



PROPOSTA METODOLÓGICA PARA PADRONIZAÇÃO E CONVERSÃO (ASCII PARA LAS) DE NUVEM DE PONTOS A PARTIR DO LASER ESCÂNER AEROTRANSPORTADO

G. Braghirolli¹, F.H. de Oliveira²

^{1,2} Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

Os dados provenientes do sistema LiDAR são comumente, e mais facilmente trabalhados em formato *.LAS, porém, por falta de especificação técnica adequada, muitos órgãos públicos e até privados, geralmente adquirem dados em uma configuração pouco usual, fato que, geralmente acaba por torná-los obsoletos, por falta de infraestrutura e principalmente recursos humanos capazes de manipular essa documentação cartográfica. Os dados apresentados recobrem áreas urbanas e rurais das cidades de Torres/RS e Passo de Torres/SC ao longo de, aproximadamente, 15 km de extensão do Rio Mampituba, com uma densidade de 2,3 pontos/m², que foram coletados no mês de Julho de 2010 e fornecidos para a utilização em pesquisa científica voltados ao mapeamento da suscetibilidade à inundação, contudo, o formato fornecido (ASCII), não se apresenta em uma formatação ideal, que permitisse a adequada utilização de dados desta natureza, por ser muito lento e de difícil manipulação. O presente trabalho trata, portanto, do processo de padronização e conversão destes dados para o formato LAS, que é o mais indicado. O processo foi desenvolvido por meio da ferramenta *Model Builder*, do software ArcGIS, juntamente com o software *LAStools*. Destaca-se a aplicabilidade do método para qualquer outro conjunto de dados equivalente ao formato de entrada utilizado.

Palavras-chave: Laser Escâner, LiDAR, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

LiDAR data are usually, and more easily, worked in *.LAS format, however, because of the lack of the suitable technical specifications, many public and even private agencies, commonly acquire this type of data on an unfamiliar configuration, this fact, usually, generate outdated data, as a result of the absence of infrastructure and human resources able to handle such information. The presented data covers urban and rural areas of Torres/RS and Passo de Torres/SC over about 15 kilometers along the Mampituba River with the point density of 2,3 dots/m², were collected on July of 2010 and provided for scientific studies concerning flood risk mapping, but the provided format (ASCII), is not known as the most representative approach of representation of this kind of data, considering it is a slow processing format. The present paper is mainly about the standardization and conversion processes of this data to the most usual LAS format. The process was developed through *Model Builder* tool in the software *ArcGIS*, together with the software *LAStools*. The applicability of this method in any other equivalent data set is the main distinction.

Keywords: Laser Scanner, LiDAR, Remote Sensing.

1- INTRODUÇÃO

A evidente necessidade de compartilhar dados geográficos, junto aos estudos associados a legislação territorial, que definem especialmente a ocupação

territorial e a identificação dos objetos territoriais legais indicam que o Brasil está vivenciando certamente um momento apropriado para a reflexão e definição de estratégias que permitam estruturar um mapeamento 3D. Com o desenvolvimento e

popularização dos dados de laser escâner, a aplicação destes para o mapeamento tridimensional vem se tornando cada vez mais cotidiana no setor das geotecnologias.

A sigla LASER significa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Ampliação da Luz através da Emissão Estimulada de Radiação) e tem como outras denominações: LiDAR - *Light Detection And Ranging* (Detecção e Medição de Distância através de Luz) e LaDAR - *Laser Detection And Ranging* (Detecção e medição de distância usando laser) (CENTENO et al, 2007).

O sistema de laser escâner, conforme DALMOLIN (2004), gera coordenadas tridimensionais de pontos sobre uma superfície num curto período de tempo. Os pulsos de laser são gerados e emitidos pelo sistema com o auxílio de um espelho de varredura atingindo os objetos que estejam a uma certa distância. Estes objetos refletem o pulso emitido e parte de sua energia volta para o sistema. A intensidade de retorno do pulso é medida e pode representar as diferentes superfícies e/ou cores que o pulso atingiu. Deve-se considerar ainda que o pulso pode ser refratado, absorvido ou perdido no processo. Com isto, a medida da distância entre o sensor e o objeto iluminado é determinada por meio do intervalo de tempo entre a emissão e a reflexão (retorno) do pulso.

Para o cálculo posicional de cada ponto, o instrumento registra, além do tempo, a orientação do sensor no instante da emissão do pulso e a posição exata da aeronave que carrega o sensor. Por este motivo, o laser scanner aerotransportado necessita de unidades auxiliares para obter estes dados complementares. O sistema de varredura laser pode ser então, dividido em três componentes principais: a unidade de medição a laser, encarregada de emitir e receber o sinal laser, um sistema de varredura, e uma unidade de registro de medições de apoio (IMU – *Inertial Measurement Unit*). O conjunto de medições dos dados IMU e do sistema GNSS são medidos e armazenados simultânea e paralelamente à medição da distância pelo sistema laser. Numa etapa posterior, as séries de dados coletados são sincronizadas e a posição exata de cada ponto é calculada. (Centeno, 2007).

Atualmente, os dados provenientes do sistema Laser Scanner estão cada vez mais acessíveis, tanto tecnicamente quanto financeiramente. Devido ao seu

grau de detalhamento, e às possibilidades que estes dados do laser escanêr permite, verifica-se cada vez mais o uso frequente na sua aquisição por órgãos públicos e administrativos que têm como objetivo, principalmente, o planejamento e o gerenciamento das cidades – a partir do reconhecimento e mapeamento tridimensional. Considerando que tais dados são relativamente complexos, existe a recorrente necessidade, por parte dos órgãos públicos e/ou privados, de terem o domínio dos processos relacionados a especificação técnica para o levantamento e processamento, bem como para que se tenha a clareza de que o investimento na sua aquisição não seja obsoleto devido a falta de capacidade técnica para adquirir, manipular ou extrair as informações potenciais (secundárias) que o dado permite, seja para o planejamento ou gestão territorial.

Os dados utilizados para a realização da presente pesquisa foram levantados a partir do sistema Laser Escâner aerotransportado e fornecidos ao Laboratório de Geoprocessamento (Geolab) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e pela SPU (Secretaria do Patrimônio da União). O levantamento recobriu áreas urbanas e rurais das cidades de Torres/RS e Passo de Torres/SC ao longo de, aproximadamente, 15 km de extensão do Rio Mampituba, com uma densidade de 2,3 pontos/m² e que ocorreu no mês de Julho de 2010.

A necessidade de utilização dos dados fornecidos gerou a demanda de conversão para uma estrutura que fosse 100% compatível pelos softwares específicos para este fim. O resultado desta demanda culminou na elaboração da presente pesquisa, que trata da estruturação, padronização e conversão dos dados brutos laser escâner, que foram fornecidos em formato ASCII, para o formato mais recomendado, chamado LAS.

A área de estudo encontra-se completamente inserida no município de Passo de Torres, Santa Catarina. Ao sul, o município confronta com o Rio Mampituba, sendo que na outra margem encontra-se a cidade de Torres, Rio Grande do Sul, conforme apresentado na Fig. 1. A partir da área de estudo definida foi considerada uma extrapolação de 100 metros, desta forma o recorte não é realizado exatamente no limite da área de estudo, evitando-se a perda de dado na borda do recorte, as quais podem se tornar importantes no decorrer da pesquisa.

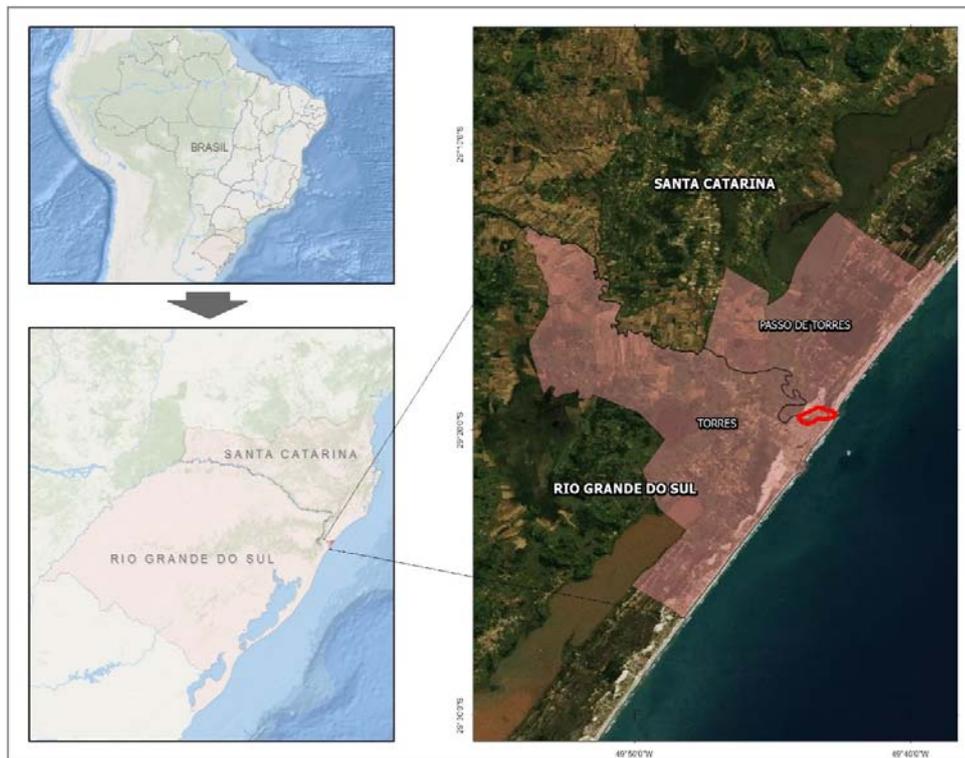


Fig. 1 - Área de Estudo – Município de Passo de Torres/SC e Torres/RS

2- MÉTODO

A partir da utilização do sistema laser escâner é possível obter uma superabundância de informação da área de estudo em um curto período de tempo, desta forma, em escritório é possível selecionar os dados que são interessantes e os que podem ser descartados de acordo com a finalidade do levantamento.

Os dados originais do levantamento laser foram disponibilizados em formato ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), separados por faixas de voo, sendo que este, não se caracteriza por ser o formato ideal de se manusear dados oriundos do sistema laser scanner, os formatos mais usuais para este tipo de informação são os LAS ou LAZ.

De acordo com a Sociedade Americana para Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, *American Society for Photogrammetry & Remote Sensing* (ASPRS), (2010), o formato LAS é um formato público para o armazenamento e intercâmbio de nuvem de pontos tridimensionais. Apesar de ter sido primariamente desenvolvido para a utilização em nuvem de pontos, este formato suporta o armazenamento de qualquer tipo de dado tridimensional que contenha as informações XYZ. O formato de arquivo binário é uma alternativa aos formatos proprietários, que não podem ser facilmente transferidos de um sistema para outro, ou ao formato genérico ASCII. O formato ASCII possui dois grandes problemas que dificultam seu uso. Primeiramente destaca-se o efeito na performance, pois a leitura e a

interpolação destes dados de elevação geralmente são extremamente lentas devido ao tamanho dos arquivos gerados, até mesmo para poucos dados. O segundo problema é que todo o dado específico do sistema LiDAR é perdido. O formato LAS é um formato binário que consegue manter toda a informação natural do dado LiDAR e ainda manter-se pouco complexo. Frente ao exposto, houve a necessidade de realizar a padronização e posterior transformação dos dados ASCII para LAS para que fosse possível a sua manipulação por meio dos algoritmos e softwares modernos tais como *LAStools*, *ArcGIS*, *Global Mapper*, *AutoCAD*, *ENVI*, entre outros, que consideram nuvem de pontos, principalmente no formato LAS. Diante da dificuldade em encontrar uma ferramenta que realizasse a tarefa de transformação e adequação dos dados, houve a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta específica para executar essa atividade.

A partir do completo entendimento de todas as informações encontradas no formato ASCII foi possível sistematizar uma gama de tarefas para que os dados pudessem ser padronizados de forma que fosse possível utilizá-los como *input* em um software de conversão ASCII para LAS. Com o auxílio do software *ArcGIS*, foi feita a padronização dos dados utilizando a ferramenta *Model Builder*, que por meio de interconexões, fluxos, codificação em Python e uma interface inteligível, torna possível o desenvolvimento de rotinas de geoprocessamento para resolução de problemas.

Na Fig. 2, demonstra-se um fragmento do arquivo original. Respectivamente, o arquivo apresenta as seguintes informações: Tempo do GNSS no momento do envio do pulso (T); Coordenada Este do primeiro retorno (X); coordenada Norte do primeiro retorno (Y); Altitude do primeiro retorno (Z); Intensidade do primeiro retorno (I); Coordenada Este do segundo retorno (X); coordenada Norte do segundo retorno (Y); Altitude do segundo retorno (Z); Intensidade do segundo retorno (I).

Para a tarefa de exportação destes dados para o formato LAS foi utilizado o software LAsTools, software desenvolvido pela empresa Rapidlasso GmbH, sediada na Alemanha. Desta forma, a padronização foi baseada na especificação que o software determina ser necessária para o sucesso da

operação. Por exemplo, o fato dos dois retornos estarem demonstrados na mesma linha não possibilita que o software faça a leitura das informações corretamente. Basicamente, foi necessário criar uma linha nova para cada pulso – referente ao segundo retorno, sendo que cada linha nova teve que possuir o mesmo Tempo GNSS da linha anterior – referente ao primeiro retorno. Foram também adicionadas duas novas colunas, uma para demonstrar a quantidade de retornos de determinado pulso (N – number of returns) e outra para demonstrar o número de determinado retorno (R – return number).

A Fig. 3 demonstra a ferramenta que foi desenvolvida, com o auxílio do software ArcGIS – por meio do aplicativo *Model Builder*, objetivando executar o procedimento da padronização dos dados.

T	X	Y	Z	I	X	Y	Z	I
238641.507130	625306.275	6756858.444	1.679	29	625306.277	6756858.448	1.603	29
238641.507150	625305.775	6756857.707	1.662	18	625305.772	6756857.712	1.611	18
238641.507170	625305.387	6756857.146	1.698	18	625305.390	6756857.157	1.635	18
238641.507190	625304.999	6756856.574	1.651	40	625304.998	6756856.576	1.634	40
238641.507210	625304.603	6756856.002	1.686	38	625304.609	6756856.000	1.662	38
238641.507230	625304.208	6756855.426	1.634	30	625304.209	6756855.424	1.651	30
238641.507250	625303.712	6756854.690	1.681	32	625303.708	6756854.697	1.612	32
238641.507270	625303.214	6756853.975	1.685	17	625303.212	6756853.979	1.650	17
238641.507290	625302.832	6756853.413	1.697	33	625302.832	6756853.418	1.604	33
238641.507310	625302.442	6756852.837	1.725	23	625302.440	6756852.849	1.686	23
238641.507330	625302.049	6756852.266	1.702	35	625302.046	6756852.272	1.650	35

Fig. 2 - Fragmento demonstrativo do formato de recebimento dos dados.

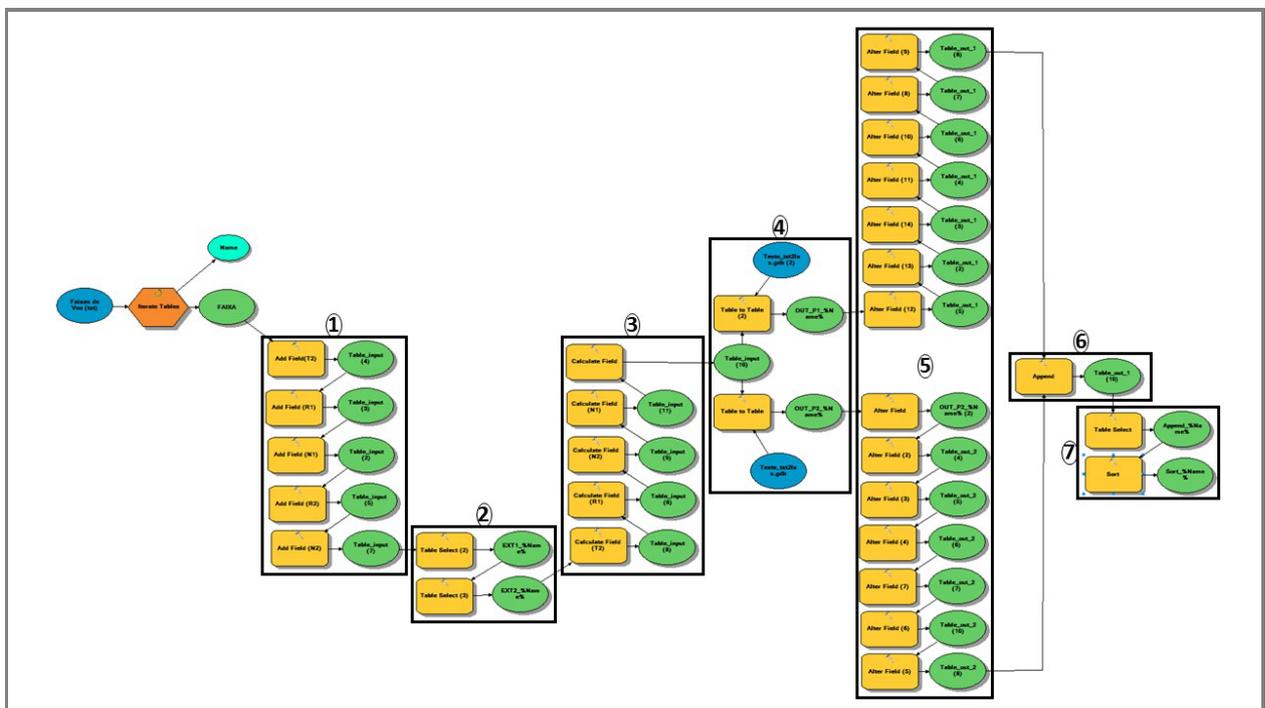


Fig. 3 - Model Builder desenvolvido para a padronização dos dados originais.

Em linhas gerais, a sequência de cálculos utilizada foi a seguinte:

- a) Criação dos campos T2 (tempo GNSS do segundo retorno), R1 (número de retorno do primeiro retorno), R2 (número de retorno do segundo retorno), N1 (quantidade de retornos de determinado pulso) e N2 (quantidade de retornos de determinado pulso);
- b) Clipagem dos dados brutos a partir da determinação do retângulo de extensão da área de estudo previamente definida (operação necessária para a celeridade do cálculo);
- c) Cálculo dos campos criados no item (a) por meio de funções em Python;
- d) Exportação dos dados para duas tabelas separadas (uma para cada retorno);
- e) Modificação dos nomes de campo das duas tabelas para o padrão determinado pelo software LAStools, sendo estes: T (Tempo GNSS), X (Coordenada E), Y (Coordenada N), Z (Altitude), I (Intensidade), R (Número do retorno), N (Quantidade de retornos).
- f) Junção das duas tabelas baseada nas colunas com nomes coincidentes;
- g) Reordenamento dos dados.
- h) Após a padronização dos dados foi possível converter os arquivos para o formato LAS. Esta transformação foi realizada com o auxílio do software LAStools, utilizando a função "txt2las". No exemplo (1) a seguir, fica demonstrado o comando utilizado para a transformação da faixa de voo número 10:

```
txt2las -i "C:\lastools\txt2las\FAIXA10.txt" -
parse stxyzirm -odir "C:\lastools\bin" -odix "Faixa10" -
olas (1)
```

A partir desta etapa obteve-se os dados em formato LAS devidamente validados e separados por faixa de voo. Neste cenário, foi possível realizar uma primeira visualização, no software ArcGIS, do resultado obtido no processo anterior. Após as seis faixas de voo serem carregadas no software, foi gerado um primeiro modelo de superfície a partir dos dados para fins de visualização e melhor entendimento do comportamento do conjunto de dados. A última etapa deste processo foi a realização de uma fusão de todas as faixas de voo resultantes. Este processo foi executado por meio da função "lasmerge", também do software LAStools, que está exposta a seguir, na referência 2.

```
"lasmerge -lof file_list.2692.txt -o
"merged.las"" (2)
```

Como resultado do processo descrito, obteve-se um conjunto de dados oriundos do sistema Laser Escâner, em formato LAS, recortados a partir do buffer de 100 metros de uma área de estudo pré-determinada. Após este processo, foi possível utilizar os dados em softwares específicos para tratamento de nuvem de pontos, onde se pode extrair os mais diversos tipos de informação com a maior precisão e desempenho possíveis.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 4, demonstra-se o mesmo conjunto de dados apresentado anteriormente (Fig. 2) após o processamento.

T	X	Y	Z	I	R	N
238641.507130	625306.275	6756858.444	1.679	29	1	2
238641.507130	625306.277	6756858.448	1.603	29	2	2
238641.507150	625305.772	6756857.712	1.611	18	1	2
238641.507150	625305.775	6756857.707	1.662	18	2	2
238641.507170	625305.387	6756857.146	1.698	18	1	2
238641.507170	625305.39	6756857.157	1.635	18	2	2
238641.507190	625304.998	6756856.576	1.634	40	1	2
238641.507190	625304.999	6756856.574	1.651	40	2	2
238641.507210	625304.603	6756856.002	1.686	38	1	2
238641.507210	625304.609	6756856.000	1.662	38	2	2
238641.507230	625304.209	6756855.424	1.651	30	1	2
238641.507230	625304.208	6756855.426	1.634	30	2	2
238641.507250	625303.712	6756854.69	1.681	32	1	2
238641.507250	625303.708	6756854.697	1.612	32	2	2
238641.507270	625303.212	6756853.979	1.65	17	1	2
238641.507270	625303.214	6756853.975	1.685	17	2	2
238641.507290	625302.832	6756853.413	1.697	33	1	2
238641.507290	625302.832	6756853.418	1.604	33	2	2
238641.507310	625302.44	6756852.849	1.686	23	1	2
238641.507310	625302.442	6756852.837	1.725	23	2	2
238641.507330	625302.049	6756852.266	1.702	35	1	2
238641.507330	625302.046	6756852.272	1.65	35	2	2

Fig. 4 - Fragmento demonstrativo do formato dos dados após a padronização.

Com o auxílio da Fig. 5, é possível obter um maior entendimento a respeito do fluxo de trabalho descrito anteriormente. Iniciando pela definição e traçado da área de estudo (01), geração de uma extrapolação de 100 metros a partir desta área (02),

seleção das linhas de voo que intersectam com a área definida (03), recorte das linhas e transformação para o formato LAS (04), e por fim a nuvem de pontos fusionada e simbolizada a partir de sua altitude (05).

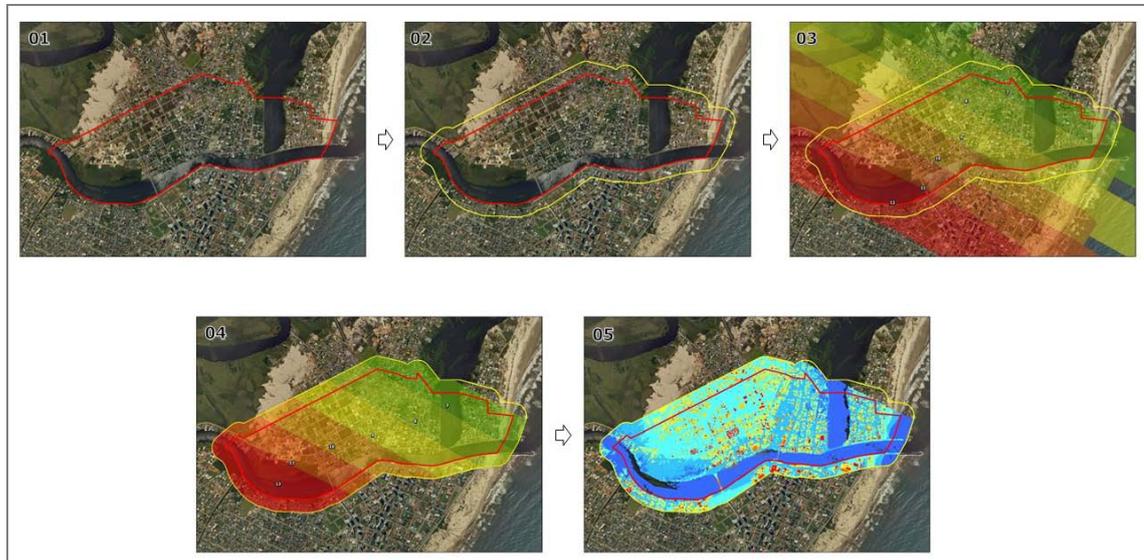


Fig. 5 – Processo de Padronização, Conversão e Recorte dos dados.

A ferramenta desenvolvida mostrou-se eficaz e confiável, considerando que, após a sua conclusão, foi possível padronizar uma extensão de dados significativa, da ordem de aproximadamente 17 milhões de retornos, em um curto período de tempo. É importante ressaltar que a aplicabilidade deste processo não se resume apenas a este estudo. É possível, com algumas pequenas modificações, estender a usabilidade para outra formatação de dados possivelmente existente, considerando a conversão de arquivos ASCII para LAS.

BIBLIOGRAFIA CITADA E CONSULTADA

ASPRS American Society for Photogrammetry & Remote Sensing. LASer (LAS) File Format Exchange Activities. Disponível em: <<https://www.asprs.org/committee-general/laser-las-file-format-exchange-activities.html>>. Acesso em: 16/09/2017.

CENTENO, J. A. S.; MITISHITA, E. A. Laser scanner aerotransportado no estudo de áreas urbanas: A experiência da UFPR. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 04., 2007, Florianópolis, São Jose dos Campos: INPE, 2007, v. 1, p. 3645-3652.

DALMOLIN, Quintino; SANTOS, Daniel Rodrigues dos. Sistema laserscanner: conceitos e princípios de funcionamento (3ª edição). Curitiba: UFPR, 2004. 97p.

LIMA, José Gaspar dos Santos. Utilização de Tecnologia de Varredura à Laser para Obtenção e Identificação de Dados Patológicos de Obras de Concreto de Grande Porte – Estudo de Caso. 2008. 91p. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil). Núcleo de Ciências Exatas, Universidade Positivo, Curitiba, 2008.

BRIESE, C.; Pfeifer, N. Airborne Laser Scanning and Derivation of Digital Terrain Models. Proceedings of 5th Conference on Optical 3-D measurement techniques, Vienna, Austria, 2001.

BOTELHO, Mosar Faria; CENTENO, Jorge Antonio Silva. Filtragem e classificação de pontos LIDAR para a geração de Modelo Digital do Terreno. In: XIII SBSR - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. anais do XIII SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2007. v. 1, p. 3681-3688.

PACHECO, A.P.; CENTENO, J.A.S.; ASSUNÇÃO, M.G.T.A.; BOTELHO, M.F. Classificação de pontos LIDAR para a geração do MDT. Boletim de Ciências Geodésicas, sec. Artigos, Curitiba, vol. 17, nº3, pp. 417-438, 2011.