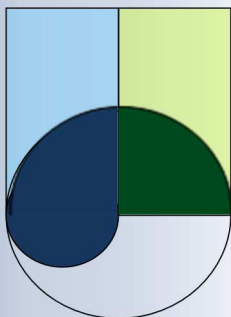


Rua Medeiros Pássaro nº 15
Muda da Tijuca Rio de Janeiro/RJ
20.530-070 - 21-2571.9505
cohidro@cohidro.com.br

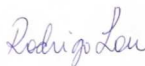
COHIDRO
consultoria estudos e projetos



ESTUDO DE ALTERNATIVAS E ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS PARA CONTROLE DE INUNDAÇÕES DO CENTRO HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS-RJ

RELATÓRIO 4.1 (PARCIAL) - LEVANTAMENTOS TOPOBATIMÉTRICOS, TOPOGRÁFICOS E TOPOCADASTRAIS

REVISÃO 1 - 22/08/2022

 COHIDRO consultoria estudos projetos	RELATÓRIO DE LEVANTAMENTOS TOPOBATIMÉTRICOS, TOPOGRÁFICOS E TOPOCADASTRAIS (PARCIAL)		Nº. DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-S-RT-4.1			
	CLIENTE INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA					FOLHA 01/2666
	LOCAL PETRÓPOLIS-RJ					
ESTUDO DE ALTERNATIVAS E ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS PARA CONTROLE DE INUNDAÇÕES DO CENTRO HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS-RJ						
ÍNDICE DE REVISÕES						
REV	DESCRIÇÃO E / OU FOLHAS REVISADAS					
0	Emissão Inicial					
DESCRIÇÃO	REVISÃO 00	REVISÃO 01	REVISÃO 02	REVISÃO 03	REVISÃO 04	REVISÃO 05
DATA	22/07/2022					
EXECUÇÃO	COHIDRO					
VERIFICAÇÃO	 Luiz Borges Costa					
APROVAÇÃO	 Rodrigo Furtado Lou					

ÍNDICE

1	APRESENTAÇÃO	1
2	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
3	GEORREFERENCIAMENTO	4
4	AEROLEVANTAMENTO COM DRONE	11
5	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM 3D LASER SCANNING	15
6	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO	38
7	PRODUTOS FINAIS	41
7.1	Plantas Topográficas Cadastrais	41
7.2	Seções Transversais	41
8	LISTA DE DESENHOS	43
	ANEXO 1 - MONOGRAFIA DOS PONTOS TOPOGRÁFICOS	47
	ANEXO 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DOS PONTOS TOPOGRÁFICOS	121
	ANEXO 3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DO AEROLEVANTAMENTO COM DRONE	172
	ANEXO 4 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DAS NUVENS DE PONTOS LASER SCANNER	183
	ANEXO 5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DOS PONTOS LEVANTADOS COM EQUIPAMENTO GNSS/RTK E ESTAÇÃO TOTAL	2640

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Área de Interesse dos Levantamento Topobatimétricos, Topográficos Cadastrais	2
Figura 3.1 - Localização da BASE DIA1.....	4
Figura 3.2 - Ilustração da Materialização Base GNSS DIA1.....	5
Figura 3.3 - Coordenadas e Precisões Base GNSS DIA1.....	5
Figura 3.4 - RN 1014Z	6
Figura 3.5 - Materialização e Localização do Ponto Topográfico RN	7
Figura 3.6 - Nivelamento Geométrico entre RN 1014Z e RN	7
Figura 4.1 - Plano de Voo Centro Histórico de Petrópolis - Drone Deploy	11
Figura 4.2 - GSD e Precisão Tridimensional Aerolevantamento com Drone (Extraído do Relatório de Processamento do Aerolevantamento).....	12
Figura 4.3 - Ortofoto Área de Interesse Obtida Através do Aerolevantamento com Drone	13
Figura 4.4 - Nuvem de Pontos Área de Interesse Obtida Através do Aerolevantamento com Drone	14
Figura 5.1 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10.....	15
Figura 5.2 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10.....	16
Figura 5.3 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10.....	16
Figura 5.4 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10.....	17
Figura 5.5 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro X130	17
Figura 5.6 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro X130	18
Figura 5.7- Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro S120	18

Figura 5.8 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro S120	19
Figura 5.9 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner BLK360	19
Figura 5.10 – Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner BLK360	20
Figura 5.11 - Processo de Georreferenciamento de Nuvens de Pontos Laser Scanner ...	21
Figura 5.12 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	22
Figura 5.13 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	22
Figura 5.14 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	23
Figura 5.15 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	23
Figura 5.16 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	24
Figura 5.17 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	24
Figura 5.18 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	25
Figura 5.19 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	25
Figura 5.20 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	26
Figura 5.21 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	26
Figura 5.22 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	27
Figura 5.23 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	27
Figura 5.24 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	28
Figura 5.25 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	28
Figura 5.26 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	29
Figura 5.27 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	29
Figura 5.28 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	30

Figura 5.29 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	30
Figura 5.30 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	31
Figura 5.31 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	31
Figura 5.32 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	32
Figura 5.33 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	32
Figura 5.34 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	33
Figura 5.35 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	33
Figura 5.36 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	34
Figura 5.37 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	34
Figura 5.38 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	35
Figura 5.39 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	35
Figura 5.40 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	36
Figura 5.41 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	36
Figura 5.42 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	37
Figura 5.43 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner	37
Figura 6.1 - Levantamento Topobatimétrico com GNSS em Modo RTK.....	38
Figura 6.2 - Levantamento Topobatimétrico com GNSS em Modo RTK.....	39
Figura 6.3 - Levantamento Topobatimétrico com Estação Total	40

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 - Coordenadas e Altitudes Ortométricas dos Pontos Topográficos de Apoio aos Levantamentos Topobatimétricos, Topográficos e Cadastrais	8
--	---

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento intitulado Relatório de Levantamentos Topobatimétricos, Topográficos e Cadastrais (RT-4.1 - Parcial), tem por objetivo apresentar os resultados dos levantamentos realizados em trechos dos rios Quitandinha (1,2 km), Palatino (1,1 km), Canal do Centro (2,8 km), Itamarati (2,5 km) e Piabanha (6,1 km), ao longo do Túnel Extravasor (3,0 km) e na rua 13 de maio (0,5 km) no segmento compreendido entre o rio Quitandinha, nas proximidades da Catedral São Pedro de Alcântara, e o rio Piabanha, na altura da rua Barão do Rio Branco. As informações servirão de base na elaboração dos estudos visando minimizar as enchentes no Centro Histórico de Petrópolis.

Os levantamentos topobatimétricos, topográficos e cadastrais são parte integrante do escopo referente ao Contrato INEA nº 24/2019 firmado entre o Governo do Estado do Rio de Janeiro, por meio da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade - SEAS, o Instituto Estadual do Ambiente - INEA e a COHIDRO Consultoria, Estudos e Projetos Ltda. com vistas à elaboração dos *“ESTUDOS DE ALTERNATIVAS E ELABORAÇÃO DE PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS PARA CONTROLE DE INUNDAÇÕES DO CENTRO HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS - RJ”*.

2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Relatório apresentam a descrição da metodologia, a relação dos softwares e equipamentos utilizados, assim como os produtos finais gerados, nos levantamentos topobatimétricos, topográficos e cadastrais dos 17,2 km que compõe a área de Interesse, conforme **Figura 2.1**.

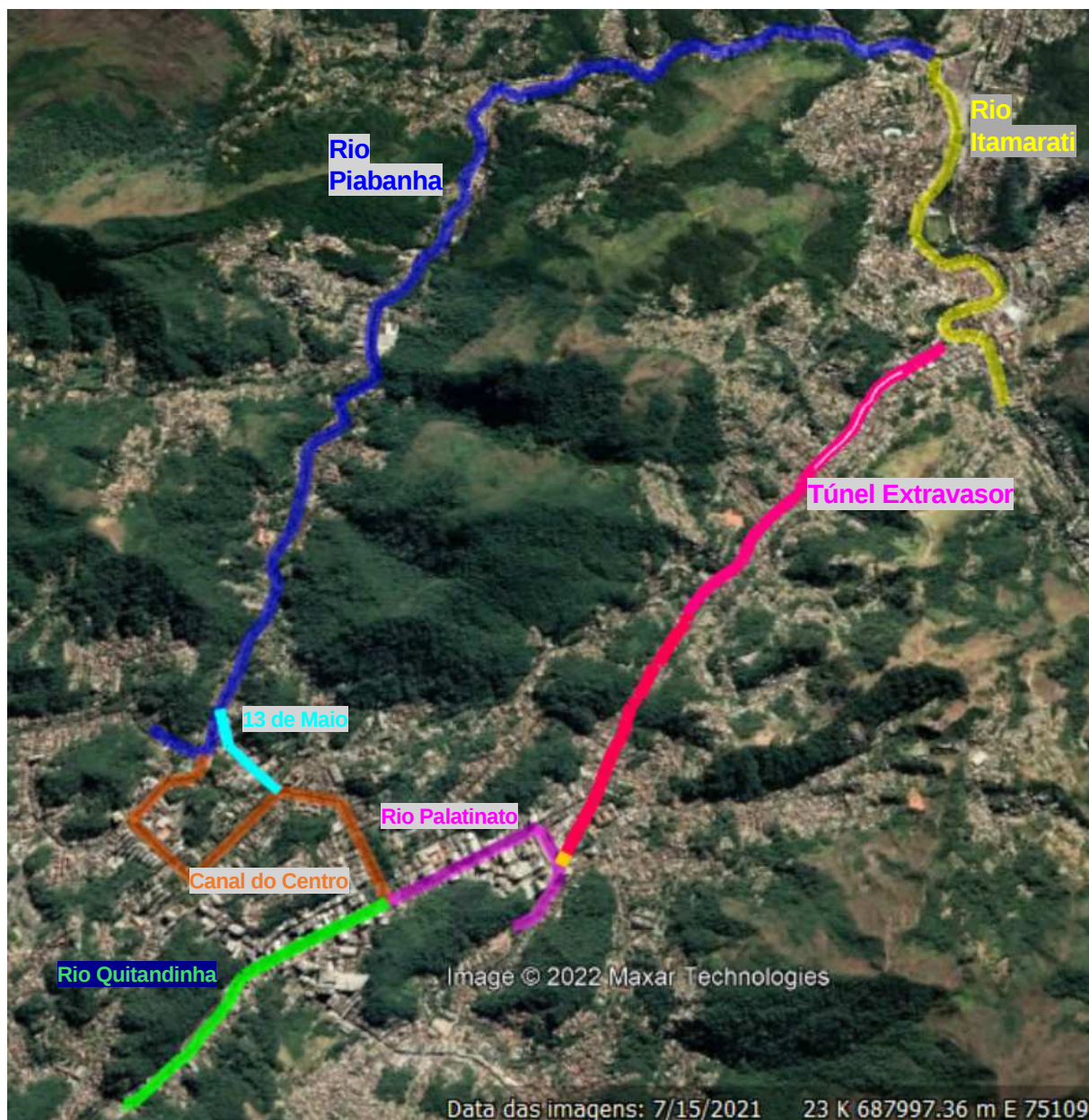


Figura 2.1 - Área de Interesse dos Levantamento Topobatimétricos, Topográficos Cadastrais

É de suma importância ressaltar que devidos a necessidade de agilidade, extensão da área de interesse e o relevo de Petrópolis, foi utilizado a combinação de 03 tecnologias para se chegar aos produtos finais exigidos, sendo essas tecnologias:

- GNSS (métodos pós processado e RTK);
- Aerolevantamento com Drone;
- 3D Laser Scanning.

3 GEORREFERENCIAMENTO

Para o Georreferenciamento de todo trabalho desenvolvido, foram utilizados equipamentos de GNSS de dupla frequência (L1/L2), captadores de multiconstelações de satélites (GPS, CLONASS, GALILEO e BEIDOU), com precisões tridimensionais igual o melhor que 2 cm.

O Sistema de Coordenadas utilizado para todo o trabalho foi o Universal Transverse Mercator (UTM), zona 23 sul, onde o Datum Horizontal escolhido foi o SIRGAS 2000, Datum Vertical RN 1014Z que por sua vez está amarrado no Datum Vertical de Imbituba.

O primeiro passo para o Georreferenciamento foi a implantação de uma Base de GNSS local, a qual foi nomeada de DIA1, localizada na avenida Barão de Rio Branco, próximo ao 105º Departamento de Polícia, Petrópolis - RJ, conforme **Figura 3.1**.

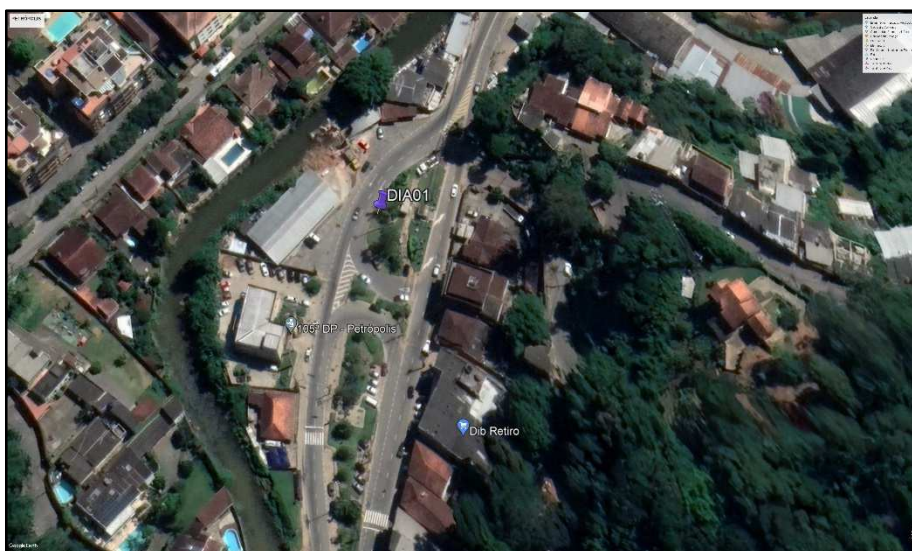


Figura 3.1 - Localização da BASE DIA1

A base de GNSS DIA1 foi materializada em campo através de um piquete de madeira com pino de aço, conforme **Figura 3.2**.



Figura 3.2 - Ilustração da Materialização Base GNSS DIA1

A escolha desse local para implantar a Base está ligada a razões de melhores condições de rastreabilidade dos sinais dos satélites, logística e segurança.

As coordenadas da Base de GNSS DIA1 estão amarradas nas coordenadas da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para realizar tal amarração, foram utilizadas com referência 02 estações da RBMC (ONRJ e RJVA), para que tal amarração ocorresse de maneira eficaz e precisa, o tempo de rastreio (leitura dos sinais dos satélites), foi superior a 6 horas, método de cálculo foi o de Estático Pós Processado, resultando nas coordenadas e precisões apresentadas na Figura 3.3.

COORDENADAS GEODÉSICAS			
LATITUDE:	22°28'40,79768"S	SIGMA:	0,007
LONGITUDE:	43°10'22,72686"W	SIGMA:	0,008
ALT. ELIP.:	794,461	SIGMA:	0,033
COORDENADAS PLANAS (UTM)			
UTM (N):	7513117,575		
UTM (E):	687970,744		
ALT. ORTO.:	799,141		

Figura 3.3 - Coordenadas e Precisões Base GNSS DIA1

Paralelo ao rastreio da Base de GNSS DIA1, houve o rastreio dos demais 73 pontos topográficos, os quais foram distribuídos da melhor maneira possível, levando em conta a rastreabilidade dos satélites e de forma que cobrissem regiões estratégicas da área de interesse, sendo que os mesmos estão vinculados a Base de GNSS DIA1, todos com precisões iguais o melhor que 4 cm, conforme se pode consultar no ANEXO 1 - Monografias dos Pontos Topográficos, desse relatório, assim como suas coordenadas.

Os pontos topográficos foram utilizados para amarração dos trabalhos de Aerofotogrametria com Drone, Levantamento Topográfico e Cadastral das regiões de ruas, rios e canais com 3D Laser Scanning e Levantamento Topobatimétrico dos fundos dos rios e canais com GNSS em modo RTK, deixando todos produtos finais numa mesma base topográfica.

Todo processo de cálculo para determinar coordenadas dos pontos topográficos foi realizado no software Topcon Tools, na modalidade Estático Pós Processado e a memória de cálculo está disponível no ANEXO 2 - Memória de Cálculo do Processamento dos Pontos Topográficos.

Os pontos topográficos têm como referencial vertical, ou seja, para o eixo Z (Altitude Ortométrica) a RN 1014Z, a qual está localizada no Centro de Petrópolis, na Praça da Liberdade (Figura 3.4).



Figura 3.4 - RN 1014Z

Conforme a **Figura 3.4**, a localização da RN 1014Z se encontra embaixo de uma árvore, com copa robusta, impossibilitando a realização um rastreo com GNSS.

A solução encontrada para proceder com a amarração vertical de todos 74 pontos topográficos a RN 1014Z, foi a de eleger e materializar com pino de aço outro ponto topográfico, o mais próximo da RN 1014Z, porém com condições de rastreabilidade, sendo esse ponto batizado com o nome RN (**Figura 3.5**).



Figura 3.5 - Materialização e Localização do Ponto Topográfico RN

Uma vez com o ponto topográfico materializado em condições favoráveis ao rastreo com GNSS, se realizou com nível óptico mecânico e um nivelamento e contranivelamento geométrico entre a RN 1014Z e o ponto topográfico RN (**Figura 3.6**).

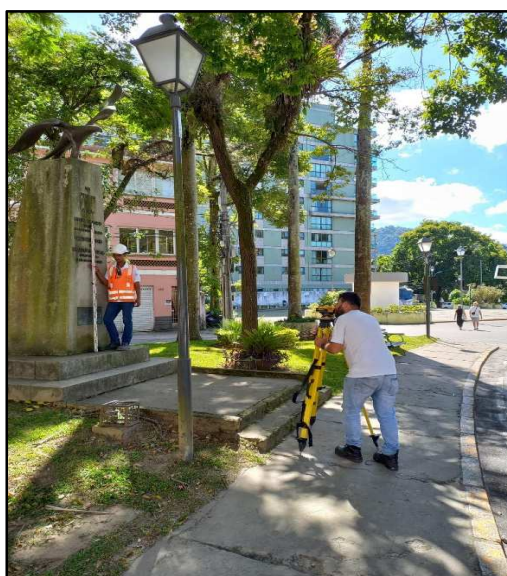


Figura 3.6 - Nivelamento Geométrico entre RN 1014Z e RN

Em seguida foi realizado um rastreio com GNSS para vincular a cota do ponto topográfico RN já com origem na RN 1014Z, à Base GNSS DIA1, em um segundo momento foi realizado um recálculo no software Topcon Tools, para que todo os outros 73 pontos topográficos tivessem suas cotas ortométrica (eixo Z) vinculadas ao ponto topográfico RN o qual teve sua cota ortométrica oriunda da RN 1014Z.

É importante ressaltar que o processo acima modificou apenas as Cotas Ortométricas dos Pontos Topográficos, mantendo as coordenadas Este e Norte dos mesmos vinculadas às Estações da RBMC (ONRJ e RJVA) do IBGE.

O **Quadro 3.1** apresenta as coordenadas e as altitudes ortométricas dos 75 pontos topográficos.

Quadro 3.1 - Coordenadas e Altitudes Ortométricas dos Pontos Topográficos de Apoio aos Levantamentos Topobatimétricos, Topográficos e Cadastrais

Código	Coordenadas		Altitude Ortométrica (m)
	Este	Norte	
BASE - DIA1	687.970,744	7.513.117,575	798,786
G1	688.304,906	7.509.718,337	813,587
G2	688.295,633	7.509.766,742	812,756
G3	688.491,779	7.510.181,656	819,687
G4	688.539,308	7.510.302,612	828,132
G5	688.575,434	7.510.295,345	840,199
G6	688.600,209	7.510.359,160	843,936
G7	688.625,381	7.510.392,918	843,942
G8	688.675,021	7.510.417,210	847,769
G9	689.441,563	7.511.449,808	742,682
G10	689.506,226	7.511.529,033	736,462
G11	689.902,157	7.511.905,567	719,643
G12	689.939,370	7.511.853,557	722,100
G13	688.167,166	7.509.481,490	812,607
G14	688.117,598	7.509.437,559	812,277
G15	687.702,402	7.509.590,895	809,343
G16	687.669,581	7.509.573,400	809,280
G18	687.971,672	7.512.965,750	798,661
G19	687.269,393	7.511.394,787	805,366
G20	687.279,155	7.511.345,679	804,439
G21	686.778,054	7.508.848,527	820,858
G22	686.714,087	7.508.860,045	821,958
G26	689.973,489	7.512.796,379	704,717

Código	Coordenadas		Altitude Ortométrica (m)
	Este	Norte	
G27	687.000,037	7.510.287,104	808,588
G28	686.965,702	7.510.269,888	808,418
G29	687.196,476	7.510.041,686	808,583
G102	689.540,395	7.513.592,185	768,549
G103	689.013,336	7.513.470,876	784,871
G104	688.752,233	7.513.407,562	790,684
G105	688.032,850	7.513.231,507	798,777
G106	687.983,738	7.513.014,671	797,914
G107	687.920,597	7.512.758,819	798,606
G108	687.854,410	7.512.730,578	802,234
G109	687.825,404	7.512.511,683	799,338
G110	687.507,220	7.512.081,795	801,391
G111	687.537,095	7.511.879,434	802,624
G112	687.256,719	7.511.399,413	805,206
G115	686.958,845	7.510.276,102	808,543
G116	686.676,956	7.509.883,092	807,871
G117	687.252,660	7.509.355,870	810,424
G118	688.537,731	7.510.297,212	827,117
G119	686.867,678	7.509.705,928	808,293
G120	687.023,233	7.509.086,743	817,196
G121	687.229,993	7.510.008,748	808,557
G122	687.550,407	7.509.833,286	808,710
G123	687.705,311	7.509.602,444	809,139
G124	687.979,679	7.509.708,715	810,648
G125	688.091,038	7.509.356,396	812,869
G127	688.544,406	7.510.137,167	840,634
G128	688.458,880	7.510.078,853	816,799
G129	688.938,495	7.510.633,017	822,186
G132	689.400,062	7.511.294,635	762,531
G133	689.083,185	7.510.988,882	782,343
G135	690.020,456	7.512.195,590	716,995
G136	690.207,301	7.512.118,130	732,778
G137	689.974,060	7.512.803,381	704,983
G138	690.015,414	7.512.587,519	725,936
G139	690.078,860	7.512.919,481	713,739
G140	690.119,626	7.513.140,506	720,545
G141	690.198,308	7.513.375,324	715,783
G142	688.288,025	7.513.293,594	797,645
G143	686.786,144	7.508.869,213	821,411
G145	689.898,069	7.511.908,195	719,201

Código	Coordenadas		Altitude Ortométrica (m)
	Este	Norte	
G146	689.947,860	7.513.174,163	720,645
G147	689.733,525	7.513.318,973	746,681
G201	688.972,128	7.510.832,458	786,174
G202	689.120,099	7.511.047,051	776,154
G203	688.854,404	7.510.716,559	794,203
G204	688.323,549	7.509.713,060	813,610
G205	688.304,429	7.509.716,647	813,369
G206	688.757,260	7.510.625,445	806,494
G207	688.248,480	7.509.853,555	812,048
G300	688.430,268	7.509.971,954	817,926
G301	689.290,204	7.511.206,828	764,071
RN	686.849,181	7.509.686,152	808,649

É muito importante ressaltar que a maioria dos pontos topográficos são “fotos-identificáveis”, justamente para serem aproveitados como pontos de controle para o Aerolevantamento com Drone e o Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanning.

A localização dos 75 pontos topográficos consta do desenho **DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-S005-DE** - Localização dos Pontos Topográficos de Apoio Rastreados.

4 AEROLEVANTAMENTO COM DRONE

Visando agilidade e precisão foi realizado uma Aerolevantamento com Drone, da marca DJI, modelo Phantom 4 PRO V2.0, com câmera de 20 megapixel e GPS embarcado, em toda a Área de Interesse.

O Aerolevantamento com Drone possibilitou a obtenção de uma Ortofoto cobrindo toda Área de Interesse e pontos cotados do terreno natural.

O primeiro passo para o Aerolevantamento com Drone foi a elaboração dos planos de voo no software Drone Deploy de forma que cobrissem uma área maior Área de Interesse (**Figura 4.1**).

Na elaboração dos planos de voo foi decido que sobreposição mínima para as fotos seriam de no mínimo 70%, tanto para sobreposição frontal quanto para lateral, também foi calculado os planos de voo de maneira que o GSD fosse igual ou melhor 4 cm.

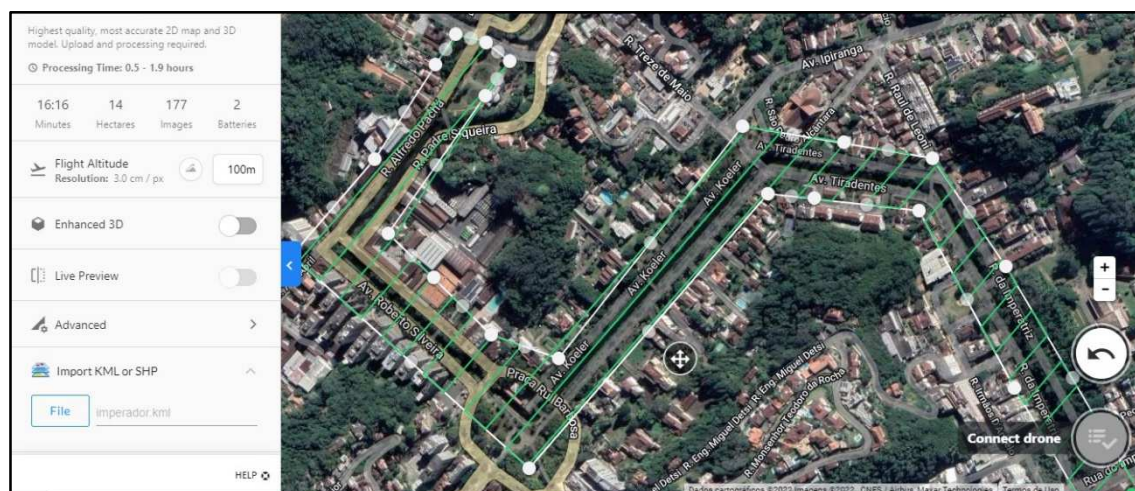


Figura 4.1 - Plano de Voo Centro Histórico de Petrópolis - Drone Deploy

O segundo passo para o Aerolevantamento com Drone foi a escolha apropriada para pouso e decolagem do equipamento, uma vez que o relevo de Petrópolis apresenta grandes variações de altitude e obstáculos como torre e prédios.

Ao finalizar os 22 voos que compuseram o Aerolevantamento com Drone, se resultou num total de 2.753 fotos, as quais foram processadas no programa Pix4D utilizando os Pontos Topográficos “foto-identificáveis” como pontos de controle, tendo como GSD obtido aproximadamente 3,0 cm, precisão tridimensional 2,9 cm (**Figura 4.2**).

É importante ressaltar que demais detalhes técnicos sobre o processamento do Aerolevanteamento com Drone podem ser encontrados no Anexo 3 - Memória de Cálculo do Processamento do Aerolevanteamento com Drone.

Summary

Project	PETROPOLIS_R03
Processed	2022-06-14 10:37:30
Camera Model Name(s)	FC6310_8.8_5472x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	3.06 cm / 1.20 in
Area Covered	3.420 km ² / 342.0051 ha / 1.32 sq. mi. / 845.5505 acres

Quality Check

Images	median of 57661 keypoints per image	✓
Dataset	2753 out of 2753 images calibrated (100%), all images enabled	✓
Camera Optimization	0.33% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✓
Matching	median of 19818 matches per calibrated image	✓
Georeferencing	yes, 38 GCPs (38 3D), mean RMS error = 0.029 m	✓

Figura 4.2 - GSD e Precisão Tridimensional Aerolevanteamento com Drone (Extraído do Relatório de Processamento do Aerolevanteamento)

Como produtos finais do processamento das 2.753 fotos do Aerolevanteamento com Drone podemos citar a Ortofoto e Nuvem de Pontos de acordo com as **Figura 4.3 e 4.4**



Figura 4.3 - Ortofoto Área de Interesse Obtida Através do Aerolevanteamento com Drone



Figura 4.4 - Nuvem de Pontos Área de Interesse Obtida Através do Aerolevanteamento com Drone

5 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO COM 3D LASER SCANNING

Foi utilizada a tecnologia 3D Laser Scanning na Área de Interesse para obter informações do terreno natural, estruturas inferiores de pontes, passarelas e galerias, margens dos rios e canais, ruas e para delimitar o limite frontal das edificações existentes perto dos rios e canais.

Foram utilizados Laser Scanners da marca Leica modelo C10 (precisão tridimensional 6mm) e modelo BLK 360 (precisão tridimensional de 4 mm) e marca Faro modelos S120 e X130 (ambos com precisão tridimensional 2 mm), conforme **Figura 5.1 a 5.10**.



Figura 5.1 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10



Figura 5.2 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10



Figura 5.3 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10



Figura 5.4 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Leica C10

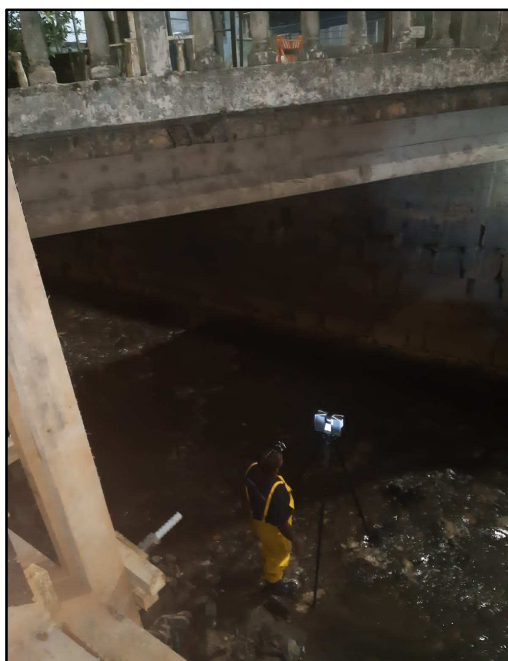


Figura 5.5 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro X130



Figura 5.6 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro X130

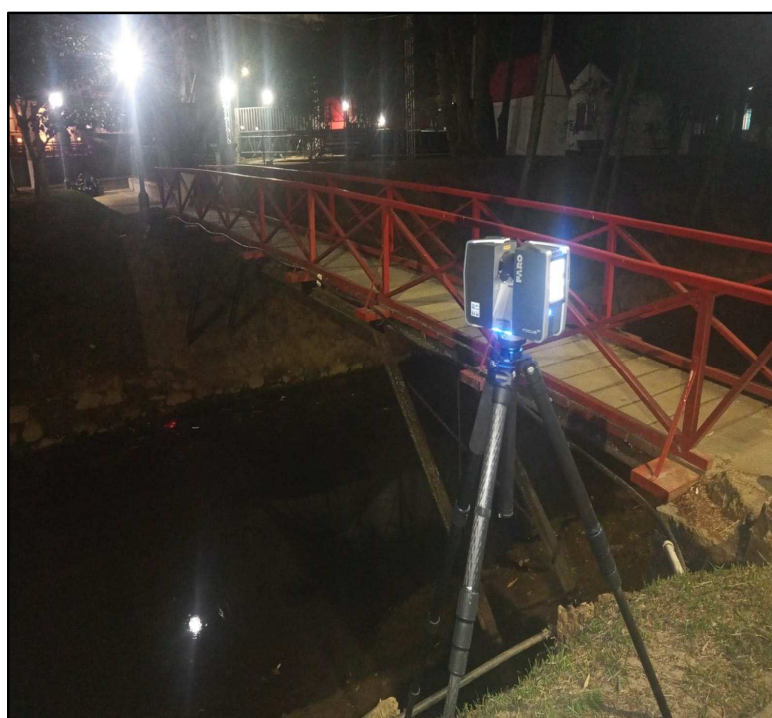


Figura 5.7- Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro S120



Figura 5.8 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner Faro S120



Figura 5.9 - Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner BLK360



Figura 5.10 – Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner BLK360

Foram realizadas mais de 3.000 varreduras ao longo da Área de Interesse, tais varreduras que quando registradas (unidas) formam uma nuvem de pontos, rica em detalhes, com precisão igual melhor que 5 cm, todo processamento feito no software Leica Register 360.

É importante ressaltar que toda nuvem de pontos gerada, foi georreferenciada utilizando os pontos topográficos constantes do ANEXO 1 - Monografias dos Pontos Topográficos, para realizar a amarração.

A **Figura 5.11** ilustra o processo de Georreferenciamento das nuvens de pontos.



Figura 5.11 - Processo de Georreferenciamento de Nuvens de Pontos Laser Scanner

Mais detalhes sobre o processamento das nuvens de pontos oriundas dos Lasers Scanners, pode ser encontra no Anexo 4 - Memória de Cálculo do Processamento das Nuvens de Pontos Laser Scanner.

Após o processamento das nuvens de pontos, se deu início a etapa de tratamento (limpeza) das nuvens de pontos, que a grosso modo pode ser interpretado como exclusão de áreas e elementos não necessários para o objetivo do projeto. Toda essa etapa de tratamento ocorreu no Softwares Recap 360 Pro.

As **Figura 5.12 a 5.43** apresentam as nuvens de pontos 3D Laser Scanner.

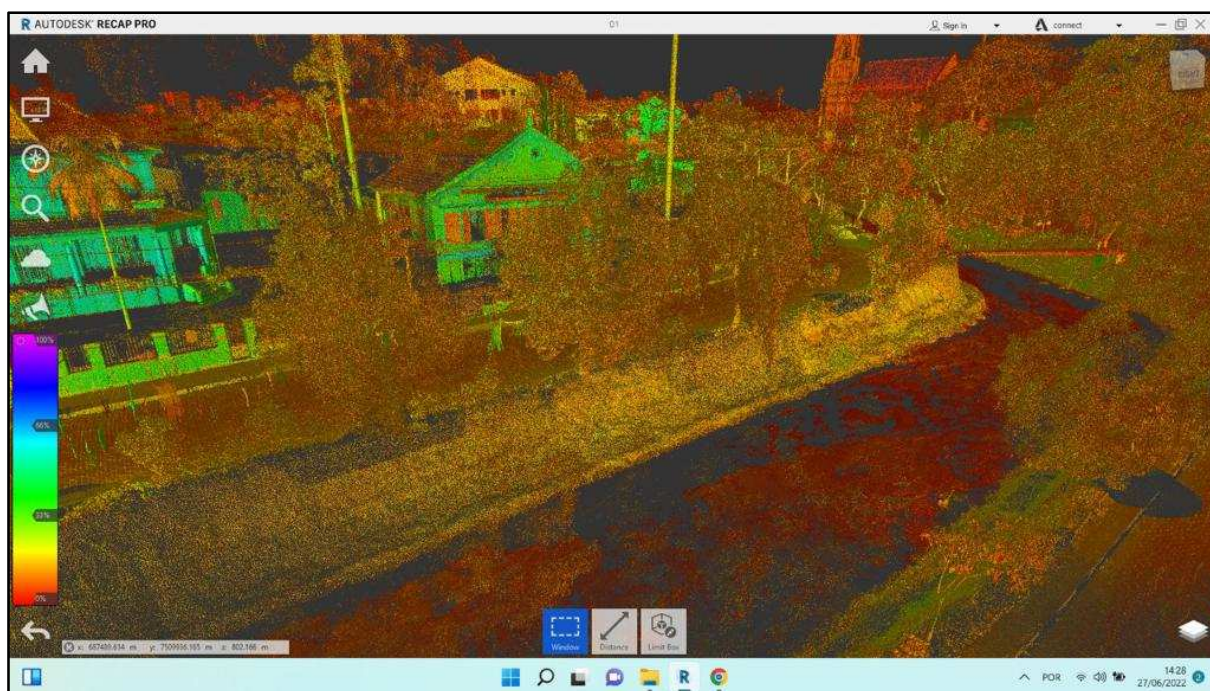


Figura 5.12 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

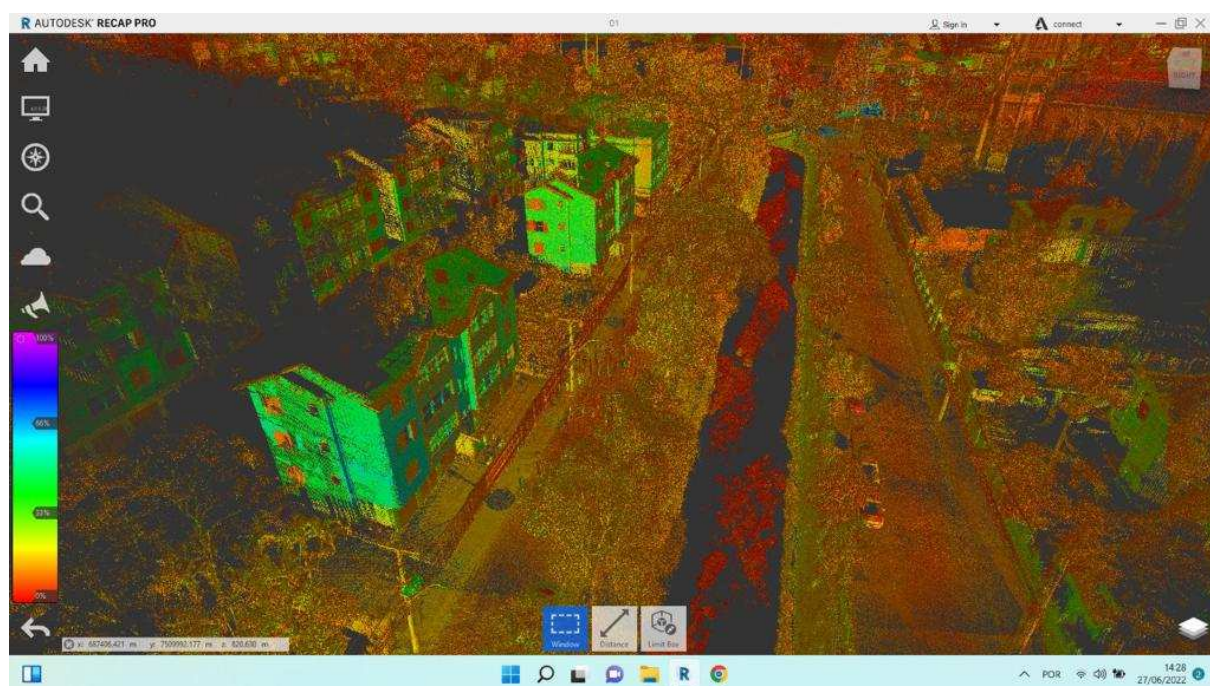


Figura 5.13 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

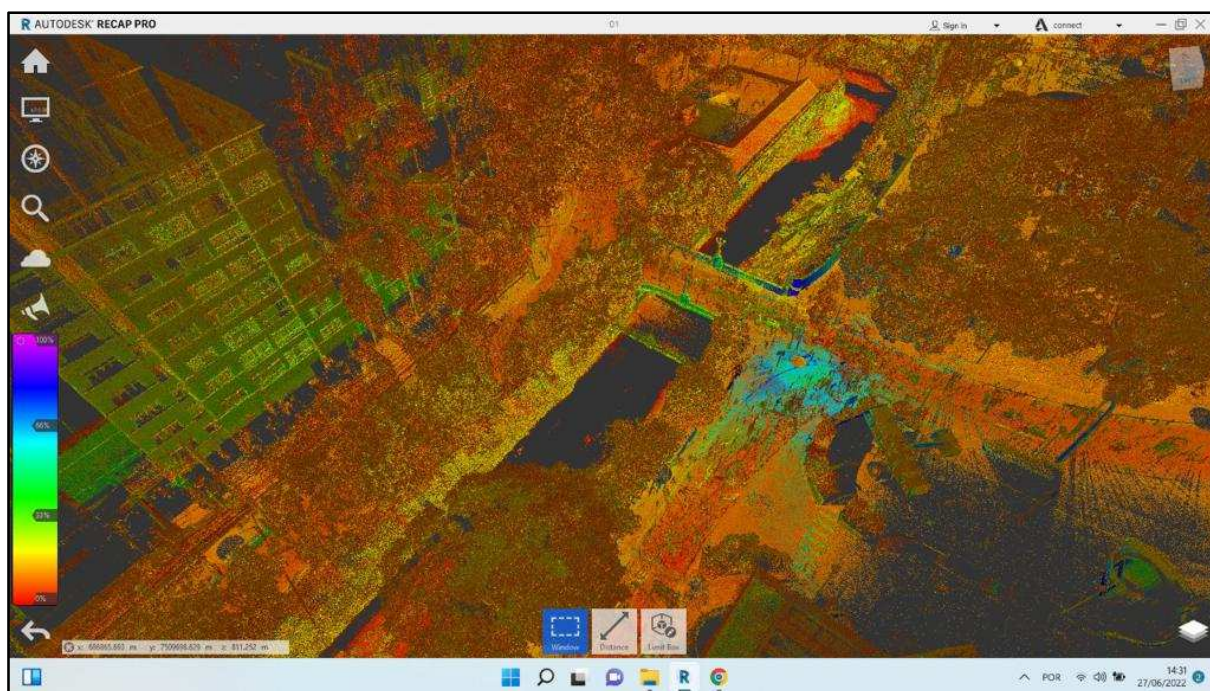


Figura 5.14 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

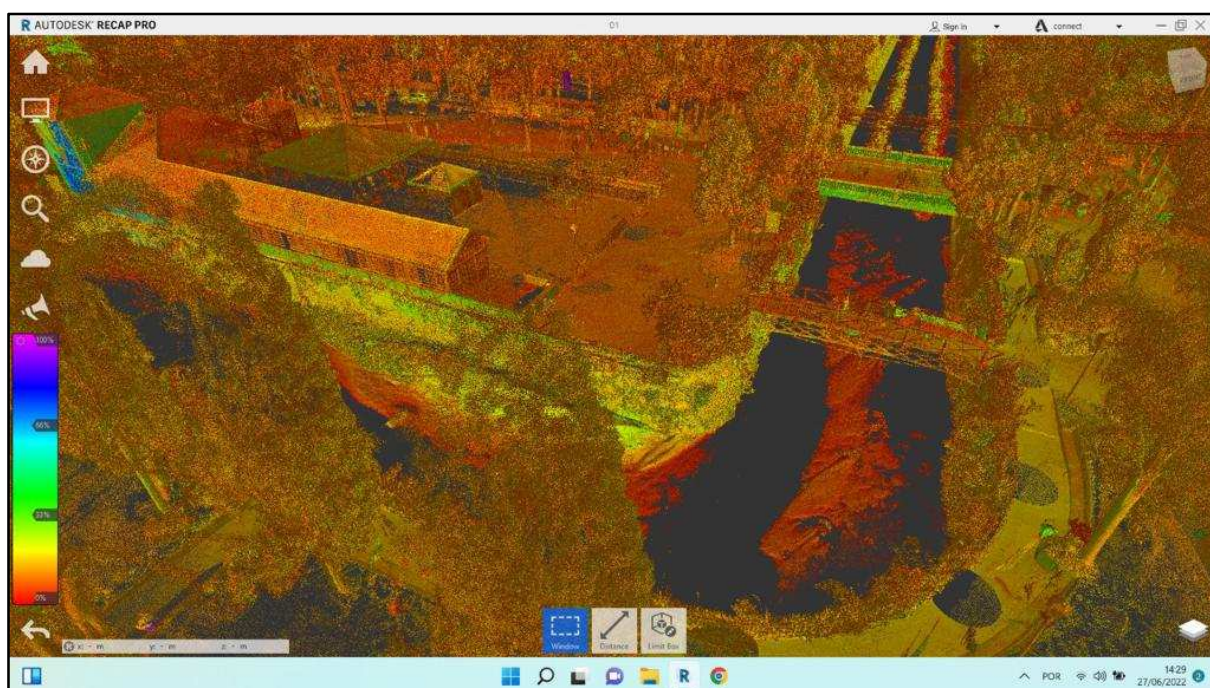


Figura 5.15 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

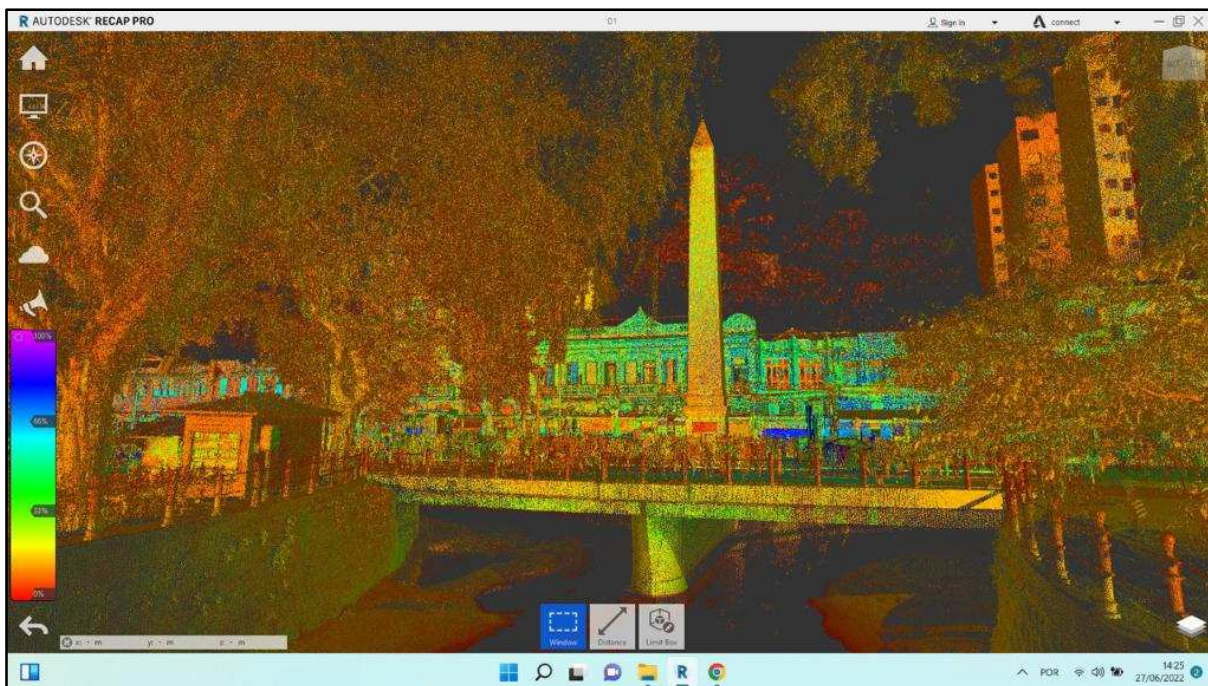


Figura 5.16 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

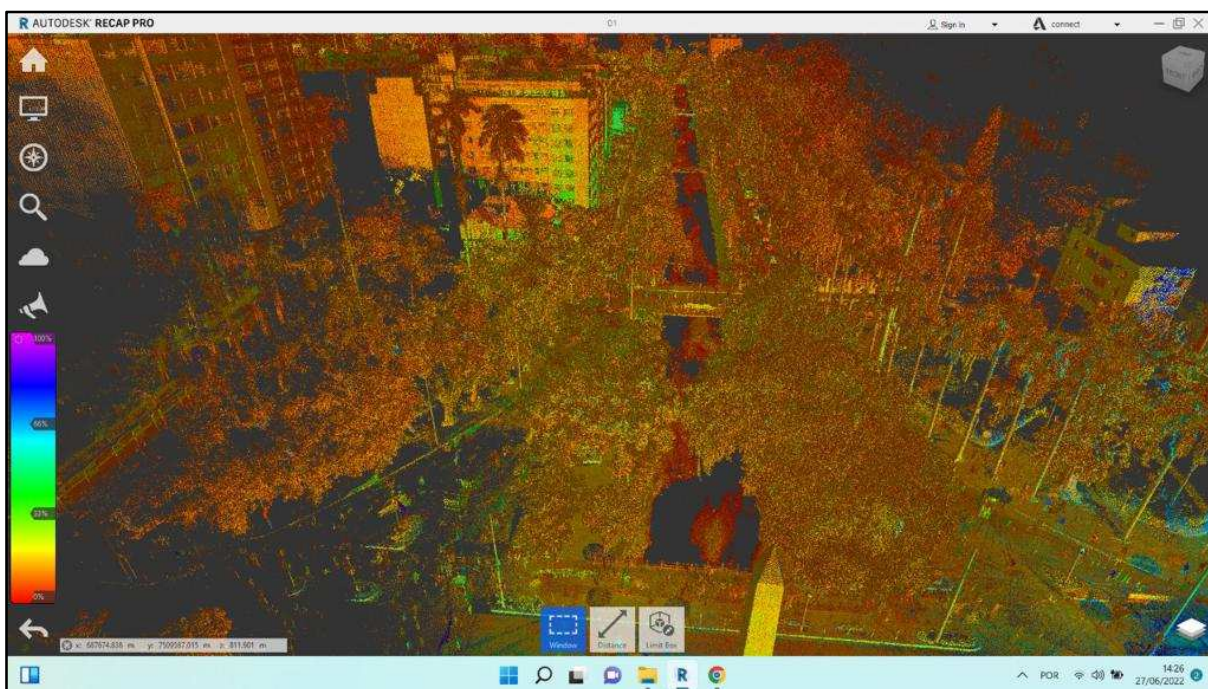


Figura 5.17 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

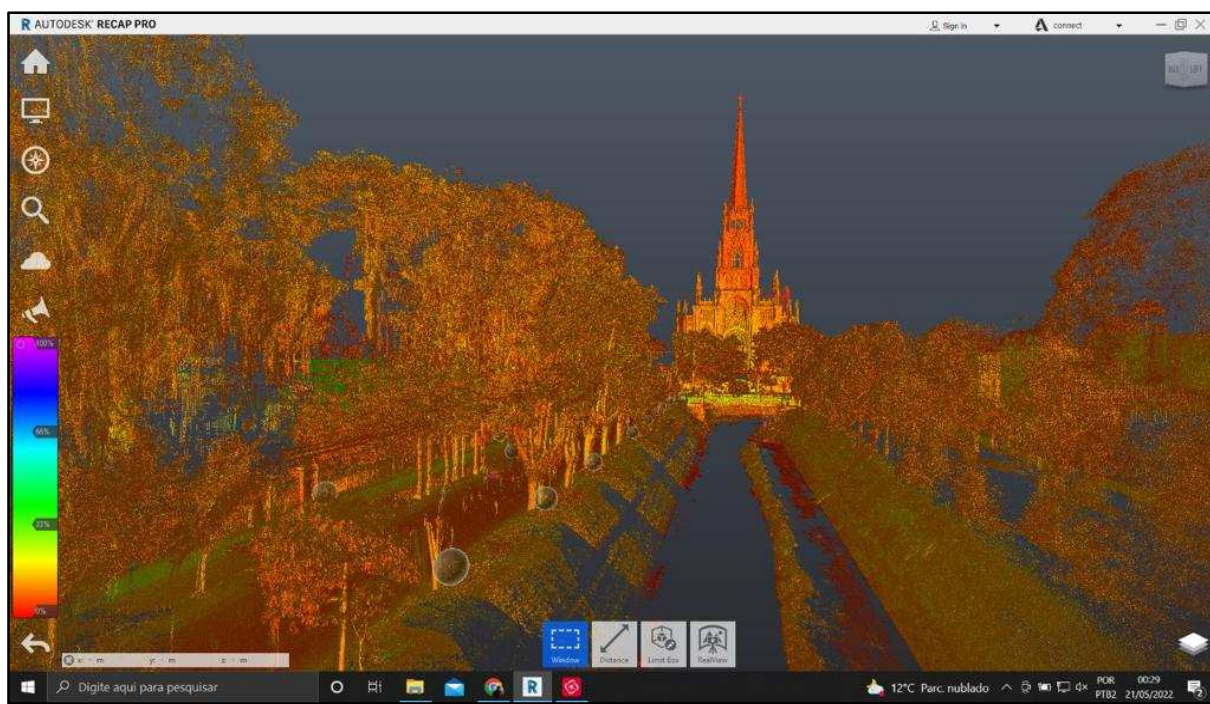


Figura 5.18 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

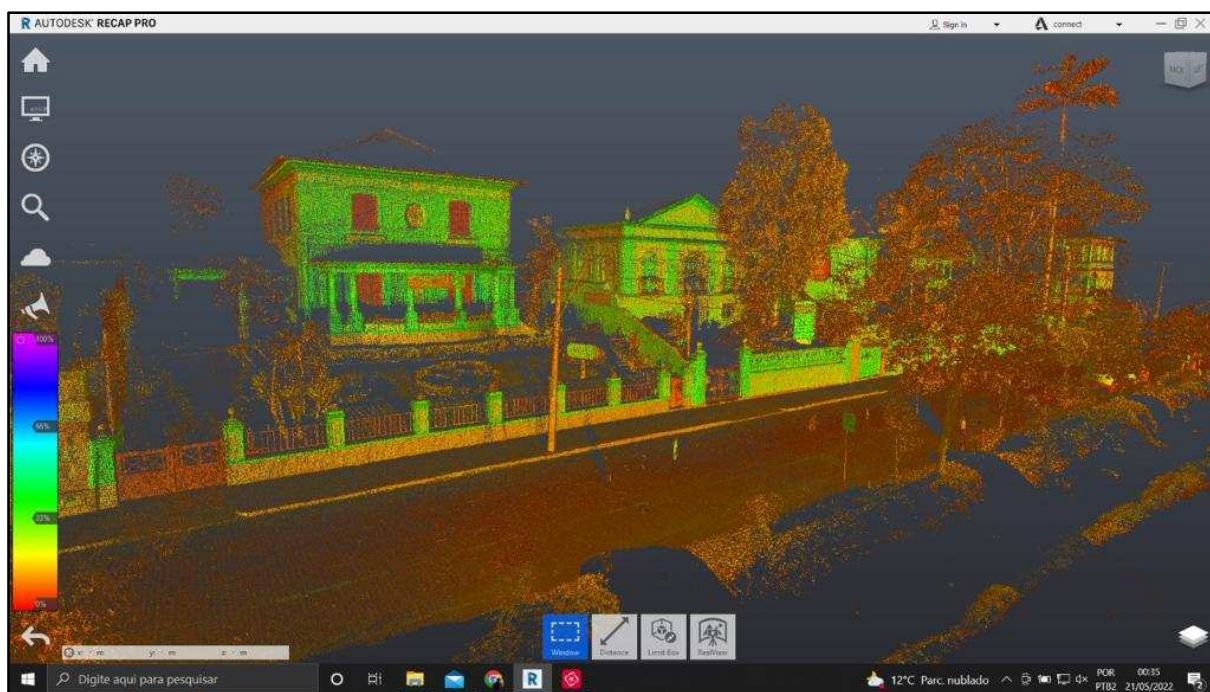


Figura 5.19 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

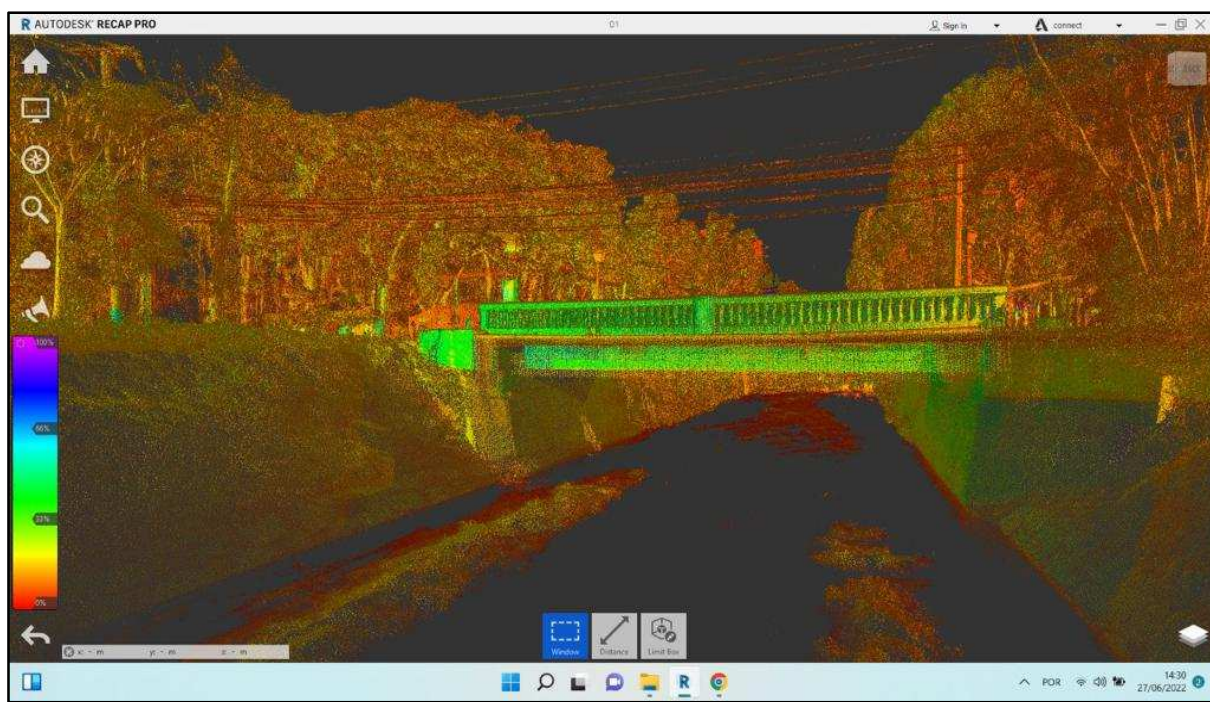


Figura 5.20 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

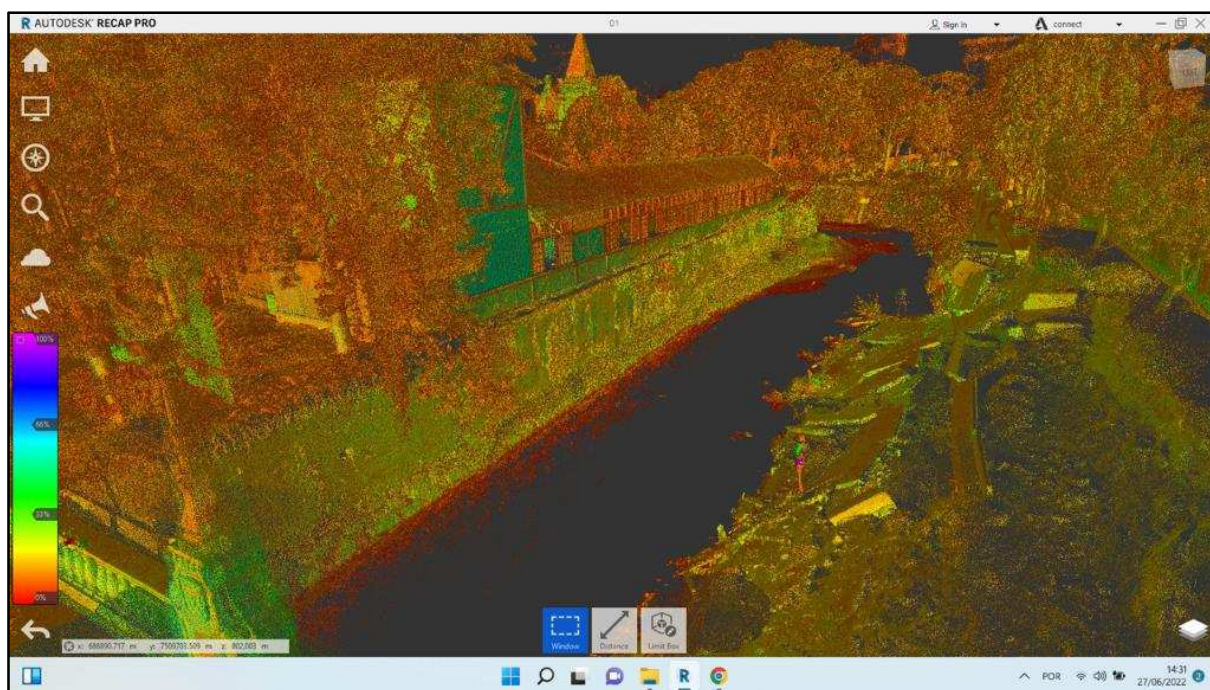


Figura 5.21 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

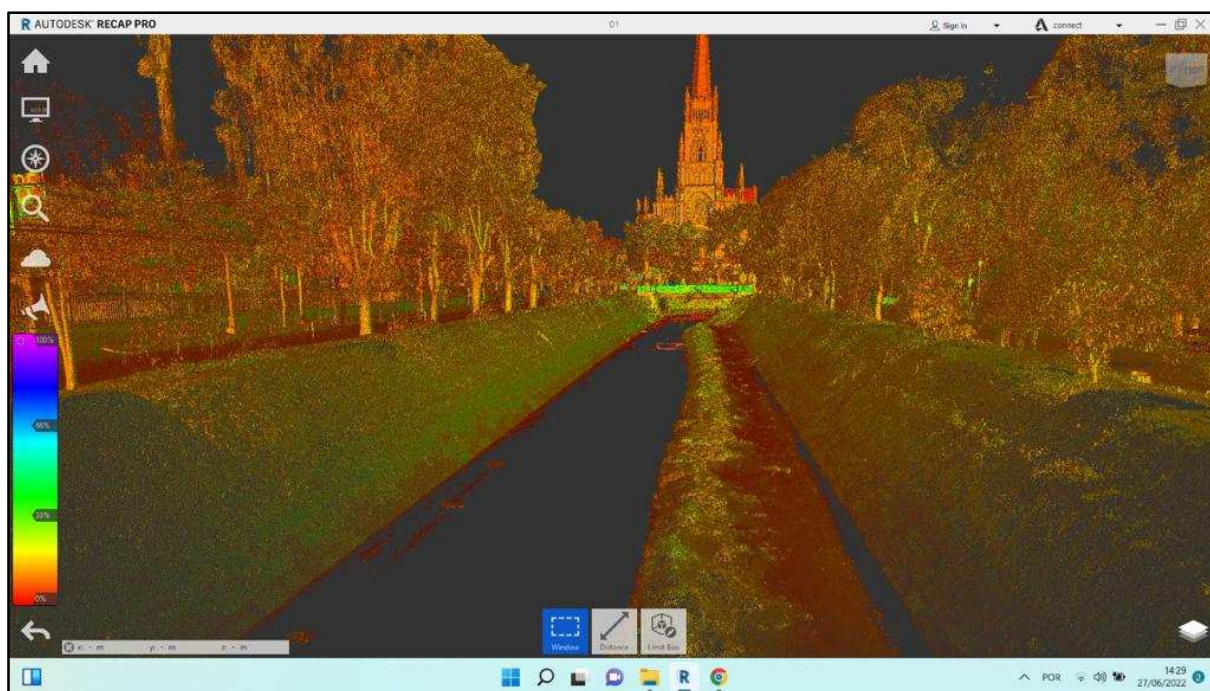


Figura 5.22 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

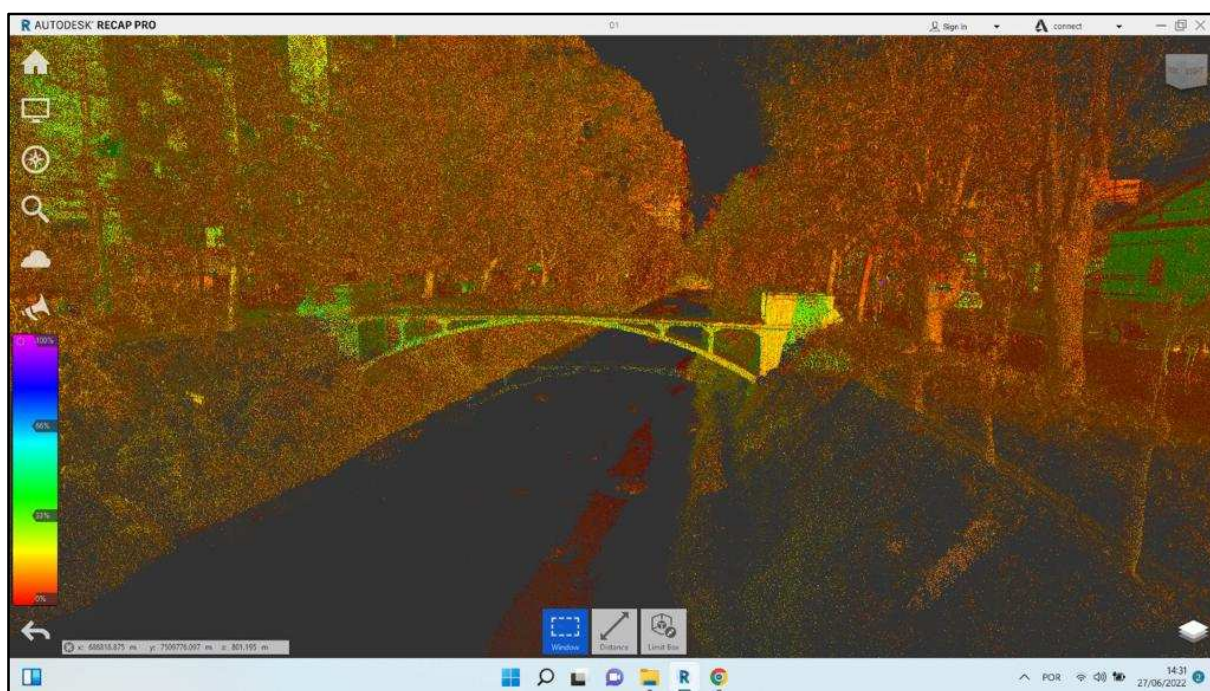


Figura 5.23 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

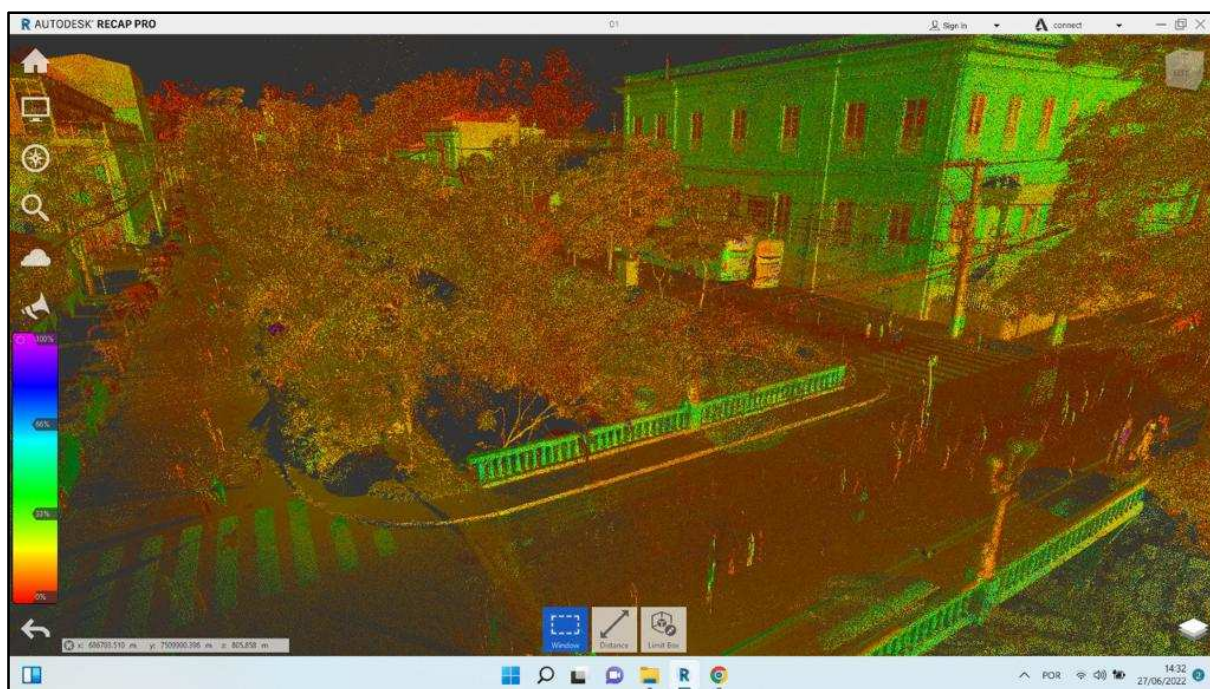


Figura 5.24 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

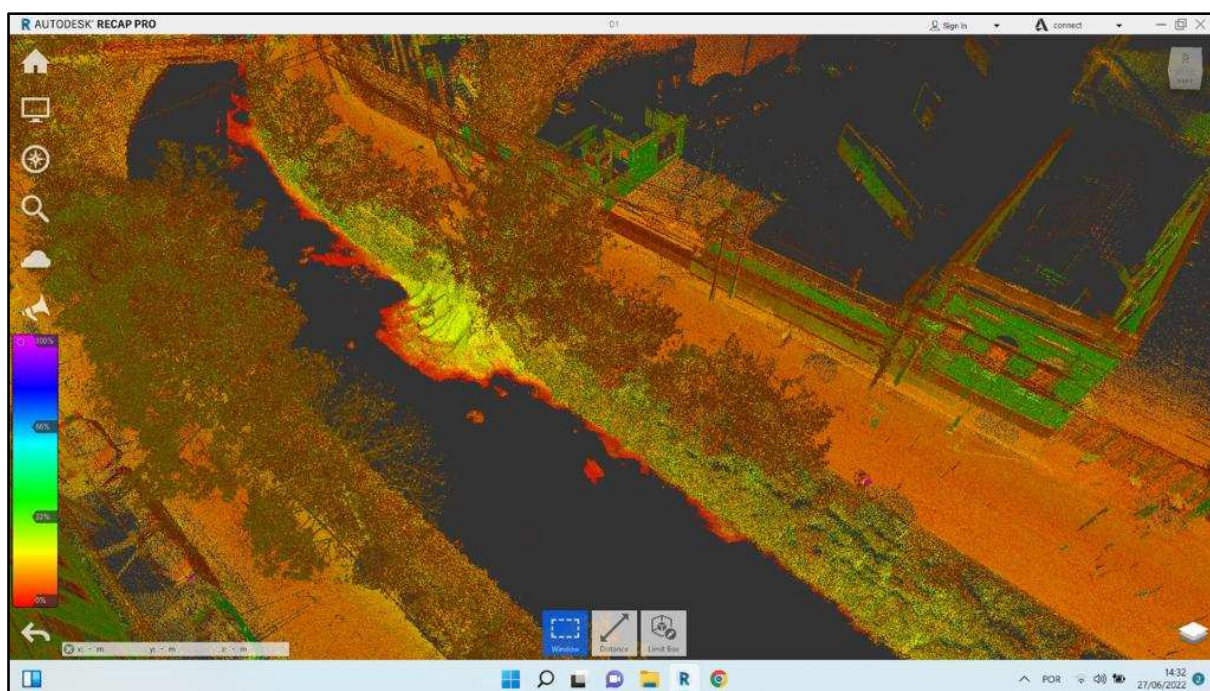


Figura 5.25 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

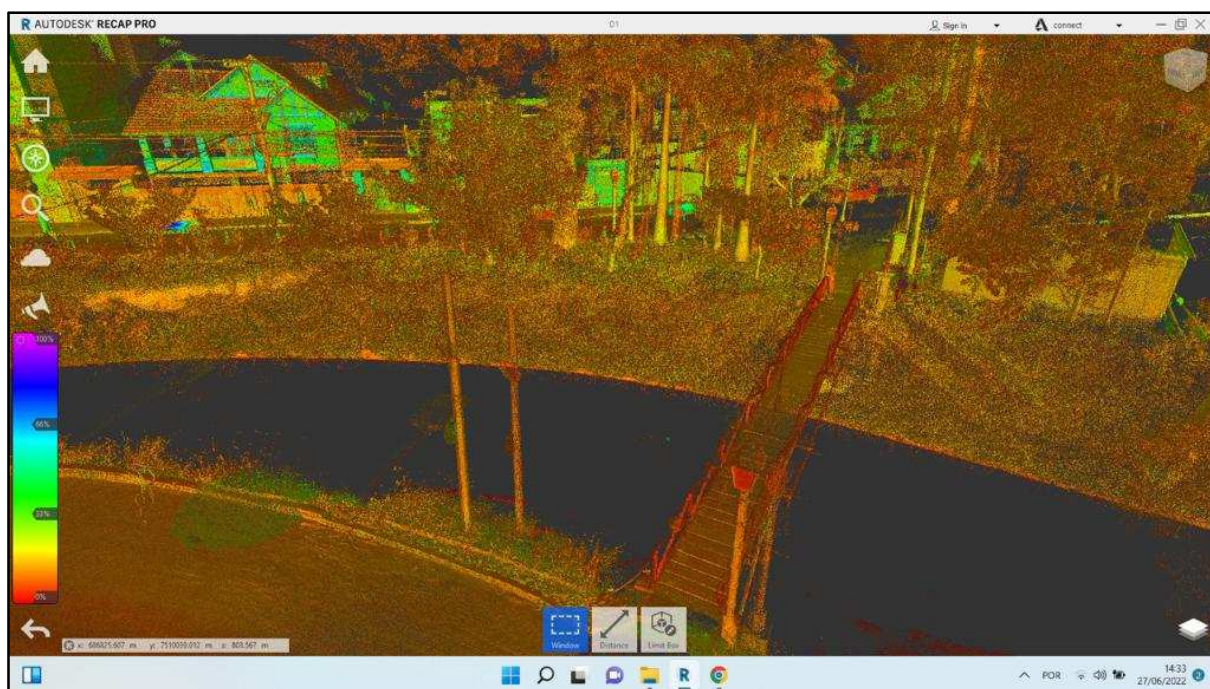


Figura 5.26 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

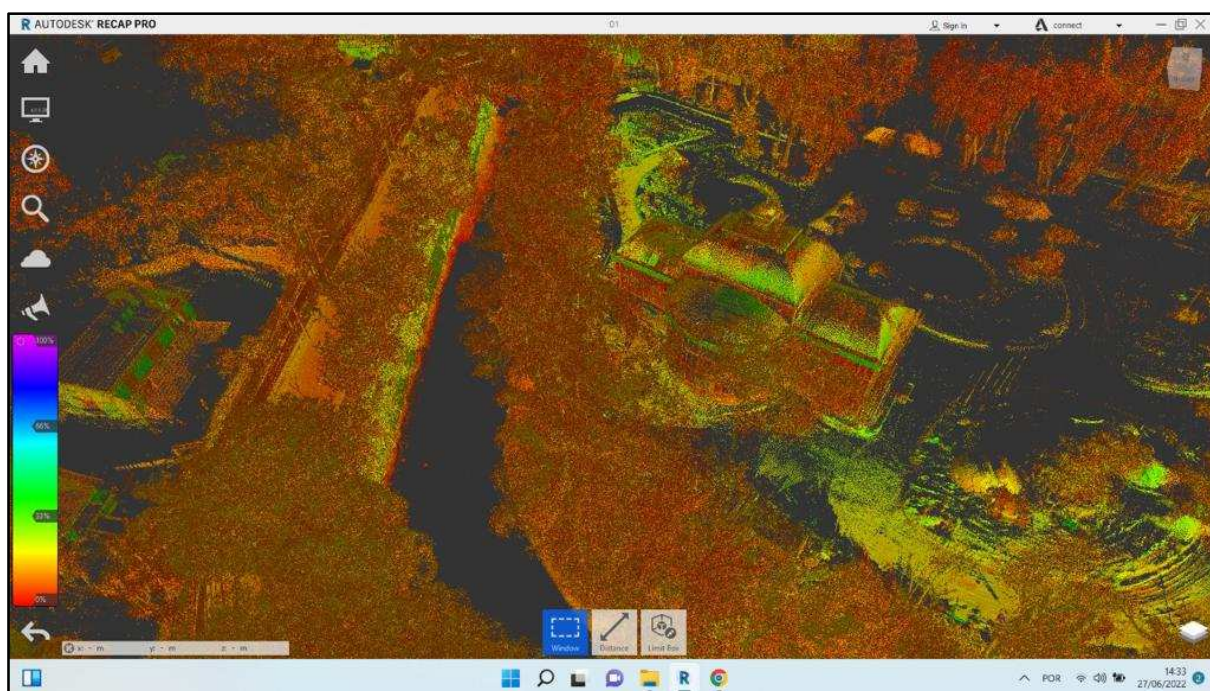


Figura 5.27 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

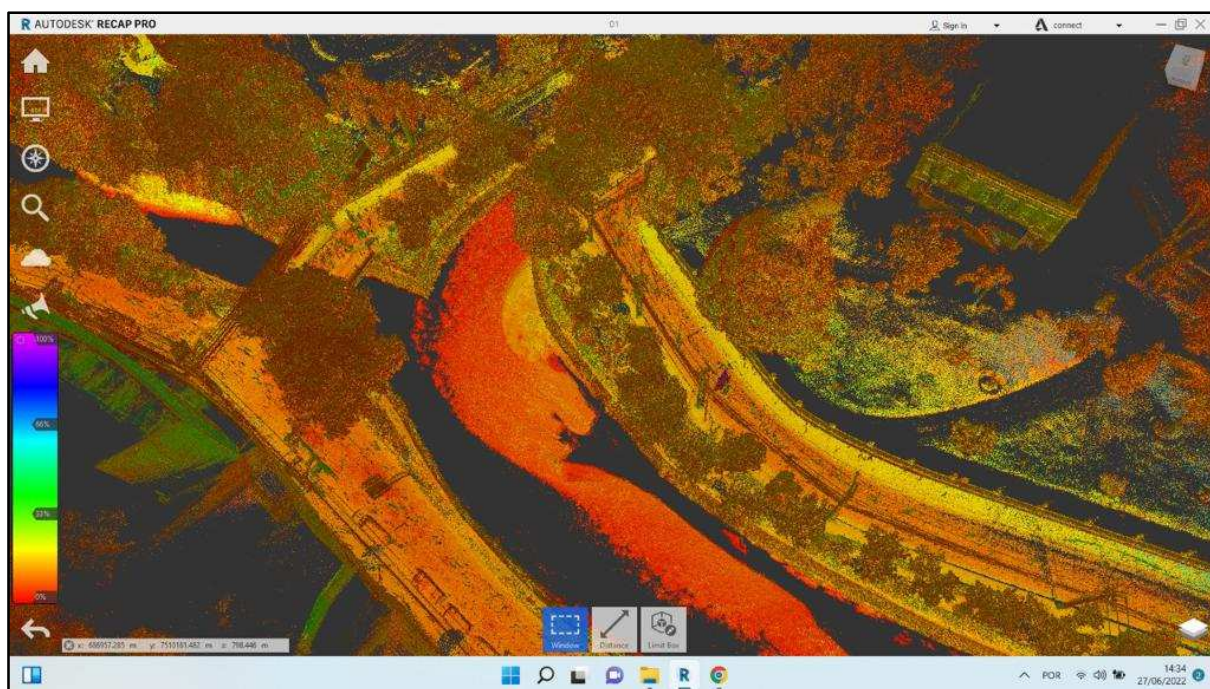


Figura 5.28 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

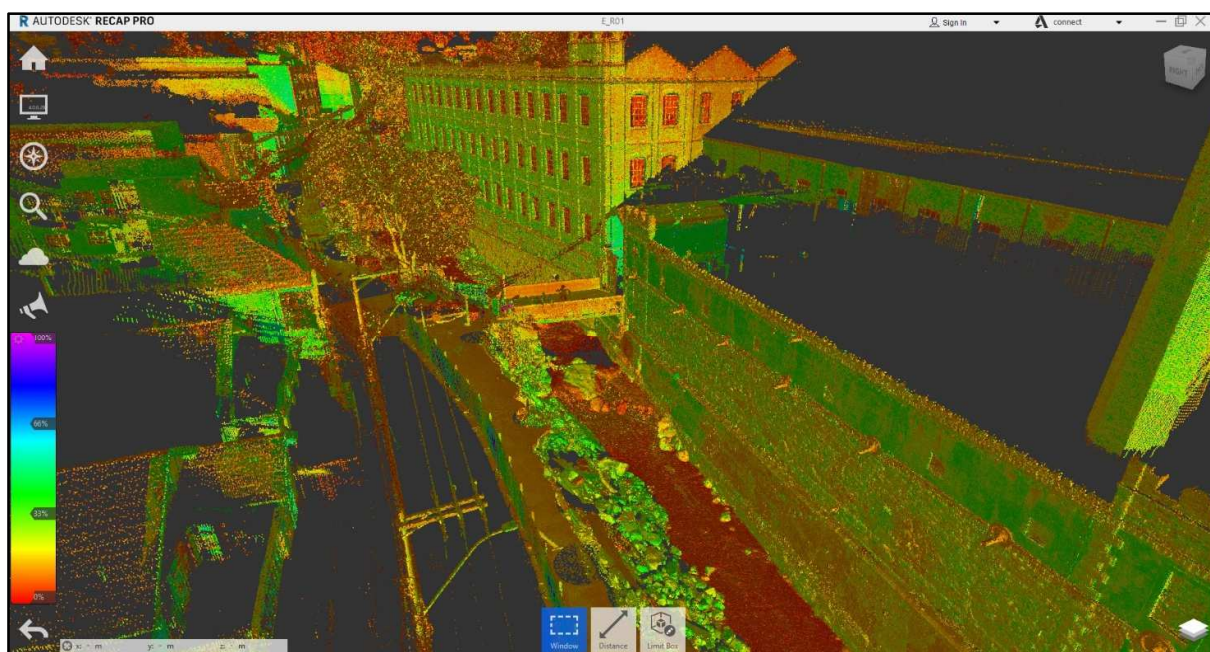


Figura 5.29 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

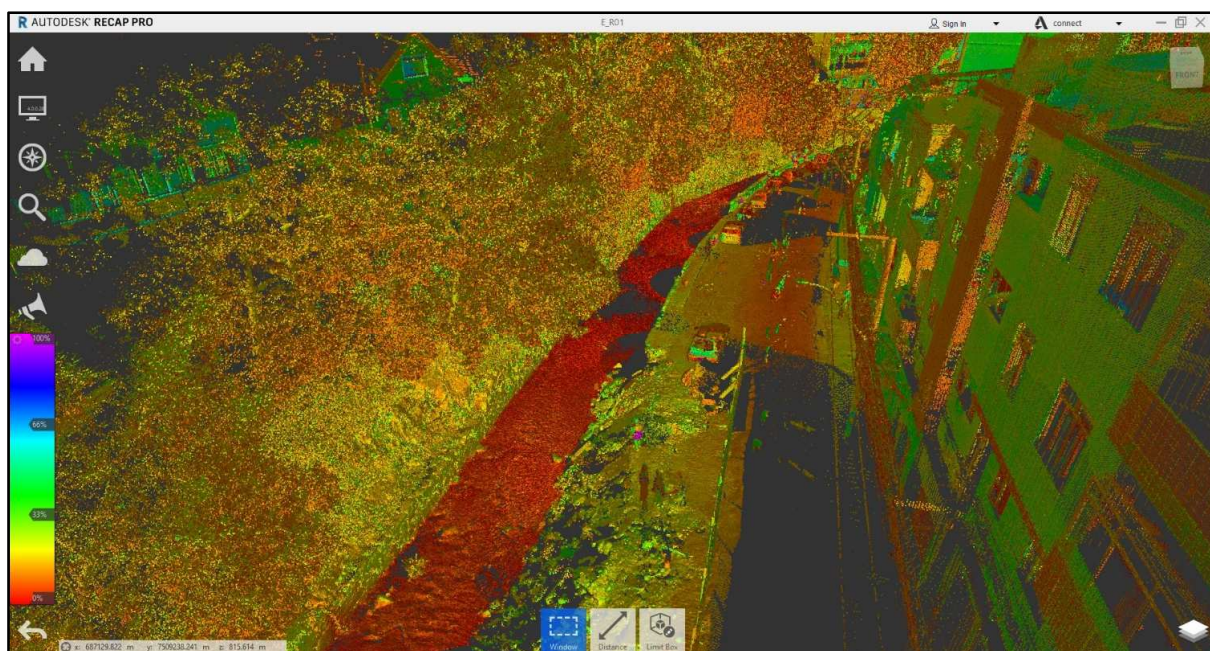


Figura 5.30 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

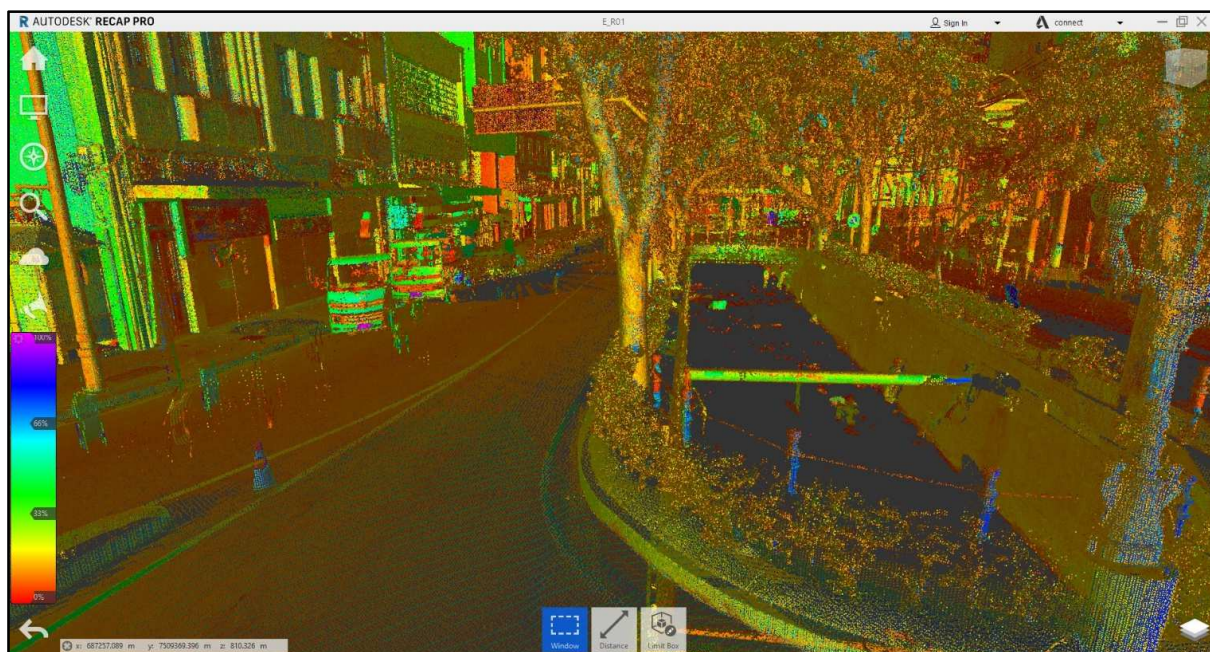


Figura 5.31 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

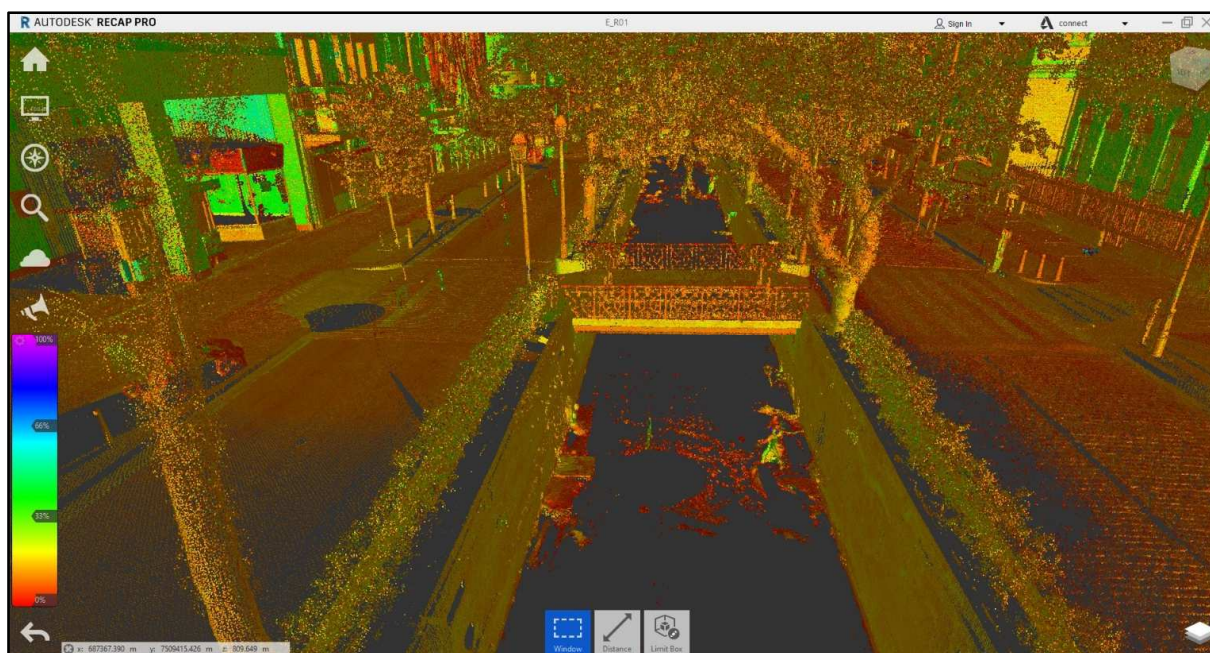


Figura 5.32 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

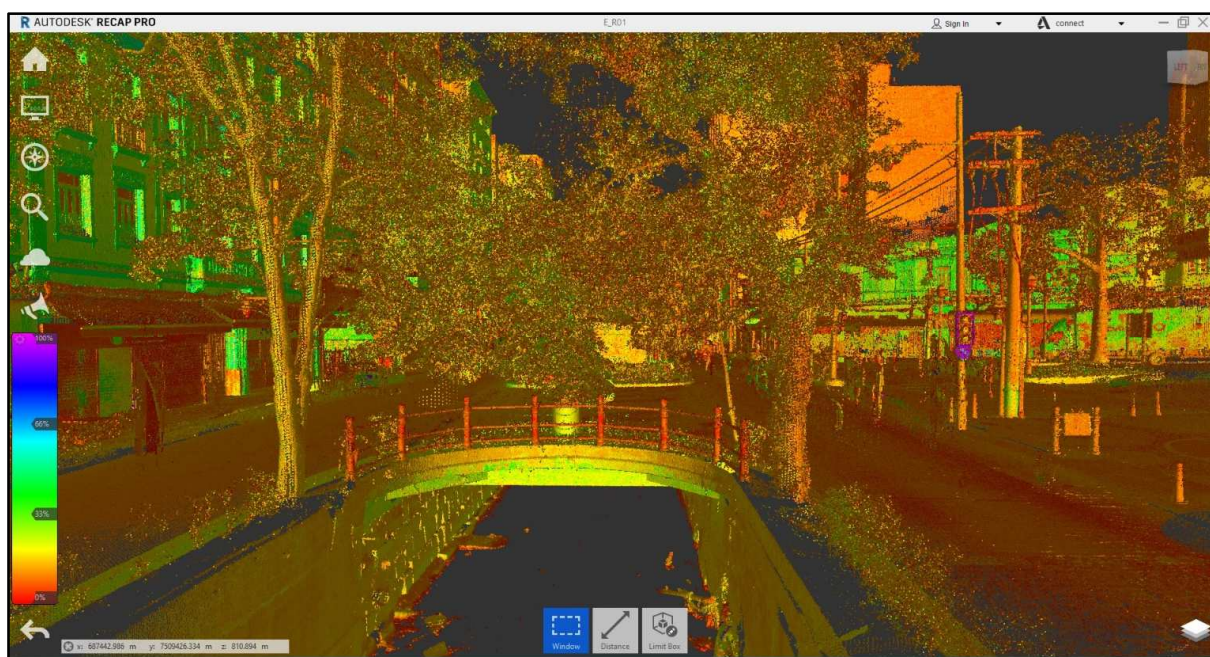


Figura 5.33 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

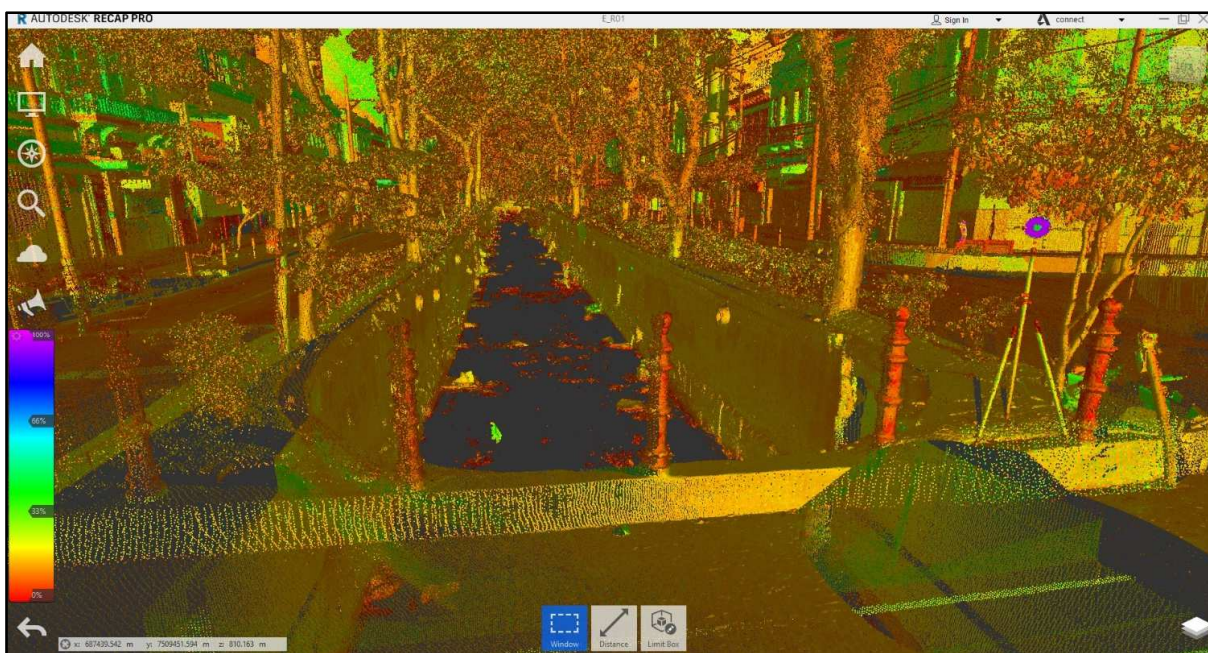


Figura 5.34 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

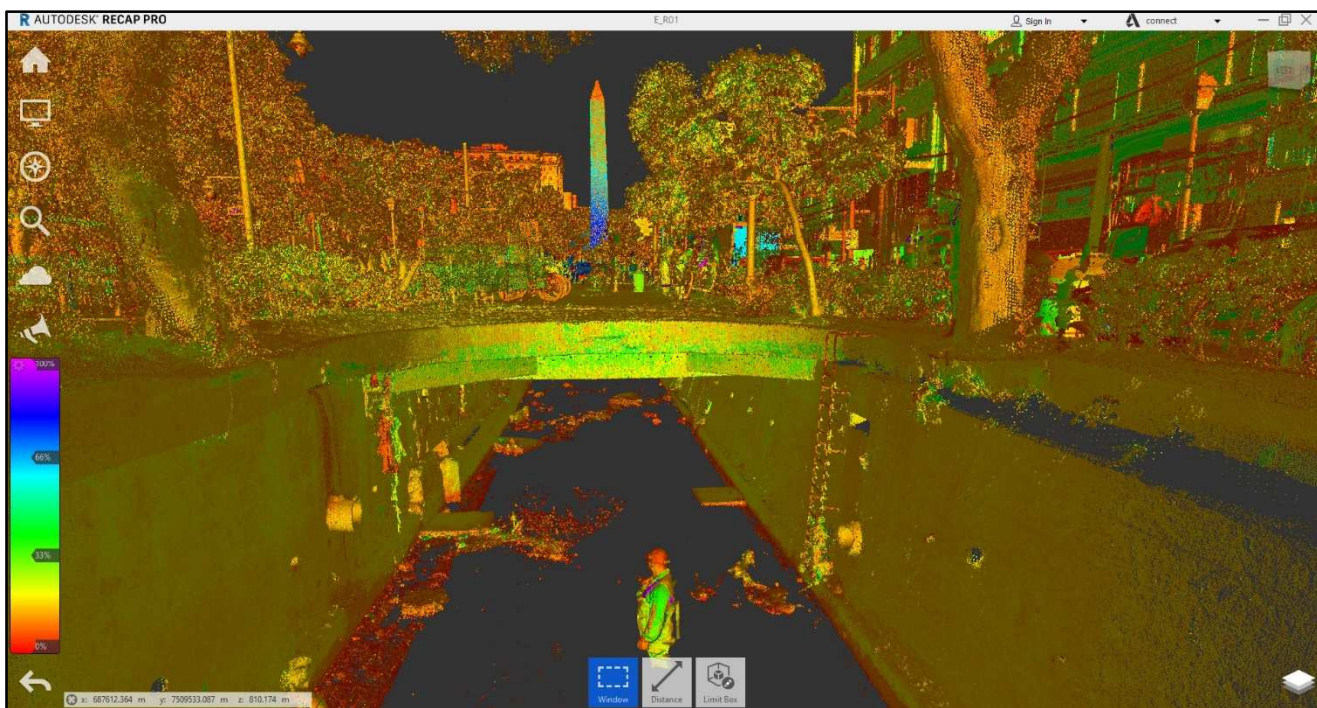


Figura 5.35 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

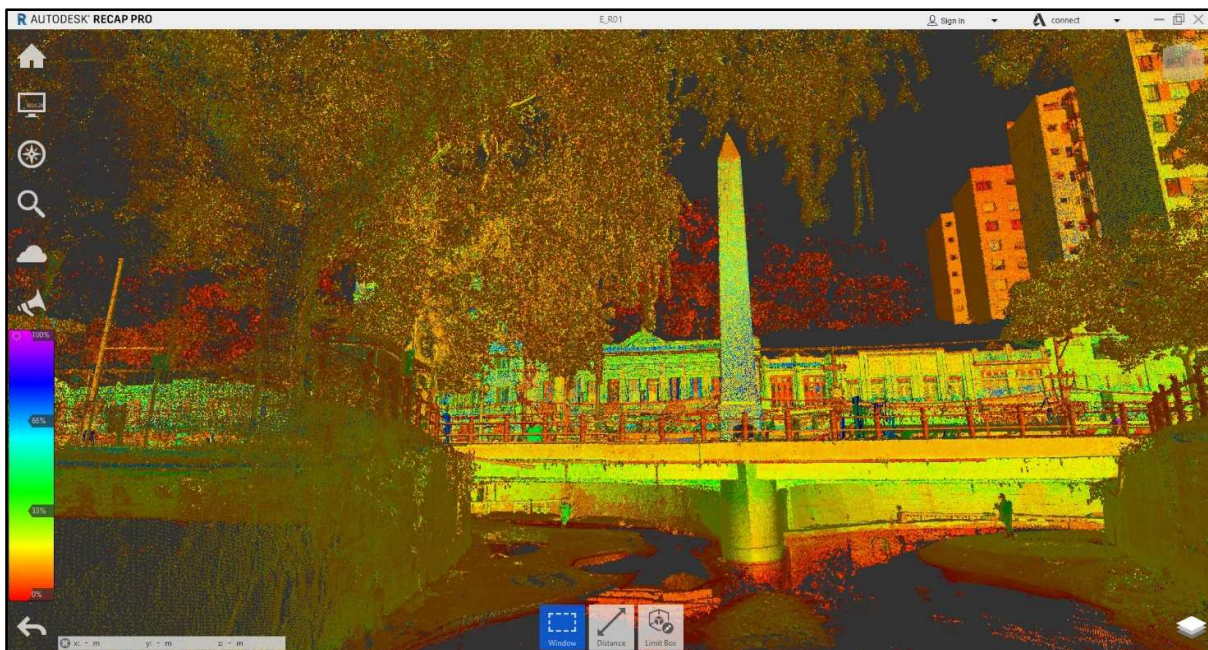


Figura 5.36 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

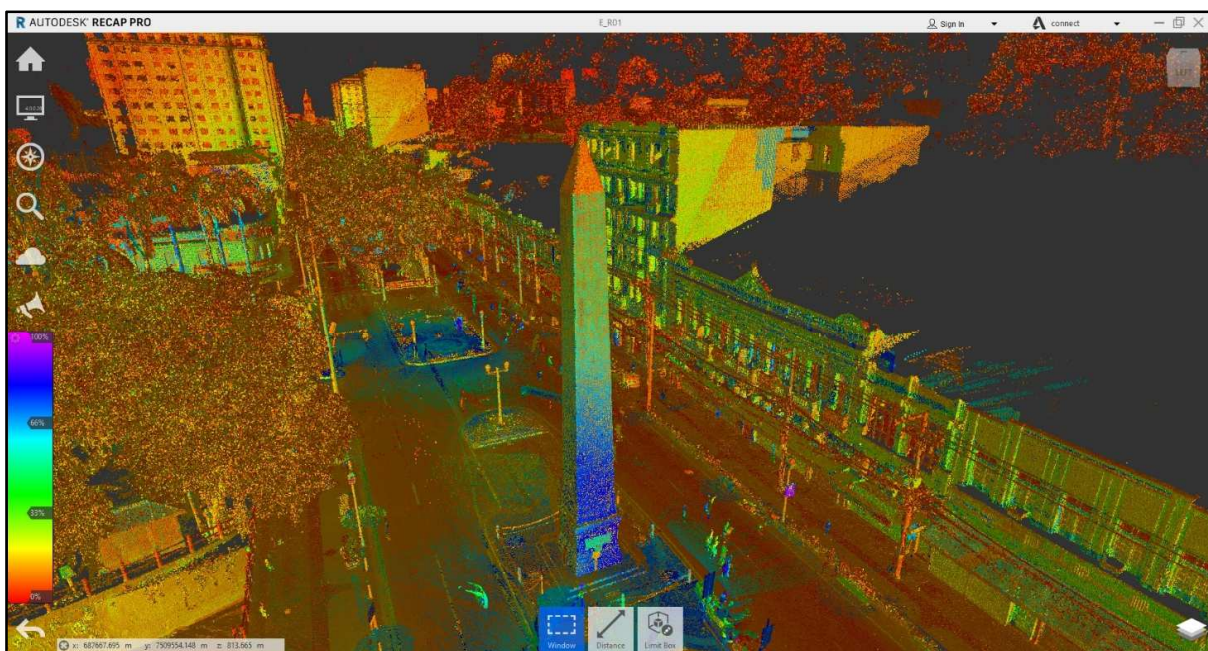


Figura 5.37 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

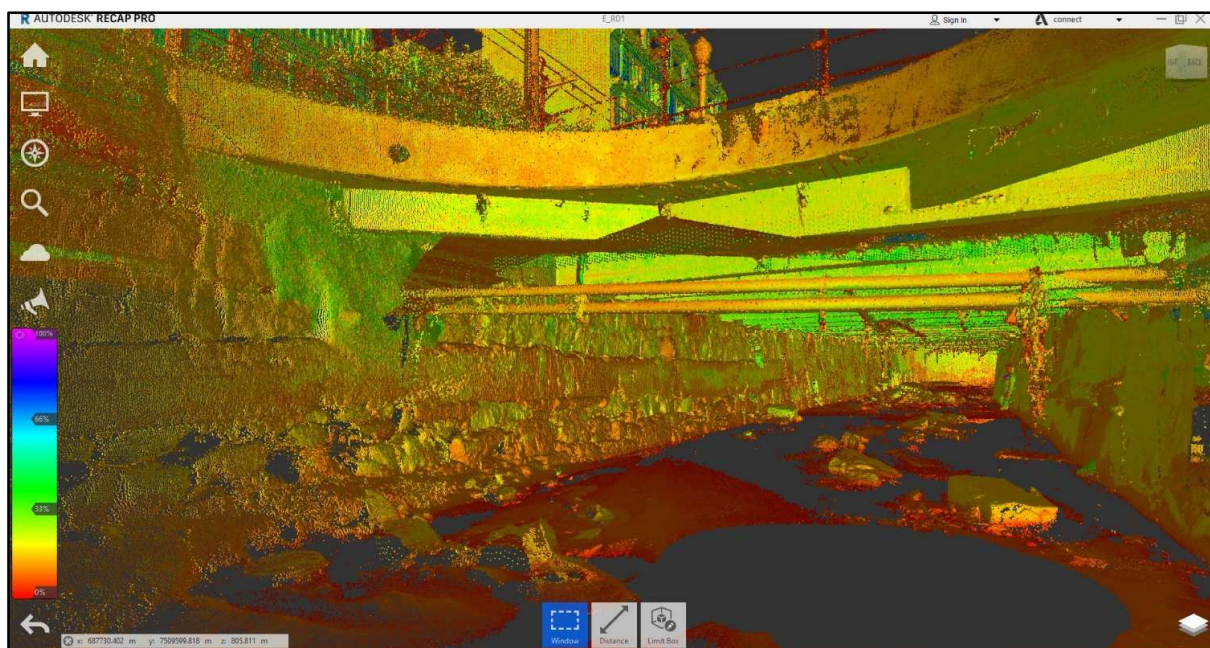


Figura 5.38 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

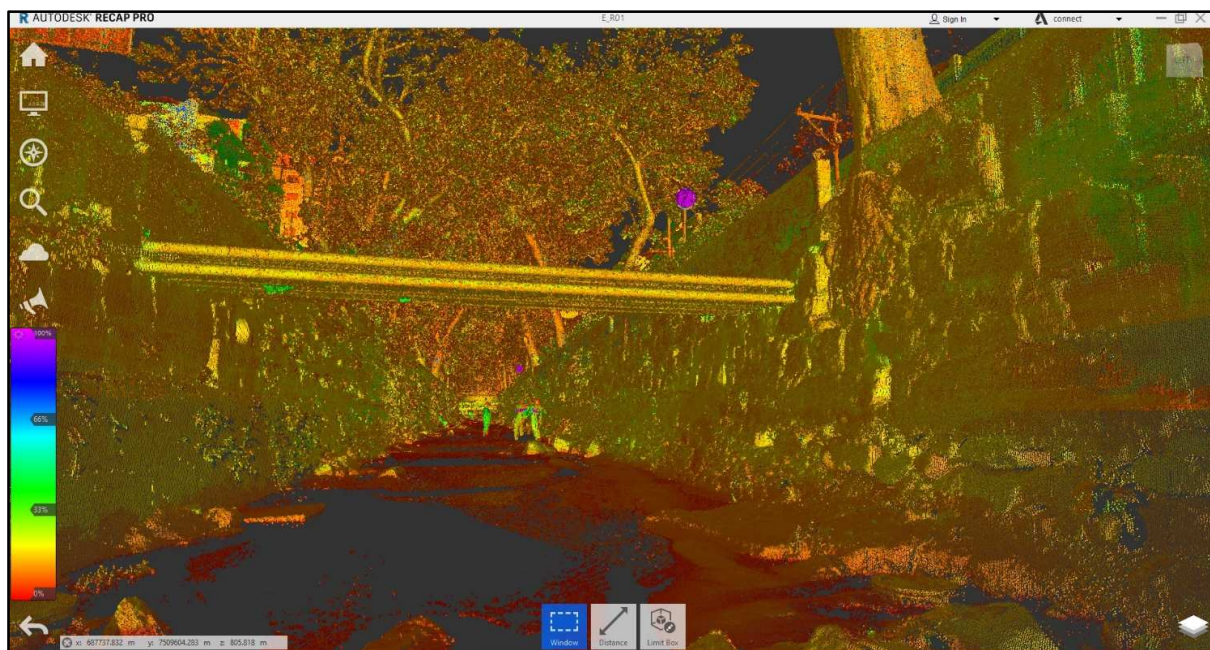


Figura 5.39 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

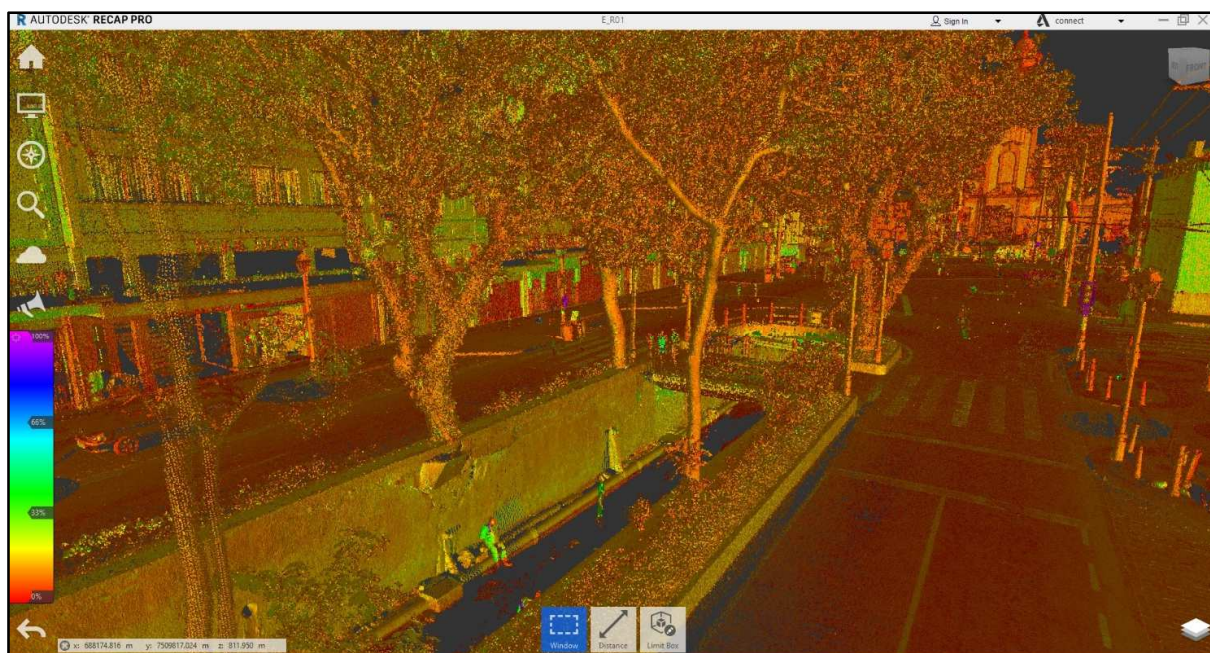


Figura 5.40 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

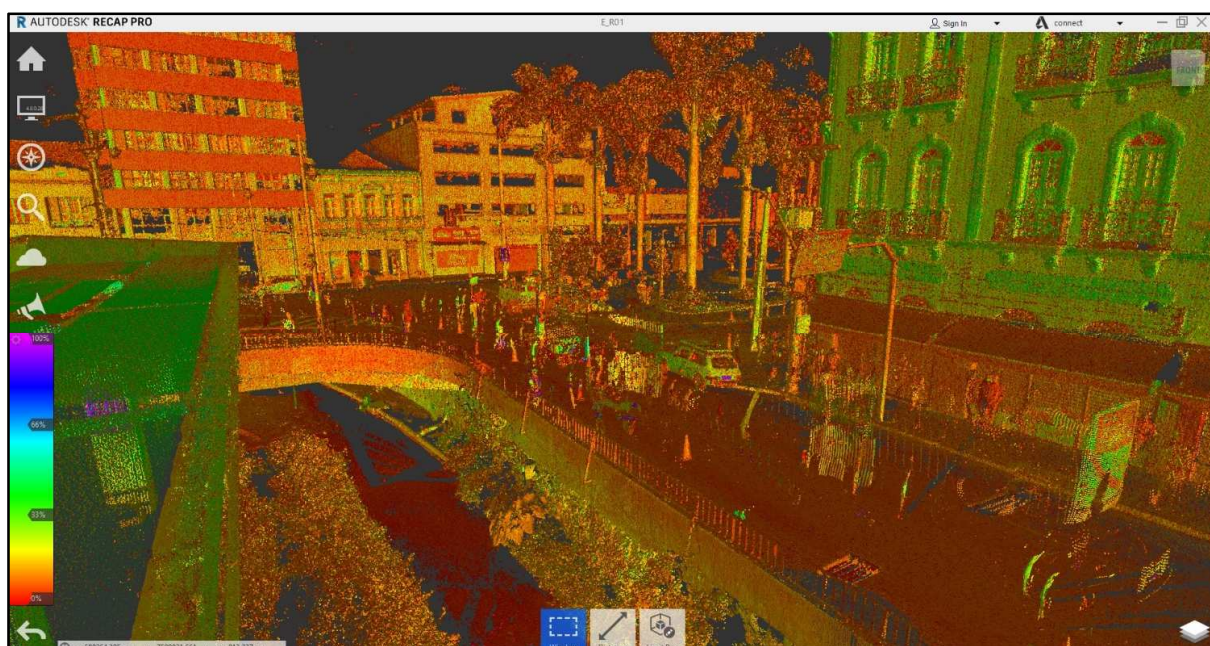


Figura 5.41 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

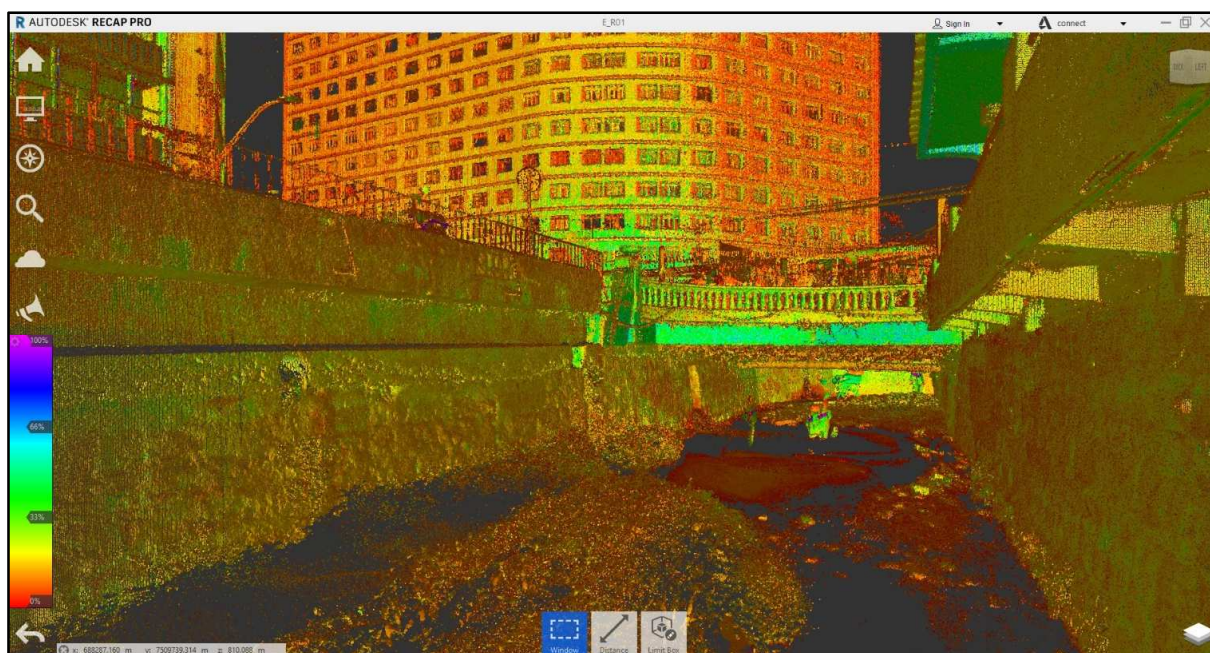


Figura 5.42 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

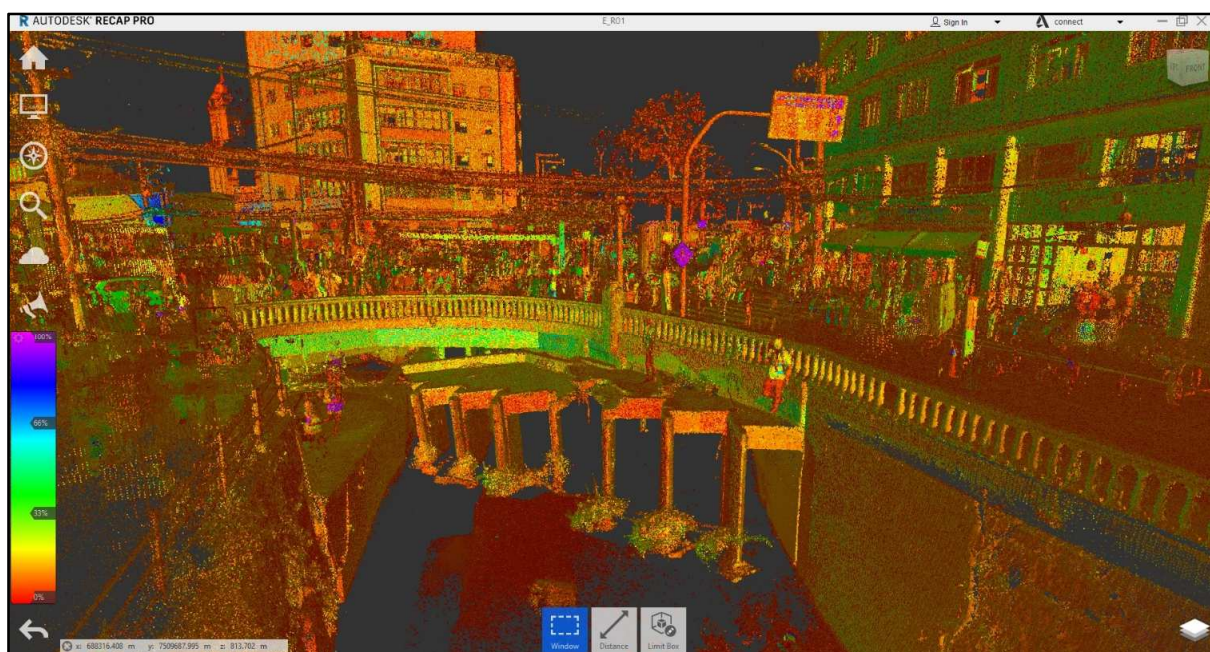


Figura 5.43 - Nuvem de Pontos 3D Laser Scanner

6 LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO

Para se obter informação da cota do leito dos rios e canais nas áreas abertas, foi utilizado o equipamento de GNSS no modo RTK com dupla frequência (L1\L2), precisão tridimensional melhor ou igual a 3 cm.

Para realizar o levantamento topobatimétrico com GNSS, se aproveitou como Base GNSS alguns dos pontos topográficos implantados, para que toda informação coletada com GNSS em modo RTK ficasse no mesmo Sistema de Coordenadas.



Figura 6.1 - Levantamento Topobatimétrico com GNSS em Modo RTK

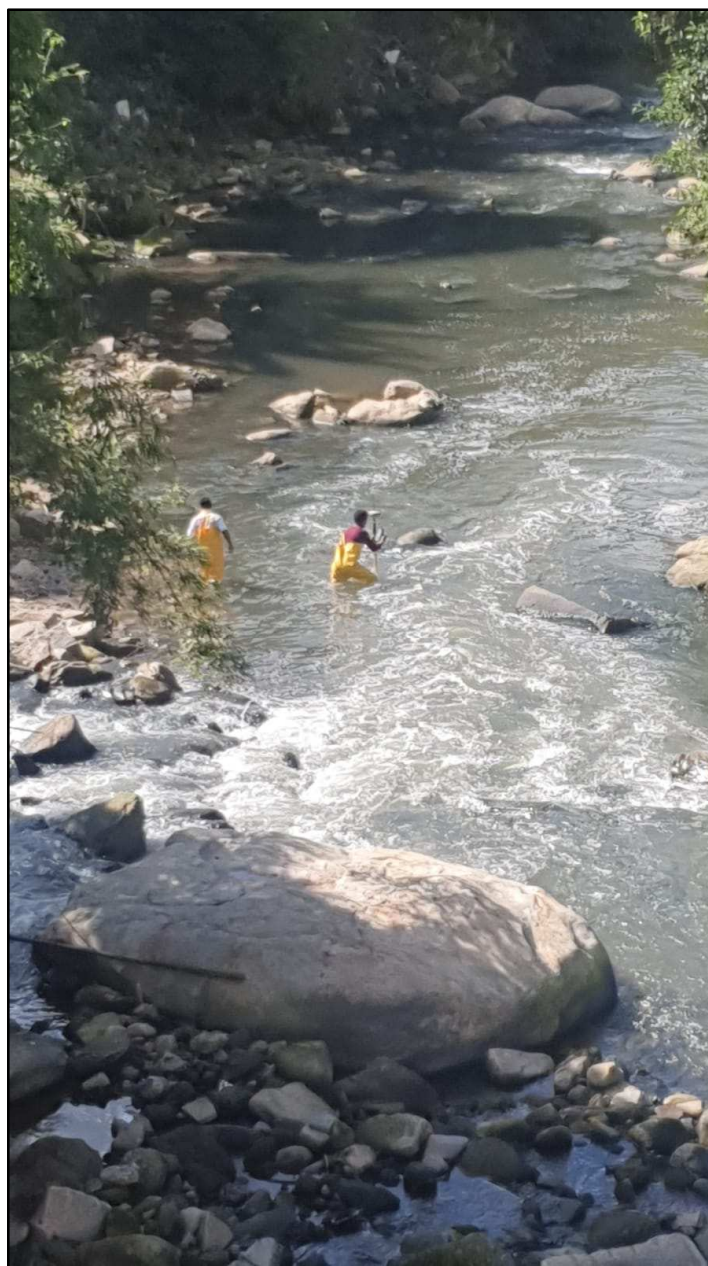


Figura 6.2 - Levantamento Topobatimétrico com GNSS em Modo RTK

Em áreas onde não foi possível cadastrar o fundo dos rios e canais com GNSS, foi utilizado estação total, com precisão angular de 1" e precisão linear de 1 mm (**Figura 6.3**).

O levantamento topobatimétrico realizado com estação total foi amarrado nos pontos topográficos implantados, de modo a permitir que toda informação coletada ficasse no mesmo sistema de coordenadas.



Figura 6.3 - Levantamento Topobatimétrico com Estação Total

O Anexo 5 apresenta a memória de cálculo do processamento dos pontos levantados com equipamento GNSS/RTK e Estação Total.

7 PRODUTOS FINAIS

7.1 Plantas Topográficas Cadastrais

Foram geradas Plantas Topográficas Cadastrais utilizando a ortofoto e Nuvem de Pontos gerados pelo Aerolevanteamento com Drone, e as Nuvens de Pontos geradas pelo Levantamento Topográfico Cadastral com 3D Laser Scanner a qual se encontra georreferenciada no mesmo Sistema de Coordenadas dos Pontos Topográficos implantados.

Nas Plantas Topográficas Cadastrais podemos encontrar a representação dos elementos notórios (árvores, postes, rua, limites das edificações, e outros), os quais foram vetorizados a partir da Ortofoto gerada com Aerolevanteamento com Drone e com as Nuvens de Pontos do Levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner, utilizando o software AutoCad da Autodesk.

Também se encontra nas Plantas Topográfica Cadastrais a representação dos eixos utilizados ao longo dos rios e canais, nos quais foram extraídas as seções transversais a cada 10 m ao longo dos eixos.

As curvas de nível representadas na Planta Topográfica Cadastral, são oriundas de um Modelo Digital do Terreno (MDT), o qual foi elaborado a partir das Nuvens de Pontos do levantamento Topográfico com 3D Laser Scanner, pontos do fundo dos rios e canais cadastrados com GNSS e Estação Total (batimetria), e também Nuvem de Pontos do Aerolevanteamento com Drone, através de um processo de classificação de Terreno Natural no software Global Mapper.

Uma vez com as nuvens classificadas (Terreno Natural triado) se gerou o Modelo Digital do Terreno (MDT) no formato Geotiff, o qual foi utilizado para gerar curvas de nível com equidistância de 1 m, que por sua vez foram exportadas no formato DWG e incorporadas na Planta Topográfica Cadastral

7.2 Seções Transversais

Conforme descrito no item anterior foram geradas seções transversais a cada 10 m ao longo dos rios e canais existentes na área de interesse, para gerar tais seções transversais, se usou os mesmos insumos utilizados para gerar o Modelo Digital do Terreno, acondicionando as seções transversais como a representação mais fidedigna possível da morfologia do terreno existente.

Foram geradas seções específicas para os obstáculos existentes que cruzam transversalmente os rios e canais, como pontes, passarelas, tubulações, barragens e outras construções.

Todo o processo de geração de Seções transversais foi realizado nos softwares Leica Cyclone e AutoCAD.

8 LISTA DE DESENHOS

Número do Desenho	Título
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B005-DE	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO CADASTRAL PONTOS TOPOGRÁFICOS DE APOIO RASTREADOS ARRANJO GERAL - PLANTA
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B006-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - PLANTA E PERFIL - ESTACA 0+0,0 A 29+9,0
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B007-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - PLANTA E PERFIL - ESTACA 29+9,0 A 58+12,0
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B008-DE	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-1 A RPL-12
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B009-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-13 A RPL-24
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B010-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-25 A RPL-36
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B011-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-37 A RPL-48
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B012-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-49 A RPL-60
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B013-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-61 A RPL-72
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B014-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-73 A RPL-84
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B015-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-85 A RPL-91
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B016-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-92 A RPL-97
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B017-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-98 A RPL-109

Número do Desenho	Título
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B018-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO PALATINO - SEÇÕES - RPL-110 A RPL-115
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B019-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - PLANTA E PERFIL - ESTACA 0+0 A 29+15,0
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B020-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - PLANTA E PERFIL - ESTACA 29+15 A 58+8,0
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B021-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-1 A RQT-12
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B022-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-13 A RQT-24
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B023-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-25 A RQT-36
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B024-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-37 A RQT-47
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B025-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-48 A RQT-57
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B026-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-58 A RQT-69
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B027-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-70 A RQT-81
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B028-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-82 A RQT-93
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B029-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-94 A RQT-106
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B030-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA - SEÇÕES - RQT-107 A RQT-115
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B031-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - PLANTA E PERFIL - ESTACA 0+0 A 5+89

Número do Desenho	Título
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B032-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - PLANTA E PERFIL – ESTACA 5+89 A 11+79
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B033-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - PLANTA E PERFIL – ESTACA 11+78 A 17+67
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B034-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - PLANTA E PERFIL – ESTACA 11+67 A 18+42
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B035-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE-1 A CCE -12
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B036-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -13 A CCE -24
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B037-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -25 A CCE -36
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B038-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -37 A CCE -48
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B039-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO RIO QUITANDINHA CENTRO - SEÇÕES – CCE -49 A CCE -60
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B040-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -61 A CCE -72
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B041-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -73 A CCE -84
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B042-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -85 A CCE -96
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B043-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -97 A CCE -108
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B044-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – RQT-109 A RQT-120
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B045-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -121 A CCE -132

Número do Desenho	Título
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B046-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -133 A CCE -144
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B047-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES – CCE -145 A CCE -156
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B048-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES - CCE -157 A CCE -168
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B049-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES - CCE -169 A CCE -178
DRM-BPIB-PPP-CHP-0-CHD-B050-DE	LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO LEVANTAMENTO DO CANAL DO CENTRO - SEÇÕES - CCE -179 A CCE -183

ANEXO 1 - MONOGRAFIA DOS PONTOS TOPOGRÁFICOS

ANEXO 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DOS PONTOS TOPOGRÁFICOS

ANEXO 3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DO AEROLEVANTAMENTO COM DRONE

ANEXO 4 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DAS NUVENS DE PONTOS LASER SCANNER

ANEXO 5 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROCESSAMENTO DOS PONTOS LEVANTADOS COM EQUIPAMENTO GNSS/RTK E ESTAÇÃO TOTAL