chegar nas estruturas existentes e consolidadas das grades finas.



Figura 5: Área 2 onde será realizado o desassoreamento.

5.3 Caracterização da Vegetação

Nas áreas 1 e 2, estão presentes as seguintes espécies: capim-angola (*Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q.Nguyen), capim-elefante (*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone), grama-seda (*Paspalum repens* P.J.Bergius), junco (*Cyperus imbricatus* Retz), capim-bangu (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) e capim-arroz (*Leersia hexandra* Sw). Essas espécies configuram-se como gramíneas e ciperáceas, desempenhando papéis importantes nos

ecossistemas aquáticos e úmidos. Elas se destacam por sua capacidade de adaptação a condições de solo saturado, proporcionando cobertura vegetal em áreas alagadas, como margens de rios, lagoas e pântanos.

Em termos de ocorrência, essas espécies são frequentemente encontradas em regiões tropicais e subtropicais, sendo particularmente comuns em países da América do Sul, onde o clima e as condições de solo favorecem seu crescimento. Por exemplo, o capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) é amplamente cultivado em pastagens devido à sua alta produtividade e valor forrageiro, enquanto o capim-arroz (*Leersia hexandra*) se adapta bem a áreas inundadas. O capim-bangu (*Hymenachne amplexicaulis*) é valorizado por sua resistência e capacidade de se estabelecer em solos úmidos, servindo como fonte de alimento para herbívoros.

Embora muitas dessas gramíneas e ciperáceas sejam benéficas para o controle da erosão e como forragem, algumas podem se tornar invasoras em determinados ecossistemas. Por exemplo, a grama-seda (*Paspalum repens*) pode rapidamente colonizar áreas úmidas, alterando o habitat e competindo com espécies nativas.

5.4 Caracterização do Sedimento

Para a caracterização do material, foram acessadas as áreas utilizando um trado manual para sedimentos. Foram coletadas 2 amostras de sedimento na Área 1 e 2 amostras na Área 2 (Ver Figura 6).

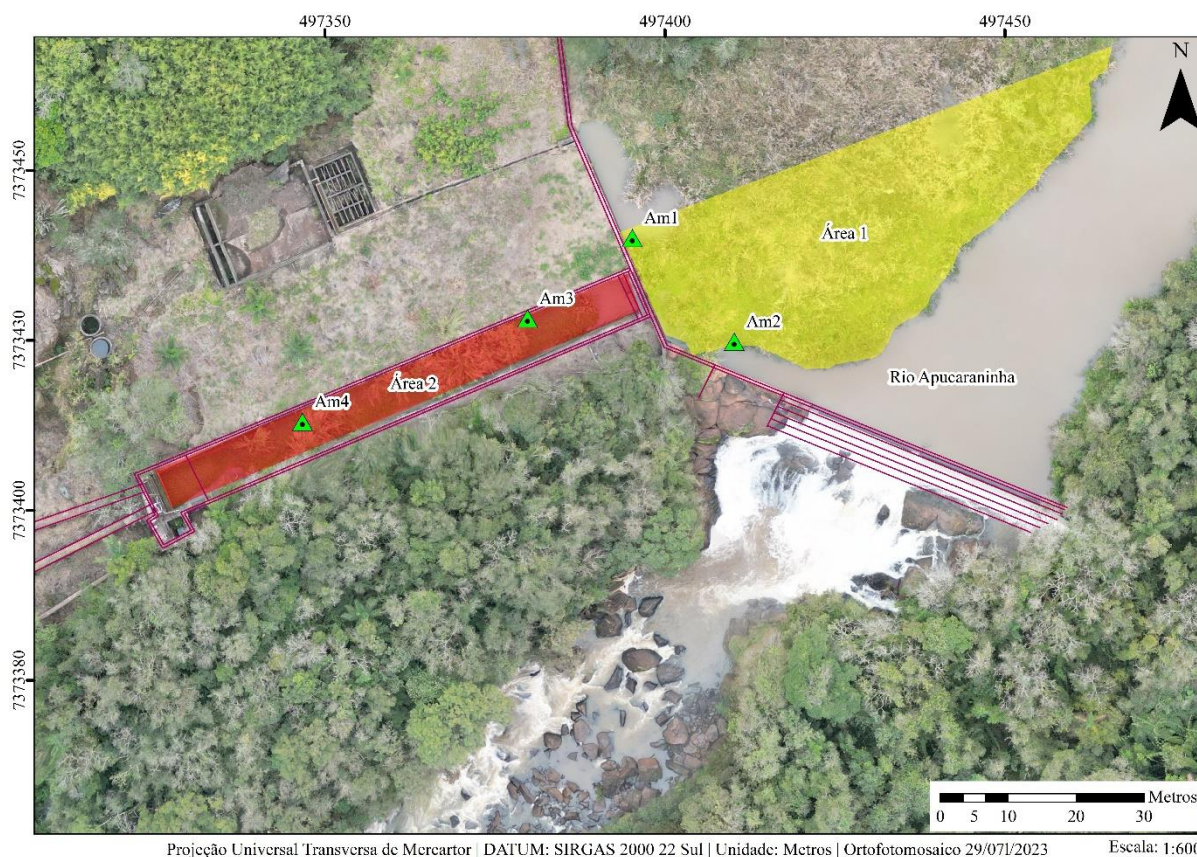


Figura 6: Localização das amostras de sedimentos nas áreas 1 e 2.

Foi utilizado um trado manual com coletor tipo caneca, conforme ilustrado nas Figuras A e B, para coletar amostras de sedimento nas áreas 1 (Figura C) e na área 2 (E). Os materiais foram armazenados em sacolas plásticas devidamente identificadas e enviados para um laboratório de solos para análise de granulometria. A análise granulométrica seguiu rigorosamente os procedimentos da NBR 7181, que estabelece os métodos de análise de granulometria por peneiramento.



Figura 7: Amostragem com trado de caneco nas áreas 1 e 2. Amostras foram coletadas, identificadas e enviadas para laboratório.

5.4.1 Resultados de Análise

Os resultados das amostras encontram-se nos Quadros abaixo, sendo respectivamente as amostras Am1, Am2, Am3 e Am4. A análise granulométrica da amostra Am1 realizada revelou que o material é composto principalmente por areia, com uma quantidade significativa de silte e uma pequena quantidade de argila. A distribuição das partículas do

material foi classificada em diferentes faixas de tamanho, com base na abertura das peneiras utilizadas. As partículas maiores que 4,75 mm (Cascalho Fino) são encontradas em menor proporção, enquanto as menores que 0,020 mm (Argila) também estão presentes, embora em quantidades reduzidas.

Quadro 1: Resultado da análise granulométrica da Amostra Am1.

Classificação do Material	Abertura (mm)	Malha	Frequência Simples (%)	Frequência Acumulada Retida (%)	Frequência Acumulada Passante (%)
Cascalho Fino	4,750	#4	0,78	0,78	99,22
Areia Muito Grossa	2,000	#10	0,54	1,32	98,68
Areia Grossa	1,180	#16	0,51	1,83	98,17
Areia Média	0,600	#30	1,47	3,30	96,70
Areia Fina	0,300	#50	2,13	5,43	94,57
Areia Muito Fina	0,150	#100	5,16	10,59	89,41
Silte Grosso	0,075	#200	9,83	20,43	79,57
Silte Médio	0,053	#270	2,74	23,17	76,83
Silte Fino	0,038	#400	3,00	26,17	73,83
Silte Muito Fino	0,025	#500	2,56	28,73	71,27
Argila	0,020	#635	1,36	30,08	69,92
-	<0,020	Passante	0,00	30,08	69,92

O material analisado é predominantemente composto por areia e silte, com uma quantidade menor de cascalho e argila. O conteúdo de areia (média, fina e muito fina) é bastante expressivo, totalizando cerca de 11,7% do material. A presença de finos, como silte e argila, é visível, representando cerca de 13,8% do material. A maior parte do material, especialmente nas peneiras de maior diâmetro, é composta por areia média e fina. No entanto, a presença de silte pode indicar um material não totalmente ideal para algumas aplicações de construção, onde uma maior concentração de areia grossa e menor presença de silte e argila seria preferível.

A análise granulométrica Am2 revelou a distribuição das partículas em diferentes faixas de tamanho, com uma predominância de partículas finas. A amostra contém uma combinação de cascalho, areia e silte, com uma quantidade significativa de argila muito fina. A amostra apresenta uma distribuição significativa de areia muito fina (0,150 mm) e silte grosso (0,075 mm), que juntos representam uma porção considerável do material. Aproximadamente 20,30% do material retido na peneira de 0,075 mm, classificado como silte grosso e silte médio, caracteriza a parte mais fina da amostra.

Quadro 2: Resultado da análise granulométrica da Amostra Am2.

Abertura (mm)	Malha	Frequência Simples (%)	Frequência Acumulada Retida (%)	Frequência Acumulada Passante (%)	Classificação do Material
4750	#4	0,49	0,49	99,51	Cascalho Fino
2000	#10	1,47	1,96	98,04	Areia Muito Grossa
1180	#16	0,35	2,31	97,69	Areia Grossa
0,600	#30	0,79	3,09	96,91	Areia Média
0,300	#50	1,34	4,43	95,57	Areia Fina
0,150	#100	6,67	11,10	88,90	Areia Muito Fina
0,075	#200	10,30	21,41	78,59	Silte Grosso
0,053	#270	2,87	24,27	75,73	Silte Médio
0,038	#400	3,77	28,05	71,95	Silte Fino
0,025	#500	3,19	31,23	68,77	Silte Muito Fino
0,020	#635	1,51	32,74	67,26	Argila
<0,020	Passante	0,00	32,74	67,26	-

A presença de areia muito fina (6,67% retido na peneira de 0,150 mm) também é expressiva. Além disso, a fração de argila (1,51% retida na peneira de 0,020 mm) é moderada, o que sugere que a amostra possui uma quantidade significativa de partículas que podem ser classificadas como finas, influenciando a textura do material.

A amostra Am3 contém uma grande quantidade de partículas finas e areias em diversas classificações. A fração de areia muito fina (retenção na peneira de 0,150 mm) é de 21,03%, a maior entre as frações, seguida pelo silte grosso (6,87%) e uma significativa

quantidade de areia fina (8,49%) retida nas peneiras de 0,300 mm. De modo geral, a amostra tem menos partículas grossas (como o cascalho fino e areia muito grossa) e uma predominância de partículas médias e finas.

Quadro 3: Resultado da análise granulométrica da Amostra Am3.

Abertura (mm)	Malha	Frequência Simples (%)	Frequência Acumulada Retida (%)	Frequência Acumulada Passante (%)	Classificação do Material
4750	#4	0,10	0,10	99,90	Cascalho Fino
2000	#10	0,20	0,30	99,70	Areia Muito Grossa
1180	#16	0,37	0,66	99,34	Areia Grossa
0,600	#30	2,29	2,96	97,04	Areia Média
0,300	#50	8,49	11,44	88,56	Areia Fina
0,150	#100	21,03	32,47	67,53	Areia Muito Fina
0,075	#200	6,87	39,34	60,66	Silte Grosso
0,053	#270	0,75	40,09	59,91	Silte Médio
0,038	#400	1,50	41,59	58,41	Silte Fino
0,025	#500	1,49	43,08	56,92	Silte Muito Fino
0,020	#635	1,60	44,68	55,32	Argila
<0,020	Passante	0,00	44,68	55,32	-

A amostra tem um alto conteúdo de finos, especialmente nas faixas de areia fina, silte e argila. Esse tipo de material tende a ser menos adequado para aplicações que exigem alta resistência ou capacidade de drenagem, como no caso de concretos estruturais.

A amostra Am4 contém um conteúdo baixo de partículas grossas, com apenas 0,80% de areia muito grossa e 0,00% de cascalho fino, indicando que a maior parte do material é composta por partículas finas e médias. Aproximadamente 3,05% da amostra é formada por areia muito fina (0,150 mm), enquanto silte grosso (0,075 mm) e silte médio (0,053 mm) somam juntos cerca de 2,23%. No total, as partículas mais finas (silte e argila) compõem uma parte significativa da amostra.

Quadro 4: Resultado da análise granulométrica da Amostra Am4.

Abertura (mm)	Malha	Frequência Simples (%)	Frequência Acumulada Retida (%)	Frequência Acumulada Passante (%)	Classificação do Material
4750	#4	0,00	0,00	100,00	Cascalho Fino
2000	#10	0,80	0,80	99,20	Areia Muito Grossa
1180	#16	0,30	1,10	98,90	Areia Grossa
0,600	#30	0,66	1,76	98,24	Areia Média
0,300	#50	0,71	2,48	97,52	Areia Fina
0,150	#100	0,57	3,05	96,95	Areia Muito Fina
0,075	#200	1,28	4,33	95,67	Silte Grosso
0,053	#270	0,95	5,29	94,71	Silte Médio
0,038	#400	1,64	6,93	93,07	Silte Fino
0,025	#500	1,93	8,86	91,14	Silte Muito Fino
0,020	#635	1,49	10,35	89,65	Argila
<0,020	Passante	0,00	10,35	89,65	-

5.4.2 Frequência Simples

A análise da frequência simples das amostras 1 a 4 (ver Figura 8) revela informações cruciais sobre a distribuição do tamanho das partículas nas diferentes frações do material. Para a Amostra 1, a frequência simples mostra uma predominância de partículas finas, especialmente nas frações de silte grosso, silte médio e argila, com destaque para as partículas menores que 0,020 mm. A maior concentração de material está na faixa de silte muito fino (0,020 mm), que representa cerca de 1,49%. Em contraste, as partículas mais grossas como areia muito grossa e cascalho fino aparecem em quantidades muito baixas, indicando que a amostra é composta majoritariamente por materiais finos e médios.

Já na Amostra 2, a distribuição das partículas é mais equilibrada, com uma presença significativa de partículas médias e finas. A areia muito fina (0,150 mm) e o silte grosso (0,075 mm) são os componentes mais expressivos, com 6,67% e 10,30%, respectivamente. O conteúdo de partículas finas domina a amostra, especialmente as partículas passantes nas malhas de #200 e #270. Comparando com as outras amostras, a Amostra 3 apresenta uma

tendência ainda mais forte para a presença de partículas finas, com 21,03% de areia muito fina (0,150 mm) e uma grande quantidade de silte grosso. O que se destaca nessa amostra é a quantidade muito pequena de partículas maiores, com menos de 0,10% nas frações de cascalho fino e areia muito grossa. Já a Amostra 4 mostra uma distribuição predominantemente fina, com uma presença quase nula de partículas maiores, como cascalho fino, que tem apenas 0,00% de frequência simples. As frações de silte muito fino e argila aparecem em maior concentração, indicando uma amostra rica em materiais finos, com destaque para o silte grosso (1,28%) e a argila (1,49%), o que caracteriza uma amostra composta majoritariamente por materiais de baixa granulometria.

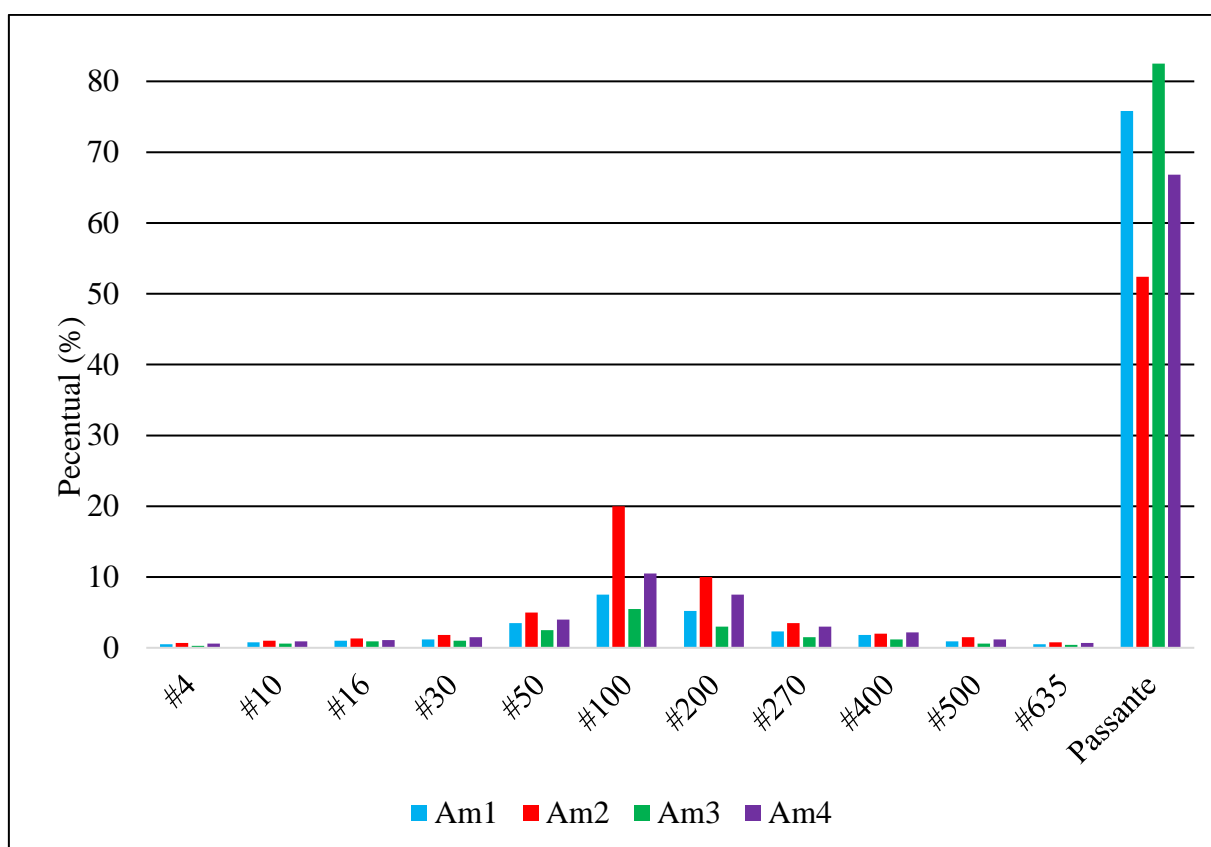


Figura 8: Gráfico de frequência simples das amostras analisadas.

A Amostra 3 apresenta uma distribuição mais acentuada de partículas finas, com uma grande concentração de silte e argila, especialmente nas frações de areia muito fina (0,150 mm), silte grosso (0,075 mm) e silte médio (0,053 mm). A fração de areia muito fina é a mais significativa, com 21,03%, seguida por silte grosso, que representa 6,87%. A presença de partículas maiores, como areia grossa e areia média, é mínima, com apenas 0,37% e 2,29%,

respectivamente. Isso sugere que a amostra é composta em grande parte por materiais finos. A análise indica que a amostra contém uma quantidade muito pequena de material grosso, com apenas 0,10% de cascalho fino, o que faz dela uma amostra predominantemente composta por silte e areia fina, com baixo impacto na drenagem e na resistência mecânica.

Já a Amostra 4 apresenta uma frequência simples que segue uma tendência semelhante de domínio das partículas finas. O material de maior concentração é o silte grosso (0,075 mm), com 1,28%, seguido de silte médio e silte fino, que compõem 0,95% e 1,64%, respectivamente. A fração de areia muito fina (0,150 mm) também está bem representada, com 0,57%, enquanto as partículas mais grossas, como cascalho fino e areia grossa, aparecem em quantidades muito pequenas (0,00% e 0,30%, respectivamente). Isso confirma que a Amostra 4 tem uma granulometria muito fina, com uma predominância de silte e argila, o que é característico de materiais menos adequados para aplicações de pavimentação e construção estrutural, mas pode ser utilizado em misturas finas ou argamassas. A pequena quantidade de areia muito grossa e cascalho fino indica que a amostra não contém material grosseiro em quantidade relevante.

5.4.3 Frequência Acumulada de Material Retido

A frequência acumulada retida na Am1 aumenta de forma gradual conforme o tamanho das partículas diminui (ver Figura 9) . Começando com 0,78% de material retido na malha de 4,750 mm (#4), a distribuição mostra um aumento mais acentuado nas malhas de partículas finas, chegando a 30,08% de material retido na malha de 0,020 mm (#635) e na fração passante ($<0,020$ mm). Na Am2 observa-se o mesmo, com um acréscimo maior nas partículas menores, alcançando 32,74% na malha de 0,020 mm (#635). A amostra tem um aumento maior em comparação com a Am1 devido ao maior percentual de material retido nas frações mais finas.

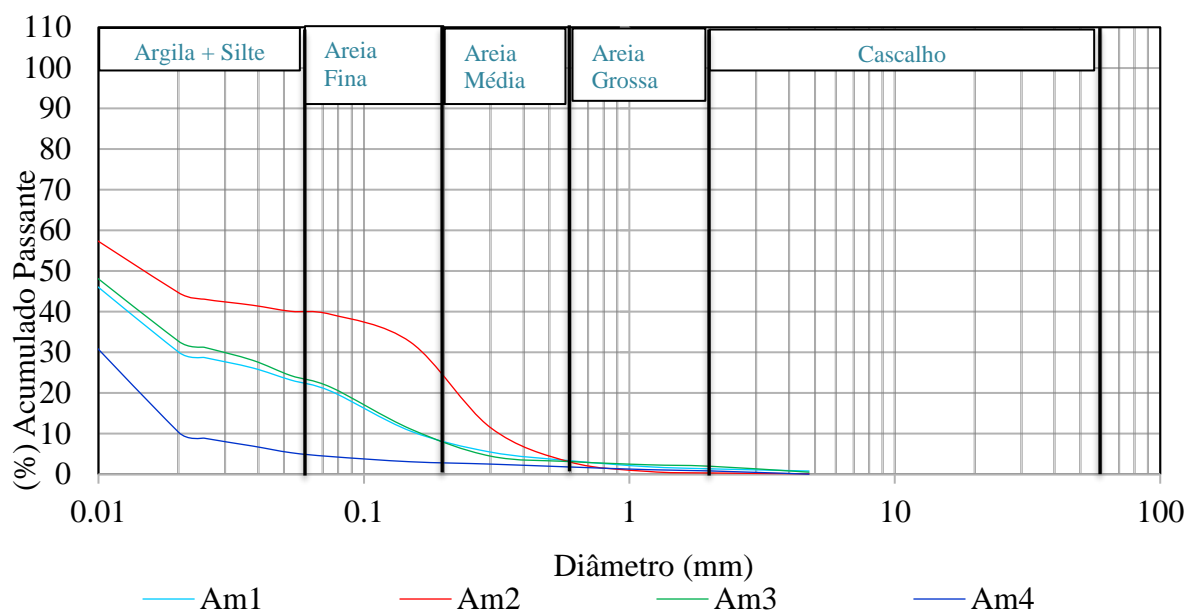


Figura 9: Gráfico de frequência acumulada de material retido das amostras am1, am2, am3 e am4.

A Am3 apresenta uma distribuição mais ampla de material retido, com um pico notável entre as frações finas, alcançando 44,68% de material retido na malha de 0,020 mm. Essa característica pode indicar uma maior presença de partículas finas ou uma amostra mais argilosa. Por fim a frequência acumulada retida na am4 aumenta de forma mais lenta, começando em 0,00% e atingindo 10,35% na malha passante. Este perfil sugere uma predominância de partículas mais grosseiras e uma quantidade significativamente menor de material nas frações finas.

Em amostras com uma baixa frequência acumulada de material retido nas malhas finas (como a Amostra 1), pode-se inferir que há mais partículas grosseiras, como cascalho e areia grossa. Amostras com uma frequência acumulada retida maior nas malhas finas (como a Amostra 3) indicam uma maior proporção de partículas finas, como silte e argila.

5.4.4 Frequência Acumulada de Material Passante

A análise das frequências acumuladas de material retido e passante nas amostras revelou uma significativa variação nas distribuições granulométricas, refletindo a diversidade dos materiais estudados. Nas amostras, observamos que as partículas maiores, como o cascalho fino e a areia muito grossa, foram retidas nas malhas maiores, com os maiores

percentuais de material retido concentrados nas aberturas mais largas, como as malhas #4 e #10. Esse comportamento é esperado, pois partículas maiores têm menor capacidade de passagem pelas malhas. A Amostra 1, por exemplo, mostrou uma maior quantidade de material retido nas malhas mais largas e uma distribuição mais gradual para as partículas menores, indicando uma mistura de grãos de diferentes tamanhos, com maior concentração nas frações médias e finas.

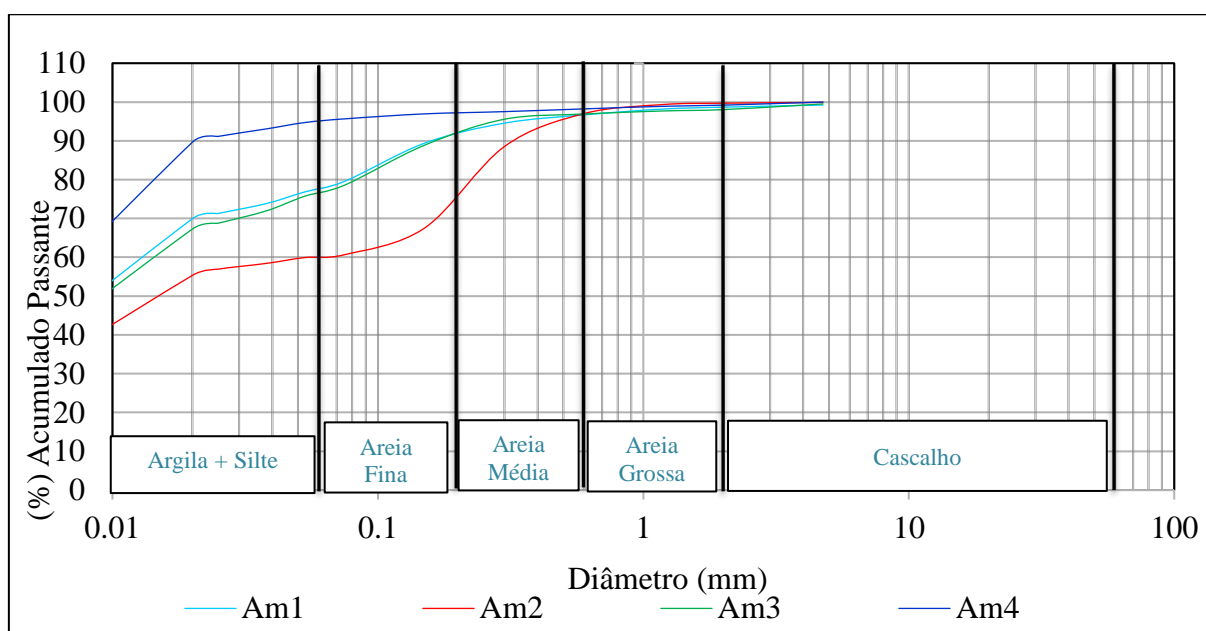


Figura 10: Gráfico de frequência acumulada de material passante das amostras am1, am2, am3 e am4.

Além disso, as amostras 2, 3 e 4 apresentaram características que indicam uma maior concentração de material nas frações finas, como silte e argila. A Amostra 3, por exemplo, evidenciou um aumento considerável na frequência acumulada passante em faixas de partículas menores, atingindo 44,68% de material passante na fração abaixo de 0,020 mm. Isso sugere que essa amostra contém uma quantidade significativa de partículas muito finas, com possíveis implicações em sua compactabilidade e permeabilidade, uma vez que materiais mais finos tendem a apresentar menor capacidade de drenagem e maior compactação.

Em contraste, a Amostra 4 apresentou um perfil mais suave de distribuição, com a curva de frequência acumulada passante mais gradual. Isso pode indicar uma predominância de partículas de tamanhos maiores, como areia grossa e média, com menos material nas frações finas. Esse comportamento é típico de solos ou materiais com maior porosidade e

capacidade de drenagem, sendo mais adequado para aplicações onde a permeabilidade é um fator crítico. Além disso, a presença de mais partículas maiores pode afetar a compactação do solo, tornando-o menos susceptível a deformações em comparação com amostras com maior proporção de argilas.

5.5 Volumetria e Cubagem

5.5.1 Área 1

A Área 1 possui uma superfície de 1.543 m^2 , sem profundidade definida, uma vez que está ocupada por sedimentos e vegetação. A profundidade necessária para a operação e para garantir condições hidráulicas plenas é de 2 m. Assim, o volume de material a ser removido é o produto da área pela profundidade, ou seja, $1.543 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}$, totalizando 3.086 m^3 de material.

5.5.2 Área 2

A Área 2 compreende o canal de adução do empreendimento, já consolidado e existente. Este canal possui 75 m de comprimento e 6 m de largura (ver Figura 11). Sua profundidade é variável, sendo de 2,5 m (ver Figura 11) próxima às grades grossas, à direita da imagem no sentido do fluxo (direita – esquerda), e mantendo essa profundidade até o meio do canal. A partir desse ponto, a profundidade aumenta gradualmente, atingindo 4,5 m onde se encontram as grades finas.

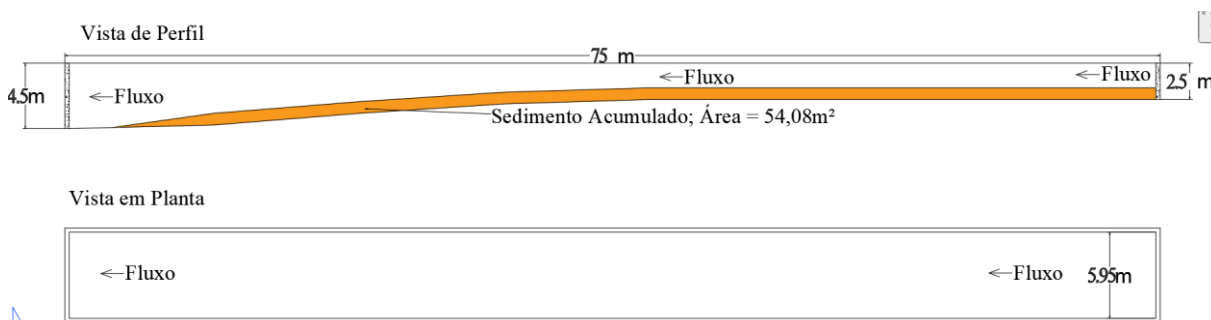


Figura 11: Desenho esquemático do canal de adução com o acúmulo de sedimento medido.

Foram realizadas medições a cada 10 m ao longo do canal de adução, com o objetivo de identificar o acúmulo de sedimentos e obter a volumetria. A área de sedimento acumulado ao longo do perfil do canal é de $54,08 \text{ m}^2$. Considerando que a largura útil do canal é de 6 m,

o volume de material a ser removido é calculado como $54,08 \text{ m}^2 \times 6 \text{ m} = 324,48 \text{ m}^3$. Assim, as áreas 1 e 2 totalizam juntas $3.410,48 \text{ m}^3$ de material a ser removido.

6 PLANO DE DESASSOREAMENTO

6.1 Método de remoção dos sedimentos

A remoção dos sedimentos será realizada por escavação mecanizada céu aberto, utilizando escavadeiras com braços de longo. Inicialmente, pretende-se utilizar 2 escavadeiras com braço alongado. Caminhões serão posicionados próximo da área do barramento para baldear o material até o bota-fora que será construído próximo da área de remoção dos sedimentos.

6.2 Equipamentos Utilizados

- 2 (duas) Escavadeiras hidráulicas com braço alongado com alcance entre 12 a 18 metros de alcance;
- 2 (dois) caminhões basculantes traçados 8x4 com capacidade para 40 toneladas.

6.3 Rota de Transito

Para a remoção dos resíduos da Área 1, será percorrida uma distância de 100 metros até o local de disposição final (bota-fora). Próximo ao barramento da Área 1 e no bota-fora, haverá um viradouro para que os caminhões possam realizar a manobra. A estrada utilizada será a já existente no local. Para a Área 2, a mesma rota será empregada, com um acréscimo de 75 metros à medida que os trabalhos avançarem.



Figura 12: Rota de Trânsito para caminhões durante o desassoreamento.

6.4 Bota-fora

6.4.1 Bacia de Deposição

O bota-fora está situado a aproximadamente 100 metros da área de remoção dos resíduos. Nesse local, será construída uma bacia de deposição de sedimentos com capacidade para receber 3.410,48 m³. O memorial de cálculo está a seguir:

6.4.1.1 Dados Básicos

Volume útil da bacia = volume escavado + margem de segurança (adotada em 10%)

$$\text{Volume útil} = 3410,48 + (3410,48 * 10\%) = 3.751\text{m}^3$$

Ângulos dos Taludes: 60°

Área limite para crista dos taludes: 1850m²;

Perímetro da área limite: 190m

Área da base da bacia: 1350m²

6.4.1.2 Volume dos Taludes

Se os taludes têm 60°, a largura do triângulo na base é dada por:

$$\text{base} = D \cdot \tan x (60^\circ) = 2,0 \cdot \sqrt{3} ; \text{base} = 3,46\text{m}$$

a área do triângulo para um lado é:

$$\text{Área} = 1/2 \times \text{base} \times \text{altura} = 1/2 \times 3,46 \times 2,0 \approx 3,46\text{m}^2$$

Como os taludes estão em todos lados da área, e considerando que o perímetro total é de 190 m, o volume total dos taludes é:

$$V_{\text{taludes}} = \text{Área} \times \text{comprimento} = 3,46\text{m}^2 \times 190\text{m} \approx 656,8\text{m}^3$$

6.4.1.3 Volume da Base

$$V_{\text{base}} = V_{\text{total}} - V_{\text{taludes}} = 3.751 - 656,8 \approx 3.094,2\text{m}^3$$

6.4.1.4 Profundidade da Base

$D = \text{Área da base} / V_{\text{base}} = 3094,2 / 1350 = 2,29\text{m}$; adota-se 2,3m.

Sendo assim a base da bacia deverá ter 1350m² com uma profundidade de 2,30m para garantir o volume de 3.751m³, conforme a Figura 13.

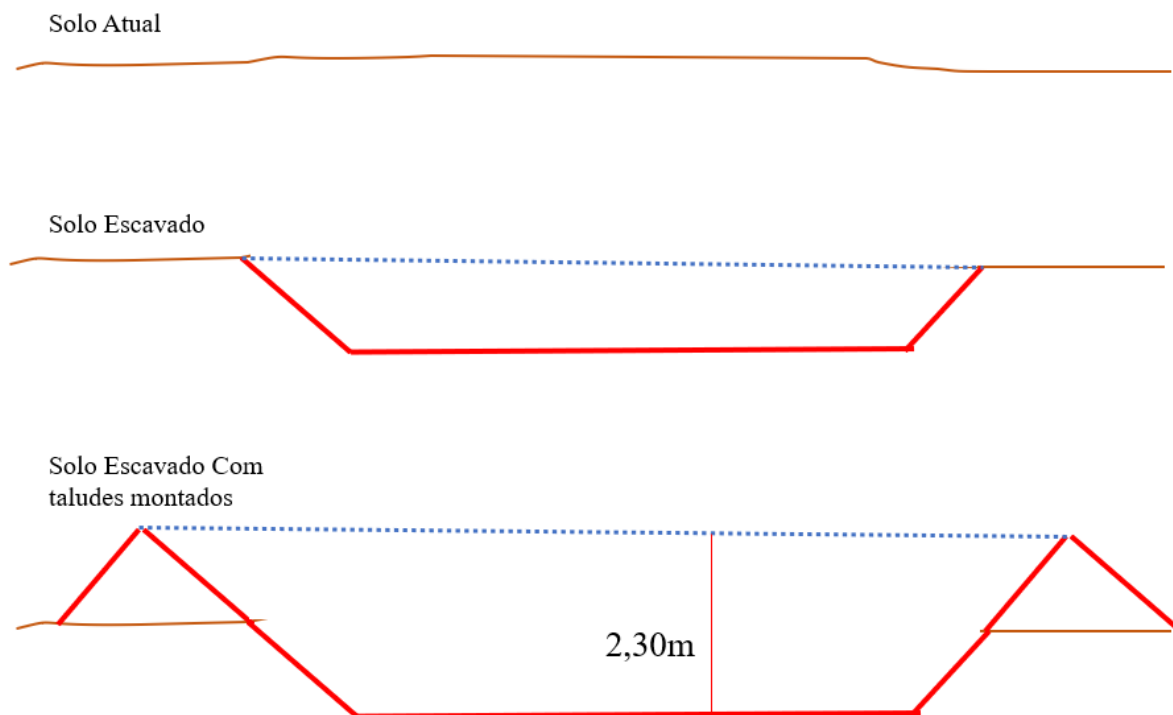


Figura 13: Croqui com esquema de escavação da bacia de deposição do material proveniente do desassoreamento.

A bacia de deposição é fundamental para a gestão de sedimentos, controlando o acúmulo que pode comprometer a eficiência de estruturas hidráulicas, como represas e canais. Além disso, sua presença contribui para a proteção ambiental ao minimizar a erosão e o assoreamento, ajudando a preservar ecossistemas aquáticos e terrestres adjacentes. Outra função importante da bacia é o armazenamento temporário de água, que regula o fluxo durante chuvas intensas e ajuda a prevenir possíveis transbordos.

6.4.2 Bacia de Sedimentação

6.4.2.1 Dados Básicos

Área da base da bacia: 10m² (5 x 2m);

Ângulo de inclinação dos taludes: 60°;

Tempo de Detenção Hidraulico: 8 horas;

Profundiade: 2 metros;

6.4.2.2 Cálculo da Área Superior

$$a = h \cdot \tan(60^\circ) = h \cdot 3 \quad a = 1,5m \cdot 3 \approx 2,6m$$

6.4.2.3 Cálculo da Área Total na Parte Superio

$$\text{Área superior} = (L+2a) \times (W+2a)$$

$$\text{Área superior} = (5+2 \cdot 2,6) \times (2+2 \cdot 2,6) \approx 73,44m^2$$

6.4.2.4 Volume Total com Taludes

$$V_{\text{total}} = \text{Área superior} \times \text{Profundidade total}$$

$$V_{\text{total}} = 73,44m^2 \times 1,5m \approx 110,16m^3$$

6.4.2.5 Capacidade diária da Bacia de Sedimentação

Tempo de detenção: 8h

$$\text{Capacidade de volume diário: } 110,16m^3 \cdot 3 (24/8) = 330,48 m^3$$

6.4.3 Inteligação da Bacia de Deposição e Sedimentação

Em uma cota negativa de 25cm abaixo da crista do talude deverá dispor de uma tubulação de 100mm para condução das águas para a bacia de sedimentação, conforme evidencia a Figura 14.

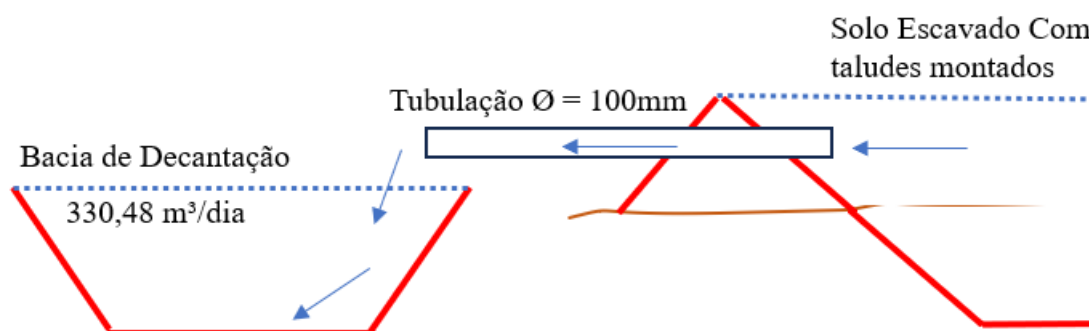


Figura 14: Esquema básico de conexão entre a bacia de deposição e bacia de decantação.

A instalação de uma bacia de sedimentação após uma bacia de deposição de material dessassoreado é fundamental para garantir a eficiência no controle de sedimentos em sistemas de tratamento e descarte de águas. Embora a bacia de deposição retenha o material dessassoreado mais grosso e pesado, ela não é capaz de remover as partículas mais finas que permanecem em suspensão na água. A bacia de sedimentação, portanto, atua como uma segunda etapa essencial, proporcionando tempo e condições para que essas partículas finas se depositem, resultando em uma água mais limpa para o descarte ou tratamento posterior.

Outro benefício importante é a redução da turbidez da água. O material suspenso que passa pela bacia de deposição pode causar elevada turbidez, o que afeta tanto a estética quanto a qualidade ecológica do corpo hídrico receptor. A bacia de sedimentação diminui essa turbidez, assegurando que a água liberada apresente uma aparência mais clara e um impacto ambiental reduzido, o que é particularmente importante em ambientes de preservação ambiental.

Além disso, a bacia de sedimentação protege sistemas de tratamento subsequentes e corpos receptores. A presença de partículas finas pode comprometer a eficiência dos sistemas de tratamento posteriores, causar desgaste em equipamentos e contribuir para o assoreamento dos corpos d'água receptores, prejudicando sua capacidade de suporte ecológico. Ao remover essas partículas antes que a água siga seu curso, evita-se danos e aumenta-se a durabilidade dos sistemas de tratamento.

7 CONCLUSÕES

O desassoreamento e a remoção da vegetação são fundamentais para assegurar a operação contínua e eficiente do sistema, garantindo o aproveitamento máximo da capacidade de geração da CGH. É essencial destacar que este projeto não apenas atende aos padrões técnicos e normativos exigidos, mas também foi planejado para garantir uma operação eficiente e ambientalmente correta. Os dimensionamentos, estudos de vazão e cálculos realizados asseguram que o sistema será capaz de suportar a demanda de escoamento e tratamento necessários, minimizando qualquer risco de sobrecarga ou falhas operacionais.

Os equipamentos e tecnologias propostos foram selecionados com base em critérios de durabilidade, eficiência e baixa necessidade de manutenção, fatores cruciais para uma operação contínua e econômica. Além disso, a metodologia aplicada segue rigorosamente as diretrizes estabelecidas pelas normas brasileiras, assegurando conformidade e segurança em todas as etapas do processo.

Portanto, ao investir nesse sistema, estamos não apenas garantindo a funcionalidade e o sucesso do projeto, mas também contribuindo para reduzir os impactos ambientais, uma vez que será capaz de operar com alta eficiência e baixo impacto ambiental. A implementação está plenamente dentro das melhores práticas, e o suporte técnico disponível permitirá eventuais ajustes ou melhorias futuras, garantindo uma operação tranquila e bem-sucedida.

O gerenciamento da vegetação encontrada é crucial para equilibrar suas funções ecológicas e os possíveis impactos negativos que podem causar em ambientes naturais e agrícolas. A compreensão de suas características e interações com o meio ambiente é essencial para a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas.

8 ASSINATURA

Felippe Luiz Dalpiaz

Eng. Ambiental e Sanitarista

CREA 141592-6

9 ANEXOS

9.1 ART

9.2 RELATÓRIO GRANULOMÉTRICO DE LABORATÓRIO