



Desenvolvido por:



FUNDAÇÃO
renova

As Built Projeto Piloto de Recuperação das Lagoas Marginais

Abril/2024



As Built do Projeto Piloto de Recuperação das Lagoas Marginais
REVISÃO 03

RT-007_22567567_01

São Paulo / 2024



TE:	A - PRELIMINAR	C - PARA CONHECIMENTO	E - PARA CONSTRUÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO
TIPO DE EMIÇÃO	B - PARA APROVAÇÃO	D - PARA COTAÇÃO	F - CONFORME COMPRADO	H - CANCELADO

[illegible]

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	11
3 PROJETO PILOTO DE RECUPERAÇÃO.....	11
4 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS	19
5 ADERÊNCIA ENTRE PROJETO E OBRA.....	29
5.1 T09-GN-KM646 (2)	32
5.2 T09-GN-KM646 (4)	34
5.3 T09-GN-KM646 (5)	36
5.4 T09-GN-KM646 (6)	38
5.5 T09-GN-KM646 (8)	41
5.6 T09-GN-KM646 (10)	43
5.7 T09-GN-KM649 (6)	46
5.8 T09-GN-KM649 (7)	49
6 AVALIAÇÃO SOBRE ASPECTOS DE VIABILIDADE DAS INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO DAS LAGOAS MARGINAIS	52
6.1 INTERVENÇÕES EM PROPRIEDADES PRIVADAS	52
6.2 SUPRESSÃO VEGETAL.....	53
6.3 ACESSO DE ANIMAIS DE CRIAÇÃO NAS ÁREAS DAS LAGOAS RECUPERADAS	57
6.4 INVASÃO, FURTOS E DEPREDACÃO DE ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS	61
6.5 TRÁFEGO DE MAQUINÁRIO PESADO E EMISSÃO DE POEIRA	62



6.6 LICENCIAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE ÁREA DE MATERIAL EXCEDENTE – ADME	65
6.7 CRIAÇÃO DE AMBIENTES PARA ATIVIDADES DE GARIMPO	67
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Coordenadas e espessuras estimadas de rejeito depositado nas nove lagoas alvo do piloto de recuperação ambiental.	14
Tabela 2 - Resumo das informações relevantes para cada lagoa.	17
Tabela 3 - Quadro resumo dos critérios de projeto das lagoas	19
Tabela 4 – Responsabilidades e atividades desenvolvidas pelas empresas atuantes nas obras do Projeto Piloto de Recuperação das Lagoas.	19
Tabela 5 – Desenhos de As Built utilizados para cada estrutura verificada.	29
Tabela 6 - Aderência entre Projeto e Obra	30
Tabela 7 - Lagoa T09-GN-KM646 (2) - Aderência entre Projeto e Obra	32
Tabela 8 - Lagoa T09-GN-KM646 (4) - Aderência entre Projeto e Obra	35
Tabela 9 - Lagoa T09-GN-KM646 (5) - Aderência entre Projeto e Obra	37
Tabela 10 - Lagoa T09-GN-KM646 (6) - Aderência entre Projeto e Obra	39
Tabela 11 - Lagoa T09-GN-KM646 (8) - Aderência entre Projeto e Obra	41
Tabela 12 - Lagoa T09-GN-KM646 (10) - Aderência entre Projeto e Obra	44
Tabela 13 - Lagoa T09-GN-KM649 (6) - Aderência entre Projeto e Obra	47
Tabela 14 - Lagoa T09-GN-KM649 (7) - Aderência entre Projeto e Obra	50

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização das oito lagoas escopo do projeto executivo de recuperação.	13
Figura 2 - Escavação do material no interior das lagoas	23
Figura 3 - Carregamento dos caminhões para envio a área de secagem	23
Figura 4 - Disposição do material escavado nas áreas de secagem	24
Figura 5 - Material disposto nas áreas de secagem	24
Figura 6 - Tombamento do material disposto nas áreas de secagem	25
Figura 7 - Carregamento dos caminhões para envio a ADME	25
Figura 8 - Umectação das vias para minimizar a emissão de particulados	26
Figura 9 - Instalação de biomantas	26
Figura 10 - Instalação de bioretentores nos taludes das lagoas	27
Figura 11 - Desvio temporário dos tributários	27
Figura 12 - Instalação de paliçadas nos tributários para retenção de sedimento	28
Figura 13 - Recuperação de acesso	28
Figura 14 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (2) realizadas através de aerolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente	33
Figura 15 - Lagoa T09-GN-KM646 (2) após as obras	33
Figura 16 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (2) finalizada	34
Figura 17 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (4) realizadas através de aerolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente	35
Figura 18 - Lagoa T09-GN-KM646 (4) finalizada	36
Figura 19 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (5) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente	37

Figura 20 - Lagoa T09-GN-KM646 (5) finalizada.....	38
Figura 21 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (6) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.....	39
Figura 22 - Lagoa T09-GN-KM646 (6) finalizada.....	40
Figura 23 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (6) finalizada.....	40
Figura 24 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (8) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.....	41
Figura 25 - Lagoa T09-GN-KM646 (8) finalizada.....	42
Figura 26 - Lagoa T09-GN-KM646 (8) finalizada.....	42
Figura 27 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (8) finalizada.....	43
Figura 28 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (10) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.....	44
Figura 29 - Lagoa T09-GN-KM646 (10) finalizada.....	45
Figura 30 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (10) finalizada.....	46
Figura 31 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM649 (6) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.....	47
Figura 32 - Lagoa T09-GN-KM649 (6) finalizada.....	48
Figura 33 - Lagoa T09-GN-KM649 (6) finalizada.....	49
Figura 34 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM649 (7) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.....	50
Figura 35 - Lagoa T09-GN-KM649 (7) finalizada.....	51
Figura 36 - Área de secagem da Lagoa T09-GN-KM649 (7) finalizada.....	51
Figura 37 - Área das lagoas marginais com vegetação arbórea estabelecida (março de 2020) e após a supressão da vegetação e recuperação das lagoas (junho de 2023).	54
Figura 38 – Supressão da vegetação para escavação das lagoas marginais em área trabalhada pelo PG25.	54
Figura 39 – Pilha de material lenhoso suprimido na área da lagoa marginal a ser recuperada.	55
Figura 40 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, antes do rompimento da barragem de Fundão..	55
Figura 41 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, em maio de 2016, pós rompimento da barragem de Fundão.	56
Figura 42 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, vegetada e em processo de recuperação.	56
Figura 43 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, vegetada e em processo de recuperação.	56
Figura 44 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, com a vegetação das lagoas suprimida e as lagoas desassoreadas.....	57
Figura 45 - Animais de criação dentro da área das Lagoas T09-GN-KM649 (6) e T09-GN-KM649 (7).	58
Figura 46 - Animais de criação na área da lagoa Lagoas T09-GN-KM646 (10).....	59
Figura 47 - Animais de criação soltos na área das lagoas.	59
Figura 48 - Búfalos na área da lagoa (junho/2023).....	60
Figura 49 – Aspecto da lagoa T09-GN-KM656 (5) após pisoteio, possivelmente por búfalos.....	60
Figura 50 - Cerca danificada pelos animais na Lagoa T09-GN-KM646(4).....	61
Figura 51 - Cercas das lagoas marginais com os fios de arame cortados e mourões furtados.	62
Figura 52 - Boletins de ocorrência dos furtos de cercas das lagoas marginais e materiais da ADME.	62
Figura 53 - Figura 53 - Rotograma dos caminhões com rejeitos das lagoas marginais para a ADME.....	64
Figura 54 - Caminhões na área das lagoas marginais sendo carregados com rejeitos para transporte até a ADME (junho/2023).	64
Figura 55 - Caminhões sendo carregados com rejeitos para transporte até a ADME (junho/2023).	64



Figura 56 - Frota de caminhões transportando rejeitos das lagoas marginais para a ADME.....	65
Figura 57 - Área da ADME antes das intervenções.....	66
Figura 58 - Aplicação da geomembrana e distribuição das camadas de rejeitos e argila e compactação.	66
Figura 59 - ADME revegetada após a distribuição dos rejeitos, material argiloso e compactação.	67
Figura 60 - Atividade de garimpo nas proximidades das lagoas marginais desassoreadas.....	68

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório faz referência aos itens 6, 6.1 e 6.2 do Eixo Prioritário 1 da Ação Civil Pública nº 69758-61.2015.4.01.3400:

“Item 6. As empresas rés deverão finalizar os estudos e apresentar perante o Sistema CIF para fins de manifestação técnica, submetida a posterior deliberação judicial, todos os procedimentos necessários para a execução das seguintes etapas do Termo de Referência “Estudos complementares - Lagoas Marginais dos rios Gualaxo do Norte e Carmo”: (i) Caracterização ambiental; (ii) Seleção das lagoas e funções para projeto-piloto de recuperação; (iii) Elaboração do projeto conceitual de recuperação das lagoas; (iv) Elaboração do projeto executivo de recuperação das lagoas; (v) Cronograma preliminar de todo procedimento de intervenção/recuperação das lagoas selecionadas no projeto-piloto. Item 6.1. Aprovado o projeto executivo, as empresas rés deverão protocolar perante os órgãos ambientais competentes os pedidos de obtenção das correspondentes autorizações/licenças ambientais. Item 6.2. Obtidas as autorizações ambientais, as empresas rés deverão comprovar em juízo a contratação da empresa responsável pela execução do projeto executivo, disponibilizando, ainda, cronograma detalhado, escopo e locais para início da recuperação das lagoas.”

No período entre 2019 e 2021, a WSP foi responsável pela avaliação, seleção e elaboração do Projeto Piloto de Recuperação de 9 (nove) Lagoas Marginais afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, localizadas entre os trechos 6 a 11 do Plano de Manejo de Rejeitos, nos municípios de Mariana e Barra Longa, MG. O projeto foi apresentado e validado pela Fundação e protocolado junto aos órgãos em março de 2021.

Os estudos tiveram início com a avaliação de 119 lagoas marginais aos rios Gualaxo do Norte e Carmo impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana e Barra Longa. Cabe ressaltar que todas as lagoas identificadas eram de origem antrópica, associadas às atividades históricas de garimpo na região. Após a avaliação das 119 lagoas (onde foi verificada a conexão entre 2 lagoas, portanto 118 lagoas), foram selecionadas 44 lagoas elegíveis para o projeto piloto através de uma análise multicritério e, destas, foram selecionadas 9 (nove) lagoas para execução de projeto piloto de recuperação, 9 (nove) lagoas controle com características similares, impactadas e próximas às lagoas selecionadas, e 3 (três) lagoas-branco, não impactadas pela deposição de rejeitos e próximas das demais lagoas. Devido à falta de anuência por parte dos proprietários das áreas das lagoas T09-GN-KM626

(2) e T09-GN-KM627-1 (4) estas foram removidas do escopo do projeto e devidamente comunicadas à CT-GRSA através do ofício FR.2023.2293 ao qual a CT-GRSA respondeu através do Ofício FEAM/CT - GRSA nº. 45/2023 manifestando sua concordância. Assim, foram executadas obras em 8 lagoas, e passaram a ser também 8 lagoas de referência. Todas as 19 (dezenove) lagoas, 8 + 8 + 3, estão sendo monitoradas desde julho de 2023 e continuarão sendo monitoradas durante um período de 3 (três) anos. Além destas uma antiga lagoa de garimpo também foi adicionada ao programa de monitoramento.

O objetivo principal do projeto piloto de Recuperação das Lagoas é a avaliação da recuperação ambiental de lagoas marginais, de origem antrópica (garimpo) e, através do monitoramento ambiental, analisar os resultados a fim de avaliar o desenvolvimento da biodiversidade local. Essa avaliação subsidiará a análise dos órgãos reguladores quanto à necessidade, ou não, de ampliação das ações de intervenção para recuperação de outras lagoas.

O projeto conceitual apresentou as ações preliminares as quais foram detalhadas no projeto executivo e que foram executadas como projeto piloto de recuperação nas 8 (oito) lagoas marginais selecionadas e autorizadas, a fim de fornecer elementos para desenvolver a biodiversidade local. As ações consistem na escavação das lagoas até obter uma área próxima da área existente antes do rompimento da barragem, deposição e secagem do material escavado antes do envio para a área de disposição de material excedente, denominada de Área de Disposição de Material Excedente (ADME) do Márcio, implantação de dispositivos de drenagem para gestão das águas pluviais e controle do carreamento de sedimentos e demais serviços de bioengenharia.

As 9 (nove) lagoas que foram selecionadas para projeto piloto de recuperação estão localizadas no Trecho 09 do Plano de Manejo de Rejeitos (PMR), no rio Gualaxo do Norte, sendo 8 lagoas no início do Trecho 09 (antiga Área Prioritária 11, a montante de Ponte do Gama) e 1 lagoa no final do Trecho 09 (antiga Área Prioritária 05 em Paracatu de Baixo), que não teve autorização do proprietário. A nomenclatura das lagoas refere-se ao respectivo trecho do PMR, ao rio que se localiza e à distância em quilômetros da foz, portanto as lagoas selecionadas para projeto de recuperação foram:

- Lagoa T09-GN-KM646 (2) ;

- Lagoa T09-GN-KM646 (4) ;
- Lagoa T09-GN-KM646 (5) ;
- Lagoa T09-GN-KM646 (6) ;
- Lagoa T09-GN-KM646 (8) ;
- Lagoa T09-GN-KM646 (10) ;
- Lagoa T09-GN-KM649 (6) ;
- Lagoa T09-GN-KM649 (7) ; e
- ~~Lagoa T09-GN-KM626 (2)~~ – não executada por falta de anuência do proprietário.

Vale ressaltar que os levantamentos e investigações foram realizados nas 9 lagoas selecionadas para projeto piloto de recuperação, no entanto, na etapa de apresentação do projeto para o proprietário da área da Lagoa T09-GN-KM626 (2), o mesmo não concedeu a autorização para a Fundação Renova executar a obra de recuperação.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente documento visa apresentar o As Built (“como construído”) do Projeto Piloto de Recuperação das Lagoas Marginais.

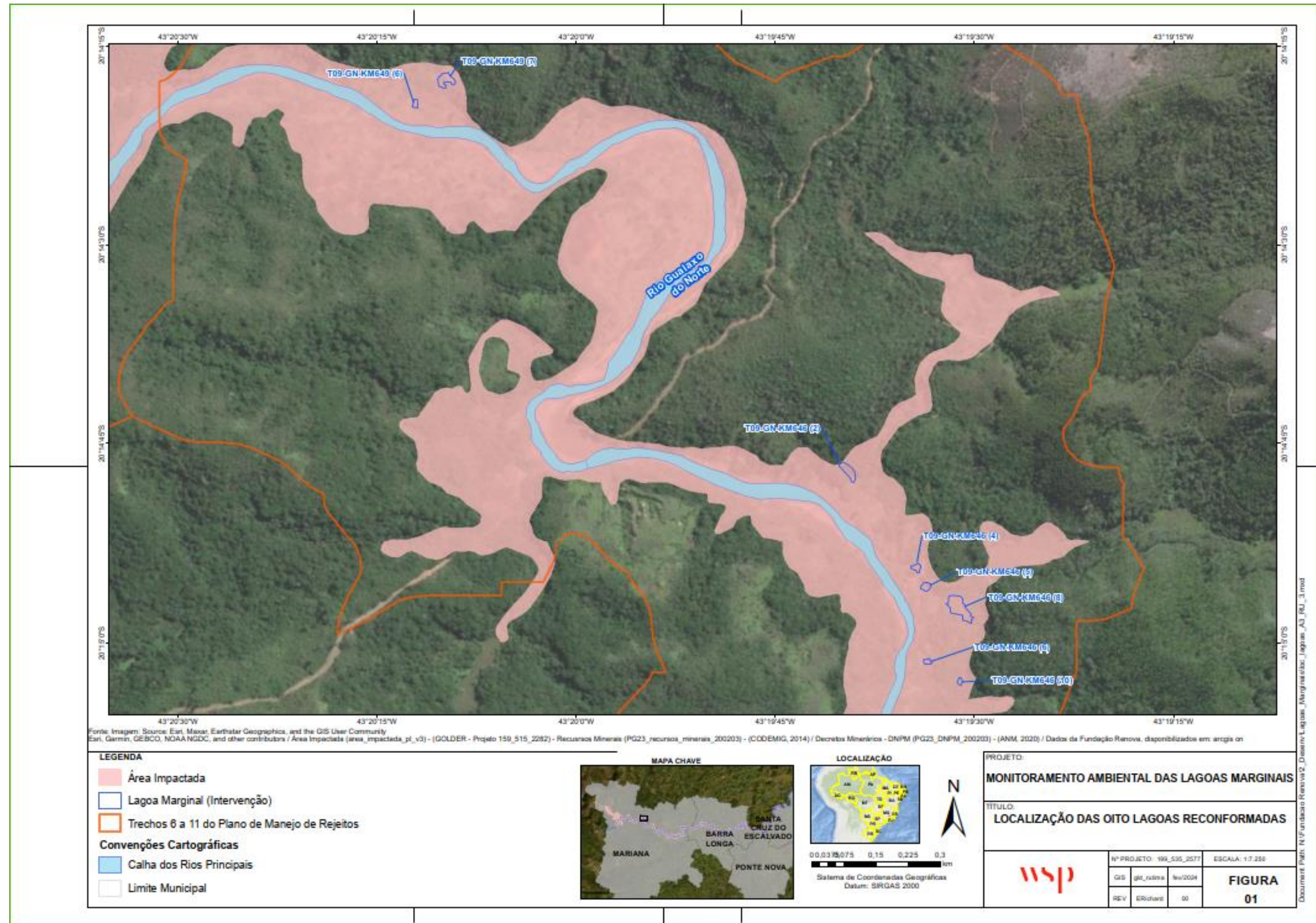
A fim de facilitar o entendimento do projeto é apresentada uma síntese dos projetos e do acompanhamento técnico das obras.

3 PROJETO PILOTO DE RECUPERAÇÃO

As lagoas escopo do presente projeto estão situadas na bacia do rio Gualaxo do Norte, município de Mariana (MG). As oito lagoas que sofreram intervenção situam-se em matriz florestal, no trecho correspondente ao terço superior da bacia do rio Gualaxo do Norte, entre as coordenadas

UTM N 7.761.428, E 673.583, à montante; e N 7.759.780, E 675.042, à jusante (zona 23), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Localização das oito lagoas escopo do projeto executivo de recuperação.



Em cada lagoa foram realizadas sondagens do tipo *Direct Push* com *liner* de 44 mm de diâmetro, para caracterização física do material. Especificamente para essa etapa de trabalho, foram utilizadas informações obtidas em 4 testemunhos de ensaios de sondagem complementares e 4 ensaios de sondagem à percussão em cada uma das 9 lagoas inicialmente propostas, visando obtenção de maior detalhamento relativo à camada de rejeito ali depositada e o seu nível d'água (NA).

As espessuras das camadas de rejeito depositadas nas lagoas foram estimadas a partir da descrição dos testemunhos de sondagem, na qual a camada de rejeito pôde, geralmente, ser identificada a partir da composição de silte arenoso muito fino, com porções saturadas e coloração alaranjada. As coordenadas de cada furo e as repetitivas espessuras estimadas estão apresentadas na **Tabela 1**, a seguir.

Tabela 1 - Coordenadas e espessuras estimadas de rejeito depositado nas nove lagoas alvo do piloto de recuperação ambiental.

Lagoa	Nome do furo	Coordenada UTM ⁽¹⁾		Espessura estimada da camada de rejeito depositada (m)
		Leste	Norte	
T09-GN-KM626 (2)	S01 ⁽²⁾	685072	7754409	2,6
	S02 ⁽²⁾	685084	7754424	3,3
	S03 ⁽²⁾	685108	7754441	3,7
	SPT-01	685075	7754393	2,0
	SPT-02	685090	7754423	2,0
	SPT-03	685105	7754433	3,5
	SPT-04	685106	7754446	2,0
	T01	685074	7754420	4,5
	T02	685077	7754415	4,2
	T03	685081	7754403	3,3
	T04	685095	7754431	2,2
	S01	674663	7760390	4,7
T09-GN-KM646 (2)	S02	674680	7760368	5,3
	S03	674697	7760346	2,0
	SPT-01	674675	7760381	3,3
	SPT-02	674690	7760363	5,8
	SPT-03	674706	7760347	3,5
	SPT-04	674682	7760339	4,0
	T01	674672	7760378	3,8
	T02	674689	7760376	3,4
	T03	674687	7760357	5,1
	T04	674675	7760365	3,8

Lagoa	Nome do furo	Coordenada UTM ⁽¹⁾		Espessura estimada da camada de rejeito depositada (m)
		Leste	Norte	
T09-GN-KM646 (4)	S01	674836	7760141	3,5
	S02	674827	7760142	3,5
	S03	674817	7760143	2,2
	SPT-01	674833	7760141	5,4
	SPT-02	674827	7760146	5,3
	SPT-03	674814	7760136	3,6
	SPT-04	674841	7760135	2,7
	T01	674833	7760153	2,5
	T02	674833	7760147	4,0
	T03	674834	7760136	4,0
	T04	674833	7760131	3,3
T09-GN-KM646 (5)	S01	674859	7760104	1,9
	S02	674849	7760099	4,1
	S03	674839	7760094	2,1
	SPT-01	674854	7760097	3,5
	SPT-02	674838	7760102	6,0
	SPT-03	674863	7760089	3,5
	SPT-04	674844	7760087	5,0
	T01	674846	7760106	1,3
	T02	674847	7760102	3,0
	T03	674851	7760093	3,5
	T04	674853	7760088	3,0
T09-GN-KM646 (6)	S01	674854	7759932	0,9
	S02	674852	7759925	2,8
	S03	674849	7759919	1,7
	SPT-01	674847	7759922	3,3
	SPT-02	674847	7759936	2,5
	SPT-03	674857	7759914	4,4
	SPT-04	674838	7759920	2,8
	T01	674860	7759921	2,2
	T02	674856	7759923	2,5
	T03	674847	7759926	2,3
	T04	674842	7759928	2,1
T09-GN-KM646 (8)	S01	674935	7760048	2,3
	S02	674926	7760042	4,7
	S03	674915	7760035	3,9
	SPT-01	674914	7760047	5,8
	SPT-02	674888	7760058	5,4
	SPT-03	674926	7760077	4,9
	SPT-04	674956	7760034	4,4

Lagoa	Nome do furo	Coordenada UTM ⁽¹⁾		Espessura estimada da camada de rejeito depositada (m)
		Leste	Norte	
T09-GN-KM646 (10)	T01	674900	7760076	3,0
	T02	674913	7760059	4,7
	T03	674937	7760027	6,9
	T04	674948	7760012	2,4
	S01	674928	7759879	1,6
	S02	674923	7759876	2,9
	S03	674917	7759874	4,3
	SPT-01	674924	7759881	1,8
	SPT-02	674915	7759880	1,0
	SPT-03	674931	7759869	3,0
	SPT-04	674917	7759866	5,0
	T01	674921	7759885	3,6
	T02	674922	7759880	3,7
	T03	674924	7759872	2,9
	T04	674925	7759868	2,8
T09-GN-KM649 (6)	S01	673749	7761229	2,5
	S02	673744	7761230	2,2
	S03	673739	7761230	2,3
	SPT-01	673741	7761225	1,1
	SPT-02	673738	7761237	2,1
	SPT-03	673751	7761233	1,0
	SPT-04	673754	7761214	1,0
	T01	673745	7761240	2,1
	T02	673745	7761235	2,7
	T03	673744	7761225	2,0
	T04	673744	7761220	2,1
T09-GN-KM649 (7)	S01	673794	7761282	2,4
	S02	673811	7761283	2,2
	S03	673828	7761285	5,7
	SPT-01	673810	7761291	-
	SPT-02	673814	7761268	0,6
	SPT-03	673791	7761276	-
	SPT-04	673824	7761294	6,0
	T01	673804	7761271	2,7
	T02	673802	7761288	2,5
	T03	673818	7761289	5,9
	T04	673828	7761278	2,3

Notas:

- (1) Sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator, fuso 23S e datum SIRGAS2000.
- (2) As sondagens S01, S02 e S03 foram realizadas em abril e maio de 2020.

Conforme referido no projeto conceitual (GOLDER 2021b), a área superficial das lagoas foi estimada com base em imagens de satélite tomadas antes do rompimento da barragem de Fundão (JACOBS CH2M, 2018). Devido à imprecisão associada a este tipo de levantamento, considerou-se a adequação pontual da área da lagoa frente às novas condições topográficas do relevo no entorno, buscando posicioná-las nas regiões de menor elevação, com pequenas alterações da área de entorno, sempre que possível. Em contrapartida e, concomitante à adequação geomorfológica, também buscou-se manter os projetos das lagoas o mais próximo possível ao polígono correspondente ao perímetro das lagoas, no cenário pré-rompimento.

O intervalo de espessura mínima e máxima da camada de rejeito depositado em cada lagoa foi determinado a partir da descrição dos quatro testemunhos tomados, e a presença de lâmina d'água corresponde à condição das lagoas no dia da coleta dos testemunhos (setembro/outubro de 2020, ao final da estação seca).

A conectividade hidrológica foi definida a partir dos resultados de modelagem hidráulica unidimensional, realizada para cheias do rio Gualaxo do Norte, associada às vazões de pico de 2, 5, 10 e 25 anos de tempo de retorno (TR), conforme apresentado em Golder (2021a). A partir da comparação do nível de água da cheia do rio, obtido nas simulações, e de informações sobre a elevação das bordas das lagoas, com base no levantamento topográfico disponível, determinou-se quais lagoas seriam atingidas por alguma vazão correspondente a um determinado TR.

Para melhor contextualização dos projetos executivos das lagoas alvo, a **Tabela 2** a seguir apresenta uma síntese de informações relevantes.

Tabela 2 - Resumo das informações relevantes para cada lagoa.

Lagoa	Matriz	Área (m ²) ⁽¹⁾	Intervalo de espessura da camada de rejeito depositada (m) ⁽²⁾	Profundidade NA nos SPTs (m)				Conectividade e hidrológica ⁽³⁾
				SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	
T09-GN-KM646 (2)	Florestal	838,51	2,0 a 5,8	5,0	2,6	3,6	3,5	> TR 25 anos
T09-GN-KM646 (4)	Florestal	283,66	2,5 a 5,4	-	-	1,5	1,6	> TR 25 anos
T09-GN-KM646 (5)	Florestal	312,92	1,9 a 6,0	-	-	2,5	-	> TR 25 anos
T09-GN-KM646 (6)	Florestal	183,41	0,9 a 4,4	2,8	1,5	-	1,5	> TR 25 anos
T09-GN-KM646 (8)	Florestal	1844,76	2,3 a 6,9	1,8	-	1,8	2,0	> TR 25 anos

T09-GN-KM646 (10)	Florestal	137,63	1,0 a 5,0	-	-	-	-	> TR 25 anos
T09-GN-KM649 (6)	Florestal	186,07	1,0 a 2,7	-	-	-	-	> TR 5 anos
T09-GN-KM649 (7)	Florestal	803,09	0,6 a 6,0	0,3	-	-	-	> TR 25 anos
T09-GN-KM626 (2)	Agrícola	482,55	2,6 a 3,7	0,12	-	-	-	> TR 25 anos

Notas:

- (1) área estimada com base em imagem de satélite antes do rompimento da barragem de Fundão (JACOBS CH2M, 2018);
 (2) espessura estimada de rejeito depositado no interior da lagoa a partir das sondagens;
 (3) A conectividade hidrológica foi definida a partir da modelagem hidráulica (ver GOLDER, 2021a) e indica o tempo de retorno mínimo da vazão no rio Gualaxo do Norte potencialmente capaz de atingir a lagoa.

As premissas e critérios de projeto adotados para a elaboração do projeto de recuperação das lagoas marginais são apresentados a seguir:

- Respeito aos limites originais das lagoas, em termos de área e de profundidade máxima;
- Aproveitamento de materiais naturais do local como substrato;
- Evitar o uso de geotêxteis dentro da lagoa e em seu entorno imediato;
- Evitar ou minimizar uso de enrocamentos;
- Evitar ao máximo alterações sobre a vegetação lenhosa quando da abertura de acessos, operação de maquinário e disposição de rejeitos;
- Dar prioridade aos processos naturais de regeneração da biota da lagoa (não introduzir plantas e/ou animais, deixando que isso ocorra naturalmente);
- Maximizar a extensão de áreas marginais rasas e com declives suaves;
- Prover contornos de fundo heterogêneos (ondulações, ranhuras), especialmente nas margens;
- Acomodação de rejeitos por espalhamento na planície, mantendo buffer de vegetação existente ao redor das lagoas para sua proteção;
- Evitar o uso de *topsoil* removido como substrato da lagoa ou sua disposição no entorno.

A Tabela 3 a seguir apresenta um resumo dos critérios de projeto para cada uma das lagoas que foram executadas.

Tabela 3 - Quadro resumo dos critérios de projeto das lagoas

Lagoa	Área superficial a ser escavada (m ²)	Inclinação dos taludes	Volume estimado a ser escavado (m ³)	Cota N.A. Mínimo (m)	Cota de fundo (m)
T09-GN-KM646 (2)	1.716	1,9H:1,0V a 3,5H:1,0V	2.895	582,5	582,0
T09-GN-KM646 (4)	569	2,0H:1,0V a 4,0H:1,0V	877	584,7	582,0
T09-GN-KM646 (5)	1.070	2,5H:1,0V a 4,0H:1,0V	1.404	584,7	583,3
T09-GN-KM646 (6)	500	2,5H:1,0V a 4,7H:1,0V	654	582,3	582,0
T09-GN-KM646 (8)	3.196	2,6H:1,0V a 5,0H:1,0V	6.058	584,8	582,0
T09-GN-KM646 (10)	458	2,0H:1,0V a 2,6H:1,0V	720	-	-
T09-GN-KM649 (6)	472	2,0H:1,0V a 2,1H:1,0V	723	-	-
T09-GN-KM649 (7)	1.216	2,0H:1,0V a 5,0H:1,0V	1.924	593,9	588,0

4 ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DE OBRAS

As obras do projeto piloto de recuperação das Lagoas Marginais da Fundação Renova começaram em julho de 2022, com a execução de 4 lagoas. Em março de 2023 tiveram início as obras das 5 lagoas restantes. As responsabilidades específicas de cada umas das partes envolvidas são resumidas na **Tabela 4** a seguir.

Tabela 4 – Responsabilidades e atividades desenvolvidas pelas empresas atuantes nas obras do Projeto Piloto de Recuperação das Lagoas.

EMPRESA	PAPEL	RESPONSABILIDADES
FUNDAÇÃO RENOVA	Responsável pela Reparação e Obra	Administração dos Contratos com as empreiteiras e com as empresas responsáveis por assegurar a qualidade da construção (Construtora Século XXI, MCA, Progen, WSP etc.).

EMPRESA	PAPEL	RESPONSABILIDADES
FUNDAÇÃO RENOVA Manejo de Rejeitos	Gerência responsável pelo Projeto de Recuperação	Administração dos Contratos com as empresas responsáveis pela elaboração do projeto e monitoramento ambiental para assegurar o desenvolvimento da biodiversidade (Progen, WSP etc.).
FUNDAÇÃO RENOVA Infraestrutura	Gerência responsável pelas obras	Administração dos Contratos com as empreiteiras e com as empresas responsáveis por assegurar a qualidade da construção (Construtora Século XXI, MCA etc.).
		Elaboração de estudos, projeto conceitual e executivo, acompanhamento técnico (consultoria para o Manejo) durante a obra e monitoramento.
WSP	Projetista, ATO e Monitoramento	Elaboração dos projetos, acompanhamento da execução e monitoramento ambiental das lagoas marginais.. O responsável pelo Acompanhamento Técnico da Obra (ATO) e Monitoramento será realizado pelo colaborador Rafael Salles.
CONSTRUTORA SÉCULO XXI	Empreiteira	Execução das obras de escavação, topografia, drenagem superficial, serviços de bioengenharia, carregamento e transporte do rejeito escavado para a ADME.
MCA	Fiscalização da Obra	Gestão de qualidade da obra, planejamento, medição e fiscalização da(s) empreiteira(s) subcontratada(s).
PROGEN	Fiscalização Manejo	Gestão de qualidade da recuperação, planejamento, medição e fiscalização da(s) empresa(s) subcontratada(s).

Ressalta-se que a responsabilidade primária pelo cumprimento do projeto e respectivas especificações foram da empresa executora, Construtora Século XXI, que realizou e coordenou as subcontratadas nas atividades desenvolvidas nas Lagoas Marginais.

A fiscalização presencial da qualidade dos materiais e da execução das obras é realizada pela Fundação Renova (proprietária da obra), a Fundação Renova também contrata a empresa projetista para realizar o Acompanhamento Técnico da Obra (ATO), cujo foco principal são os ajustes eventualmente necessários ao projeto e especificações durante a execução da obra.

As obras de recuperação das lagoas marginais consistiram nas seguintes etapas abaixo:

- Supressão vegetal, onde necessário e limpeza do terreno na área de intervenção (lagoas, área de secagem e acessos);
- Acerto e regularização do terreno, onde necessário;
- Escavação do material no interior das lagoas;
- Disposição do material escavado nas pilhas temporárias de secagem;
- Transporte de material (rejeito) das pilhas de secagem para ADME;
- Aplicação de serviços de bioengenharia para controle de carreamento de sedimentos;
- Recuperação e revegetação final das áreas expostas e impactadas no entorno das lagoas.

Ao longo da obra de recuperação das lagoas tiveram algumas atividades que não haviam sido contempladas no projeto executivo da WSP, contudo, foram executadas tais como:

- Implantação de paliçadas nos tributários das lagoas T09-GN-KM649 (7) e T09-GN-KM646 (8) com objetivo de reter o carreamento de possíveis sólidos suspensos provenientes da escavação das lagoas para o ribeirão Gualaxo do Norte.
- Aplicação de hidrossemeadura e posterior instalação das biomantas nas áreas de secagem do material escavado das lagoas.

O Programa de Manejo de Rejeitos da Fundação Renova foi responsável pelo contrato e elaboração do projeto, bem como o acompanhamento do processo junto aos órgãos competentes. Em 2022 o programa de infraestrutura deu início a implementação das lagoas a seguir:

- Lagoa T09-GN-KM646 (4)
- Lagoa T09-GN-KM646 (5)
- Lagoa T09-GN-KM646 (10)
- Lagoa T09-GN-KM649 (6)

Os serviços de (ATO) da WSP tiveram início no dia 10 de abril de 2023, com a presença dos colaboradores Rafael Salles e Ricardo Froitzheim, além da equipe de apoio técnico do escritório.

Em julho de 2023 foi dada como concluído as obras de intervenção nas 4 lagoas restantes do projeto, sendo estas:

- Lagoa T09-GN-KM646 (2)
- Lagoa T09-GN-KM646 (6)
- Lagoa T09-GN-KM646 (8)
- Lagoa T09-GN-KM649 (7)

Como já mencionado anteriormente, o proprietário da Fazenda Paracatu não forneceu anuência para realização das obras de intervenção da lagoa T09-GN-KM626 (2), assim como o monitoramento da lagoa controle T09-GN-KM627 (1).

As figuras abaixo ilustram as atividades realizadas durante o período de acompanhamento técnico das obras:



Figura 2 - Escavação do material no interior das lagoas



Figura 3 - Carregamento dos caminhões para envio a área de secagem



Figura 4 - Disposição do material escavado nas áreas de secagem



Figura 5 - Material disposto nas áreas de secagem



Figura 6 - Tombamento do material disposto nas áreas de secagem



Figura 7 - Carregamento dos caminhões para envio a ADME



Figura 8 - Umectação das vias para minimizar a emissão de particulados



Figura 9 - Instalação de biomantas



Figura 10 - Instalação de bioretentores nos taludes das lagoas



Figura 11 - Desvio temporário dos tributários



Figura 12 - Instalação de paliçadas nos tributários para retenção de sedimento



Figura 13 - Recuperação de acesso

5 ADERÊNCIA ENTRE PROJETO E OBRA

A verificação das obras foi realizada tendo como referência os desenhos de As Built do projeto piloto de recuperação das lagoas marginais. Nesses desenhos as estruturas implantadas são detalhadas em planta e perfil, todas de acordo com os levantamentos realizados em campo. A **Tabela 5** apresenta os desenhos utilizados para identificação das estruturas implantadas. Os desenhos listados abaixo na Tabela 5 são apresentados anexos a este relatório.

Tabela 5 – Desenhos de As Built utilizados para cada estrutura verificada.

DESENHO	ESTRUTURA
D1-001_22567567 Arranjo Geral	Arranjo Geral
D1-002_22567567 KM 646 1/2	Lagoas 646 (2)
D1-003_22567567 KM 646 2/2	Lagoas 646 (4), 646 (5), 646 (6), 646 (8) e 646 (10)
D1-004_22567567 KM 649	Lagoas 649 (6) e 649 (7)
D1-005_22567567 DETALHES	Detalhes Típicos das Estruturas

A Tabela 6 a seguir apresenta a síntese da verificação realizada entre as estruturas projetadas e as apresentadas nos desenhos de *As Built*.

Tabela 6 - Aderência entre Projeto e Obra

LAGOA	CRITÉRIOS DE PROJETO					AS BUILT							
	Área superficial a ser escavada (m²)	Inclinação dos taludes	Volume estimado a ser escavado (m³)	Cota N.A. mínimo (m)	Cota de fundo (m)	Área Superficial Escavada (m²)	Inclinação dos taludes	Volume escavado (m³)	Cota N.A. (m)	Cota de fundo (m)	Biomanta Taludes da Lagoa (m²)	Biomanta Área de Secagem (m²)	Bioretentores (m)
T09-GN-KM646 (2)	1.716	1,9H : 1,0V a 3,5H : 1,0V	2.895	582,5	582,0	1.857	3,4H : 1,0V 2,8H : 1,0V 3,8H : 1,0V 3,4H : 1,0V	2.073,00	585,710	583,376	1.291	991	438
T09-GN-KM646 (4)	569	2,0H : 1,0V a 4,0H : 1,0V	877	584,7	582,0	718	4,2H : 1,0V 3,4H : 1,0V 3,3H : 1,0V 2,6H : 1,0V	768,08	584,460	582,867	533	1308	105
T09-GN-KM646 (5)	1.070	2,5H : 1,0V a 4,0H : 1,0V	1.404	584,7	583,3	1.222	2,8H : 1,0V 4,3H : 1,0V 3,7H : 1,0V	981,24	586,090	583,168	969	460	164
T09-GN-KM646 (6)	500	2,5H : 1,0V a 4,7H : 1,0V	654	582,3	582,0	664	6,8H : 1,0V 2,5H : 1,0V 6,4H : 1,0V 5,1H : 1,0V	435,87	585,150	583,564	271	806	45

CRITÉRIOS DE PROJETO

AS BUILT

LAGOA

	Área superficial a ser escavada (m²)	Inclinação dos taludes	Volume estimado a ser escavado (m³)	Cota N.A. mínimo (m)	Cota de fundo (m)	Área Superficial Escavada (m²)	Inclinação dos taludes	Volume escavado (m³)	Cota N.A. (m)	Cota de fundo (m)	Biomanta Taludes da Lagoa (m²)	Biomanta Área de Secagem (m²)	Bioretentores (m)
T09-GN-KM646 (8)	3.196	2,6H : 1,0V a 5,0H : 1,0V	6.058	584,8	582,0	3.619	5,9H : 1,0V 4,9H : 1,0V 4,0H : 1,0V 6,0H : 1,0V	5.606,27	586,040	583,493	1.817	1209	348
T09-GN-KM646 (10)	458	2,0H : 1,0V a 2,6H : 1,0V	720	- (*)	-	518	3,2H : 1,0V 3,7H : 1,0V 2,9H : 1,0V	560,89	586,620	584,380	329	1462	82
T09-GN-KM649 (6)	472	2,0H : 1,0V a 2,1H : 1,0V	723	- (*)	-	706	3,8H : 1,0V 2,5H : 1,0V 1,2H : 1,0V 2,3H : 1,0V 2,9H : 1,0V	679,95	587,100	583,206	481	665	50,3
T09-GN-KM649 (7)	1.216	2,0H : 1,0V a 5,0H : 1,0V	1.924	593,9	588,0	1.762	4,9H : 1,0V 3,6H : 1,0V 5,4H : 1,0V 5,1H : 1,0V	1.961,71	591,000	588,875	1.140	2746	320,4

* Com base na interpretação dos logs de sondagens coletados através dos ensaios SPT, verificou-se que não foi possível a leitura de NA da lagoa.

A seguir são listadas as informações para verificação da aderência do Projeto e Obra (APO) individuais para cada lagoa.

5.1 T09-GN-KM646 (2)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM646 (2) são apresentados abaixo na Tabela 7. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 7 - Lagoa T09-GN-KM646 (2) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	1.716	1.857
Inclinação dos taludes	1,9H : 1,0V a 3,5H : 1,0V	3,40H : 1,00V 2,83H : 1,00V 3,75H : 1,00V 3,40H : 1,00V
Volume escavado (m³)	2.895,00	2.073,00
Cota N.A. (m)	582,50	585,71
Cota de fundo (m)	582,00	583,376
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	1.291
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	991
Bioretentores (m)	-	438

No que diz respeito aos taludes das lagoas, naqueles menos declivosos, haverá uma área com variação do nível d'água e, conseqüentemente, serão maiores as possibilidades para o desenvolvimento da biodiversidade.



Figura 14 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (2) realizadas através de aerolevanteamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente



Figura 15 - Lagoa T09-GN-KM646 (2) após as obras.



Figura 16 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (2) finalizada

5.2 T09-GN-KM646 (4)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM646 (4) são apresentados abaixo na Tabela 8. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 8 - Lagoa T09-GN-KM646 (4) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	569	718
Inclinação dos taludes	2,0H : 1,0V a 4,0H : 1,0V	4,23H : 1,0V 3,39H : 1,0V 3,32H : 1,0V 2,65H : 1,0V
Volume escavado (m³)	877	768,08
Cota N.A. (m)	584,7	584,460
Cota de fundo (m)	582,0	582,867
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	533
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	1308
Bioretentores (m)	-	105



Figura 17 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (4) realizadas através de aerolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.



Figura 18 - Lagoa T09-GN-KM646 (4) finalizada

5.3 T09-GN-KM646 (5)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM646 (5) são apresentados abaixo na Tabela 9. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 9 - Lagoa T09-GN-KM646 (5) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	1.070	1.222
Inclinação dos taludes	2,5H : 1,0V a 4,0H : 1,0V	2,81H : 1,0V 4,32H : 1,0V 3,71H : 1,0V
Volume escavado (m³)	1.404	981,24
Cota N.A. (m)	584,7	586,090
Cota de fundo (m)	583,3	583,168
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	969
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	460
Bioretentores (m)	-	164



Figura 19 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (5) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.



Figura 20 - Lagoa T09-GN-KM646 (5) finalizada

5.4 T09-GN-KM646 (6)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM646 (6) são apresentados abaixo na Tabela 10. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 10 - Lagoa T09-GN-KM646 (6) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	500	664
Inclinação dos taludes	2,5H : 1,0V a 4,7H : 1,0V	6,79H : 1,0V 2,50H : 1,0V 6,41H : 1,0V 5,09H : 1,0V
Volume escavado (m³)	654	435,87
Cota N.A. (m)	582,3	585,150
Cota de fundo (m)	582,0	583,564
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	271
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	806
Bioretentores (m)	-	45



Figura 21 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (6) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.



Figura 22 - Lagoa T09-GN-KM646 (6) finalizada



Figura 23 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (6) finalizada

5.5 T09-GN-KM646 (8)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM646 (8) são apresentados abaixo na Tabela 11. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 11 - Lagoa T09-GN-KM646 (8) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	3.196	3.619
Inclinação dos taludes	2,6H : 1,0V a 5,0H : 1,0V	5,95H : 1,0V 4,92H : 1,0V 4,00H : 1,0V 6,01H : 1,0V
Volume escavado (m³)	6.058	5.606,27
Cota N.A. (m)	584,8	586,040
Cota de fundo (m)	582,0	583,493
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	1.817
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	1209
Bioretentores (m)	-	348



Figura 24 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (8) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.



Figura 25 - Lagoa T09-GN-KM646 (8) finalizada



Figura 26 - Lagoa T09-GN-KM646 (8) finalizada



Figura 27 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (8) finalizada

5.6 T09-GN-KM646 (10)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM646 (10) são apresentados abaixo na Tabela 12. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 12 - Lagoa T09-GN-KM646 (10) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	458	518
Inclinação dos taludes	2,0H : 1,0V a 2,6H : 1,0V	3,25H : 1,0V 3,68H : 1,0V 2,99H : 1,0V
Volume escavado (m³)	720	560,89
Cota N.A. (m)	-	586,620
Cota de fundo (m)	-	584,380
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	329
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	1462
Bioretentores (m)	-	81,9

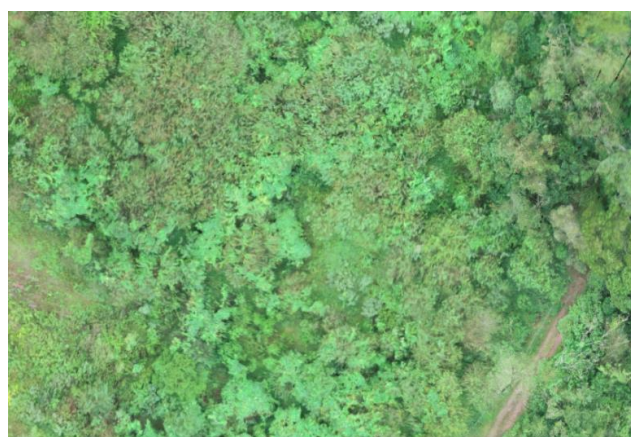


Figura 28 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM646 (10) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente



Figura 29 - Lagoa T09-GN-KM646 (10) finalizada



Figura 30 - Área de secagem da lagoa T09-GN-KM646 (10) finalizada

5.7 T09-GN-KM649 (6)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM649 (6) são apresentados abaixo na Tabela 13. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 13 - Lagoa T09-GN-KM649 (6) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	472	706
Inclinação dos taludes	2,0H : 1,0V a 2,1H : 1,0V	3,77H : 1,0V 2,52H : 1,0V 1,24H : 1,0V 2,30H : 1,0V 2,89H : 1,0V
Volume escavado (m³)	723	679,95
Cota N.A. (m)	-	587,100
Cota de fundo (m)	-	583,206
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	481
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	665
Bioretentores (m)	-	50,3



Figura 31 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM649 (6) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.



Figura 32 - Lagoa T09-GN-KM649 (6) finalizada



Figura 33 - Lagoa T09-GN-KM649 (6) finalizada

5.8 T09-GN-KM649 (7)

Os detalhes da aderência entre projeto e obra para lagoa T09-GN-KM649 (7) são apresentados abaixo na Tabela 14. Em seguida são apresentadas fotos da lagoa.

Tabela 14 - Lagoa T09-GN-KM649 (7) - Aderência entre Projeto e Obra

INFORMAÇÕES	PROJETO EXECUTIVO	OBRA
Área Superficial Escavada (m²)	1.216	1.762
Inclinação dos taludes	2,0H : 1,0V a 5,0H : 1,0V	4,90H : 1,0V 3,64H : 1,0V 5,40H : 1,0V 5,08H : 1,0V
Volume escavado (m³)	1.924	1.961,71
Cota N.A. (m)	593,9	591,000
Cota de fundo (m)	588,0	588,875
Biomanta Talude da Lagoa (m²)	-	1.140
Biomanta Área de Secagem (m²)	-	2746
Bioretentores (m)	-	320,4



Figura 34 - Imagens aéreas da Lagoa T09-GN-KM649 (7) realizadas através de fotolevantamento com drone nos dias 09/05/2020 e 30/06/2023 respectivamente.



Figura 35 - Lagoa T09-GN-KM649 (7) finalizada



Figura 36 - Área de secagem da Lagoa T09-GN-KM649 (7) finalizada

6 AVALIAÇÃO SOBRE ASPECTOS DE VIABILIDADE DAS INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO DAS LAGOAS MARGINAIS

Durante as obras de recuperação, e atualmente durante as campanhas de monitoramento, foram identificados diversos aspectos decorrentes das atividades de intervenção que precisam ser considerados para a mensuração da viabilidade e ganho ambiental do projeto. Os impactos ambientais associados à supressão vegetal, acesso de animais de criação, tráfego de maquinário pesado, disposição do material dragado, bem como o licenciamento de área de disposição de material excedente são exemplos.

6.1 INTERVENÇÕES EM PROPRIEDADES PRIVADAS

As lagoas marginais impactadas estão localizadas em propriedades privadas, seja de pessoas jurídicas ou físicas. Portanto, para execução do desassoreamento das lagoas são necessárias anuências destes proprietários.

No que tange as anuências, destaca-se que para o projeto piloto, oito lagoas estão inseridas em uma mesma propriedade de pessoa jurídica e a nona lagoa que estava prevista de ser desassoreada está localizada em uma propriedade de pessoa física. O proprietário em questão tinha, inicialmente, aderido ao projeto, porém, dias antes de deslocar o maquinário para a propriedade e iniciar o desassoreamento, o proprietário declinou do projeto. Segundo o mesmo, *“o desassoreamento da lagoa em sua propriedade não traria qualquer vantagem para a propriedade, uma vez que a área já se encontra estabilizada, cuja revegetação foi executada pela própria Fundação Renova, e que os impactos seriam relevantes durante a execução das intervenções, o que traria transtornos”*.

Destaca-se que as áreas das lagoas marginais afetadas e assoreadas pelo rompimento da barragem de Fundão já foram trabalhadas pela Fundação Renova desde o período emergencial através das ações de revegetação emergencial e, posteriormente, com ações de restauração florestal e reestruturação produtiva. O tráfego de maquinário pesado e emissão de poeiras em propriedades privadas também é outro ponto que merece atenção.

6.2 SUPRESSÃO VEGETAL

Com relação a supressão vegetal destaca-se que as áreas das lagoas marginais que estão passando pelo processo de recuperação já estavam revegetadas e estabilizadas, assim como as demais lagoas impactadas e que não foram selecionadas para o projeto piloto. Desde o período emergencial estas áreas vêm sendo trabalhadas, inicialmente com a revegetação com espécies de rápido crescimento, através do preparo de solo e semeio de gramíneas e leguminosas (cláusula 158 do TTAC) e, posteriormente, com espécies florestais, quando localizadas em Áreas de Preservação Permanente – APPs (cláusula 159 do TTAC) e culturas agrícolas, quando fora das APPs (cláusulas 124 e 125 do TTAC), trabalhos estes conduzidos pelas equipes do Programa de Recuperação da Área Ambiental 1 - PG 25 e Programa de Retomada das Atividades Agropecuárias - PG 17.

Portanto, o processo de recuperação das lagoas marginais implica, necessariamente, em supressão da vegetação existente em seu entorno e acessos, e isso precisa ser levado em consideração na avaliação da ampliação do projeto piloto, uma vez que são áreas já trabalhadas pelas equipes do PG 25 e PG17 e, em muitos casos, já apresentam uma vegetação em estágio avançado de desenvolvimento, com estrato arbóreo, como no caso das lagoas selecionadas para o projeto piloto, conforme figuras 37 a 40.



Figura 37 - Área das lagoas marginais com vegetação arbórea estabelecida (março de 2020) e após a supressão da vegetação e recuperação das lagoas (junho de 2023).



Figura 38 – Supressão da vegetação para escavação das lagoas marginais em área trabalhada pelo PG25.



Figura 39 – Pilha de material lenhoso suprimido na área da lagoa marginal a ser recuperada.

Ainda com relação a supressão da vegetação, na sequência de imagens de satélite abaixo é possível observar a região das lagoas marginais desde antes do rompimento da barragem de Fundão até a supressão da vegetação e intervenções para recuperação das lagoas marginais, passando pelo período da revegetação emergencial e restauração florestal executadas pelo PG25.



Figura 40 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, antes do rompimento da barragem de Fundão.

Imagem de satélite. Sensor: Geoeye-01, WorldView-02 e WorldView-03. Data das imagens: maio a setembro de 2015. Resolução: 50 cm.



Figura 41 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, em maio de 2016, pós rompimento da barragem de Fundão. Imagem de satélite. Sensor: GeoEye-01, WorldView-02 e WorldView-03. Data das imagens: maio de 2016. Resolução: 50 cm.

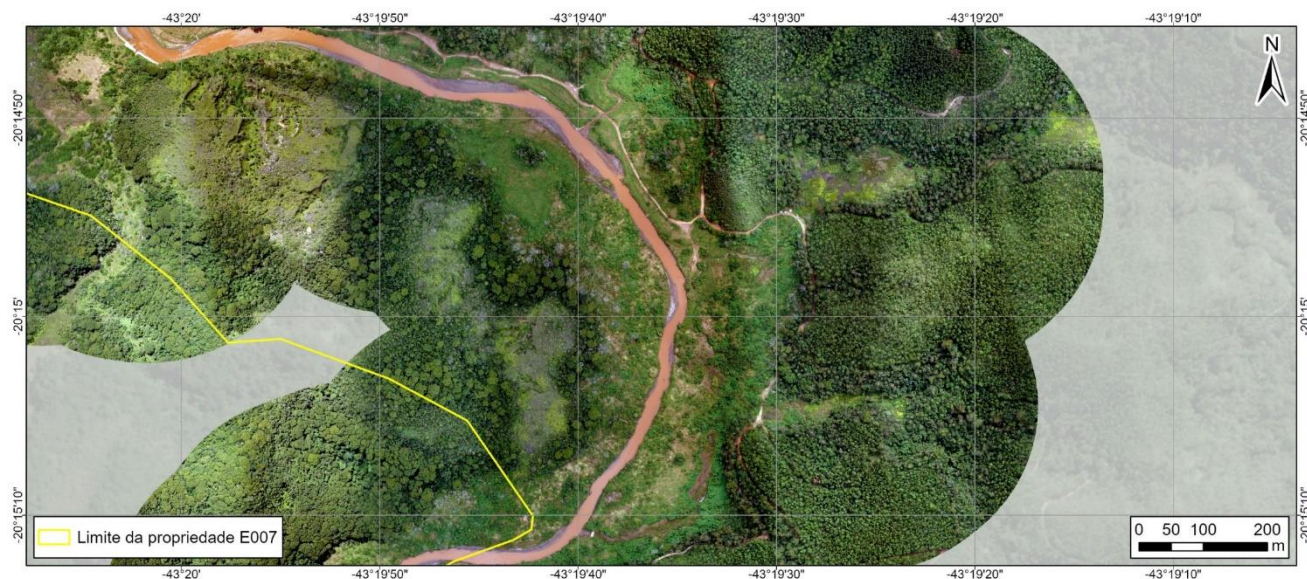


Figura 42 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, vegetada e em processo de recuperação.

Ortomosaico. Sensor: Aeronave Remotamente Pilotada. Data das imagens: outubro e novembro de 2017 e abril de 2018. Resolução: 10 cm.



Figura 43 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, vegetada e em processo de recuperação.

Ortomosaico. Sensor: Aeronave Remotamente Pilotada. Data das imagens: outubro e novembro de 2020. Resolução: 10 cm.



Figura 44 - Região das lagoas marginais, na propriedade E007, com a vegetação das lagoas suprimida e as lagoas desassoreadas.

Ortomosaico. Sensor: Aeronave Remotamente Pilotada. Data das imagens: fevereiro e março de 2023. Resolução: 10 cm.

6.3 ACESSO DE ANIMAIS DE CRIAÇÃO NAS ÁREAS DAS LAGOAS RECUPERADAS

A presença de búfalos e outros animais de criação nas lagoas foi observada com frequência durante a execução do desassoreamento das lagoas e nas campanhas de monitoramento. Esta observação representa um grande desafio tanto para o monitoramento quanto para a recuperação das lagoas em si. Os búfalos em especial representam uma ameaça para a integridade das equipes que atuam na área, inclusive já ocorreram ataques a colaboradores terceiros na região das lagoas marginais, que resultaram em graves lesões. Por sua vez, o pisoteio impede o desenvolvimento da vegetação no entorno das lagoas em recuperação, e também das lagoas controle, o que tem efeito direto sobre a qualidade da água e erosão das margens da lagoa. Além disso, o pisoteio em áreas alagadas aumenta a turbidez da água e as fezes dos animais podem acelerar processos de eutrofização e contaminação das lagoas.



Figura 45 - Animais de criação dentro da área das Lagoas T09-GN-KM649 (6) e T09-GN-KM649 (7).



Figura 46 - Animais de criação na área da lagoa Lagoas T09-GN-KM646 (10).



Figura 47 - Animais de criação soltos na área das lagoas.



Figura 48 - Búfalos na área da lagoa (junho/2023).



Figura 49 – Aspecto da lagoa T09-GN-KM656 (5) após pisoteio, possivelmente por búfalos.



Figura 50 - Cerca danificada pelos animais na Lagoa T09-GN-KM646(4).

6.4 INVASÃO, FURTOS E DEPREDÇÃO DE ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS

Durante as atividades de desassoreamento das lagoas marginais, monitoramento ambiental e disposição do material dragado na área de material excedente – ADME, ocorreram invasões por terceiros nas áreas, furtos e depredação de estruturas e equipamentos, acarretando prejuízos e insegurança para as equipes envolvidas no processo.

Nas figuras abaixo é possível observar as cercas das lagoas marginais danificadas e mourões furtados, bem como os boletins de ocorrência – B.O dos furtos de cercas nas lagoas e materiais na ADME.



Figura 51 - Cercas das lagoas marginais com os fios de arame cortados e mourões furtados.

SISTEMA INTEGRADO DE SEGURANÇA PÚBLICA - POLÍCIA CIVIL				Nº 2023-052125376-001			
BOLETIM DE OCORRÊNCIA		BO NÚMERO	XXXX	FI.	1/3		
UNIDADE RESPONSÁVEL PELO REGISTRO DELEGACIA DE POLÍCIA CIVIL/MARIANA				MUNICÍPIO MARIANA			
UNIDADE DE ÁREA RESPONSÁVEL UNIDADE MILITAR: 2 FEL/239 CIA PM/52 BHM/3 RHM							
UNIDADE POLICIAL: DELEGACIA DE POLÍCIA CIVIL/MARIANA							
DATA DO REGISTRO 08/11/2023 09:18				DELEGACIA DE POLÍCIA CIVIL/MARIANA			
ORIGEM DA COMUNICAÇÃO							
COMO FOI SOLICITADO O ATENDIMENTO DA OCORRÊNCIA PESSOALMENTE EM UMA UNIDADE/POSTO				DATA DA COMUNICAÇÃO 08/11/2023		HORA DA COMUNICAÇÃO 09:08	
ORIGEM SOLICITANTE XXXX							
DADOS DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE							
PRONOME DE DESIGNAÇÃO DA OCORRÊNCIA PRINCIPAL C01155 - FURTO							
ALVO DO EVENTO BENS / VALORES DE ESTABELECIMENTO / PESSOA JURÍDICA							
TENTADO / CONSUMADO CONSUMADO							
EVENTO OCORRIDO DURANTE O EXERCÍCIO DA ATIVIDADE DE TRANSPORTE POR APPLICATIVO? NÃO							
DATA/HORA DO FATO 19/10/2023 10:00		DATA/HORA FINAL DO ATENDIMENTO 08/11/2023 09:45		DATA/HORA FINAL DO PREENCHIMENTO 08/11/2023 09:45			
DESCRIÇÃO DO LUGAR VIA DE ACESSO PARTICULAR/PRIVADA				COMPL. DE LOCALIZAMENTO VIA DE ACESSO PARTICULAR/PRIVADA			
LOCAL DO FATO DISTRITO BICAS							
NÚMERO S/N		COMPLEMENTO XXXX		BARRIO/TILA XXXX		CEP XXXX	
MUNICÍPIO MARIANA		UF MG		PAÍS BRASIL			
PONTOS DE REFERÊNCIA XXXX		LATITUDE -20° 15' 17,1"		LONGITUDE -43° 21' 26,36"			
TIPO VIA XXXX		MÉTODO DE LOCALIZAÇÃO MÉTO DESCONHECIDO					
CAUSA PRESUMIDA							

SISTEMA INTEGRADO DE SEGURANÇA PÚBLICA - POLÍCIA CIVIL				Nº 2024-003328536-001			
BOLETIM DE OCORRÊNCIA		BO NÚMERO	XXXX	FI.	1/4		
UNIDADE RESPONSÁVEL PELO REGISTRO DELEGACIA DE POLÍCIA CIVIL/MARIANA				MUNICÍPIO MARIANA			
UNIDADE DE ÁREA RESPONSÁVEL UNIDADE MILITAR: 2 FEL/239 CIA PM/52 BHM/3 RHM							
UNIDADE POLICIAL: DELEGACIA DE POLÍCIA CIVIL/MARIANA							
DATA DO REGISTRO 22/01/2024 09:08				DELEGACIA DE POLÍCIA CIVIL/MARIANA			
ORIGEM DA COMUNICAÇÃO							
COMO FOI SOLICITADO O ATENDIMENTO DA OCORRÊNCIA PESSOALMENTE EM UMA UNIDADE/POSTO				DATA DA COMUNICAÇÃO 22/01/2024		HORA DA COMUNICAÇÃO 09:08	
ORIGEM SOLICITANTE XXXX							
DADOS DA OCORRÊNCIA / ATIVIDADE							
PRONOME DE DESIGNAÇÃO DA OCORRÊNCIA PRINCIPAL C01155 - FURTO							
ALVO DO EVENTO BENS / VALORES DE ESTABELECIMENTO / PESSOA JURÍDICA							
TENTADO / CONSUMADO CONSUMADO							
EVENTO OCORRIDO DURANTE O EXERCÍCIO DA ATIVIDADE DE TRANSPORTE POR APPLICATIVO? NÃO							
DATA/HORA DO FATO 22/01/2024 22:00		DATA/HORA FINAL DO ATENDIMENTO 22/01/2024 09:23		DATA/HORA FINAL DO PREENCHIMENTO 22/01/2024 09:22			
DESCRIÇÃO DO LUGAR VIA DE ACESSO PÚBLICA				COMPL. DE LOCALIZAMENTO VIA DE ACESSO PÚBLICA			
LOCAL DO FATO DISTRITO MONSENHOR BORTA							
NÚMERO S/N		COMPLEMENTO XXXX		BARRIO/TILA XXXX		CEP XXXX	
MUNICÍPIO MARIANA		UF MG		PAÍS BRASIL			
PONTOS DE REFERÊNCIA XXXX		LATITUDE -20° 20' 35,4"		LONGITUDE -43° 17' 28,48"			
TIPO VIA XXXX		MÉTODO DE LOCALIZAÇÃO MÉTO DESCONHECIDO					
CAUSA PRESUMIDA							

Figura 52 - Boletins de ocorrência dos furtos de cercas das lagoas marginais e materiais da ADME.

6.5 TRÁFEGO DE MAQUINÁRIO PESADO E EMISSÃO DE POEIRA

Considerando o volume de rejeito removido das oito lagoas com intervenções cujo total foi de 13.607 m³, com uma média de 12 m³ de material por caminhão, foram necessárias 1.089 viagens para remover todo o material. Além destas, foram necessárias mais 1.174 viagens para transporte de material argiloso para a ADME, distante aproximadamente 20 quilômetros das áreas das lagoas marginais. Estas viagens provocam impactos associados à emissão de gases e de fuligem dos escapamentos dos

A seguir, são destacados o mapa com a rota dos caminhões com rejeitos para a ADME e imagens dos caminhões sendo carregados e transportando rejeitos.

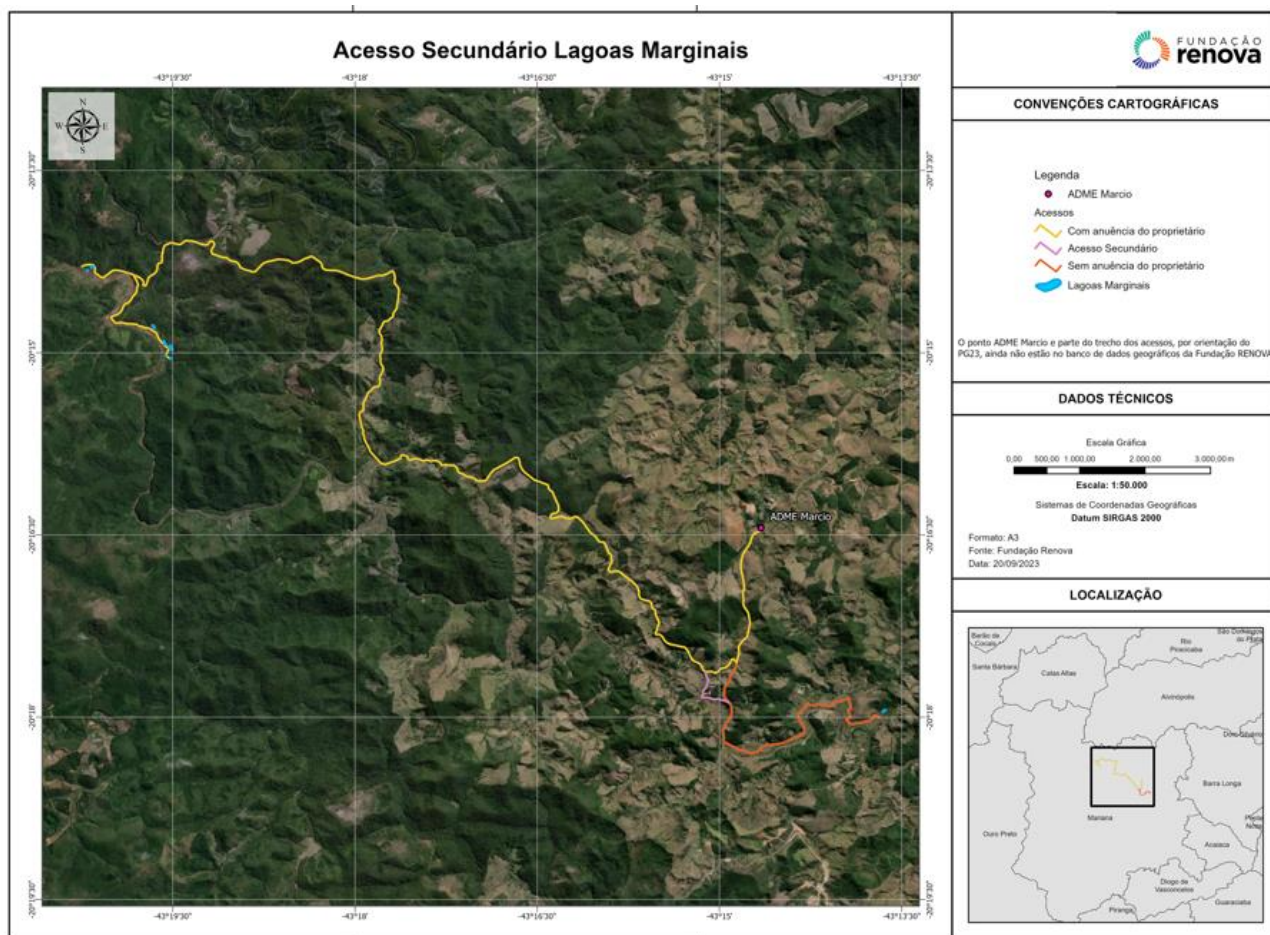


Figura 53 - Rotograma dos caminhões com rejeitos das lagoas marginais para a ADME.



Figura 54 - Caminhões na área das lagoas marginais sendo carregados com rejeitos para transporte até a ADME (junho/2023).



Figura 55 - Caminhões sendo carregados com rejeitos para transporte até a ADME (junho/2023).



Figura 56 - Frota de caminhões transportando rejeitos das lagoas marginais para a ADME.

6.6 LICENCIAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE ÁREA DE MATERIAL EXCEDENTE – ADME

Outro fator relevante é a implantação da área de material excedente – ADME. Para a disposição dos rejeitos provenientes de oito lagoas marginais do projeto piloto, foi necessária uma área de 3.500 m² para destinação dos rejeitos. Para ampliação do projeto para as demais lagoas impactadas, além dos impactos citados anteriormente, seriam necessárias outras inúmeras ADMEs licenciadas e distribuídas ao longo do território para destinação adequada dos rejeitos, além de todos os outros aspectos relacionados ao transporte e destinação.



Figura 57 - Área da ADME antes das intervenções.



Figura 58 - Aplicação da geomembrana e distribuição das camadas de rejeitos e argila e compactação.



Figura 59 - ADME revegetada após a distribuição dos rejeitos, material argiloso e compactação.

6.7 CRIAÇÃO DE AMBIENTES PARA ATIVIDADES DE GARIMPO

Ressalta-se ainda que as lagoas marginais eram historicamente de origem antrópica, fruto das atividades de garimpo que ainda ocorrem na região. A recuperação das lagoas pode favorecer a o retorno e aumento do garimpo.

A figura abaixo evidencia atividades de garimpo nas margens do rio Gualaxo do Norte e próximas às lagoas marginais desassoreadas.



Figura 60 - Atividade de garimpo nas proximidades das lagoas marginais desassoreadas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório apresentou os dados previstos em projetos para recuperação das lagoas marginais, no âmbito do projeto piloto, bem como o As Built (“como construído”), cumprindo desta forma com o objetivo proposto. Destaca-se que a principal alteração no projeto piloto foi a exclusão de uma lagoa inicialmente prevista para intervenção, devido a desistência do proprietário, conforme concordância da CT-GRSA (Ofício FEAM/CT-GRSA nº 45/2023). As demais alterações realizadas em campo durante a execução do projeto estão descritas neste documento e projetos anexos.

Com relação aos serviços de intervenção para recuperação das lagoas marginais e monitoramento ambiental do projeto piloto, visando a ampliação para as demais lagoas que não passaram pelo processo de recuperação, é fundamental que sejam avaliados aspectos relacionados à: viabilidade, anuências, integridade dos ambientes para mensuração de efetividade, supressão vegetal, acesso de animais de criação, tráfego de maquinário pesado em propriedades privadas, licenciamento de área de deposição de material excedente – ADME para os rejeitos, entre outros impactos, especialmente as condições de avanço da recuperação natural da vegetação do entorno das lagoas.

Em relação ainda ao monitoramento, em curso, é imprescindível esclarecer que o mesmo visa a mensuração da efetividade e ganho ambiental da recuperação realizada nas 8 lagoas piloto. Diante da avaliação de que os impactos negativos, decorrentes das atividades de desassoreamento, são significativamente maiores em relação aos ganhos ambientais, não seria, portanto, necessária a continuidade deste monitoramento.

Destaca-se que as lagoas marginais são originárias das atividades de garimpo que ocorriam antes do rompimento da barragem de Fundão e ainda ocorrem na região, e as áreas das lagoas marginais impactadas e que não foram selecionadas pelo projeto já passaram pelo processo de revegetação com espécies de rápido crescimento ainda durante o período emergencial e, aquelas inseridas em propriedades aderidas ao PG 25 e PG17, foram ou estão sendo trabalhadas com a restauração florestal e reestruturação produtiva. Portanto, estes ambientes continuam fazendo parte do escopo reparatório da Fundação Renova.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OHTSU, I.; YASUDA, Y. e TAKAHASHI, M. Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels. Journal of Hydraulic Engineering. American Society of Civil Engineers, v. 130. n. 9, p.860-869, 2004.

SILVEIRA, A.L.L. Equação para os coeficientes de desagregação de chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p.143-147, 2000.

United States Army Corps of Engineers - USACE, RMC-BestFit: Risk Management Center, Davis, 2022.

GOLDER 2020. **Relatório Técnico de Atendimento às Solicitações da Nota Técnica N° 3/SEMAD/SUPPRI/2019**. RT-001_199-515-2565_02-B. Belo Horizonte: Novembro de 2020.

GOLDER 2021a. **Caracterização Ambiental e Seleção das Lagoas e Funções Ecológicas para Projeto-Piloto de Recuperação**. RT-001_199-535-2577_00-J. São Paulo: Março de 2021.

GOLDER 2021b. **Recuperação Ambiental de Lagoas Marginais: Projeto Conceitual**. RT-005_199-535-2577_02. São Paulo, Novembro de 2020.

GOLDER 2021c. **Recuperação Ambiental de Lagoas Marginais: Caderno de Desenho do Projeto Executivo**. CD-001-199-535-2577_01. São Paulo: Fevereiro de 2021.

JACOBS CH2M. **Plano de Manejo de Rejeito - Revisão 01**. São Paulo: 2017.

JACOBS CH2M. **Escopo Técnico para Estudos Complementares – Lagoas Marginais – Revisão 02**. São Paulo: Agosto de 2018.