

NUVEM DE PONTOS:

uma nova forma de
representar o mundo real

Entenda o conceito
de nuvem de
pontos, os fatores
que influenciam o
resultado e formas
de manipulação
dos dados.

Escaneamento a laser é um dos métodos utilizados para captura da realidade, tendo como produto a nuvem de pontos. Mas você pode se perguntar: Escaneamento? Laser? Captura da realidade? Nuvem de pontos? Como assim?

Pois bem, vamos explicar cada um desses conceitos e você verá que não são tão difíceis assim de compreender.

SUMÁRIO

1. CAPTURA DA REALIDADE
2. PESQUISA MCKINSEY
3. NUVEM DE PONTOS
4. FOTOGRAMETRIA
5. ESCANEAMENTO A LASER
6. COMPARATIVO: FOTOGRAMETRIA VS ESCANEAMENTO A LASER 3D
7. UNIÃO: FOTOGRAMETRIA + ESCANEAMENTO A LASER 3D
8. DICAS GERAIS
9. ARTIGOS MCKINSEY
10. APLICAÇÕES
11. E A TOPOGRAFIA?
12. REFERÊNCIAS

CAPTURA DA REALIDADE

De uma maneira bem simplificada, captura da realidade é a digitalização de algo do mundo físico (ou mundo real). E com digitalização queremos dizer realmente transformar algo que temos no nosso mundo em um arquivo digital possível de visualizar, manipular e/ou editar.

Segue essa analogia

A foto também é uma captura da realidade, sendo a fotografia digital uma digitalização da realidade.

Foto



Representação 2D

Sem escala

Com possíveis distorções

Nuvem de Pontos



Representação 3D

Com escala

Sem distorções

POR QUE capturar a realidade?

Para realizar todo e qualquer projeto é necessário conhecer o local em que este projeto será implantado. Esse processo, conhecido como levantamento, já ocorre, só que com outras ferramentas, como trenas, croquis, fotos e levantamento topográfico.

No entanto, vários estudos demonstram que essa forma de levantamento é ineficiente e pode até trazer prejuízos para o empreendimento.

Veja alguns dados que separamos:

30%¹

dos dados são perdidos
ao final da construção

280 **US\$**¹
bilhões

são gastos anualmente
com retrabalho

LEVANTAMENTOS 2D vs 3D

Com o levantamento 3D percebe-se uma redução de:

↓ **50%**²

em tempo de
documentação

↓ **30%**³

em cronograma de
projeto e construção

↓ **50%**³

em custos de
projeto

PESQUISA MCKINSEY

A digitalização chega à construção civil ⁴

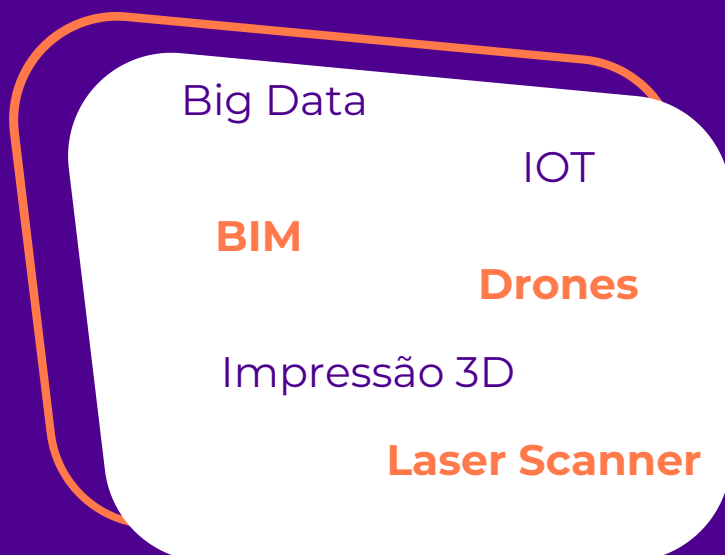


Tradicionalmente, o setor da construção é conhecido por não inovar. Porém, a McKinsey constatou que essa realidade está mudando.

Taxa de adoção de novas tecnologias no setor:



Alguns exemplos de novas tecnologias citadas:



NUVEM DE PONTOS

A nuvem de pontos é um arquivo formado por milhões de pontos, cada um com suas coordenadas XYZ que posicionam esses pontos no espaço. Daí o nome NUVEM DE PONTOS. Além das coordenadas, cada ponto possui a informação de intensidade de sinal (escâner a laser) ou cor (fotogrametria).

Lembra da analogia com a foto?

Podemos dizer que o ponto forma a nuvem de pontos, assim como o pixel forma a fotografia.

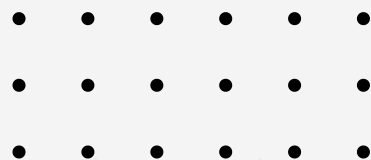
Foto



Quanto mais **pixels**, maior nitidez e maior o nível de detalhe.

Se der um zoom, é possível ver os **pixels** que compõem a **foto**.

Nuvem de Pontos



Quanto mais **pontos**, maior nitidez e maior o nível de detalhe.

Se der um zoom, é possível ver os **pontos** que compõem a **nuvem**.

COMO obter uma nuvem de pontos?

Existem dois métodos para gerar uma nuvem de pontos: **ESCANEAMENTO A LASER** e **FOTOGRAMETRIA**. Eles são completamente diferentes entre si, desde o processo de captura propriamente dito, como no processamento dos dados e, principalmente, na qualidade do resultado final.

O ponto aqui é saber o **NÍVEL DE PRECISÃO** e o **NÍVEL DE DETALHE** para entender quando utilizar um ou outro. Ou ainda, os dois juntos.:



**NÍVEL DE
PRECISÃO**

Define o quão fiel à
realidade é o levantamento



**NÍVEL DE
DETALHE**

Define a quantidade de
pontos e a distância
entre eles.

NUVEM DE PONTOS

Por fotogrametria



Por escaneamento a laser



FOTOGRAMETRIA

Esse é o nome do método utilizado para gerar uma nuvem de pontos a partir de - **adivinha** - FOTOS! Para corrigir as distorções, há todo um processo a ser seguido desde a captura. **IMPORTANTE: Precisão na casa dos centímetros.**

Veja um resumo do processo no esquema abaixo:



OBJETO ALVO

um sólido, um ambiente, uma edificação, um terreno, etc.



CAPTURA

quanto mais fotos, melhor;
sobreposição de 60% a 80% entre elas;
quanto maior a resolução, melhor a qualidade final.



PROCESSAMENTO

alinhamento das fotos e processamento para geração da nuvem de pontos. Alguns softwares: Reality Capture, Pix4D, Agisoft Metashape.



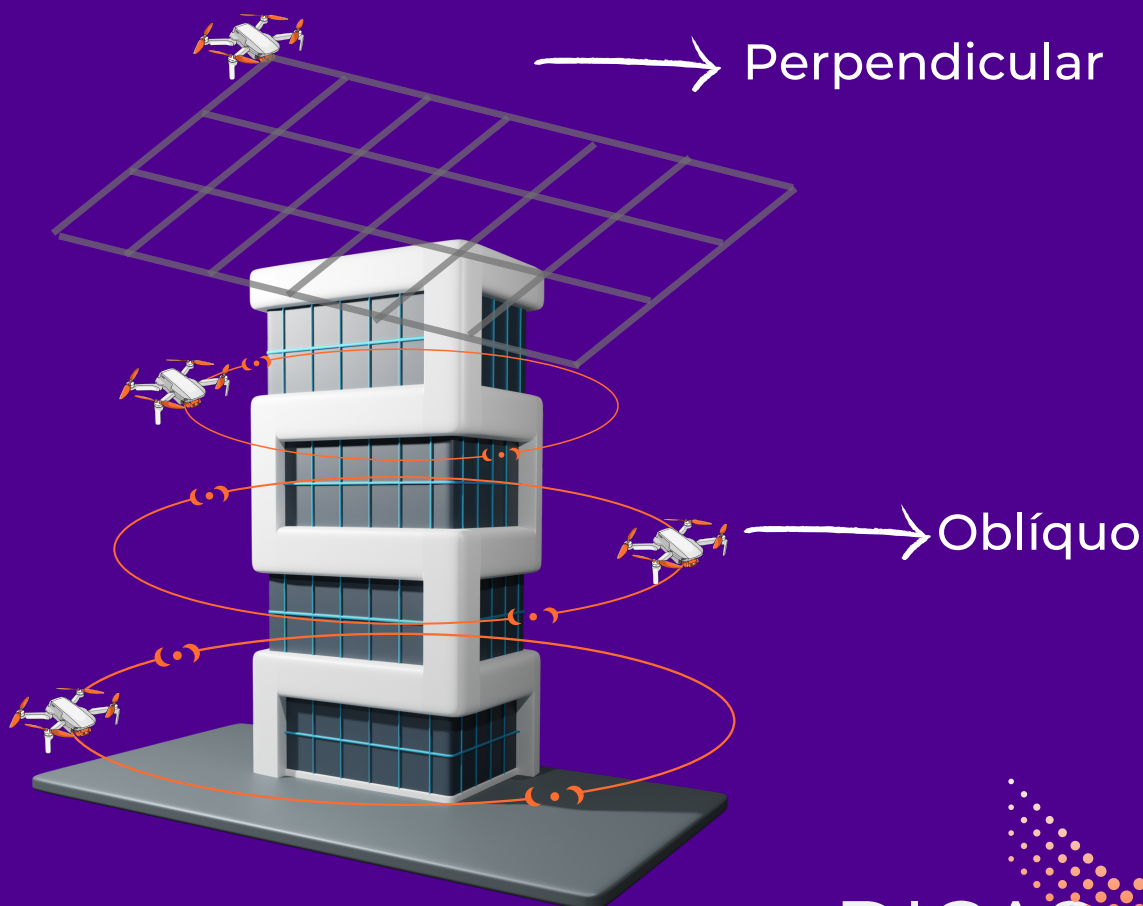
ÂNGULAÇÃO

NADIR: perpendicular ao objeto, como peças de um quebra-cabeça;
OBLÍQUO: diferentes ângulos e distâncias do objeto alvo.



EXEMPLO DA CAPTURA

De fotogrametria

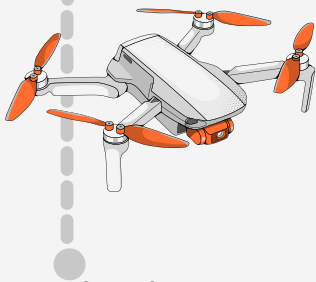


DICAS 

Evitar que o céu apareça nas fotos, preenchendo o máximo possível com o objeto;

Evitar ao máximo os borrões (motion blur). Considere retirar a foto borrada do projeto;

Cuidado com a iluminação: sombras, luzes laterizadas e luz direta forte prejudicam o resultado final. Ex: Se for captura com drone, recomenda-se o horário mais próximo ao meio dia ou com tempo nublado.



Preste atenção às Leis no Brasil

Ser piloto de drone no Brasil tem um tratamento similar a um piloto de avião. Para realizar o vôo, é necessário que se atentem para alguns pontos:

PILOTO

Cadastro junto ao sistema SARPAS do DECEA.

Ter mais de 18 anos.



LIMITES A SEREM RESPEITADOS

Projeção vertical afastada 30m de raio de edificações e pessoas não anuentes.

AUTORIZAÇÃO PRÉVIA DE VÔO

Autorização de voo emitido pelo DECEA.

Autorização de edificações vizinhas e/ou pessoas circulando no local

Análise de risco operacional.

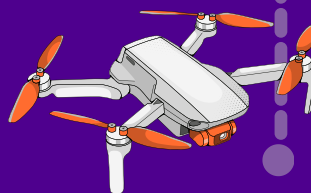


AERONAVE

Seguro RETA para proteção contra terceiros.

Registro junto ao SISANT da ANAC.

Glossário



SARPAS

Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas

DECEA

Departamento de Controle do Espaço Aéreo

RETA

Seguro de Responsabilidade civil do Explorador ou Transportador Aéreo

SISANT

Sistema de Aeronaves não Tripuladas

ANAC

Agência Nacional de Aviação Civil

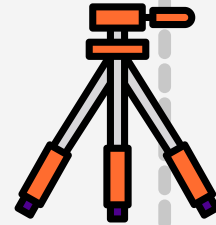
Importante ressaltar que, em caso de acidentes, tanto o operador do drone (e empresa) como o contratante do serviço podem responder criminalmente.



Legislação aplicável

- Código Brasileiro de Aeronáutica - Lei nº 7,565/1986;
- RBAC-E nº 94, da ANAC;
- IS nº E94-001 - Revisão A, da ANAC;
- IS nº E94-002 - Revisão A, da ANAC;
- IS nº E94-003 - Revisão A, da ANAC (esta IS);
- IS nº E94.503-001 - Revisão A, da ANAC;
- Resolução nº 25/2008, da ANAC;
- ICA 100-40, do DECEA;
- ICA 100-12, do DECEA;
- ICA 100-37, do DECEA;
- Resolução Anatel nº 242;
- Resolução Anatel nº 506; e
- Resolução Anatel nº 635.

E Matterport, já ouviu falar?



A Matterport Pro 2 é um equipamento para realizar mapeamento que utiliza fotogrametria aliado ao sensor infravermelho. O processamento dos dados é todo feito em nuvem de forma independente. Ou seja, você envia o material coletado e recebe a nuvem de pontos pronta. É uma solução com alto impacto visual (fica realmente lindo) e de alta velocidade.

LANÇAMENTO!

Uma nova opção da empresa é a Matterport Pro 3. Este equipamento possui o sensor LiDAR, ou seja, realiza escaneamento a laser, diferente da sua irmã mais velha. Continua com um alto impacto visual e de alta velocidade, mas com mais precisão que a versão anterior.



Pro 2



Pro 3

Precisão indicada pelo fabricante:⁶

Pro 2: 10mm a cada 1m

Pro 3: 20mm a cada 10m

Alcance indicado pelo fabricante:⁶

Pro 2: 5m

Pro 3: 20m / 100m (E57)

QUALIDADE:

CUIDADOS!

como não há acesso ao processamento, recomendamos conferir o resultado e validar com ferramentas de controle.

CUIDADOS!

DADOS:

todo o processamento é feito em nuvem e ao enviar os dados para a plataforma, você está concordando em disponibilizar estes dados para uso indiscriminado, desde aperfeiçoamentos na plataforma até a distribuição deles.

Isso inclui: imagens de pessoas físicas, segredos pessoais/comerciais/ industriais, direitos autorais como imagens de marcas, entre outros. Tenha certeza que você possui autorização para isso.

3. User-Submitted Information.⁵

You must exercise caution, good sense and sound judgment in using the Service. You are solely responsible for any material you transmit to or through the Service (or to us through email). **You agree**, represent and warrant that any information you transmit to or through the Service (or to us through email) is truthful, accurate, not misleading and offered in good faith, and **that you have the right to transmit such information**. Matterport has the right, but not the obligation, to monitor all conduct on, and content submitted to, the Service. Certain information collected from you on the Service is subject to Matterport's [Privacy Policy](#) available in the footer of the Matterport Website homepage. Except as expressly provided in Matterport's [Privacy Policy](#) and [Platform Subscription Agreement \("PSA"\)](#), **you give Matterport an unrestricted, irrevocable, perpetual, transferable, sublicensable, worldwide, royalty-free license to use, reproduce, display, publicly perform, transmit and distribute any such material you submit, without any payment or accounting to you or others**. In addition, you waive any so-called "moral rights" in such material. For any such material that you submit, you represent and warrant that: **(a) you have the right to submit the material to Matterport and grant the licenses set forth above; (b) Matterport will not need to obtain licenses from any third party or pay royalties to any third party; (c) the material does not infringe any third party's rights, including intellectual property rights and privacy rights; and (d) the material complies with these Terms and all applicable laws.**

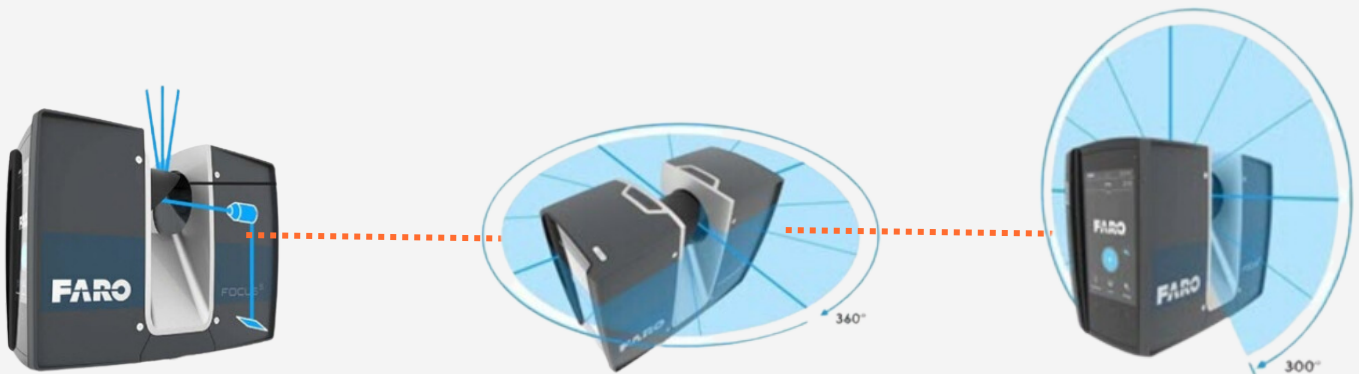
⁵ Imagem extraída dos "Termos de uso" disponível no site matterport.com

ESCANEAMENTO A LASER 3D

Os escâneres possuem um sensor chamado LiDAR (Light Detection And Ranging) que, simplificado, emite pulsos de luz (laser) que atingem as superfícies que estão em volta e retornam ao aparelho. Por isso, esses equipamentos capturam **SOMENTE** aquilo que está visível em seu entorno. Através do sinal que retorna ao equipamento ele então calcula a que distância aquele ponto está e atribui suas coordenadas. **IMPORTANTE:** Precisão na casa dos milímetros.

Mas como ele calcula a distância do ponto?

Esse cálculo pode ser feito de duas maneiras: com base no tempo que o sinal leva para retornar sabendo a velocidade da luz OU comparando a mudança de fase da onda da luz emitida com a refletida.



Todos os escâneres a laser são iguais?

Existem diversos modelos de Laser Escâner 3D no mercado, de diferentes marcas, cada qual com suas próprias características e alguns são mais ou menos indicados para determinado tipo de serviço.

Uma classificação simplificada seria:

AÉREO

Veículo aéreo com escâner a laser embarcado

Alto custo. Indicado para grandes áreas onde a precisão da fotogrametria não atende.

TERRESTRE

Pode ser: fixo, móvel ou híbrido.

Custo acessível, com nível de precisão e de detalhe variando com o tipo.

Como assim?

FIXO

Exemplo: FARO

Focus S



Ficam posicionados em um local fixo enquanto realizam a captura.



Maior precisão
Maior nível de detalhe
Menos ruído
Tempo em campo elevado

Aplicações: nível de precisão milimétrico, alto nível de detalhe

MÓVEL

Exemplo: GeoSlam

ZEB Horizon



São carregados nas mãos ou mochilas. Realizam a captura em movimento.



Menor precisão
Menor nível de detalhe
Mais ruído
Tempo em campo baixo

Aplicações: volumetrias, layouts, noções espaciais.

HÍBRIDO

Exemplo: FARO

Swift



Mesclam posições fixas com captura em movimento.



Precisão do fixo
Nível de detalhe médio
Ruído médio
Tempo em campo médio

Aplicações: layout, as built/as is, contexto urbano. Espaços amplos.

Conceitos importantes

É importante salientar que os escâneres captam apenas pontos daquilo que está visível. Ou seja, eles não servem para inspecionar tubulações dentro de paredes ou galerias subterrâneas.

ÂNGULO DE CAPTAÇÃO

O escâner deve ser posicionado de tal modo que consiga visualizar o objeto de interesse, caso contrário, teremos “vazios” na nuvem de pontos, que chamamos de áreas de sombra. Isso significa que no fixo devemos encontrar o melhor local para posicioná-lo e no móvel a melhor maneira de caminhar pelo ambiente para que o equipamento tenha a melhor visualização.

SENSOR LiDAR

Os escâneres possuem um sensor chamado LiDAR (Light Detection And Ranging) que, simplificada, emite pulsos de luz (laser) que atingem as superfícies que estão em volta e retornam ao aparelho.

ALCANCE

O alcance dos equipamentos é um item que pode variar e muito! Como exemplo, a série S da FARO possui três equipamentos com alcances diferentes: 70m, 150m e 350m. O RTC360 da Leica, escâner de mesmo porte que os citados da FARO, possui alcance de 130m (e 65m para a resolução mais alta). Para os móveis, O ZEB Horizon possui alcance de até 100m e o VLX3 de até 300m.

Conceitos importantes

PRECISÃO

A precisão dos pontos captados depende de alguns fatores, como tipo e cor da superfície escaneada. Alguns fabricantes trazem informações mais detalhadas relacionando a precisão do ponto com a refletividade da superfície. Porém, de uma maneira mais simples, a FARO informa que a precisão da posição em 3D da mesma série de equipamentos citados anteriormente é de 2mm para 10m e 3,5mm para 25m. A Leica informa 1,9mm para 10m e 2,9mm para 20m para o RTC360. Nos escâneres móveis, a NavVis informa que a precisão do VLX3 é de até 5mm, mas não especifica a que distância. Da mesma maneira a GeoSLAM traz até 6mm para o ZEB Horizon.

VELOCIDADE

Para manter na mesma linha de comparação, tanto o novo modelo Focus Premium da FARO quanto o RTC360 da Leica podem captar até 2 milhões de pontos por segundo. Já nos móveis, o VLX3 até 1,28 milhão por segundo e ZEB Horizon até 300mil pontos por segundo.

COLORAÇÃO DOS PONTOS

Quando os escâneres captam pontos com o sensor LiDAR, eles armazenam apenas as coordenadas XYZ e a intensidade do sinal de retorno de cada ponto. Nesse primeiro momento, o ponto não tem nenhuma informação de cor. Para poder colorir a nuvem de pontos, os escâneres agregam a informação de cor com o auxílio de fotos. Nem todo equipamento possui essa funcionalidade, pois exige um processo a mais e uma câmera acoplada.

Limitações

Capturar a realidade com todas as suas particularidades é um desafio. O escaneamento a laser facilita e possibilita a captura de detalhes que seriam impossíveis pelo método tradicional, mas também possui suas limitações.

ESPELHOS

Ambiente fantasma criado atrás do espelho



FOTO

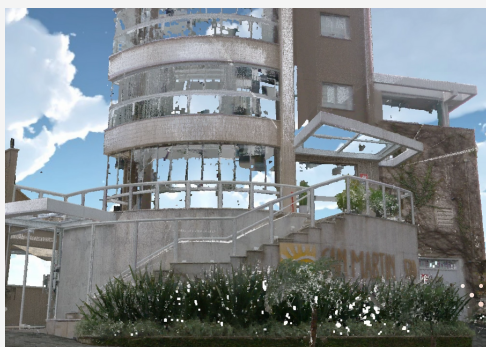
NUVEM DE PONTOS

COMO
RESOLVER?

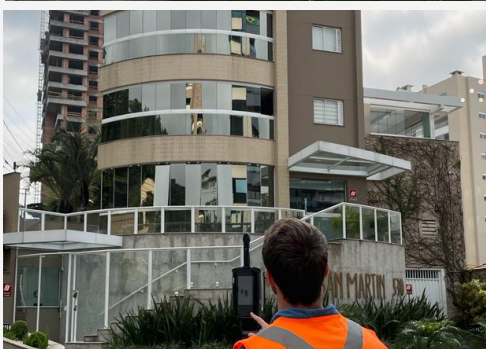
Para contornar essa situação, podemos tampar os espelhos existentes antes de fazer o escaneamento ou simplesmente deletar esses pontos posteriormente no processamento dos dados.

VIDROS

NUVEM DE PONTOS



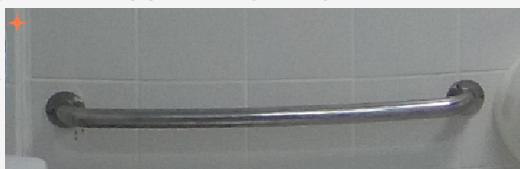
FOTO



Já os vidros “distorcem” o laser emitido pelo escâner e o resultado das coordenadas atribuídas ao ponto é impreciso. Esses e outros pontos imprecisos ou “perdidos” na nuvem, são chamados de ruído e podem atrapalhar a visualização se não forem excluídos.

SUPERFÍCIES POLIDAS OU ESCURAS

SUPERFÍCIE POLIDA



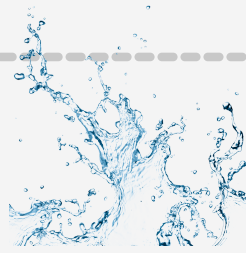
NUVEM DE PONTOS



Os pontos capturados também não são precisos e normalmente precisam ser apagados para não atrapalharem na visualização da nuvem. A imprecisão na posição dos pontos nesses casos também depende da inclinação em que estamos visualizando o objeto, ou melhor, a inclinação da visada do escâner para o objeto.

E o mesmo acontece em superfícies muito escuras. A superfície mais escura absorve mais luz, afetando o retorno do laser emitido pelo equipamento. O resultado é uma nuvem de pontos com muito ruído que precisa de um processo de limpeza mais minucioso.

ÁGUA



Já no caso da água o sinal de laser emitido não retorna ao equipamento impossibilitando a captura de qualquer ponto e deixando um buraco na nuvem.



FOTO



NUVEM DE PONTOS

A água desvia o laser e esse sinal se perde mesmo em poças bem rasas. Dependendo das necessidades do projeto, precisamos ficar atentos aos acúmulos de água nos pisos, ruas, lajes e qualquer outra superfície.

A nuvem de pontos é, sem dúvida alguma, uma ferramenta poderosa e se faz indispensável na captura da realidade hoje em dia. Mas mesmo ela possui seus pontos fracos. Em algumas condições específicas podemos até tentar com fotogrametria, mas ainda assim são situações mais complicadas.

Etapas do processo

O fluxo de trabalho do escaneamento a laser é bem parecido entre os tipos de equipamento. Vai variar internamente entre as etapas, como o planejamento e de acordo com as ferramentas de processamento.

ANÁLISE PRELIMINAR

Estudo das necessidades do cliente, do local a ser mapeado e dos possíveis obstáculos.

PLANEJAMENTO

Definição da tecnologia a ser usada, do número de cenas ou caminho a ser seguido e de soluções para os obstáculos identificados, como pontos de controle.

ESCANEAR

Captura do mundo real em si.

PROCESSAMENTO

Alinhamento, limpeza, união, aferição de qualidade.

Geração de nuvens de pontos, ortofotos, malhas, entre outros.

GERAÇÃO DE ENTREVÁVEIS

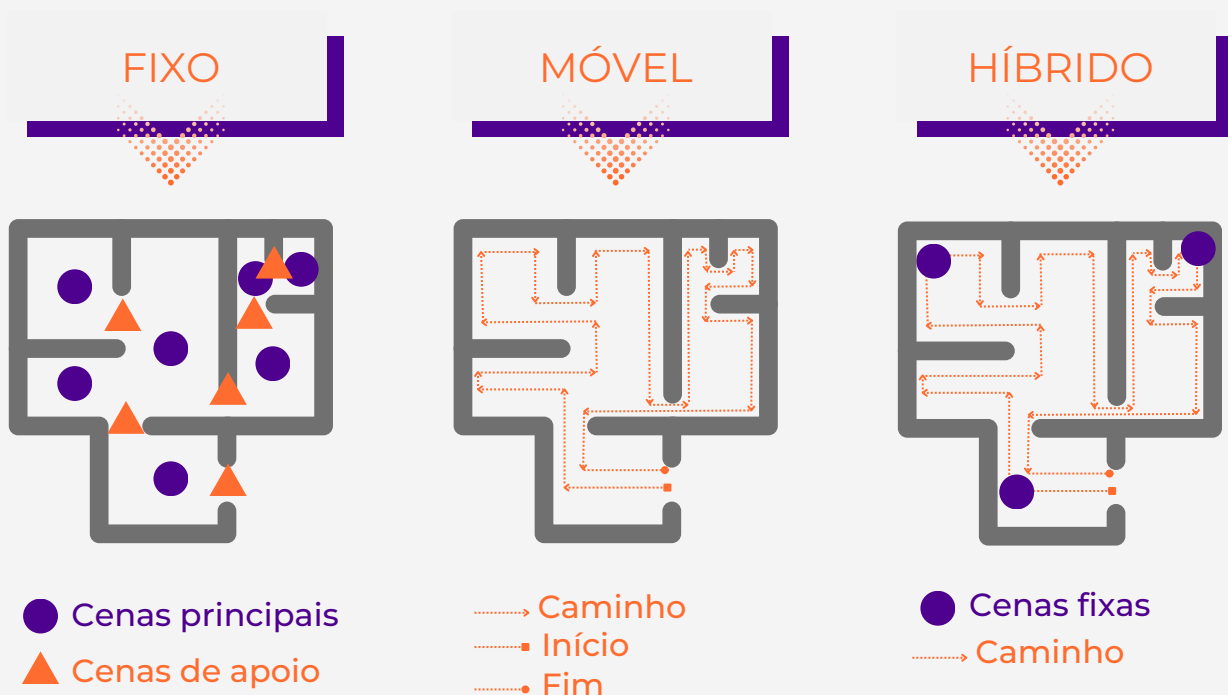
Envio ao cliente para uso em diversos softwares para diversos fins.

ENTREGA

Planejamento

Entre as partes mais importantes do planejamento está a previsão do número de cenas e suas posições. Ou, para o caso dos móveis, o caminho a ser seguido. Isso interfere diretamente na qualidade da nuvem de pontos, no tamanho do arquivo final e no tempo em campo.

Veja um exemplo de planejamento para os diferentes tipos:





Planejamento

Deve ser levado em consideração o objetivo do projeto, focando nos objetos de interesse e no nível de detalhe necessário.

No caso do escâner fixo, as posições devem envolver o objeto de interesse para não ficar pontos de sombra, ou seja, para não faltar informação. Além disso, se for previsto a necessidade de pontos de controle, as posições devem considerar um bom ângulo de visada para as demais cenas e para os pontos de controle.

Já no tipo móvel, o caminho deve prever a captura dos objetos de interesse, incluindo os pontos de controle. Da mesma forma que os fixos, se o caminho não contemplar todo o entorno, haverá pontos de sombra.

MUITA CENA
OU CAMINHO
GRANDE

Arquivo grande

Tempo elevado em campo

Grande volume de dados

Custo maior

POUCA CENA
OU CAMINHO
PEQUENO

Arquivo pequeno

Tempo reduzido em campo

Pouco volume de dados

Custo menor

Processamento dos dados

Em outras palavras, é o tratamento dos dados coletados em campo. Essa etapa pode variar entre os tipos e marcas, mas em geral o processo se resume da seguinte forma:



Quanto maior o controle sobre o processamento dos dados, maior a qualidade do resultado final. Por quê? Porque você pode verificar, validar e corrigir cada etapa, diminuindo os erros acumulados.

Processamento dos dados

A união das cenas, ou a construção da nuvem de pontos, se dá de formas diferentes entre o tipo fixo e o tipo móvel.

FIXOS



União das cenas coletadas

MÓVEIS



Ao longo da captura, o software vai "montando" a nuvem de pontos

Ambas utilizam: sobreposição de pontos, superfícies em comum e dados de sensores, como inclinômetro e bússola.

DIFERENCIAIS

Pontos de controle

Sensores como SLAM



Processamento dos dados


Uma etapa muito importante e que impacta muito no resultado final é a **LIMPEZA** da nuvem de pontos.

E quando falamos em limpeza, há vários pontos que precisamos considerar.

Veja quais são:




RUÍDOS




Pontos sem valor que não representam a realidade ou decorrentes do tráfego. Se não forem limpos, podem gerar uma leitura errada e dificultar a visualização da nuvem de pontos.

ENTORNO



Estruturas do entorno ou que não são do interesse. Da mesma forma que podem dificultar a visualização, podem tornar o arquivo pesado.

DADOS SENSÍVEIS



Imagens de pessoas, placas de carro, segredos comerciais/industriais, prontuário médico, entre outros. Quanto menos for propagado informações confidenciais e não necessárias ao projeto, melhor. Fique atento à LGPD e aos termos de confidencialidade dos contratos.

COMPARATIVO

Fotogrametria VS Escaneamento a laser 3D

Já foi falado que a fotogrametria possui uma precisão de **centímetros** enquanto que o escaneamento a laser 3D de **milímetros**. A consequência disso, e do próprio sistema em si, é que o resultado da nuvem oferece níveis de detalhes diferentes. Em geral, a fotogrametria tende a arredondar as arestas. Dependendo da situação, pode comprometer as medidas e características construtivas.

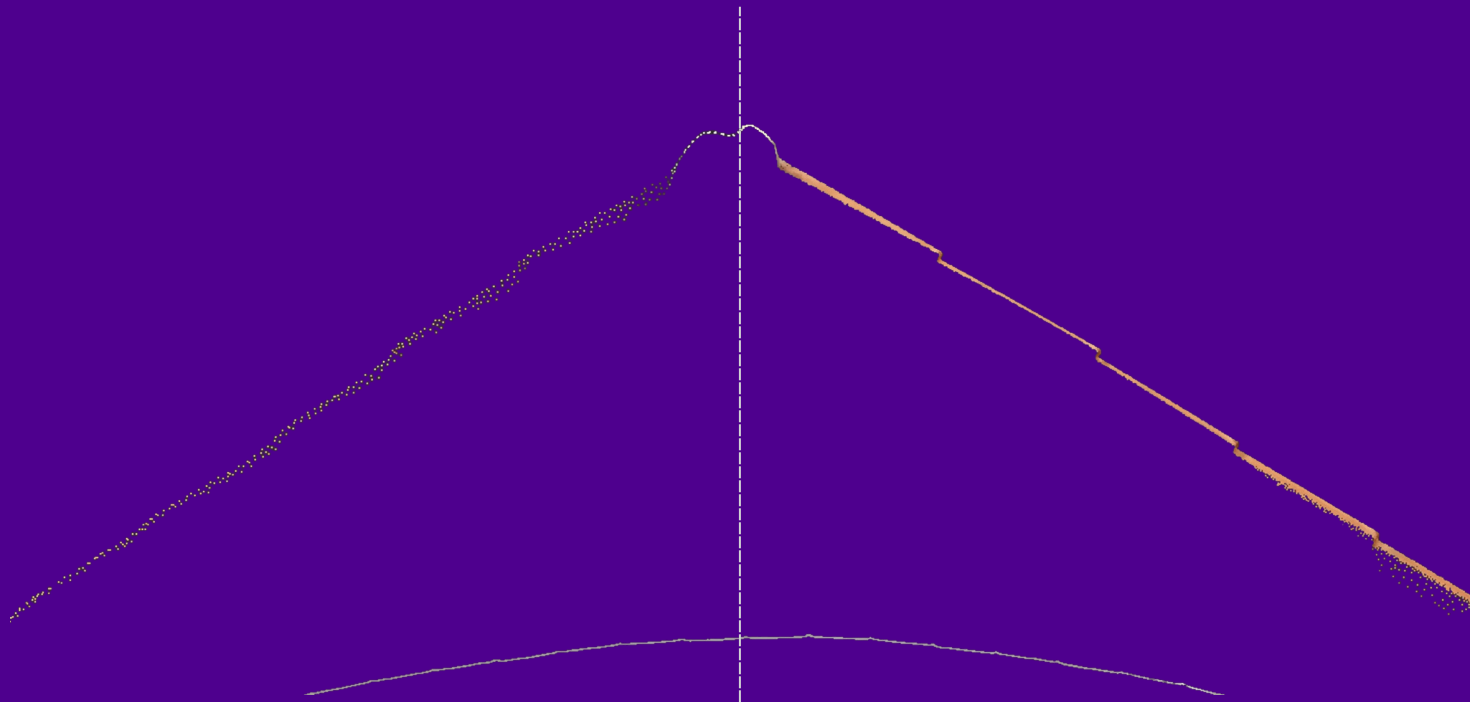
Veja alguns exemplos

Fotogrametria



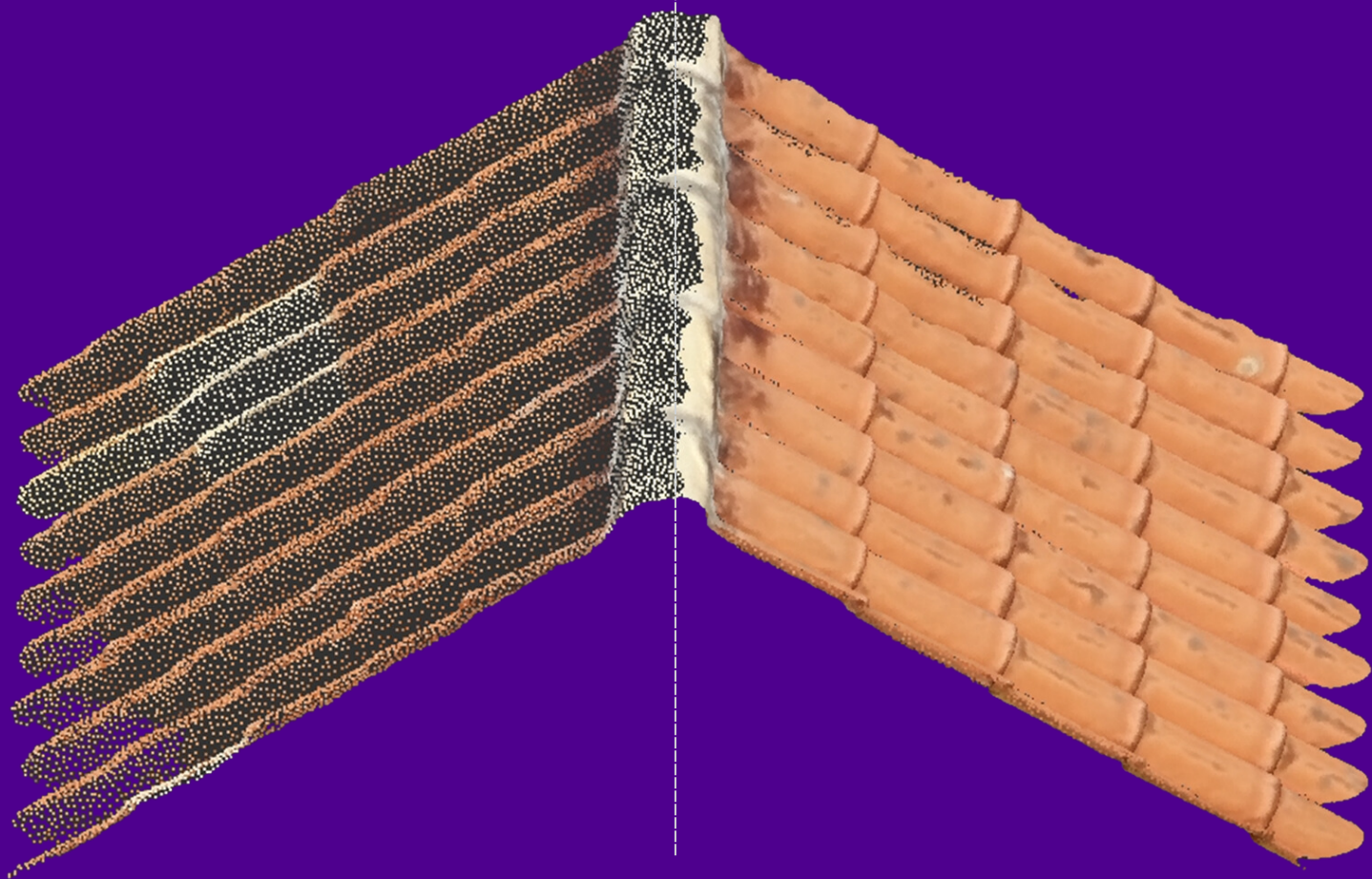
Escâner a laser 3D





Fotogrametria

Escâner a laser 3D



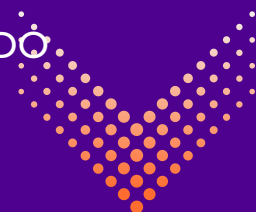
COMPARATIVO

FARO Focus S150 vs Matterport Pro2



Foi realizado o levantamento em um pavimento de edifício residencial de aproximadamente 240m² com os dois equipamentos. O processamento dos dados provenientes do levantamento com o FARO Focus S foi realizado pela WRodacki, localmente, no software FARO Scene, enquanto que os dados provenientes da Matterport Pro2 foram enviados para a plataforma em nuvem da Matterport pela empresa que realizou a demonstração do equipamento.

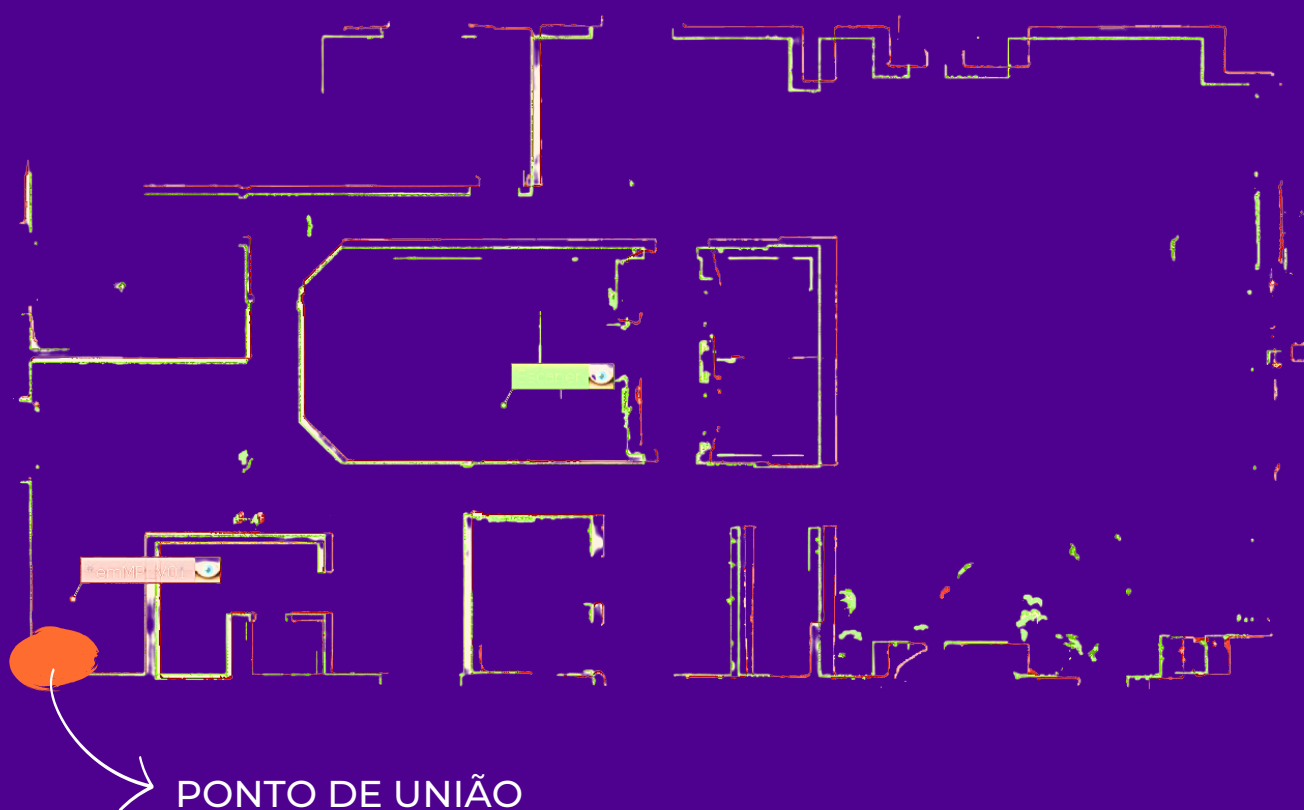
ACOMPANHE O RESULTADO



 FARO Focus S

 Matterport Pro 2

PLANTA



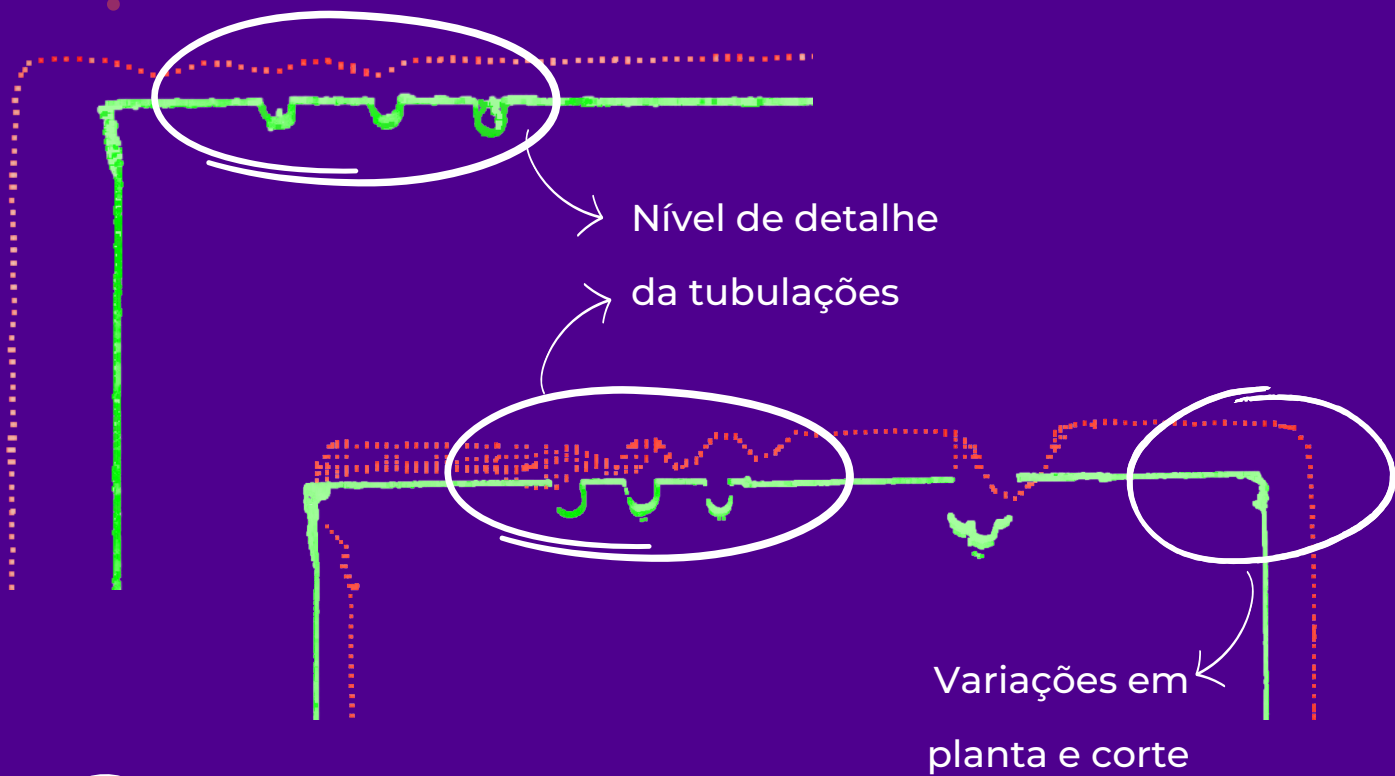
CORTE



CORTE

FARO Focus S

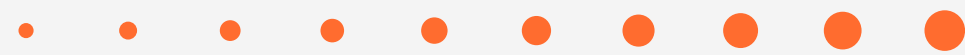
Matterport Pro 2



Isso significa que um método é melhor que o outro?

De forma alguma!

UNIÃO



Fotogrametria + Escaneamento a laser 3D

Além de terem aplicações diferentes e atenderem necessidades diferentes, estes dois métodos podem agregar muito valor um ao outro quando unidos. A fotogrametria oferece ao escaneamento a laser a qualidade fotográfica e visual, além de possibilitar o preenchimento de espaços de difícil acesso com o escâner. Em contra partida, o escâner traz a precisão para o time.



Algumas aplicações
dessa união





Possui muito valor
para edificações
históricas, não?

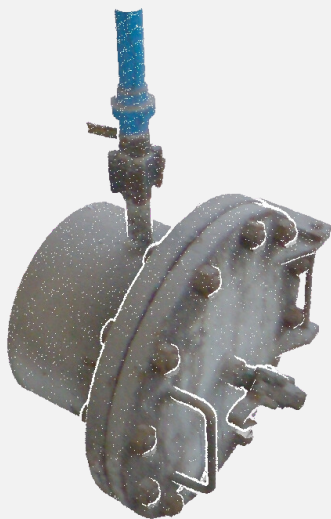
DICAS GERAIS

Algumas medidas simples facilitam e muito a manipulação da nuvem de pontos, seja por tornar o arquivo mais leve ou por auxiliar a visualização.

Você já conhece?

DIMINUIR TAMANHO DO ARQUIVO

- Aumentar o espaçamento entre os pontos: essa solução pode afetar o nível de detalhe;
- Segmentar a nuvem de pontos: por pavimento, por disciplina,...;
- Realizar limpeza criteriosa na nuvem, considerando ruídos, elementos que não são do interesse e entorno.



VISUALIZAÇÃO DA NUVEM DE PONTOS

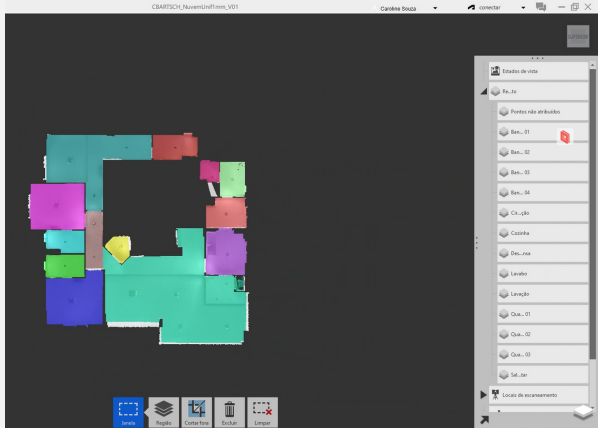
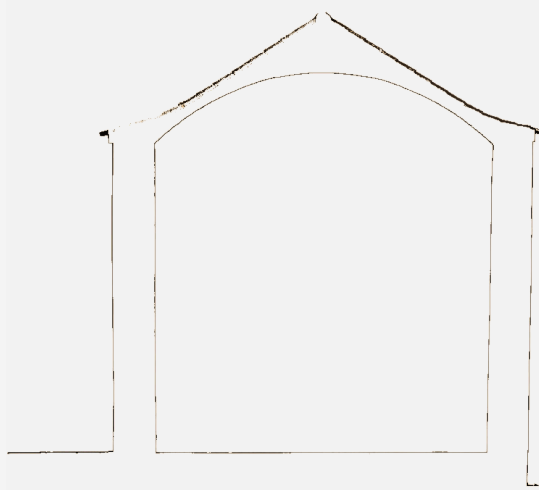
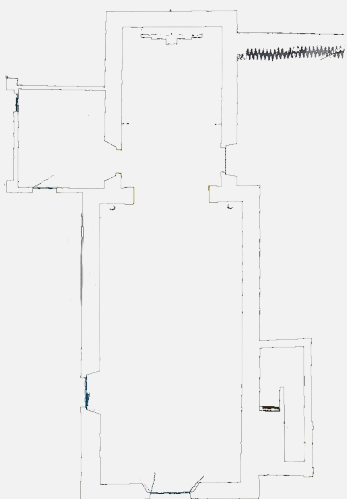
Utilizar faixas de vista e/ou caixas de corte com uma fatia pequena;

Controlar profundidade da vista a fim de excluir pisos ou paredes da visualização;

Habilitar/desabilitar segmentos e/ou cenas;

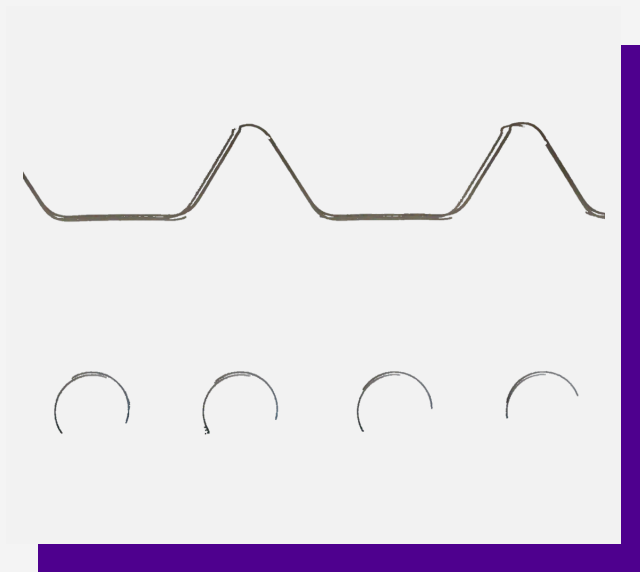
Realizar limpeza criteriosa na nuvem, considerando ruídos, elementos que não são do interesse e entorno;

Visualizar fotos 360° em paralelo.



CONFERÊNCIA

- Se você encontrar situações como as indicadas abaixo, pode ser um erro no processamento ou até na calibração do equipamento. Fique atento! Entre em contato com o prestador de serviço para correção.



ARTIGOS MCKINSEY

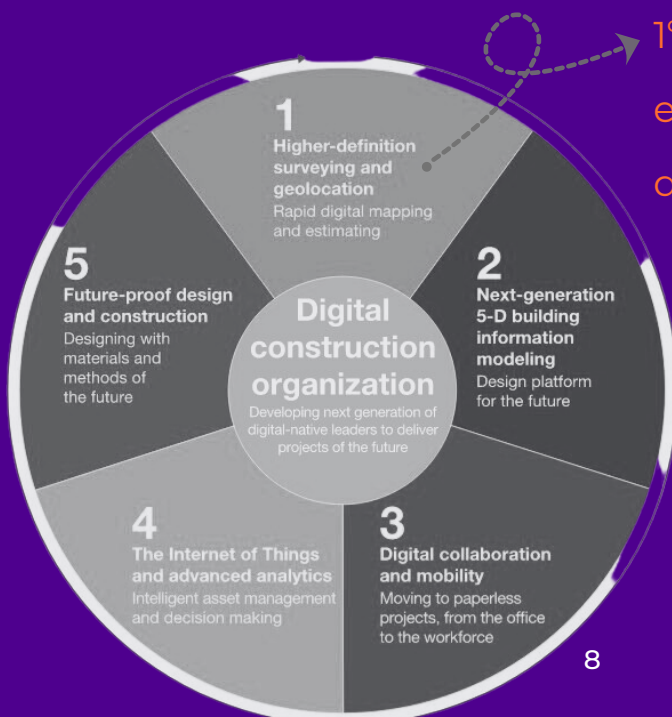
A nova era da tecnologia de engenharia e construção⁷



"[...] o crescimento global da produtividade do trabalho na construção civil foi, em média, de cerca de 1% ao ano nas últimas duas décadas, em comparação com 3% a 4% em outros setores. Se as empresas de E&C puderem fechar essa lacuna - em parte usando novas ferramentas e soluções - a produção do setor aumentaria em US\$ 1,6 trilhão por ano."⁷



No artigo "Imaginando o futuro digital da construção", a McKinsey traz 5 tendências que moldarão o mercado da construção. E adivinha quem aparece em primeiro lugar!⁸



1º - Mapeamento e geolocalização de alta definição

E mais! A nuvem de pontos é uma importante base de dados para as outras 4 tendências citadas.



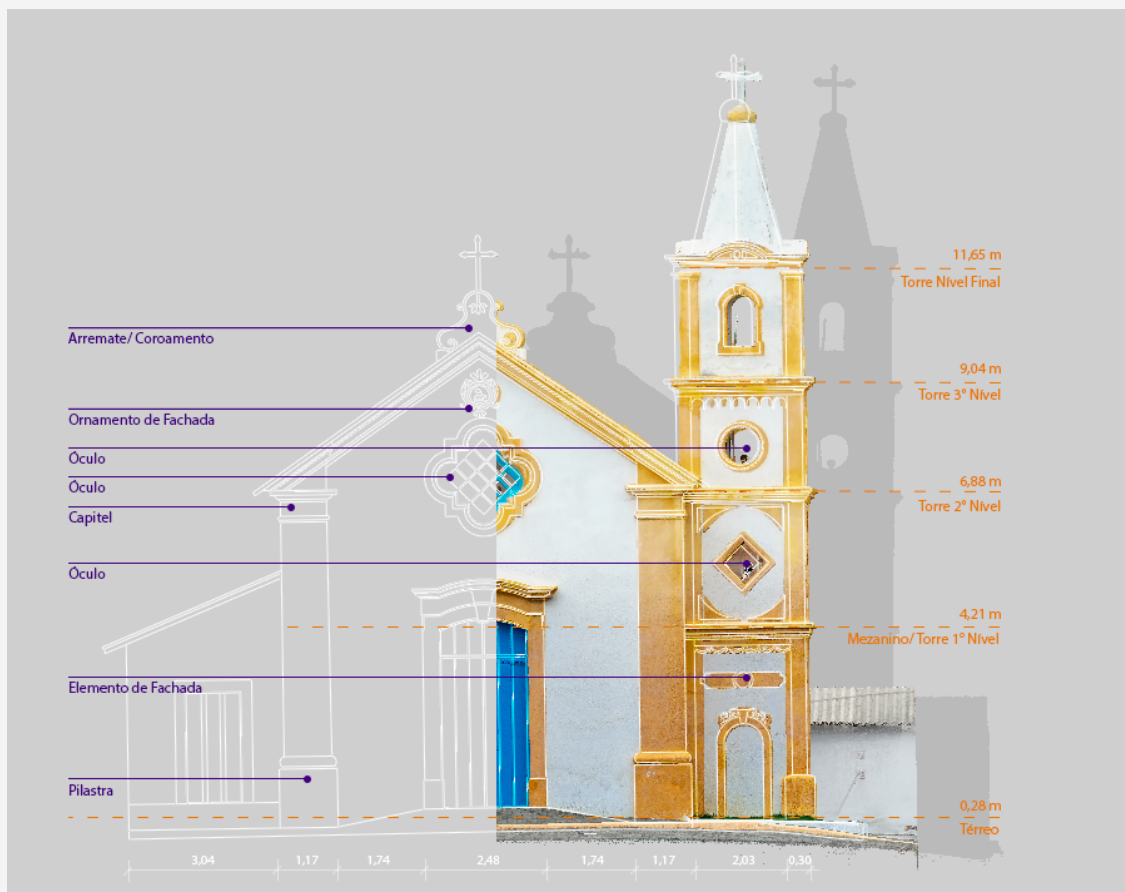
Saiba mais

APLICAÇÕES

A nuvem de pontos pode ser usada como referência para várias aplicações ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento. E também, pode ela mesma oferecer opções de entregáveis sem precisar de um processo adicional, como uma modelagem.

Vista a partir da nuvem de pontos

DOCUMENTAÇÃO 2D



ORTOFOTOS

São imagens escaladas, ou seja, fotos em proporção, que não perdem a informação espacial.



Confira algumas aplicações por fases do ciclo de vida

PROJETO CONCEITUAL

ESTUDO DE ENTORNO
ESTUDO DE IMPACTO



PROJETO EXECUTIVO

MODELO DE ESTRUTURAS EXISTENTES
SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS



ANÁLISES

PATOLOGIAS, EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA
VR/AR



REFORMA
AS IS / AS FOUND



APLICAÇÕES
NO
CICLO DE VIDA



DOCUMENTAÇÃO
DETALHES
PROJETO vs REAL

**OPERAÇÃO &
MANUTENÇÃO**

PATOLOGIA
GESTÃO DE ATIVOS



LOGÍSTICA

LAYOUT DE CANTEIRO
ESTUDO DO CAMINHO CRÍTICO



CONSTRUÇÃO

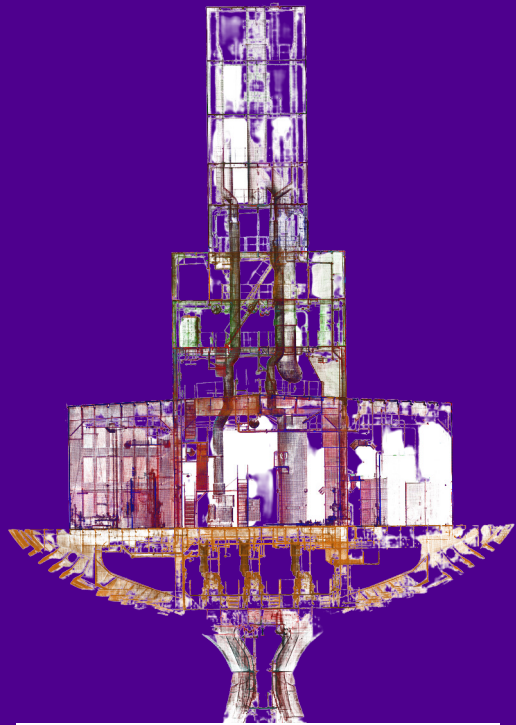
PLANEJAMENTO 4D
AFERIÇÃO QUALIDADE
AS BUILT



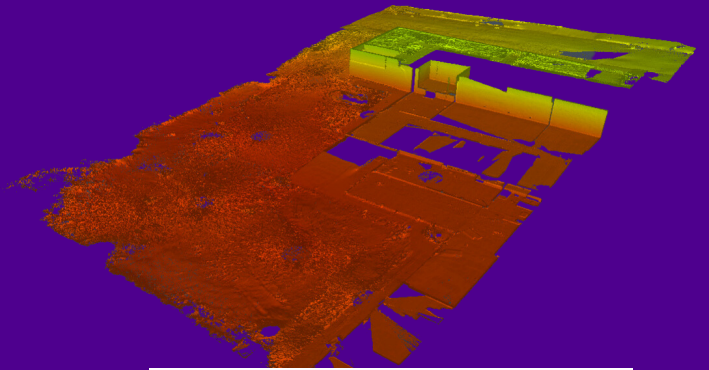
FABRICAÇÃO

AFERIÇÃO DE
QUALIDADE

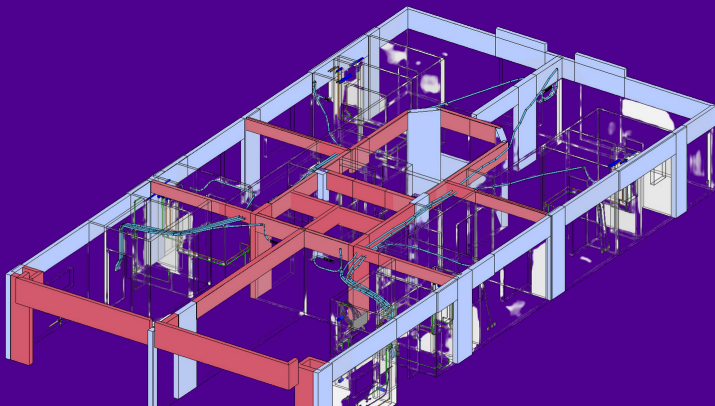
É esse é só o começo.
As possibilidades só
crescem.



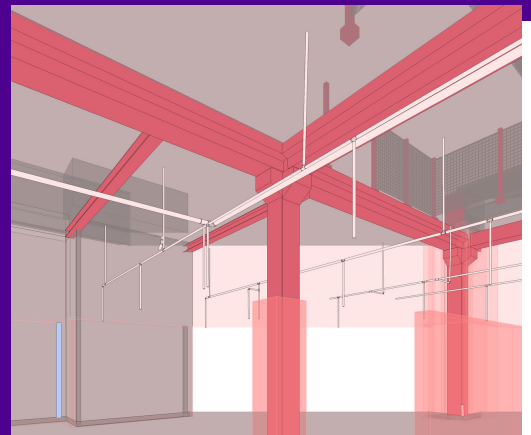
ESTUDO ESPACIAL



ANÁLISE DE TERRENOS

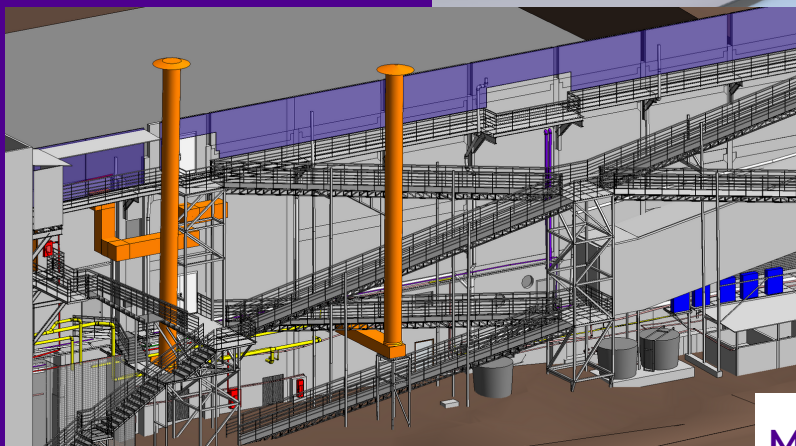
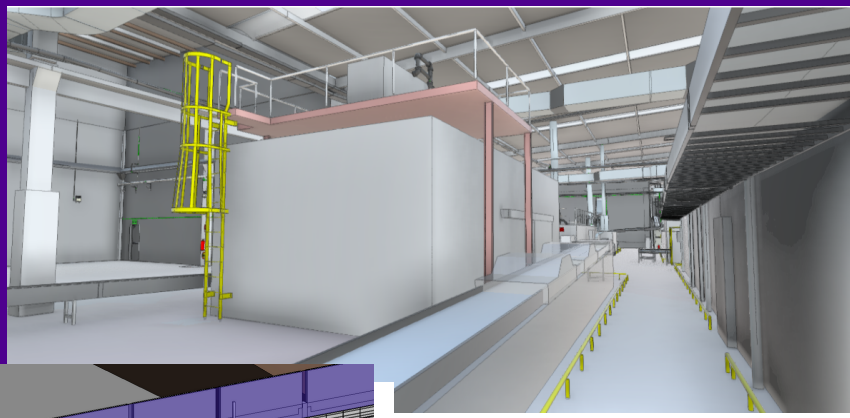


MODELO AS BUILT



ESTUDO DE FASES

Alguns exemplos.



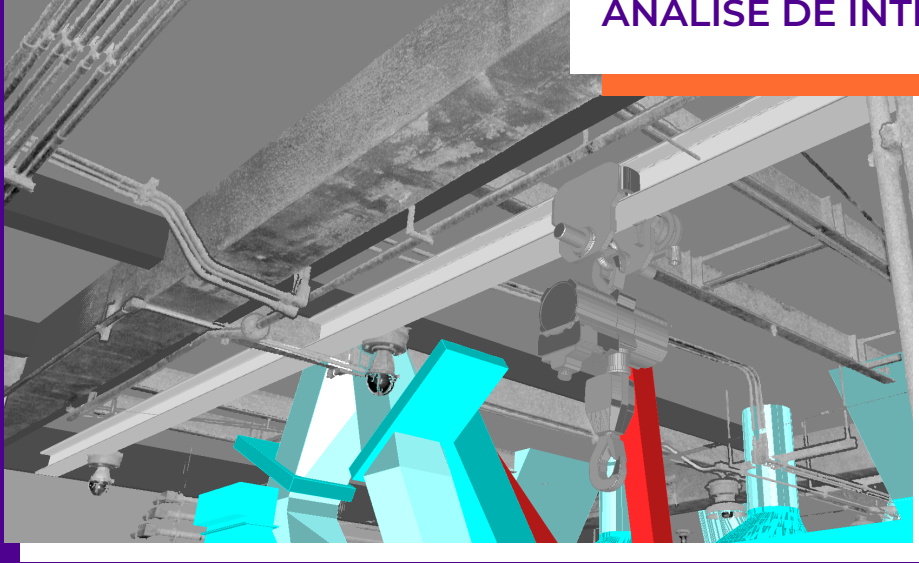
MODELO AS IS



MODELO H-BIM

Alguns exemplos.

ANÁLISE DE INTERFERÊNCIAS



MALHA



Alguns exemplos.

E A TOPOGRAFIA?



Em muitos casos os dois são **complementares** e geram um resultado muito melhor quando trabalham juntos, cada um com suas funções e aplicações.

Mas como se complementam?



Em ambientes muito grandes, por exemplo, podemos ter erros acumulados no escaneamento e usamos pontos estrategicamente posicionados e captados através de topografia convencional para controlarmos e diminuirmos esses erros.

➤ **Georreferenciamento:**

A nuvem de pontos pode ser georreferenciada com marcos topográficos existentes no local ou coletando pontos georreferenciados que serão capturados no escaneamento a laser 3D.

➤ **Aferição de qualidade:**

A topografia convencional é um grande aliado para aferir a qualidade da união das cenas em grandes empreendimentos.

REFERÊNCIAS

- [1. Podcast Autodesk "Construindo o futuro agora" - Episódio 6: Gêmeos digitais e suas vantagens para a indústria AEC](#)
- [2. Estudo de Caso CHI Engineering Services](#)
- [3. Autodesk - Como a captura da realidade está mudando a indústria de projeto e construção](#)
- [4. A digitalização chega à construção civil](#)
- [5. Matterport Capture](#)
- [6. Measurement Accuracy in Matterport Spaces](#)
- [7. A nova era da tecnologia de engenharia e construção](#)
- [8. Imaginando o futuro digital da construção](#)



W • R O D A C K I

[Site](#) [Instagram](#) [LinkedIn](#)




W · R O D A C K I