

# 34º ENCONTRO TÉCNICO AESABESP

## 34ETC-06411



William C. Alves Julian

Luciano Zanella

Sabesp – Rua Costa Carvalho, 300 – CEP 05429-900 – São Paulo

wjulian@sabesp.com.br



**34ETC-06411**

**DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DE LASER SCANNER EM OBRAS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO MODELADAS EM BIM COMO FERRAMENTA DE APOIO À AUDITORIA INTERNA**



William C. Alves Julian

Luciano Zanella

Sabesp – Rua Costa Carvalho, 300 – CEP 05429-900 – São Paulo

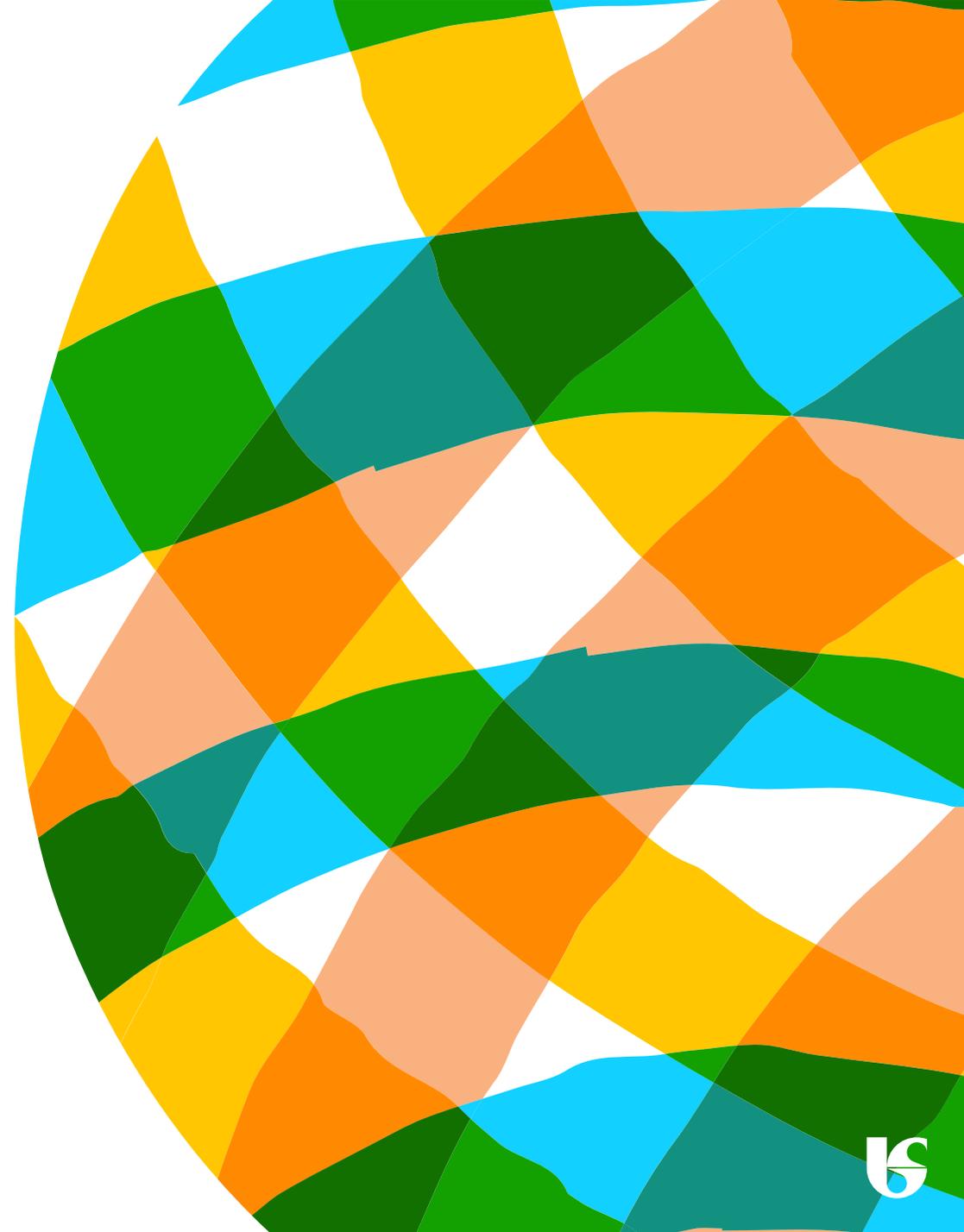
wjulian@sabesp.com.br



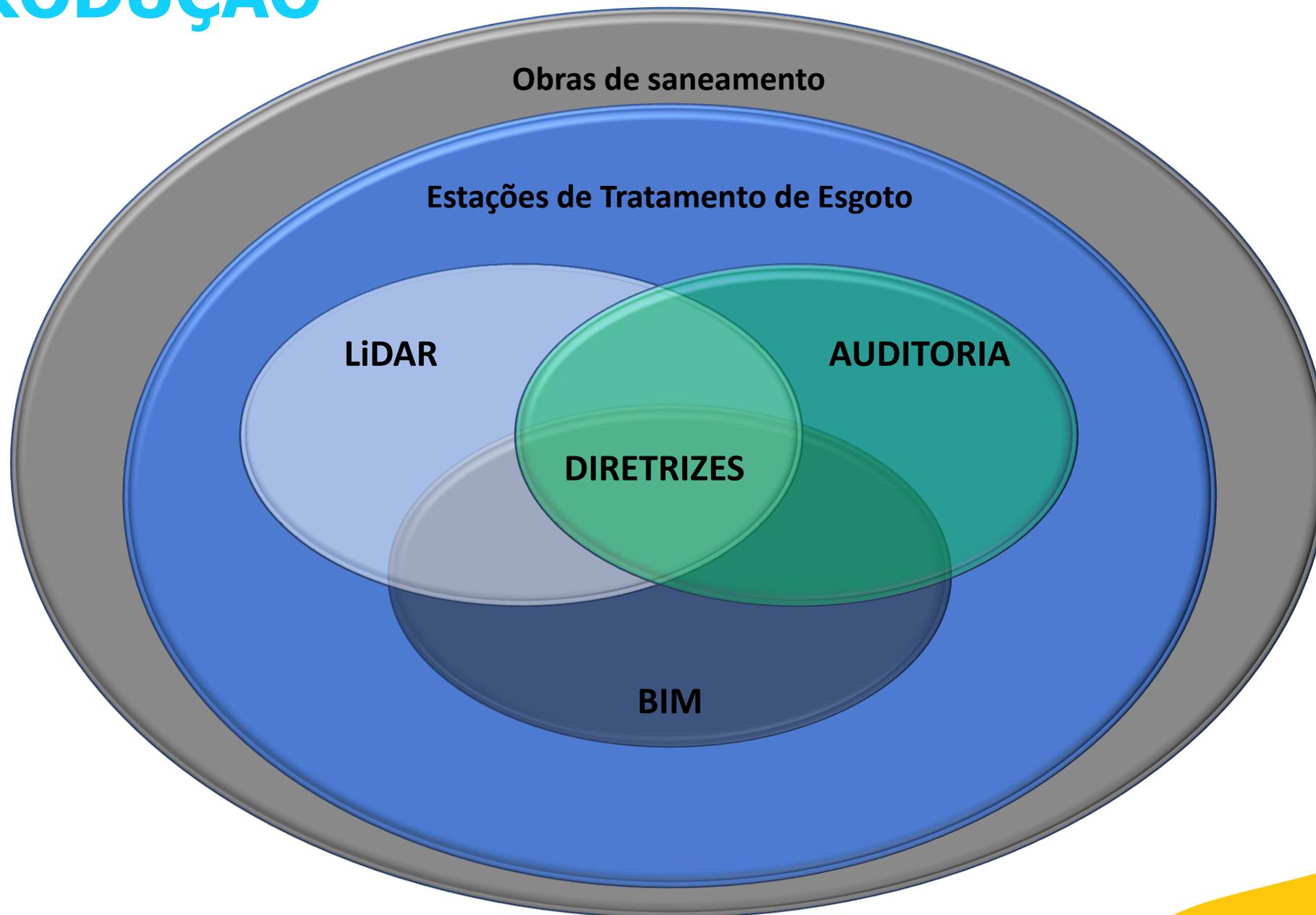
# 34º ENCONTRO TÉCNICO

**34ETC-06411**

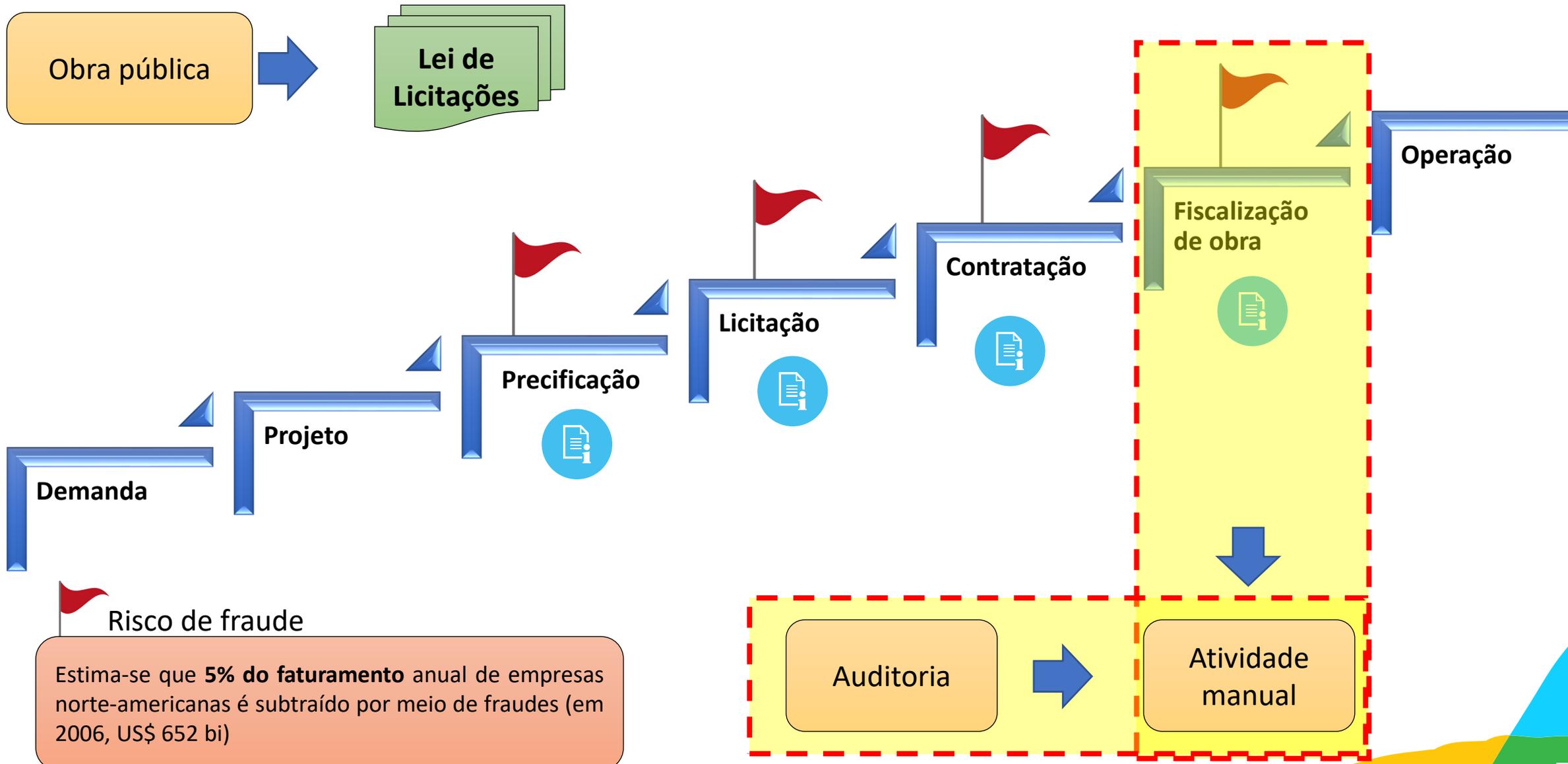
**DIRETRIZES PARA UTILIZAÇÃO DE LASER  
SCANNER EM OBRAS DE ESTAÇÕES DE  
TRATAMENTO DE ESGOTO MODELADAS EM BIM  
COMO FERRAMENTA DE APOIO À AUDITORIA  
INTERNA**



# INTRODUÇÃO

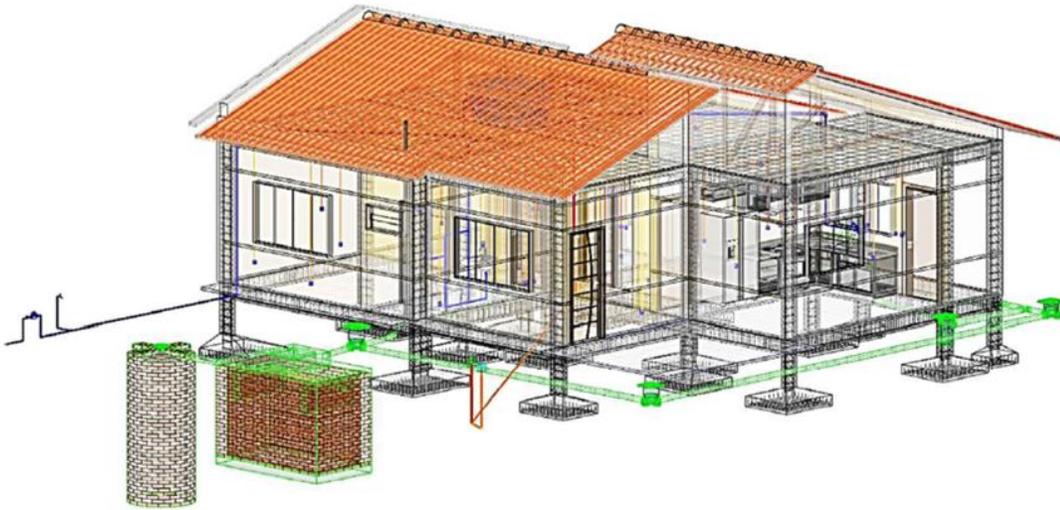


# INTRODUÇÃO



-  **Auditoria Interna:** A auditoria interna é uma atividade **independente e objetiva** de **avaliação** e consultoria, criada para **agregar valor e melhorar as operações de uma organização**. Ela auxilia a organização a atingir seus objetivos a partir da aplicação de uma abordagem sistemática e disciplinada à avaliação e melhoria da eficácia dos processos de gerenciamento de riscos, controle e governança. **(IIA Brasil)**
-  **Auditoria de obras e serviços de engenharia:** conjunto de procedimentos voltados à **análise** da **conformidade técnica e legal** desses empreendimentos, incluindo estudos, projetos, qualidade, técnicas construtivas e impactos ambientais. **(IBRAOP)**
-  **Testes de auditoria:** são aplicados para **obter evidências** sobre a suficiência, **exatidão** e validade dos dados produzidos pelos sistemas de informação da empresa, destacando a importância das evidências em auditorias internas, que devem ser suficientes, fidedignas, relevantes e úteis. **(CFC)**

# MODELAGEM BIM

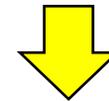
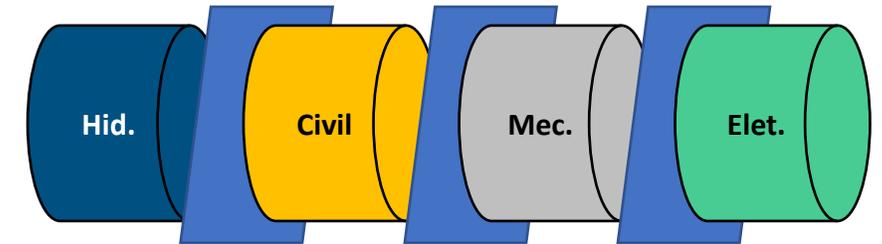


Fonte: Nunes e Leão (2018)

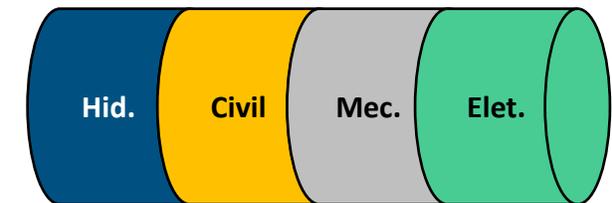
Informação	BIM	CAD
Integração de informações da obra em modelo único	Sim	Não
Avaliação automática de interferências entre disciplinas	Sim	Não
Alterações efetuadas no modelo tem reflexo em todas disciplinas em tempo real	Sim	Não
Detalhamento do planejamento (custos, tempos, materiais)	Sim	Não
Participação no mercado de projetos	Crescente	Estável
Custo para implantação	Maior	Menor
Disponibilidade de profissionais no mercado que conhecem a ferramenta	Menor	Maior
Requisitos necessários para implantação (treinamento)	Maior	Menor

Fonte: O autor, com base em dados de Costa, Figueiredo e Ribeiro (2015)

## CAD

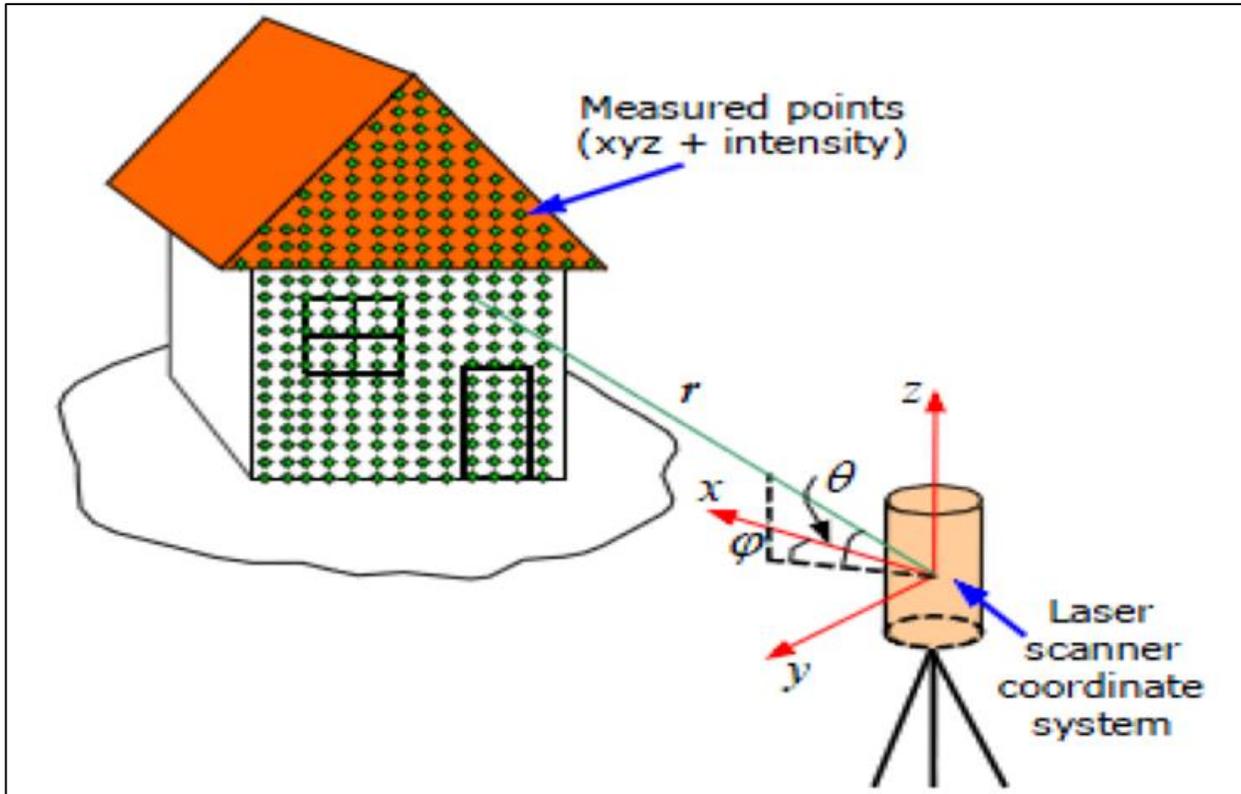


## BIM



# LiDAR – (LASER SCANNER)

## Diagrama de funcionamento

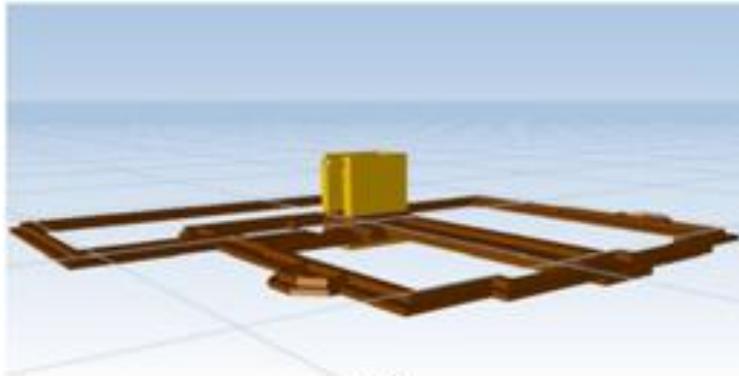


Fonte: NGUYEN, T. T. *et al.* 2012

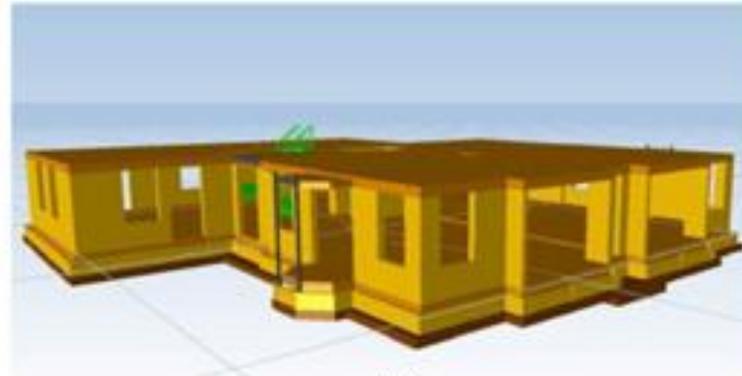


## Varredura tridimensional a laser: tecnologia para aquisição de dados

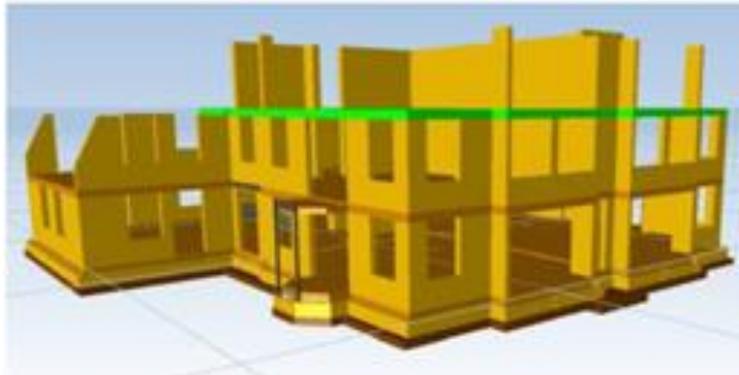
- Emite e captura x pontos refletidos na superfície do objeto a ser escaneado (nuvem de pontos)
- Proporciona a identificação tridimensional de edificações
- Precisão dimensional
- Agilidade em levantamentos de campo



(a)



(b)



(c)



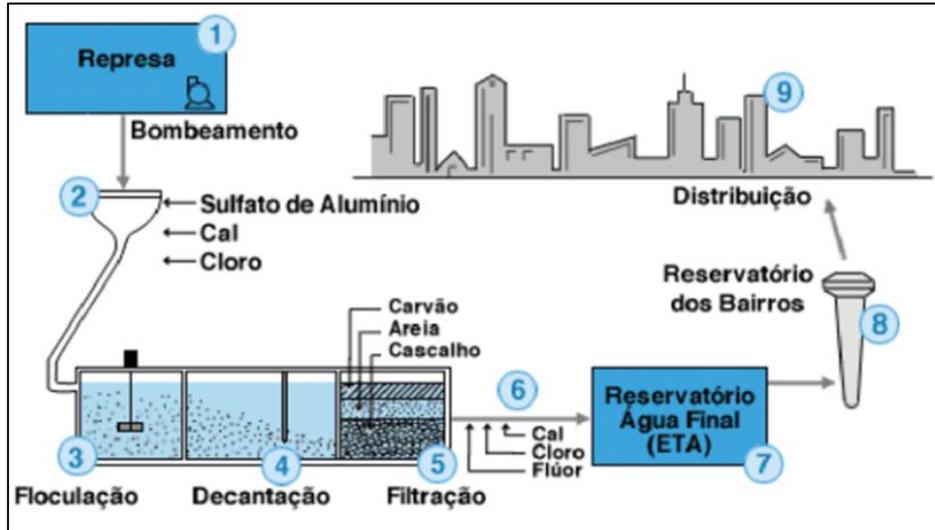
(d)

Fonte: Pan e Zhang (2021)

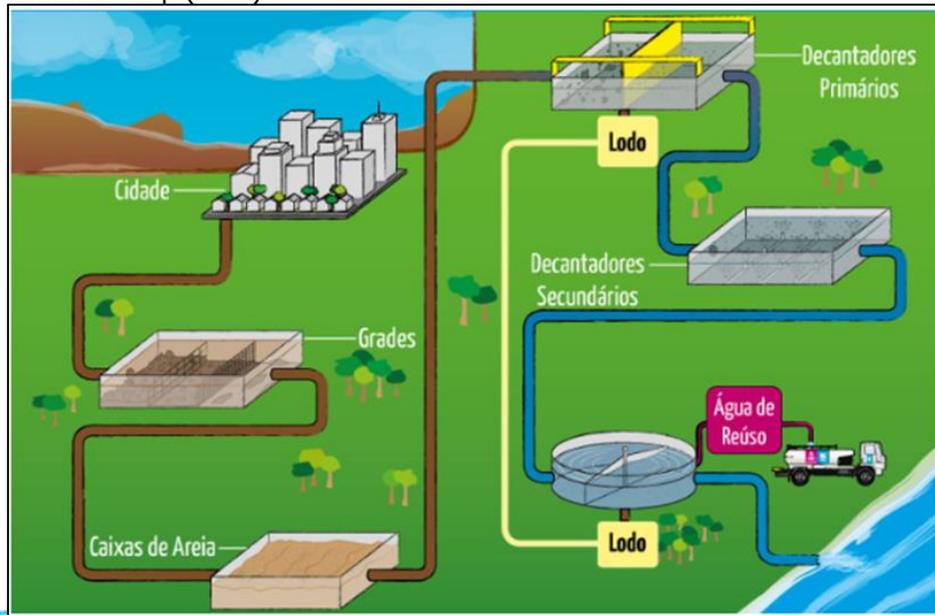


## Vantagens de utilização de Laser scanner

- Velocidade na reconstrução sem necessidade de contato
- Precisão de dados
- Conversão de nuvem de pontos em modelo BIM



Fonte: Sabesp (2022)



Fonte: Sabesp (2022)

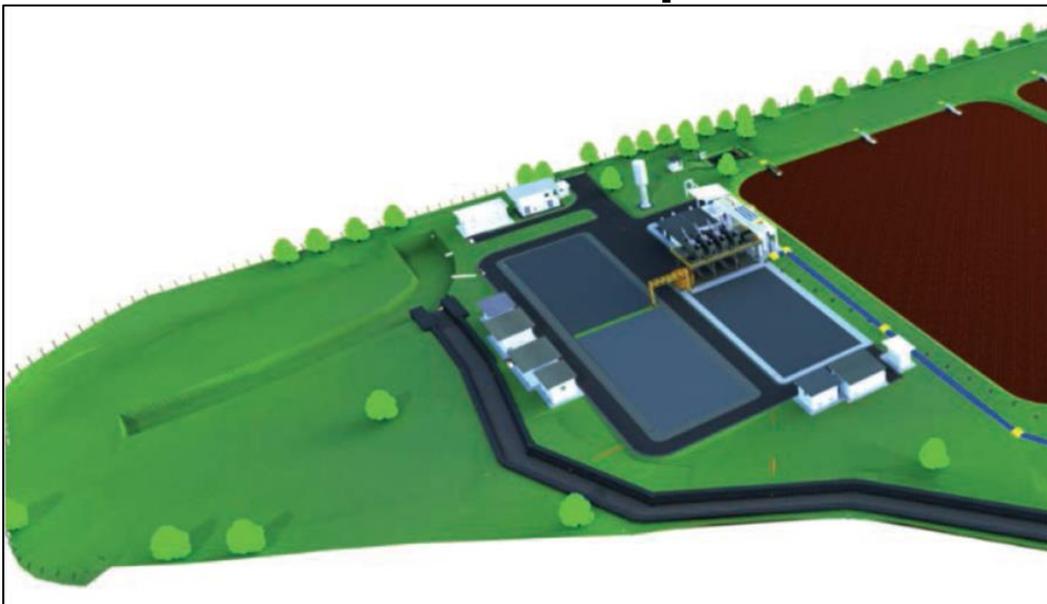
## Obras lineares:

- Redes de distribuição de água;
- Adutoras de água bruta e de água tratada;
- Redes de coleta de esgotos;
- Linhas de recalque e coletores tronco de esgotos;
- Interceptores e emissários de esgotos.

## Obras localizadas:

- Estações elevatórias de água (bruta ou tratada);
- Estações elevatórias de esgoto;
- Poços;
- Estações de tratamento de água;
- Estações de tratamento de esgotos;
- Estações de pré condicionamento de esgotos;
- Reservatórios de água tratada.

## Modelo em BIM – ETE Mairiporã



Fonte: MELO (2020)

## Modelo em BIM – ETE Riacho Grande



Fonte: MELO (2020)

## Análise dos termos de referência

- ❑ *Softwares* que podem ser usados para modelagem BIM
- ❑ Uso de BIM para gestão de interferências, revisões de projeto e geração de *as built*
- ❑ Projeto executivo LOD 300 e *as built* LOD 500
- ❑ Listas de materiais geradas pelo modelo
- ❑ Contratos não preveem a utilização de *Laser Scanner* nas obras

## Condições a serem observadas para uso de BIM e LiDAR:

- O memorial descritivo deve **especificar o mais alto nível** no que diz respeito às **dimensões BIM**, ou seja, os modelos devem ser munidos do **maior nível de informação possível**, com vistas às **futuras verificações**;
- Devem ser determinadas **condições mínimas de compatibilização entre modelos BIM** e futuros **documentos** extraídos/produzidos por *laser scanner*, ou seja, ambos documentos devem ser comparáveis entre si;
- O memorial descritivo deve **determinar** quais **itens** serão objeto de **varredura** por *laser scanner* e em qual etapa/momento da obra prevendo, inclusive, **qual é o padrão esperado** para aquela fase;
- Contrariamente ao item anterior, devem ser **especificados itens que não serão considerados em varredura**, com o objetivo de otimizar o uso do *laser scanner*;
- Previsão de **datas marco para varredura** por *laser scanner* e **datas marco alternativas**, em caso de impedimentos;
- As **varreduras devem ter um padrão** estabelecido **em função do objetivo** buscado, de modo a se **assegurar a uniformidade** do processo de captura de nuvens de pontos a qualquer momento. Uma opção é o emprego de coordenadas geográficas para registrar o ponto de captura;
- O memorial descritivo deve **estabelecer os padrões mínimos de nuvens de pontos** aceitáveis para cada varredura a ser realizada assim como os padrões de arquivos eletrônicos produzidos e compatibilizados;

## Exemplos de testes de auditoria que podem ser realizados:

- **Movimentação de terra** – exame factível que pode, a partir de posições georreferenciadas **produzir modelos em séries temporais** evidenciando os **volumes** removidos (ou acrescentados) ao local da obra
- **Fundações** – pode proporcionar informação precisa sobre localização (georreferenciada) e, eventualmente, dimensões visíveis desses itens construídos;
- **Estruturas de concreto** (tanques, decantadores, etc.) – viável para verificação de informações dimensionais e de georreferenciamento espacial, quando comparado com o modelo;

**Captura laser scanner x modelo BIM =  
Evidência de auditoria**

-  Necessário **planejamento** preciso e adequado:
-  **Informações mínimas** que os **modelos BIM** deverão possuir como simulações de custos, cronogramas, movimentações de terra, canteiros, etc.
-  Sobre **onde, quando, como e porque** deverá ser utilizada **captura de nuvem de pontos** por *laser scanner*, além de **requisitos** na etapa de **processamento** de imagens e extração de informações.
-  Considerar **monitoramentos periódicos** combinando **nuvem de pontos** com **modelo BIM**, como ferramenta de **identificação de desvios e inconsistências**.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 31000: Gestão de Riscos - Diretrizes. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 23 p.
- BEDRICK, Jim. *Organizing the Development of a Building Information Model*. 2008. Disponível em: <http://www.aecbytes.com/feature/2008/MPSforBIM.html>. Acesso em: 18 set. 2008.
- BOSCHÉ, Frédéric. *Automated recognition of 3D CAD model objects in laser scans and calculation of as-built dimensions for dimensional compliance control in construction*. *Advanced Engineering Informatics*, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 107-118, jan. 2010. Elsevier BV
- BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, em 21 de junho de 1993; 172º da Independência e 105º da República. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm). Acesso em 27 set. 2022.
- CAMPELO, Valmir; CAVALCANTE, Rafael Jardim. *Obras Públicas: comentários à jurisprudência do TCU*. 4. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2018. 888 p.
- Conselho Federal de Contabilidade. NBC TI 01: RESOLUÇÃO CFC Nº 986/03. Brasília: [SI], 2003.
- CONSTRUCT IN: A EVOLUÇÃO DO ACOMPANHAMENTO DE OBRAS. A EVOLUÇÃO DO ACOMPANHAMENTO DE OBRAS. 2022. Disponível em: <https://constructin.com.br/>. Acesso em: 09 ago. 2022.
- COSTA, G.C.L.R.; FIGUEIREDO, S.H.; RIBEIRO, S.e.C.. Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM. *Revista de Ensino de Engenharia*, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 11-18, 3 dez. 2015. *Revista de Ensino de Engenharia*.
- EASTMAN, Chuck et al. *BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011. 650 p.
- FEKETE, Stephanie; DIEDERICHS, Mark; LATO, Matthew. *Geotechnical and operational applications for 3-dimensional laser scanning in drill and blast tunnel*. *Tunnelling And Underground Space Technology*, [S.L.], v. 25, n. 5, p. 614-628, set. 2010. Elsevier BV
- GROETELAARS, Natalie Johanna et al. Criação de modelos BIM a partir de "Nuvens de Pontos": Estudos de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. 2015. 372 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- INSTITUTO DOS AUDITORES INTERNOS DO BRASIL - IIA BRASIL (Brasil). IPPF - Guias Práticos: auditoria interna e fraude. Auditoria Interna e Fraude. 2009. Disponível em: <https://iiabrasil.org.br/korbillod/upl/ippf/downloads/auditoriaintern-ippf-00000001-24012018103627.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2022.
- MARZOUK, Mohamed; OTHMAN, Ahmed. *Modeling the performance of sustainable sanitation systems using building information modeling*. *Journal Of Cleaner Production*, [S.L.], v. 141, p. 1400-1410, jan. 2017. Elsevier
- MICHAELIS: Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. N.l: Melhoramentos, 2015. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/auditoria/>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- NGUYEN, Tien Thanh et al. *3D object model reconstruction based on laser scanning point cloud data*. In: *international symposium on geoinformatics for spatial infrastructure development in earth and allied*, 1., 2012, Ho Chi Minh City. Conference paper. Ho Chi Minh City: N.l., 2012. p. 1-7.
- NUNES, G.H.; LEÃO, M.. Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. *Revista de Engenharia Civil*, Braga, v. 1, n. 57, p. 47-61, 2018. Anual.
- PAN, Yue; ZHANG, Limao. *A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management*. *Automation In Construction*, [S.L.], v. 124, p. 103564, abr. 2021. Elsevier BV.
- PESTANA, António Miguel Arriaga de Tavares. APLICAÇÃO DE BIM 7D E REALIDADE AUMENTADA EM FACILITY MANAGEMENT. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Área Departamental de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2019.
- REISS, Mario Luiz Lopes. Reconstrução tridimensional digital de objetos à curta distância por meio de luz estruturada. 2007. 256 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Cartográficas, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.
- RIBEIRO, Ciro Jr. Martins; RODRIGUES, Romante Ezer Ferreira. Melhores práticas em gerenciamento de projetos civis pelo uso do Building Information Modeling – BIM. *E-Xacta*, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1, 23 jun. 2019. *Revista Exacta*.
- ROSINI FILHO, Alessandro Marco; ROSINI, Alessandro Marco; PALMISANO, Angelo. A ERA DO BIG DATA: principais implicações sobre segurança e privacidade e as novas tecnologias capazes de auxiliar proc. *Journal On Innovation And Sustainability Risus*, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 13-34, 3 nov. 2020. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP)..
- SCHULZ, Thorsten. *Calibration of a Terrestrial Laser Scanner for Engineering Geodesy*. 2008. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Institute Of Geodesy And Photogrammetry, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zurich, 2008.
- SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS, 5., 2000, Salvador. CARTA DE INTENÇÕES DO V SIMPÓSIO NACIONAL DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS – SALVADOR/BAHIA. Salvador: IBRAOP, 2000.
- WANG, Xuan et al. *Point Cloud Segmentation from iPhone-Based LiDAR Sensors Using the Tensor Feature*. *Applied Sciences*, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 1817, 10 fev. 2022. MDPI AG..
- WUTKE, Juliana Dias. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA LASER SCANNER TERRESTRE. 2006. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Ciências Geodésicas, Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

# OBRIGADO



**William Julian**

(<https://www.linkedin.com/in/williamjulian/>)



**Luciano Zanella**

(<https://www.linkedin.com/in/luciano-zanella-6123ab/>)