

• **Onde estudar?**
Guia traz principais
cursos de geo do Brasil

• **Mercado**
Pesquisa aponta tendências
do sensoriamento remoto

• **Agronegócio em alta**
Por dentro das
geotecnologias na agricultura

• **Atividade solar**
Saiba como ela impacta
seu levantamento com GPS

MundoGEO

| A REVISTA DE GEOMÁTICA E SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

AGORA DUAS REVISTAS

www.mundogeo.com

Edição 67 | Ano 14 | Março & Abril | R\$ 19,90

(INFOGEO + INFOGNSS) NUMA EDIÇÃO BIMESTRAL

COMPARTILHAR INFORMAÇÕES PARA UM MUNDO MELHOR

MundoGEO#Connect
LatinAmerica 2012,
de 29 a 31 de maio em
São Paulo (SP).

Feira + seminários +
cursos + fóruns + workshops

Entrevista com Luiz
Bermudez, diretor de
certificação do OGC

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2012

50 expositores
8 cursos
7 seminários
4 fóruns
11 workshops

PASSO A PASSO
Veja como
criar construções
no Google Map
Maker

GEOLABORAÇÃO
Uso de dados
auxiliares para
classificação de
imagens

TUTORIAL
GPS no Linux:
manipule dados
usando o
GPSPRUNE

**LASER
SCANNER 3D**
Tudo sobre laser
scanner terrestre
em três dimensões

IDE#Connect
Nova seção sobre IDE
e gerenciamento de
informações
espaciais





MILHÕES DE PONTOS

Conheça mais sobre o laser scanner terrestre em três dimensões



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D.

Engenheiro civil, técnico em geomensura e técnico em Estradas. Experiência com levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos
rovane@vector.agr.br

A necessidade de medições em 3D não é recente. Inicialmente os dados eram coletados em 2D, sobre um plano horizontal, e fazendo uso de alguma técnica eram complementados com a elevação, tornando-os 3D. Com a necessidade, em cada época buscou-se técnicas de medição que permitissem a obtenção de forma mais rápida e precisa.

Na década de 50 surgiram os Medidores Eletrônicos de Distância (MED) usando ondas eletromagnéticas para obtenção da distância de forma remota e, assim, calcular pontos em 3D com a junção dos ângulos medidos a partir de um teodolito. A busca da automação com o avanço da microcomputação culminou na criação das estações totais na década de 80 e em meados da década de 90 as estações totais robóticas.

Com o advento do laser em diversas áreas da ciência, as medições não ficariam de fora e surge então, por volta do ano 2000, a estação total que mede sem prisma e também o escâner a laser tridimensional.

Popularmente conhecido como laser scanner 3D, este equipamento se desenvolveu rapidamente antes mesmo de sua popularização. A designação se deu pelo uso essencial do Laser para as medições lineares e da varredura (scanner) horizontal e vertical para as medições angulares de forma muito mais rápida que as estações totais. O título 3D surgiu pelo fato dele armazenar, como dado bruto, essencialmente coordenadas XYZ, calculadas em tempo real a partir das medições lineares e angulares.

Tipo de Scanner	De mão	Terrestre	Aerotransportado
Precisão	Décimos de mm	Poucos mm	Decímetros
Aplicação	Peças mecânicas	Industrial, Arquitetura, Engenharia Civil, Patrimônio Histórico, Arqueologia	Mapeamento

A aplicação do Laser Scanner 3D Terrestre (LS3D) é bastante ampla e será o foco da nossa coluna. O funcionamento do LS3D é bastante simples e muito se parece com o esquema de uma estação total, porém não possui limbo para a leitura angular. O LS3D possui giro com passos pré-determinados, onde cada etapa representa um ângulo calculado em função da resolução espacial requerida. Serão nestes ângulos pré-determinados, tanto na horizontal quanto na vertical, que teremos os ângulos b e a e a medição D (figura 1).

Estas coordenadas polares são transformadas matematicamente em retangulares (XYZ), e então referenciadas ao centro do LS3D. São estas coordenadas que são armazenadas pelo LS3D.

Em geral, o giro vertical é controlado por servo-motor, atuando sobre um prisma ou espelho que reflete e direciona o laser (figura 2). Já para o giro horizontal, o servo-motor normalmente atua sobre o corpo do equipamento, permitindo um giro de 360° na horizontal. Porém, existem modelos que o servo-motor atua também sobre o espelho para o giro horizontal, limitando o escaneamento à janela disponível no equipamento.

O que define o valor do giro para medição de cada ponto é a resolução configurada pelo usuário. A resolução é determinada pelo espaçamento horizontal (H) e vertical (V) entre os pontos medidos numa determinada distância (D) padronizada (figura 3). Portanto, para definir a precisão posicional de um equipamento LS3D, não basta saber a precisão linear, mas também a precisão angular. ■

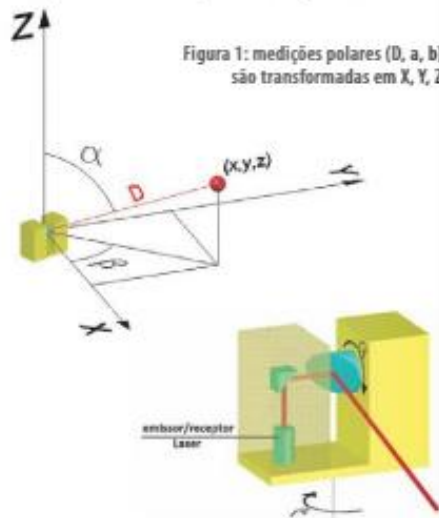


Figura 1: medições polares (D , a , b) são transformadas em X , Y , Z

Figura 2: direcionamento do laser e a medição angular

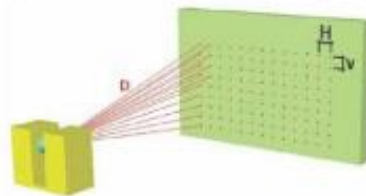


Figura 3: resolução espacial (horizontal e vertical)

• **Vants na área**
Veículos não tripulados
no mapeamento 3D
de baixo custo

• **Onde estudar?**
Conheça as instituições
que oferecem cursos
no Sudeste

• **Fato novo**
Congresso Nacional
propõe código e agência
de cartografia

• **GNSS**
Veja os resultados
da pesquisa sobre
o mercado de receptores

MundoGEO

| A REVISTA DE GEOMÁTICA E SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 68 | Ano 14 | Maio & Junho | R\$ 19,90
www.mundogeo.com

GEOTENDÊNCIAS

Conheça o estado-da-arte no
setor de geotecnologia e o
que será realidade nos
próximos anos

Saiba tudo o que aconteceu
no MundoGEO#Connect
LatinAmerica 2012



Entrevista exclusiva
com Valéria Araújo,
sobre IDEs
nas Américas

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2012

3.350 profissionais
95% de aprovação
70 marcas globais
27 países
120 palestrantes

PASSO A PASSO
Veja como criar
POIs, rios e parques
no Google
Map Maker

ÉTICA NOS NEGÓCIOS
21 princípios que
os agrimensores
devem conhecer
e seguir

LASER SCANNER
Fique por dentro
dos tipos de
laser scanner
3D terrestre

SUBSOLO URBANO
Mapeamento das
vias contribui para
o planejamento
e gestão



FIQUE POR DENTRO

Tipos de laser scanner 3D terrestre



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geomensura e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos. rovine@vector.agr.br

Na edição 67 vimos que o Laser Scanner 3D Terrestre (LS3D) mede, basicamente, coordenadas polares (ângulos e distâncias) e armazena as coordenadas retangulares (x, y e z). A componente de maior destaque é, sem dúvida, a medição da distância.

Em função da medição da distância, podemos classificar os LS3D em 2 tipos:

TOF (Time of Flight – tempo de voo) – esta técnica se baseia na medição do tempo de trânsito do laser a partir do emissor, refletindo no objeto escaneado e retornando até o receptor (Figura 1). Esta técnica permite que o retorno do laser possa ser controlado e sejam armazenados vários retornos a partir de um único pulso. Para cada giro horizontal e/ou vertical, calculado em função da resolução requerida, é emitido um pulso onde teremos então o tempo medido e, consequentemente, a distância determinada pela velocidade conhecida do laser. Hoje, existem equipamentos que permitem a medição de pouco mais de 100 mil pontos por segundo, alcançando até quatro quilômetros de distância. Estes equipamentos são muito utilizados para topografia, onde a maior distância alcançada permite ganho na produtividade, mas a precisão das coordenadas chega a alguns centímetros por causa da precisão angular.

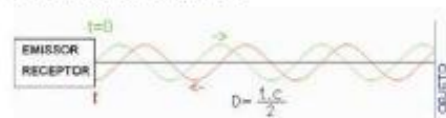


Figura 1: Esquema gráfico da medição do tempo

Diferença de Fase (Phase Shift) – esta técnica emite o laser de forma contínua (Figura 2) e, através da diferença de fase ($\Delta\lambda$), identifica as variações de distâncias, restando resolver o número (N) de comprimentos de ciclos inteiros (λ) por um sistema de equações. A grande vantagem desta técnica é a maior precisão na medição (podendo chegar a décimos de milímetro na distância) e também a quantidade de pontos registrados, que atualmente chega a 1 milhão de pontos por segundo. Estes equipamentos são muito utilizados para "as built" industrial, patrimônio histórico, arquitetura e engenharia reversa, por exemplo.

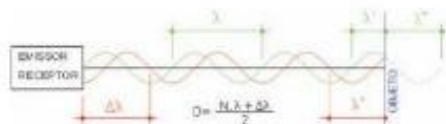


Figura 2: Esquema gráfico da diferença de fase

Em função da técnica de coleta, podemos classificar os LS3D em 2 tipos:

Estático – o equipamento fica parado sobre um ponto, fazendo o escaneamento da área de interesse. Cada ponto ocupado é chamado de "cena", onde, para medirmos toda a área de interesse, é necessário ocupar várias cenas (Figura 3). As cenas são unidas analiticamente por pontos em comum, gerando a nuvem de pontos. Tem como vantagens a acessibilidade (usa como suporte tripé convencional) e a precisão posicional (compensadores garantem a verticalidade do equipamento).

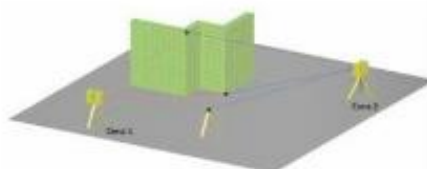


Figura 3: Pontos em comum medidos em duas cenas estáticas

Móvel – um laser scanner bidirecional faz medidas durante o seu deslocamento. Para garantir o posicionamento do ponto medido, é necessário o uso de sensores externos, como o GNSS e sistema inercial (Figura 4). O funcionamento é muito similar aos equipamentos aerotransportados, tendo sua precisão degradada em função dos vários sensores, ângulos e distâncias medida. A agilidade da coleta em campo é o ponto alto, pois, mesmo em baixa velocidade de deslocamento, é possível a abrangência de grande área. Devido aos sensores externos, seu tamanho é maior que o estático e pode ser instalado sobre qualquer veículo móvel que o sustente. ■

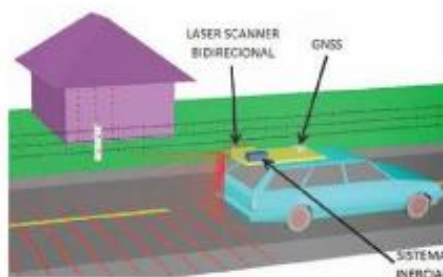


Figura 4: Movimento do veículo gera o 3D

• **Entrevista exclusiva**
Eric van Praag,
Coordenador do
Programa GeoSur

• **Onde estudar geo?**
Conheça os cursos
nas regiões Norte
e Centro-Oeste

• **Sustentabilidade espacial**
Um novo conceito
para o setor
de geotecnologias

• **GIS**
Veja os resultados
da pesquisa sobre
geoprocessamento

MundoGEO

| A REVISTA DE GEOMÁTICA E SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 69 | Ano 14 | Julho & Agosto | R\$ 19,90 | www.mundogeo.com

Projeto de Lei propõe CRIAÇÃO DE AGÊNCIA de cartografia & informação GEOESPACIAL

- ✓ Instituto Geodireito assessora Deputado Federal Arnaldo Jardim na elaboração do Projeto de Lei
 - ✓ Especialistas do setor concordam que o momento é oportuno para mudar.
 - ✓ ONU defende que países priorizem investimentos em soluções geoespaciais
- IBGE e Concar contestam a criação da Agência

MundoGEO
#connect
LatinoAmérica 2013

Evento propõe
24 desafios à
comunidade.
Envie sua ideia!

PASSO A PASSO
Wikimapia:
mapeamento
colaborativo ao
alcance de todos

LASER SCANNER 3D
Uso do
escaneamento a
laser terrestre
para geologia

GEO NA ESCOLA
Atlas Ambiental
Escolar com
apoio de
geotecnologias

CADASTRO TÉCNICO
Conheça o Comitê
Permanente de
Cadastro na
Ibero América

Comunidade se
mobiliza para
debater o Projeto
de Lei

O PAPEL DOS TARGETS

Saiba como usar alvos para aumentar a qualidade da união de cenas



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geomensura e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos.
rovane@vector.agr.br

Na edição anterior vimos que o levantamento com LS3D Estático é composto por cenas, e estas, através de pontos em comum, devem ser unidas para compor uma única nuvem de pontos. Chamamos de Registro o processo em escritório para a união de cenas. É no registro que analisamos a qualidade da medição executada em campo, pois são apresentados os desvios padrões dos erros após o ajustamento das cenas.

Para aumentar a qualidade no registro, nos pontos em comum ou nos pontos de referência utilizamos targets (alvos) que permitem medir o ponto com maior precisão. Estes targets podem ser de vários formatos, tamanhos e materiais.

ESFÉRICOS

Permitem grande agilidade no posicionamento das cenas, pois podem ser medidos em direções totalmente opostas. Através dos pontos medidos na superfície esférica, é calculado o centro do target com grande precisão. Pode ser instalado sobre base nivelante, bastão ou base magnética. Não necessita seu direcionamento manualmente, pois qualquer posição da esfera será possível calcular o seu centro.



PLANOS

Elemento plano onde o centro do target é identificado pelo contraste entre as cores impressas. Pode ser instalado sobre base nivelante, bastão ou base magnética. Pode ser articulado tanto na horizontal como na vertical, permitindo maior



flexibilidade para o direcionamento ao equipamento, porém o direcionamento deve ser manual. Alguns modelos possuem o centro com um microprisma identificável pelo LS3D, chegando a precisão similar ao modelo esfera.

ADESIVOS

Similar ao target plano, porém impresso numa folha normalmente adesiva para ser colada numa superfície plana e lisa. Tem a limitação de não possuir articulação após ser colado, impedindo que seja escaneado de cenas opostas ou com inclinação muito grande em relação ao LS3D.

No registro, o target tem somente dois estados: coordenado e não coordenado. Se ele é coordenado, servirá de referência para o ajuste da nuvem de pontos. Se ele é não coordenado, serve de amarração de uma cena com outra e portanto sofrerá ajuste juntamente com a nuvem de pontos.

Quando os pontos coordenados forem demarcados sobre o solo (piquetes, marcos, pinos, etc) será necessário utilizar base nivelante ou bastão na vertical para que o target esteja na projeção do ponto. Neste caso, devemos informar a altura do target, pois o registro é essencialmente tridimensional.

Para a amarração entre cenas, utiliza-se targets fixos temporariamente. Um target pode ser usado por várias cenas, onde somente então ele poderá ser removido. Para estes casos, os targets podem ser acoplados em bases magnéticas para fixação em elementos metálicos, mini-tripés para fixação no solo ou adesivados em superfícies planas. Sendo targets adesivos ou targets planos, mesmo que temporários, eles podem ainda ser medidos com estação total sem prisma para aumentar a qualidade do ajustamento e melhorar a precisão, diminuindo assim a quantidade de cenas no ajuste.

A quantidade mínima de targets para efetuar o registro entre uma cena com pontos de referência ou duas cenas entre si, são de dois targets quando o LS3D possui compensador angular e três targets quando não possui ou este está desabilitado. Porém, quanto mais targets melhor, pois permitem que façamos simulações incluindo e excluindo os targets que melhor contribuem para o ajustamento, reduzindo assim os erros entre cenas.

Com os targets bem distribuídos espacialmente, inclusive em altitudes, garantimos um registro consistente e de qualidade, que atenderá a precisão especificada pelo fabricante. ■



Para aumentar a qualidade no registro, nos pontos em comum ou nos pontos de referência utilizamos targets

• Entrevista exclusiva
Claudio Brunini,
Presidente do Sirgas

• Pesquisa
Por dentro do mercado:
Estações Totais

• Modelagem 3D
Nuvens de pontos
por fotografias e modelos

• Nova Seção
Empresas
Júnior de Geo

MundoGEO

| A REVISTA DE GEOMÁTICA E SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 70 | Ano 14 | Outubro & Novembro | R\$ 19,90

www.mundogeo.com

VANTS JÁ SÃO REALIDADE NO BRASIL

Especialistas e empresas
debatem as características,
aplicações e regulamentação
dos Veículos Aéreos
Não Tripulados



Conferência e Feira
de Geomática e
Soluções Geoespaciais
divulga programação

PASSO A PASSO
Veja como tirar
proveito da opção
gratuita do
Google Earth

ONDE ESTUDAR?
Quarta matéria
da série traz os
cursos de Geo
no Nordeste

GEO NA LOGÍSTICA
O uso da Gestão
Territorial para
o Agronegócio
brasileiro

LAUC E EU ESRI
Eventos reúnem
comunidade de
usuários Esri na
América Latina



MÉTODOS DE LEVANTAMENTO

Técnicas de medição com LS3D Estático – Parte 1



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e geotransferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geometria e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos.
rovane@vector.agr.br

O desenvolvimento dos equipamentos de Laser Scanner 3D (LS3D) Terrestres vem buscando cada vez mais a produtividade. Quando falamos em produtividade não estamos apenas falando da quantidade de pontos por segundo ou do seu alcance em metros. Estamos falando também do método de medição, que, dependendo da aplicação, passa a ser peça fundamental na produtividade por causa das limitações ou facilidades de cada campo de atuação.

Lembramos que nas edições anteriores vimos que o levantamento com LS3D Estático é composto por cenas e estas através de pontos em comum devem ser unidas para compor uma única nuvem de pontos, compondo o registro da cena.

Veremos então os métodos de levantamento que permitem registrar as cenas:

POLIGONAL SCANNER

Similar ao procedimento de poligonal com uma estação total, o LS3D (Laser Scanner 3D) exige que ele esteja calado e centrado sobre um ponto coordenado e faça uma orientação a um ponto à ré, também coordenado ou com um azimute conhecido.

A medição neste ponto à ré é feita utilizando um target. Desta forma, todos os pontos da nuvem de pontos estarão sendo medidos no sistema de coordenadas especificado. Feita a medição da nuvem de pontos, parte-se para a medição de um ponto à vante, também utilizando um target. O ponto à vante deve ser devidamente materializado que permita a futura ocupação do LS3D. O procedimento se repete com as cenas seguintes até que seja ocupado um ponto coordenado com o LS3D, realizando a visada à vante num outro ponto coordenado.

Em campo é realizado o processamento preliminar em tempo real onde as nuvens de pontos

de cada cena estarão num mesmo sistema de coordenadas, sendo possível até mesmo analisar a nuvem completa. No escritório é realizado o registro das cenas onde o erro encontrado na poligonal é então ajustado e são recalculadas as coordenadas dos pontos que compõem a nuvem de pontos, agora devidamente ajustados à poligonal.

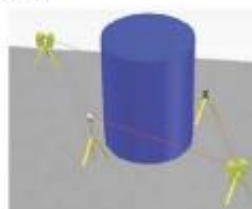
É necessário que os targets e o próprio LS3D tenham dispositivos que possibilitem a centragem sobre pontos materializados em campo, como base nivelante com prumo (ótico ou laser) ou bastões. Como estamos falando de dados 3D, obrigatoriamente a altura do LS3D e dos dispositivos de visada devem ser medidos em campo.

Para que o LS3D permita este método, ele deve ser munido de compensador angular, pois ele terá apenas uma orientação para o ângulo de azimute.

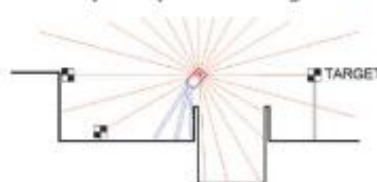
Este método tem o inconveniente da obrigatoriedade de seguir uma sequência de cenas. É muito utilizado para levantamentos topográficos para infraestrutura, onde técnicos que já executam levantamentos com estações totais não terão dificuldades de adaptação à metodologia com LS3D.

SCANNER LIVRE

Este método permite que o LS3D seja colocado em qualquer lugar sem a necessidade de ocupar com o LS3D os pontos coordenados, nem os pontos onde foram medidos pelos targets. Porém a visada em pelo menos dois pontos coordenados com targets é obrigatória para que a nuvem fique no mesmo sistema de coordenadas dos pontos de referência. As cenas não necessitam ser intervisíveis, permitindo que sejam escaneados locais de difícil acesso ou confinados, reduzindo o número de cenas.



Este método permite também que o LS3D trabalhe sem estar calado (sem compensador angular ou com ele desligado), sendo, neste caso, necessários três pontos coordenados e medidos com targets. Com o LS3D não calado, podemos colocá-lo em posição estratégica para escaneamento de locais de difícil acesso, como fossos, janelas, sacadas, passarelas, etc.. Uma boa distribuição geométrica dos targets é fundamental para a qualidade do registro. ■



PRIMEIRA CENA



SEGUNDA CENA



- △ PONTO COORDENADO
- SCANNER
- CENA PLANEJADA
- TARGET MEDIDO À RÉ
- TARGET MEDIDO À VANTE

• **Cadastro Técnico**
Conheça a nova
Norma ISO 19152
e seus impactos

• **Cloud GIS**
Padrões na
nuvem: conceitos,
vantagens, aplicações

• **Pesquisa**
Fique por dentro
do mercado de
VANTs no Brasil

• **Geomarketing**
Veja como é possível
mapear as
intenções geográficas

MundoGEO

| A REVISTA DE GEOMÁTICA E SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 71 | Ano 15 | Janeiro & Fevereiro | R\$ 19,90

www.mundogeo.com

Por um Cadastro Ambiental para todos

Ministério do Meio Ambiente
projeta o cadastramento
de 5,4 milhões de
propriedades rurais até 2014

ENTREVISTA
EMERSON ZANON
GRANEMANN
Diretor e Fundador
da MundoGEO

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2013

Conheça a programação
completa de fóruns,
seminários e cursos.

Inscrições abertas!

PASSO A PASSO
Por dentro
do Google
Earth Pro

**CARTOGRAFIA
SUBMARINA**
Posicionamento
por hidroacústica

**LOCATION
INTELLIGENCE**
Próximos passos em
análise de negócios

TUTORIAL
Inteligência
Geográfica
na Cloud

(MAIS) MÉTODOS DE LEVANTAMENTO

Técnicas de medição com LS3D Estático – Parte 2



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geometria e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos

rovane@vector.agr.br

A escolha da técnica de medição é muito importante no desenvolvimento do trabalho buscando aumentar a produtividade e atender a precisão necessária para a finalidade. Na edição anterior vimos os métodos de Poligonal Scanner e Scanner Livre. Continuamos nesta edição a explicar os métodos de levantamento que permitem registrar as cenas:

ELEMENTOS DE REFERÊNCIA

Este método é muito útil quando existem na área escaneada vários elementos regulares, como planos, quinas, arestas e esferas. Em cada cena podemos identificar estes elementos naturais manualmente ou alguns softwares fazem até mesmo de forma automática. Algoritmos processam os dados e identificam basicamente planos. Um plano gerado sobre uma porta poderá servir de referência. Fazendo a interseção de dois planos gerados nas faces de um pilar, o software gera uma linha de referência que será a aresta do pilar. Utilizando a interseção de três planos criados nas faces de um quadro elétrico, teremos uma quina, que é o melhor elemento geométrico para uso no registro das cenas (ver figura). Não são necessários targets, já que os pontos existentes das cenas servirão como alvos naturais. Os elementos que forem em comum entre as cenas servirão de referência para a rotação e translação das mesmas. Pontos de controle usando targets colocarão todo o bloco de cenas no sistema de coordenadas correto, gerando uma única nuvem de pontos.



Elementos criados sobre a nuvem de pontos a partir de planos

SCANNER COORDENADO

Neste método de medição o centro ótico do Laser Scanner 3D (LS3D) é coordenado fazendo uso de medição com um equipamento auxiliar como a Estação Total ou GNSS. A medição do centro ótico do LS3D é feita através de um prisma ou antena GNSS centrado sobre o equipamento, conhecendo o afastamento do ponto de medição e o centro ótico do LS3D (altura da antena ou do Prisma). Muito utilizada para levantamentos na área de infraestrutura, esta técnica permite

grande produtividade quando utilizado o GNSS, pois não necessita visibilidade com o ponto de referência, além de ser operado pelo mesmo profissional que está realizando o escaneamento.

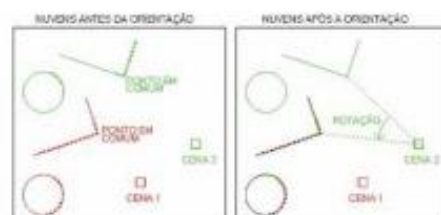
O equipamento necessita ter compensador angular para que a nuvem tenha um eixo Z (zenital) definido.

Com o centro do LS3D coordenado, a cena está com o centro devidamente posicionado, mas a nuvem de pontos estará sem orientação, já que nesta técnica não é feita uma visada à ré. Esta orientação pode ser feita de duas formas:

- Ponto identificado: é necessário identificar no mínimo um ponto que seja comum entre duas cenas. Desta forma, o software aplicará uma rotação nas duas nuvens para que o ponto medido fique justaposto, orientando a nuvem para que todos os pontos fiquem num mesmo sistema de coordenadas.

- Aproximação das nuvens: é necessário rotacionar manualmente as nuvens de forma que elementos medidos nas duas estejam próximos espacialmente. Alguns equipamentos possuem bússolas magnéticas que trazem a nuvem já rotacionada (com precisão de alguns graus), eliminando o processo de rotação manual. O software parte então para fazer diversas interações, aplicando rotações e analisando, buscando pontos em comum automaticamente entre as cenas. Em áreas com muitos detalhes esta orientação fica bastante precisa, mas em áreas muito regulares o software pode encontrar uma menor diferença com uma orientação errada, exigindo maior atenção do técnico.

Após orientadas todas as cenas, teremos uma única nuvem de pontos no sistema de coordenadas definido, conforme a figura.



Processo de orientação das nuvens

Cada método tem suas vantagens e desvantagens. O uso de alguns em conjunto poderá nos trazer melhores precisões, quando esta característica for importante. Para tomada de decisão é necessário analisar o ambiente a ser medido, finalidade do trabalho, equipamentos, acessórios e softwares disponíveis. Com estas informações, será possível eliminar alguns métodos e analisar qual é o mais produtivo entre os que poderão ser utilizados. ■

Edição especial de aniversário

MundoGEO

CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS

Edição 72 | Ano 15 | Março & Abril | R\$ 25,00



18^a
20
Junho

MundoGEO#Connect LatinAmerica

► **PROGRAMAÇÃO COMPLETA**

Confira todas as atrações da maior Conferência e Feira de Geomática e Soluções Geoespaciais da América Latina, que acontecerá em São Paulo!

► **FEIRA GRATUITA**

Mais de 80 empresas do setor estão confirmadas na feira. Saiba quais são e o que você poderá encontrar por lá.



LASER SCANNER 3D

Evolução histórica dos levantamentos a laser



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geometria e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos
rovane@vector.agr.br

A evolução histórica do Laser Scanner 3D (LS3D) Terrestre andou lado a lado com a história dos 15 anos da MundoGEO. Apesar de ser a metodologia mais nova nas medições de campo, o LS3D utiliza o mesmo princípio da estação total, onde basicamente é feita a medição de ângulos e distâncias para o posicionamento 3D. A diferença está na coleta abundante de informações num curto período de tempo feita pelo LS3D, versus a escolha meticulosa de pontos em campo com uma estação total ou GNSS. A gigante quantidade de dados coletada com o LS3D, desde o princípio encanta os usuários que sempre sonharam com mais dados do que o necessário, permitindo de forma segura a obtenção das informações.

O nome adotado de Laser Scanner 3D se deu pelo uso essencial do Laser para as medições lineares e da varredura (Scanner) horizontal e vertical para as medições angulares de forma muito mais rápida que as estações totais. O título 3D surgiu pelo fato dele armazenar como dado bruto essencialmente coordenadas XYZ, calculadas em tempo real a partir das medições lineares e angulares.

Nestes 15 anos, o equipamento vem se desenvolvendo rapidamente, mais rápido que sua popularização, o que de certa forma contribui para o receio dos usuários em decidir pelo investimento. Podemos dividir a evolução do LS3D até os dias de hoje em quatro gerações:

1ª) Lançados por volta de 1997, estes equipamentos eram grandes e lentos se comparados com o que temos hoje. A frequência de medição variava de mil a 5 mil pontos por segundo, o que impressionava muito os usuários que estavam se acostumando com as estações totais que tinham se tornado, há poucos anos, o equipamento padrão de topografia

no Brasil. Necessitava de um computador para armazenamento e fonte de energia externos. Trabalhos de grande extensão eram limitantes, seja pelo tempo para serem executados, seja pela quantidade de dados gerada. O alcance era de no máximo 200 metros. O prisma de direcionamento do laser era servo-motorizado, porém limitado a uma janela, pois o corpo do equipamento era fixo. Era necessário então girar o equipamento manualmente para obter uma nuvem no entorno do equipamento. A aplicação viável estava na indústria, onde nunca antes fora possível medir o nível de detalhes possível com o LS3D. Os equipamentos mediam a distância usando a técnica Time of Flight (TOF).

2ª) Por volta de 2000 foram lançados equipamentos ainda grandes, mas com servo-motores para giro de 360 graus na horizontal e alguns modelos usam a técnica Diferença de Fase (Phase Shift). Com isso, houve um grande aumento da frequência de medição dos pontos, permitindo registro de mais de 100 mil pontos por segundo. Os equipamentos que mediam usando TOF ganharam em alcance, chegando a até 600 metros. Aumentou a produtividade e iniciou a aplicação em trabalhos de infraestrutura, sobretudo em mineração. As fotografias associadas à nuvem de pontos viraram realidade.

3ª) Há cinco anos (2007) houve o lançamento de equipamentos integrados (armazenamento, bateria e câmera fotográfica). Alcance e frequência de medição foram melhorados, atingindo 2 quilômetros e 500 mil pontos por segundo. A portabilidade e robustez tornaram-se características fortes nos equipamentos. Ampliou-se o uso em arquitetura. Softwares ficaram mais amigáveis e hardware com melhor desempenho permitiu melhor análise na extração das informações. Associação com outros sensores, como o GNSS, agilizaram o trabalho de campo e buscaram integração de tecnologia para aumento de produtividade, fator fundamental para a popularização da tecnologia. Surgiu o primeiro Laser Scanner 3D Terrestre Móvel.

4ª) Em 2010 a integração, processamento e fotografias foram melhorados. Hoje, há equipamentos capazes de medir a até 4 quilômetros, outros com frequência de 1 milhão de pontos por segundo, outros com fotografias de 70 megapixel integradas. O poder de processamento chega a campo, permitindo inclusive que o registro (união das cenas) seja feito em campo com alguns cliques. O Laser Scanner 3D móvel conta com câmeras fotográficas que são associadas ao movimento. Os softwares adotam complexos algoritmos para modelagem e extração de informações de forma ágil. ■



• **Laser Scanner**
MundoGEO divulga
resultado de pesquisa

• **VANTs**
Saiba como
diferenciar as opções
no mercado

• **Tecnologia
da Informação**
TI + Geo: um choque
entre dois mundos

• **Agronegócios**
Inteligência territorial
para a gestão
estratégica

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |



Edição 73 | Ano 15 | Junho & Julho | R\$ 19,90

www.mundogeo.com

MundoGEO#Connect LatinAmerica 2013 mostra a cara do setor

Usuários, especialistas,
empresários e acadêmicos
marcaram presença no
maior e mais importante
evento de geotecnologia
da América Latina

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2013

NÚMEROS DO EVENTO:

3.540 participantes
de 25 países

70 marcas globais na feira
94% de aprovação

**ARCGIS E
GOOGLE EARTH**
Tutoriais mostram
como aproveitar
ao máximo

IDEs
Integração
de dados em
múltiplas escalas

LASER SCANNER 3D
Conheça mais sobre
a nuvem de pontos

ARQUEOLOGIA
Influência do geo
nas ciências
da terra

LASER SCANNER 3D

Conheça mais sobre a nuvem de pontos



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georreferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geomensura e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos. rovanef@vector.agr.br

O produto mais básico do LS3D (Laser Scanner 3D) é a Nuvem de Pontos. Na edição 69 vimos que as cenas são unidas por um processamento que chamamos de Registro para obter a Nuvem de pontos. A figura a seguir ilustra o fluxo de trabalho com o LS3D para obtenção deste primeiro produto.



Fluxo de trabalho para obter a Nuvem de Pontos

A Nuvem de pontos é essencialmente a junção de todos os pontos medidos por cenas independentes, num único sistema de coordenadas. Além das coordenadas XYZ, também é obtida a intensidade de retorno do laser para cada ponto, o que ajuda bastante a identificar elementos em campo em função do material e da cor.



Fotografia da edificação e Nuvem de Pontos com intensidade

Se o LS3D possuir câmera fotográfica integrada, é possível associar a cor da fotografia ao ponto XYZ, gerando uma nuvem de ponto com cor real.



Nuvem de Pontos com cor real

A densidade de pontos deve ser adequada com o objetivo do trabalho. Na figura a seguir podemos observar os detalhes da fachada importantes para registro do patrimônio histórico.



Detalhe da Nuvem de Pontos com cor real

A Nuvem de Pontos permite a obtenção de informações e dimensões diretamente sobre ela, mas exige do profissional conhecimento e habilidade, assim como hardware e software específicos para tal. Este é um conjunto que ainda não encontramos facilmente no mercado. Por este motivo o uso da Nuvem de Pontos por profissionais finais (entende-se como aquele que usará o escaneamento para desenvolvimento de um projeto) ainda não é comum. Isto exige do profissional que fará o escaneamento extrair as informações necessárias para o profissional final poder trabalhar com ferramentas já dominadas por ele (sólidos 3D, plantas baixas, fachadas, cortes, etc.). ■

• **Entrevista: Diego Erba**
Programa para América
Latina do Lincoln Institute
of Land Policy

• **Location Intelligence**
Nova seção destaca
desafios da inteligência
geográfica nos negócios

• **Laser Scanner 3D**
As nuvens de pontos
e o gerenciamento
de arquivos gigantescos

• **Dados Geoespaciais
na Berlinda**
A representação do
mundo real pelos
nossos limitados olhos

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 74 | Ano 15 | Agosto & Setembro

www.mundogeo.com



15 DESAFIOS DA GEOMÁTICA NO BRASIL

Pesquisa inédita indica principais
desafios para o mercado crescer.
Veja o que precisa mudar nas
áreas de Educação, Legislação,
Políticas Públicas, Inovação e
Relações de Mercado

3ª Edição
da Norma e novo
Sistema de
Gestão Fundiária
do Incra

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2014

22 Cursos, 7 Seminários
e 2 Eventos Especiais:
você define sua agenda!
**Visitação gratuita
na feira!**

5 MITOS DO EAD
Os fatos e as dúvidas
que ainda existem
sobre cursos online

**INTELIGÊNCIA
GEOGRÁFICA**
Técnicas de
geomarketing
para o setor florestal

PASSO A PASSO
Exibindo coordenadas
e altitudes no
Google Earth Pro

(PRE)VISÕES
A Cartografia
do futuro
e o futuro
da Cartografia



LASER SCANNER 3D

A nuvem de pontos em arquivo



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georreferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geometria e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos.
rovane@vector.agr.br

A nuvem de pontos, após o seu registro, é composta muitas vezes por alguns milhões de pontos, variando a quantidade em função do detalhamento necessário, assim como da extensão do trabalho. Mas como os arquivos de nuvem de pontos são vetoriais (pontos em X,Y,Z), o tamanho do arquivo em Bytes depende exclusivamente da quantidade de pontos e de suas informações adicionais. Uma nuvem com 1 milhão de pontos numa obra de terraplenagem com 2 hectares terá praticamente o mesmo tamanho em Bytes que uma nuvem com 1 milhão de pontos num equipamento industrial de 4 metros quadrados.

Como sabemos, quanto maior o tamanho dos arquivos, maior será a exigência de hardware e software para o seu processamento, tratamento, importação, exportação e armazenamento. Por este motivo, os fabricantes de equipamentos e também os desenvolvedores de softwares de Laser Scanner vêm desenvolvendo formatos próprios de arquivos com compactação para ocupar menos memória RAM e também menos memória em disco, para melhorar a trabalhabilidade da nuvem de pontos.

Tomando o exemplo de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e de um tanque de líquidos, ambos realizados pela Vector Geo4D, podemos verificar as seguintes estatísticas:

Características	Tanque	ETE
Finalidade	Medir deformações	"As Built" Industrial
Área de interesse	120m x 120m = 14400m ²	84m x 20m = 1680m ²
Quantidade de Pontos na nuvem	17milhões	360milhões
Tamanho da Nuvem em formato nativo do software	510MB	10,3GB
Tamanho da Nuvem em formato TXT	690MB	19GB (estimado)
Tamanho da Nuvem em formato DXF	880MB	22GB (estimado)

Pudemos observar que os tamanhos dos arquivos são gigantes, se comparados com outras aplicações de engenharia, o que nos exige hardware e software específicos para trabalhar com estes dados.

A nuvem de pontos pode ser exportada em vários formatos de arquivo, entre eles o mais comum é no formato de texto sem formatação (TXT). Este arquivo pode possuir várias combinações de dados associados a cada um dos pontos medidos, onde o mais comum é: Y, X, Z, intensidade e cor RGB. A cor RGB (nível de vermelho, verde e azul) é a cor real obtida por câmera fotográfica. A seguir um exemplo de um arquivo TXT contendo este formato:

```
7096679.0014 746661.0028 3.5198 -198 170 181 175
7096679.0011 746661.0028 3.3915 -268 32 33 27
7096679.0864 746660.2043 3.5545 -234 88 87 67
```

A nuvem de pontos pode ser também exportada para um formato bastante comum na engenharia, que é o Drawing Exchange Format (DXF), formato este que virou padrão para exportação e importação em softwares CAD. Porém, nele você não terá as facilidades de escolher entre intensidade ou cor RGB, pois o tipo de cor escolhida na exportação será aplicado como cor dos pontos para o

DXF. Inclusive, desta forma, cada ponto da nuvem vira um "point" em DXF, tomando o arquivo no CAD impossível de ser trabalhado por limitações de hardware e software. Na tabela comparativa, podemos ver o tamanho dos arquivos em DXF, onde o tamanho do arquivo em DXF da ETE foi impossível exportar, tendo o seu tamanho estimado em função de outros trabalhos similares.

Para trabalhar com a nuvem de pontos, são necessários softwares próprios para esta finalidade, que permitam a mudança de ângulos de visão e zoom rapidamente para facilitar a extração de dados da Nuvem de pontos ou mesmo para simples consulta de dimensões. ■

• **Entrevista**
Ryan Johnson,
Presidente da
BlackBridge

• **VANTs & Drones**
Conheça as opções
de veículos e
escolha o seu

• **Favelização**
A fragmentação
desordenada das
zonas rurais

• **Laser Scanner 3D**
A exportação de
dados e a limitação
de hardware

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 76 | Ano 16 | Janeiro & Fevereiro

www.mundogeo.com

Três dias imperdíveis em São Paulo!

Por que participar do MundoGEO#Connect?

- ✓ Comparar produtos e serviços
- ✓ Ampliar conhecimentos e rede de contatos
- ✓ Conhecer as tendências do mercado
- ✓ Qualificar a tomada de decisão

Adquira
duas atividades
no evento e
ganhe a terceira.
Vagas limitadas!

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2014

13 Cursos e Treinamentos,
7 Seminários e diversos
eventos especiais e workshops:
você define sua agenda!

**Visitação gratuita
na feira!**

TI+GEO
A crise em que
se encontra a
Informação
Geográfica

PASSO A PASSO
Integração:
Google Maps
Engine Lite e novo
Google Maps

RTK POSTO À PROVA
Avaliação da
qualidade dos dados
em diversas
condições

AGROPECUÁRIA
Dados e
mapeamento
para a tomada
de decisão

LASER SCANNER 3D

A Nuvem de Pontos em Arquivo - Parte 2



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geomensura e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos
rovane@vector.agr.br

A realidade de quem trabalha com Laser Scanner é utilizar vários softwares no dia a dia, em busca de ganho de produtividade.

A limitação de hardware, tanto para armazenamento quanto para processamento, hoje é uma realidade. Enquanto nos últimos anos os equipamentos de Laser Scanner 3D terrestre aumentaram a frequência de coleta de alguns milhares de pontos por segundo para 1 milhão de pontos por segundo, os computadores continuam como padrão sendo comercializados com discos rígidos lentos e ainda pequenos para armazenar tanta informação.

Vimos na edição 74 que os arquivos de nuvem de pontos são gigantes e que os fabricantes vêm desenvolvendo formatos proprietários de arquivos para ganhar em performance e, logicamente, buscar fidelidade ao uso de seu software.

A exportação de dados de um formato para outro pode ser um verdadeiro pesadelo, pois além de exigir hardware robusto, consome um tempo precioso de profissionais que devem ser qualificados para tratamento destes dados. A virada de noite de um computador trabalhando numa exportação é atividade rotineira para quem faz registro das cenas num software e extrai informações em outro.

Mas porque exportar de um software para outro software? A resposta é porque os sistemas de processamento e de tratamento de nuvem de pontos não são autossuficientes, com alta produtividade em todas as necessidades de extração de dados.

A realidade de quem trabalha com Laser Scanner é utilizar vários softwares no dia a dia, em busca de ganho de produtividade. A busca de produtividade no escritório é constante. Ainda é inconcebível que façamos um levantamento em campo num dia e levemos 10 ou até 100 dias no escritório extraíndo as informações das nuvens de pontos. A melhoria dos softwares é uma necessidade, tanto em ferramentas como em desempenho.

Um formato de arquivo que vem sendo amplamente usado pela sua performance e tamanho, é o Laser File Format Exchange Activities (LAS). Desenvolvido desde 2003 pela Sociedade

Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS, na sigla em inglês), o formato LAS busca padronizar arquivos para uso em softwares de laser scanning num formato público. Além de menor e mais ágil, ele também armazena informações adicionais das medições. Uma evolução do formato LAS é o LAZ, que é compactado e permite que softwares o utilizem com performance muito similar ao LAS, sendo significativamente reduzido.

A Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM, na sigla em inglês) desenvolveu o formato E57 que, além de ser bastante reduzido, armazena não somente dados de nuvem de pontos, mas também imagens em 3D.

Arquivos binários permitem maior rapidez nos processamentos e maior capacidade de armazenamento de informações por byte. Já os arquivos de texto são lentos e gigantescos, consumindo grande tempo no seu tratamento.

Veja na tabela a seguir alguns formatos comuns de uso associados a alguns desenvolvedores de equipamentos e softwares:

Fabricante	Formato
Autodesk	RCS, PCG
Bentley	POD
Faro	FLS, FWS, XYB
Leica	PTS, PTX, PTG, PCG
Riegl	RXP, 3DD
Topcon	CLR, CL3
Z+F	ZFS, ZFC
Públicos	LAS, LAZ, PCD, E57, ASCII

Cada arquivo possui particularidades que o torna interessante para alguma finalidade. Algumas características que podemos ter nestes arquivos são: coordenadas 3D do ponto; cor RGB do ponto medido; intensidade de retorno do laser; ângulo de incidência do laser; posição e orientação do scanner origem para os pontos; fotografias obtidas pelo scanner; fotografias 3D; e targets identificados para registro. ■

Entrevista
Luiz Munaretto,
instrutor e consultor
de VANTs

Passo a Passo
Integração
dos produtos
Google Geo

Tutorial
Contando
histórias
com mapas

Geo ou BIM
Nova coluna
mostra como
integrar tecnologias

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 77 | Ano 16 | Abril & Maio | R\$ 25,00

Laser Scanner 3D: A Revolução na Coleta de Dados

Com precisão e detalhamento
inigualáveis, a nuvem de
pontos e suas aplicações
melhoram a qualidade e
aumentam a produtividade
em campo ou na estrada!

MundoGEOXperience
Maratona de ideias +
jovens talentos =
soluções inovadoras

MundoGEO
#connect

LatinAmerica 2014

NÚMEROS DO EVENTO:

- + 4.550 participantes
- + 30 países
- + 185 palestrantes
- + 70 marcas globais

VANT
Aeronaves
não tripuladas
ameaçam a
fotogrametria?

AEROFOTOS
Controle e
regulação
pelo Ministério
da Defesa

COPA DO MUNDO
Produtos
geoespaciais para
planejamento
e defesa

CROWDFUNDING
Geografia no
financiamento
de projetos e
empreendimentos



LASER SCANNER 3D

O uso da Nuvem de pontos



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e geotransferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geometria e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos. rovine@vector.agr.br

Alguém arrisca um palpite de quando teremos softwares adotando a tecnologia de realidade virtual, realidade aumentada ou virtualidade aumentada?

O produto mais básico de um escaneamento 3D é a nuvem de pontos. Porém, este produto ainda não está no alcance de uso para muitos profissionais. Temos aqui três grandes limitações: hardware, software e conhecimento.

• **Hardware:** Como vimos em edições anteriores, a nuvem de pontos é armazenada em arquivos absurdamente grandes, exigindo muita memória RAM, processador de vários núcleos, placa de vídeo dedicada, armazenamento em SSD, entre outros.

• **Software:** Já existem no mercado vários softwares para visualização, extração de informações e modelagens. Eles permitem trabalhar com muitos milhões de pontos num único ambiente, observando os dados em várias vistas simultaneamente (o uso de vários monitores é uma ótima solução). Possuem ferramentas que, com alguns cliques, simplificam a visualização dos dados em planta, cortes, seções e perspectiva, pois a visualização da nuvem de pontos em 3D é confusa e você deve sempre ter ela em movimento para facilitar o entendimento. Mouses em 3D são uma boa pedida, mas o software deve ser compatível. Porém, estes softwares não desenvolvem estudos, análises e projetos, eles são específicos para extrair informação da nuvem de pontos e depois levar para os softwares de desenvolvimento de projetos e análises. Já está ocorrendo uma evolução significativa nos softwares de projetos para fazer uso da nuvem de pontos, mas ainda existem neles muitas limitações de quantidade de pontos e de ferramentas para visualizar e extrair as informações necessárias, forçando o usuário a trabalhar em um ambiente para fazer a extração de pontos e em outro para desenvolver os projetos. Os softwares estão em franco desenvolvimento, e novas ferramentas surgem dia após dia para facilitar a extração de dados.

• **Conhecimento:** A formação profissional nos últimos anos vem sofrendo uma revolução, seja na formação de profissionais mais específicos, seja na capacitação do uso de novas ferramentas e equipamentos para automatizar tarefas que consomem bastante tempo. O trabalho com a nuvem de pontos exige dos profissionais conhecimento avançado dos softwares, para aumento de produtividade e então extrair a informação requerida. A escolha da solução mais adequada exige importante tomada de decisão, pois pode ser necessário o uso de mais de um software, o que muitas vezes acaba sendo a única solução, pois ainda não temos no mercado uma solução única e completa.

Veja que estas três limitações podem ser resolvidas com investimentos financeiros e de tempo, mas ainda deficientes sob o ponto de vista de produtividade no uso da nuvem de pontos.

A solução parte para a modelagem de dados, na qual os softwares atuais já trabalham com sólidos e superfícies 3D de forma mais simples, os quais ficam mais fáceis de serem representados em 3D no espaço, recebendo luz, textura e sombras para uma vista mais realística. A limitação de trabalhar em três dimensões, mas ver em duas (o monitor é 2D) é o que mais dificulta o uso de dados em 3D.

Alguém arrisca um palpite de quando teremos softwares adotando a tecnologia de realidade virtual, realidade aumentada ou virtualidade aumentada? ■



Visualização da nuvem de pontos completa



Visualização parcial da nuvem de pontos



Vista superior da nuvem de pontos completa



Vista superior com corte horizontal da nuvem de pontos

• Entrevista
Leandro Rodriguez,
Gerente da Esri na
América Latina

• Tutorial
Como criar
mapas no
Microsoft Excel

• Passo a Passo
Integração
dos produtos
Google Geo

• Patrimônio Cultural
Geotecnologia
automatizando
processos

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 78 | Ano 16 | Junho & Julho | R\$ 25,00

www.mundogeo.com

CONSTRUINDO
UM FUTURO MELHOR:
GIS AO ALCANCE
DE TODOS



WebGIS, Big Data, Cloud,
Location Analytics, 3D,
ArcGIS Pro, Mobile

Saiba como a Esri está
se transformando para
oferecer o melhor do GIS
e colocar o poder nas
mãos do usuário!

30 anos
do padrão
de exatidão
cartográfica

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2015

Criando novas
dimensões!

5 a 7 de maio

Visitação gratuita na feira!

GISCIENCE
Ciência da
Informação
Geográfica na
América Latina

VANT
A invasão
dos Drones
no mercado
mundial

MITOS DO GEO
Top 10
crenças
do setor
geoespacial

BIM
Aquisição
de dados e
a indústria
de medições

Colaboração
Mapeamento
Gerenciamento
Medição
Big Data
3D
Conteúdo Online
Facilidade
WebGIS
Análise de Dados
Integração
Tempo real

LASER SCANNER 3D

A importância do Apoio Topográfico



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geometria e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há três anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos.
rovane@vector.agr.br

A qualidade da nuvem de pontos e consequentemente seus produtos dela derivados estão intimamente ligados ao ajustamento das cenas, quando realizado o processo de registro. Como vimos na edição 69 da revista MundoGEO, o registro depende diretamente do ajuste dos targets entre as cenas, permitindo uma análise dos desvios padrões e resíduos sobre estes pontos utilizados como referência. Quanto mais próximos do laser scanner os targets estão, melhor eles serão definidos, pois serão escaneados com melhor resolução e menos ruído. Porém a proximidade dos targets poderá provocar rotações inesperadas nas cenas, deixando a desejar na qualidade final do produto.

De maneira geral, os equipamentos de Laser Scanner 3D (LS3D) possuem precisão angular inferior às estações totais (20" já é considerado muito bom!). Além disso, a identificação dos pontos de referência se dará sobre a nuvem de pontos em 3D, o que significa que também teremos a variável da precisão linear do equipamento, que normalmente também é inferior às estações totais, influenciando nesta orientação. Esta junção de precisão angular e linear do LS3D passa a ser problema quando os trabalhos são extensos ou muitas cenas sequenciais são necessárias. A propagação dos erros se dá de forma descontrolada cena após cena, sendo que o desvio padrão e os resíduos apresentados nos resultados dos registros não expressarão a qualidade da nuvem de pontos.

A solução, já conhecida e adotada nos processos topográficos, é utilizar pontos de referência mais distantes para minimizar os efeitos de rotação. Porém, aumentando a distância dos targets em relação ao LS3D, perderemos em resolução espacial, o que prejudicará na definição do ponto de referência no target. Se aumentarmos a resolução, perderemos em produtividade, pois maior será o tempo para coleta dos dados.

Portanto, se deixarmos o target mais próximo ou mais afastado do LS3D, teremos problemas de orientação da mesma forma.

São em casos de áreas extensas ou com muitas cenas sequenciais que o apoio topográfico no processo de escaneamento tem papel fundamental para a garantia de qualidade.

A etapa de planejamento permitirá que o profissional associe o apoio topográfico com as cenas, otimizando desta forma o trabalho com o LS3D e permitindo até mesmo cenas mais espaçadas. Este apoio topográfico deve ser feito com estação total, onde a precisão angular pode chegar a 1" e a precisão linear a 2mm. Uma poligonal então é implantada para ajustamento dos erros encontrados e, a partir dela, medir os targets com o método de irradiação.

Tendo agora targets medidos, estes farão parte do registro de forma especial, servindo de injeção para o ajustamento. Neles são encontrados os erros acumulados, impedindo que os erros se propaguem ao longo do trabalho, apresentando os resíduos após o ajustamento por mínimos quadrados.

Pequenas rotações ainda podem ocorrer, portanto deve-se estabelecer uma rotina de análise diretamente na nuvem de pontos em busca de deslocamentos para a tomada de decisão, se o registro da nuvem de pontos atende a finalidade do trabalho. Caso negativo deve-se buscar outras soluções, como eliminar algum target que possa estar produzindo um ajuste indevido.



Deslocamento de cena identificado num tubo

São em casos de áreas extensas ou com muitas cenas sequenciais que o apoio topográfico no processo de escaneamento tem papel fundamental para a garantia de qualidade.

• **Entrevista**
Gabriel Carvalho,
Google Maps for Work
na América Latina

• **Intergeo 2014**
3D: O novo
paradigma da
geotecnologia

• **Passo a Passo**
Conheça funções
do novo Google
Meus Mapas

• **TH-GEO**
Desvendando
bancos de dados
geográficos

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 79 | Ano 17 | Setembro & Outubro | R\$ 25,00

www.mundogeo.com

GOOGLE MAPS FOR WORK

**Entenda como
a gigante de
Mountain View está
revolucionando o
uso dos mapas no
mundo corporativo**

**Facilidade, escalabilidade
e colaboração são os
pilares das ferramenta
geoespaciais Google**

**Laser Scanning
e BIM:
Modelagem de
Informações da
Construção**

Case de sucesso,
Pure Fix Cycles:



Veja mais aqui!

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2015

9 cursos, 4 seminários
e 4 fóruns

Inscrições abertas

5 a 7 de maio em São Paulo
Visitação gratuita na feira!

AGRICULTURA
Geotecnologias
no planejamento
e execução de
políticas agrícolas

DEMOGRAFIA
Sensoriamento
remoto na
análise de dados
censitários

PATRIMÔNIO CULTURAL
Sistema de cadastro
integrado com
inteligência
geográfica

OLIMPÍADAS
Detecção de
mudanças com
sensoriamento
remoto



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de geodésia e georeferenciamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC) e consultor da Vector Geo4D. Engenheiro civil, técnico em geomensura e Estradas. Experiência em levantamentos com laser scanner há cinco anos em várias aplicações, usando diversos softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos
rovane@vector.agr.br

A dificuldade começa pela designação da própria tecnologia, a qual alguns chamam de Laser Scanner Terrestre, Laser Scanner, ou ainda Escâner a Laser.

UMA SOPA DE LETRINHAS...

A (falta de) padronização de termos e siglas da tecnologia laser

Toda tecnologia em franco desenvolvimento tem um grave problema que é a falta de referências bibliográficas. Com o surgimento de uma nova tecnologia, surgem muitos artigos científicos mostrando soluções e problemas, os quais nos orientam a entender parte do processo produtivo.

O Laser Scanner 3D não é exceção. Temos grande dificuldade em encontrar referências bibliográficas sobre o assunto, e não somente no Brasil. Mundo afora também encontramos a mesma dificuldade. A pouca bibliografia se refere aos sistemas de escaneamento a laser aerotransportado, que se assemelha muito ao sistema de escaneamento terrestre móvel. Comparando o laser aerotransportado com o estático, as semelhanças ficam somente no uso da medição da distância a laser. O fluxo de trabalho (workflow) é bem diferente.

O propósito desta coluna de Laser Scanner 3D é levar à sociedade técnica interessada em Laser Scanner Terrestre um pouco mais sobre este intrigante assunto. Com a falta de referências bibliográficas, cada profissional que utiliza a tecnologia - incluindo fabricantes, vendedores e professores - acaba por utilizar alguns termos em particular que, por vezes, são oriundos de ferramentas dos softwares ou dos próprios equipamentos. Diversas vezes isto dificulta a disseminação das informações por simples confusão de conceitos.

A dificuldade começa pela designação da própria tecnologia, a qual alguns chamam de Laser Scanner Terrestre, Laser Scanner, ou ainda Escâner a Laser. No Brasil, muitas pessoas (me incluo neste grupo) têm o costume de utilizar termos internacionalizados, comumente na língua inglesa. A título de disseminação de informações, a padronização de termos é importante para que as informações fluam sem a necessidade de interpretação pelo ouvinte.

A terminologia Laser é um acrônimo na língua inglesa de Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiance). Como sabemos, o Laser está em todos os lugares, passando pela

indústria e entretenimento até a medicina. Para designar o uso do Laser em medições, adotou-se outro acrônimo: LiDAR (Light Detection And Ranging), que significa em português "Detecção e Medição de Distância Usando Luz". Portanto, conceitualmente falando, todos os sistemas que utilizam Laser para medir distâncias são LiDAR. Como o sistema de escaneamento aerotransportado impactou o mercado de aerolevantamentos, a terminologia LiDAR acabou sendo associada a este sistema.

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiance

Existem também algumas bibliografias que utilizam LADAR (Laser Detection And Ranging), "Detecção e medição de distância usando Laser" em português, mas que na prática não se popularizou. Para o laser escâner terrestre, muito se utilizou Laser Scanner 3D (LS3D) para diferenciar de LiDAR, fato que deu nome à esta coluna.

É importante que façamos a diferenciação entre o equipamento e a técnica. Portanto, como definição, poderemos adotar o seguinte:

- **Laser Scanner** (Escâner a Laser): o equipamento propriamente dito;
- **Laser Scanning** (Escaneamento Laser): técnica de medição que utiliza o Laser Scanner.

Tendo em vista o mercado internacional nos últimos anos, tem-se utilizado muito o acrônimo TLS (Terrestrial Laser Scanning) para o escaneamento a Laser Terrestre Estático e MLS (Mobile Laser Scanning) para o escaneamento a Laser Terrestre Móvel.

Será que esta sopa de letrinhas "pega" no mercado? Só o tempo vai responder... ■

• **Laser 3D**
Principais
finalidades da
tecnologia

• **TI+GEO**
GIS serve
antes de tudo
para comunicar

• **Cartografia**
Unir os
engenheiros e
fortalecer o setor

• **GeoQualificação**
Dicas para
se destacar
no mercado

MundoGEO

| CONECTANDO VOCÊ ÀS SOLUÇÕES GEOESPACIAIS |

Edição 80 | Ano 17 | Janeiro & Fevereiro | R\$ 25,00

www.mundogeo.com



EXPECTATIVAS
2015

**ESPECIALISTAS
MOSTRAM COMO
APROVEITAR O
MOMENTO ATUAL
E SE DAR BEM NO
SETOR GEOESPACIAL**

Cadastro ambiental e
georreferenciamento
de imóveis rurais

Laser Scanning 3D

Geoinformação e
sensoriamento para
meio ambiente

VANTs & Drones

Gestão pública e
cidades inteligentes

MundoGEO
#connect
LatinAmerica 2016

Vem aí a feira
**Drone#Show
2016!**

GEOMEMÓRIA

O social e o urbano:
quando a cidade
era mais gentil

OPENSTREETMAP

Geocolaboração
para governos
e pessoas

CLIMA

Previsão efetiva
para desastres e
eventos extremos

PASSO A PASSO

Crie mapas
personalizados com o
Google Meus Mapas



ROVANE MARCOS DE FRANÇA

Professor de Geodésia do IFSC e Consultor da Vector Geo4D. Mestre em Infraestrutura e gestão Viária, Engenheiro Civil, Técnico em Geomensura e Técnico em Estradas, possui experiência no tema Levantamentos com Laser Scanner há 6 anos em diversas aplicações, usando vários softwares de processamento e modelagem de nuvem de pontos.
rovane@vector.agr.br

Com o Laser Scanning 3D, temos um "clone" da realidade permitindo identificar detalhes nunca antes possíveis.

AS BUILT, AS IS, AS FOUND

Conheça as principais finalidades do Laser Scanning 3D – Parte 1

Com o Laser Scanning 3D, temos um "clone" da realidade permitindo identificar detalhes nunca antes possíveis. Estudos, projetos e pesquisas realizadas com dados obtidos do Laser Scanner têm garantia de maior nível de detalhes e, consequentemente, o produto elaborado a partir deles pode ser mais rico e assertivo.

Através do dado mais básico do Laser Scanning 3D, que é a Nuvem de Pontos em três dimensões, podemos executar modelagens (2D ou 3D) ou a extração de informações que visam atender uma determinada finalidade. Basicamente, o objetivo se classifica em três níveis de detalhes: As Built, As Is e As Found.

AS BUILT: COMO CONSTRUÍDO

Tem como objetivo extrair informações da realidade para identificar como foi construído um determinado elemento e as divergências básicas em relação ao projeto.

• **Exemplo 1:** Numa indústria será necessário realizar um estudo de layout. Os pilares da estrutura, quando da sua construção, podem ter tido suas dimensões alteradas, ou ainda reposicionados para facilitar algum processo construtivo. Com o escaneamento teremos a nova posição e dimensão do pilar, porém, se ele possui alguma flambagem, torção ou variação das dimensões, estas variações não são importantes para o objetivo que é o estudo de layout e, portanto, no as built elas não são registradas. O pilar aparecerá como um sólido ou superfície de seção regular, posicionado no espaço conforme a Nuvem de Pontos 3D, podendo estar inclusive fora da vertical, caso a sua inclinação seja significativa para o objetivo do layout.

• **Exemplo 2:** Num levantamento arquitetônico para a realização de uma reforma, as paredes poderão ser modeladas na vertical, mesmo que elas estejam fora de prumo ou com curvatura de alguns milímetros. A parede reta e vertical facilitará o entendimento para a elaboração da reforma, não trazendo consequências técnicas para a reforma da edificação.

AS IS: COMO ESTÁ

Tem como objetivo mostrar as deformações de um elemento para uma análise estrutural ou mesmo para um projeto onde o encaixe de uma peça tenha que ser próximo do perfeito. A deformação identificada no as is pode ter ocorrido ao longo do tempo ou mesmo por variações na construção. O modelo gerado no as is é mais fiel à realidade do que o as built.

• **Exemplo 1:** Um tanque cilíndrico que foi construído há algum tempo, hoje possui deformações em virtude de desgaste e uso. Ele não possui mais uma seção regular como um círculo e sua dimensão sofrerá variação gerando um modelo irregular. Isso permitirá identificar em que local o tanque sofreu mais deformação e analisar se é o momento de realizar alguma manutenção preventiva para reforçar sua estrutura e evitar maiores deformações.

• **Exemplo 2:** Entre dois edifícios comerciais já construídos será implantada uma estrutura metálica com cobertura de vidro. Um menor tempo de construção é necessário para reduzir o impacto no comércio. As peças metálicas, assim como os vidros, precisam ser fabricadas para a montagem no espaço existente, evitando ajustes que consomem muito tempo. Ao longo do vão, as variações nas dimensões e detalhes nas fachadas precisam ser considerados, assim como a falta de verticalidade, pequenos dentes nas paredes, desníveis, etc.. O modelo que representará a parede será irregular.

AS FOUND: COMO ENCONTRADO

Muito similar ao as is, mas não se limita a um único elemento. A composição de vários elementos num ambiente, e como eles estão entre si caracteriza o as is.

• **Exemplo 1:** Numa fortaleza que é patrimônio histórico, existem paredes em ruínas espalhadas no ambiente. A parede não foi construída desta forma, portanto não é as built. A parede não está mais na forma de uma parede e, portanto, não é as is. O levantamento mostrará esta situação e permitirá ao projetista do restauro decidir se a parede será reconstruída ou mantida como está para ilustrar algum evento.

• **Exemplo 2:** Num sambaqui foram encontrados vários sepultamentos e a posição deles no espaço é informação importante para a pesquisa. O estado que se encontram as composições ósseas, assim como sua posição espacial, é muito relevante. Ao avançar a escavação, as estruturas poderão se desmontar, impedindo que estudos sejam feitos. Com o registro através do Laser Scanning 3D, podemos a qualquer momento obter informações métricas no espaço.

É muito importante que seja definido desde o orçamento se o objetivo é As Built, As Is ou As Found, pois o nível de detalhes em campo e na modelagem são fatores que importam muito no tempo do trabalho e consequentemente no seu custo.■