CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
GUSTAVO HENRIQUE DALCENO E SILVA

A CAPTURA DE REALIDADE COMO FERRAMENTA PARA A INTEGRAÇÃO DIGITAL DO PROCESSO DE MEDIÇÃO DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS PLANEJADOS

São Bernardo do Campo
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
GUSTAVO HENRIQUE DALCENO E SILVA

A CAPTURA DE REALIDADE COMO FERRAMENTA PARA A INTEGRAÇÃO DIGITAL DO PROCESSO DE MEDIÇÃO DA INDÚSTRIA DE MÓVEIS PLANEJADOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro Universitário FEI para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Orientado pelo Prof. Dr. Alexandre Augusto Massote.

São Bernardo do Campo
2018

Silva, Gustavo Henrique Dalceno.
A captura de realidade como ferramenta para a integração digital do processo de medição da indústria de móveis planejados / Gustavo Henrique Dalceno Silva. São Bernardo do Campo, 2018.
126 f. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Massote.

1. Indústria de móveis planejados. 2. Digitalização. 3. Indústria 4.0. 4. Captura de realidade. I. Massote, Alexandre Augusto, orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da FEI com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

centro universitário FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA EXAMINADORA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica

Mestrado

PGM-10

Aluno: Gustavo Henrique Dalceno e Silva **Matrícula:** 215115-7

Título do Trabalho: A captura de realidade como ferramenta para a integração digital do processo de medição da indústria de móveis planejados.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Massote

Data da realização da defesa: 28/02/2018

ORIGINAL ASSINADA

Avaliação da Banca Examinadora:

São Bernardo do Campo, 28 / 02 / 2018.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA	
Prof. Dr. Alexandre Augusto Massote	Ass.: _____
Prof. Dr. Fábio Lima	Ass.: _____
Prof. Dr. Élcio Brito da Silva	Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

_____

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

_____

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

Dedico este trabalho à minha mãe, meu pai Hélio Silva, *in memoriam*, minha esposa e meu filho, fontes de inspiração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por seu amor e por estar sempre a meu lado em todos os momentos.

Agradeço meus pais por terem me proporcionado educação, pelo amor e por tudo que sou.

A meu irmão, meu agradecimento especial por sempre se orgulhar de mim.

A minha esposa, por ser tão importante na minha vida. Sempre a meu lado, para o que der e vier, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino.

A quem admiro muito, Dr. Alexandre Augusto Massote, meu orientador. Muito obrigado pela atenção, comprometimento e dedicação no decorrer deste estudo.

A todos professores do Departamento de Engenharia de Produção da FEI, em especial ao professor Dr. Fabio Lima, meu primeiro contato na FEI, pela confiança em mim depositada.

Agradeço a atenção, o cuidado e a gentileza de todos colaboradores da FEI. Marcia e Ricardo da secretaria de pós graduação, Andrea e Márcia da biblioteca, muito obrigado.

Aos 12 integrantes dos experimentos, muito obrigado por contribuírem com o desenvolvimento deste estudo.

Por fim, agradeço a todos da minha família que me ajudaram na realização deste trabalho, cada um à sua maneira que souberam entender que sem dedicação tudo isso não seria possível.

Seja como os pássaros que, ao pousarem um instante sobre ramos muito leves, sentem-nos ceder, mas cantam! Eles sabem que possuem asas.

Victor Hugo

RESUMO

Diante da revolução digital ocorrida nos setores de manufatura, o uso de novas tecnologias para tornar processos mais inteligentes e produtivos vem se tornando uma regra. No entanto, o alto custo de implantação se apresenta como um dos principais entraves para a adoção. O presente trabalho propõe um método automatizado e de baixo custo para digitalização e medição de ambientes em 3D utilizando o conceito da fotogrametria digital, também conhecida como "captura de realidade" através de *smartphones,* integrando o cliente às atividades do ponto de venda e aos setores de manufatura, contribuindo para a digitalização *end-to-end*, um dos conceitos fundamentais da indústria 4.0. Para isto, foram realizados experimentos que colocam à prova a aplicabilidade do método em diversas configurações de dormitórios presentes em apartamentos com áreas úteis de 50 a 149m^2.

Palavras chaves: Indústria de móveis planejados. Digitalização. Indústria 4.0. Captura de realidade.

ABSTRACT

Due to the digital revolution in the manufacturing sectors, the use of new technologies to make processes more intelligent and productive is becoming a rule. However, the high cost of deployment presents itself as one of the main barriers for the adoption of said new technologies. The present work proposes an automated and low-cost method for digitizing and measuring 3d environments using the concept of digital photogrammetry, also known as "reality capture", through smartphones, integrating the customer into point of sale activities and manufacturing sectors, contributing to the end-to-end digitization, one of the fundamental concepts of the 4.0 industry. To this extent, experiments were carried out in order to test the applicability of the method in several configurations of dormitories / bedrooms in apartments with useful area of 50 to 149m^2.

Keywords: Planned furniture. Digitization. Industry 4.0. Reality capture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxo dos processos na indústria de móveis planejados 20
Figura 2 - Metodologia de pesquisa 22
Tabela 1 - Indicadores do setor moveleiro em 2014. 28
Figura 3 - Conceito de estereoscopia.....32
Figura 4 - Estrutura de movimento (SfM). 33
Figura 5 - Dados sobre a utilização de *smartphones*. 38
Figura 6 - Fluxograma do processo 42
Figura 7 - Configuração da mobília em módulos 43
Figura 8 - Etiqueta de rastreabilidade 44
Figura 9 - Pontos críticos relacionados ao processo fisico de medição.....46
Figura 10 - Atividades relacionadas ao sistema de medição. 47
Figura 11 - Delineamento experimental 49
Figura 12 - Plano experimental 50
Figura 13 - Plano de análise realizado em cada uma das Unidades Experimentais. 50
Figura 14 - Construção das Unidades experimentais 51
Figura 15 - Dimensões das portas utilizadas nos experimentos. 52
Figura 16 - Dormitório selecionado para experimento 01 53
Figura 17 - Desenho da vista superior da Unidade Experimental 02 54
Figura 18 - Dormitório selecionado para Unidade Experimental 02.....54
Figura 19 - Dormitório selecionado para a Unidade Experimental 03 55
Quadro 4 - Amostra da população experimental 55
Figura 20 - Técnica *Bundle restitution* 56
Figura 21 - Percurso fotográfico proposto no estudo 56
Figura 22 - Manual fornecido aos integrantes do experimento. 57
Figura 23 - Processo de transferência das fotos. 58
Figura 24 - Tela inicial do *software* ReCap.....59
Figura 25 - Ferramentas para ajustes de superfícies. 60
Figura 26- Unidade Experimental 01 61
Figura 27- Amostra de dimensões obtidas-U. E. 01- segmentos AB/PK 64
Figura 28 -Unidade Experimental 02 65
Figura 29- Amostra de dimensões obtidas-U. E. 02- segmentos CD/IJ 68

Figura 30- Unidade Experimental 03 69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BoM Bill Of Materials

CNC Controle Numérico Computadorizado

CAD Computer Aided Design

CAM Computer Aided Manufacturing

DSM Dense Surface Modeling e Dense Stereo Matching

MDF Medium Density Form

MDP Medium Density particle

LIDAR Light Detection And Ranging

SfM Structure for Motion

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
1.1 OBJETIVO 19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 20
1.3 JUSTIFICATIVA 20
1.4 PROBLEMA DE PESQUISA 21
1.5 DELIMITAÇÕES 21
1.6 METODOLOGIA 21
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO 23
2 REFERENCIAL TEÓRICO 25
2.1 INDÚSTRIA DE MÓVEIS 25
2.1.1 Setor de móveis planejados 26
2.2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS 28
2.3 FOTOGRAMETRIA DIGITAL 29
2.4 CLOUD COMPUTING 36
2.5 COMPORTAMENTO DIGITAL 37
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 41
3.1 ENTREVISTAS 41
3.1.1 Empresas estudadas 41
3.1.2 Processo produtivo 41
3.1.3 Descrição do processo 43
3.1.4 Estágios relacionados ao processo de medição do ambiente *45*
3.1.5 Atividades do sistema de medição 47
3.2 FLUXOGRAMA COM MÉTODO PROPOSTO 48
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL *49*
3.3.1 Etapa 1- Plano experimental *49*
3.3.2 Etapa 2- Determinação do ambiente *52*
3.3.2.1 Baixa complexidade *53*
3.3.2.2 Média complexidade *53*
3.3.2.3 Alta complexidade *54*
3.3.3 Etapa 3 - Determinação dos sujeitos 55
3.3.4 Etapa 4- Procedimento fotográfico 55
3.3.5 Etapa 5 - Processamento das fotografias no software 58

3.3.6 Delimitações experimentais *60*
3.4 RESULTADOS OBTIDOS 60
3.4.1 Experimentos referente a Unidade Experimental 01 61
3.4.1.1 Dimensões da Unidade Experimental 01 ..... *62*
3.4.1.2 Digitalizações da Unidade Experimental 01 ..... *63*
3.4.1.3 Resultados dimensionais obtidos da Unidade Experimental 01 ..... *64*
3.4.1.4 Dimensões obtidas através das digitalizações da Unidade Experimental 01 ..... *64*
3.4.2 Experimentos referente a Unidade Experimental 02 65
3.4.2.1 Dimensões da Unidade Experimental 02 ..... *66*
3.4.2.2 Digitalizações da Unidade Experimental 02 ..... *67*
3.4.2.3 Resultados dimensionais obtidos da Unidade Experimental 02 ..... *68*
3.4.2.4 Dimensões obtidas através das digitalizações da Unidade Experimental 02 ..... *68*
3.4.3 Experimentos referente a Unidade Experimental 03 ..... *69*
3.4.3.1 Dimensões da Unidade Experimental 03 ..... *70*
3.4.3.2 Digitalizações da Unidade Experimental 03 71
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS 72
5 CONCLUSÕES 76
5.1 TRABALHOS FUTUROS 76
REFERÊNCIAS 76
APÊNDICE A - ENTREVISTAS 84
APÊNDICE B - PLANTAS CONSIDERADAS NO ESTUDO 87
APÊNDICE C - DIMENSÕES OBTIDAS NO *SOFTWARE* 109
APÊNDICE D - DIGITALIZAÇÕES DA UNIDADE EXPERIMENTAL 03 125

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da industrialização, de tempo em tempo, um salto tecnológico revoluciona o conceito de produção industrial levando a mudanças paradigmáticas que hoje são denominadas "revoluções industriais" (KEMPER *et al.,* 2014; PUCHE *et al.,* 2016). A introdução das máquinas a vapor fez da indústria têxtil símbolo da produção e trouxe modificações significativas na economia e na sociedade. Em 1913, Henry Ford criou a linha de produção em massa, onde define-se a segunda revolução industrial. A terceira revolução marca a era da automação, diferente das anteriores, esta engloba tecnologias decorrentes de uma integração entre ciência e produção, resultando na introdução dos computadores e controladores de lógica programável (CLP) no chão de fábrica permitindo ganhos de escala e redução de custos. No entanto, o cenário futuro das indústrias tem sido regido por um novo conceito, de acordo com Schwab, (2016); Shuh *et al*., (2014) a quarta revolução industrial é diferente de tudo o que a humanidade já experimentou, e os impulsos para tal tem como principal condutor as redes sociais e dispositivos inteligentes. O conceito interliga os processos industriais já existentes nas empresas, englobando novas tecnologias que propiciam a fabricação de produtos inovadores, desenvolvidos cada vez mais rápidos.

Bauer *et al*., (2014) definem o conceito como um processo constituído pela conexão em tempo real, inteligente, horizontal e vertical de pessoas, máquinas, objetos e sistemas de tecnologia da informação e comunicação, para gerenciar de forma dinâmica sistemas complexos. Para Madsen *et al.*, (2014) baseado na literatura, as características desejáveis para a fábrica inteligente seriam processos flexíveis, transformáveis e de baixo custo. Esta solução, em especial, relaciona-se à automação, entendida como uma combinação de *softwares* e *hardwar*es, o que deve levar à otimização da produção resultante na redução de trabalho desnecessário e desperdício de recursos.

Para tal, as iniciativas digitais para a consolidação do conceito tornaram-se prioridade nas organizações, de acordo com o *World Economic Forum* (2016) muitas empresas terão que mudar seus modelos de negócio, reexaminando todos os aspectos de suas operações. De acordo com Lichtblau *et al.,* (2015) para acelerar a digitalização dos processos de produção e fornecer produtos inteligentes, o uso de tecnologias inovadoras e adicionais muitas vezes é necessária.

Frente ao desafio, de acordo com a PwC global, (2016), os líderes do setor industrial no mundo pretendem investir 5% da sua receita anual em tecnologia digitais, tais como

sensores, dispositivos de conectividade, *softwares* e aplicativos, o que corresponde a US$ 907 bilhões. Na Alemanha, de acordo com Boston Consulting Groups (2015), os investimentos nos próximos 10 anos para adaptação dos processos de produção correspondem a aproximadamente €250 bilhões.

No Brasil, uma pesquisa realizada pela CNI, (2016) revela que o conhecimento da indústria brasileira sobre estas tecnologias e sua incorporação à produção, pré-condições para o avanço da Indústria 4.0, ainda é pouco difundido: apenas 58% conhecem sua importância para a competitividade da indústria e menos da metade as utiliza. A pesquisa afirma que há baixo nível de emprego de novas tecnologias e alto grau de desinformação das empresas sobre elas.

Ainda de acordo com o relatório, em todos os setores, o custo de implantação é a principal barreira interna à adoção de tecnologias digitais, opção assinalada por 66% das 2.225 empresas pesquisadas. Praticamente empatadas, em segundo lugar, têm-se a falta de clareza na definição do retorno sobre o investimento e a estrutura e cultura da empresa, com respectivamente, 26% e 24% de assinalações.

É neste cenário que o presente estudo está inserido. Como resposta ao exposto, e aos fundamentos básicos da indústria 4.0 que visa processos digitalizados em toda a cadeia, o presente estudo propõe um método de baixo custo baseado na utilização de *softwares* de captura de realidade para a digitalização do processo de parametrização de ambientes na indústria de móveis planejados.

A customização e a possibilidade de atender às necessidades dimensionais de cada ambiente, tem levado o setor de móveis planejados a um crescimento contínuo, e está entre as grandes vantagens deste segmento. Esta estratégia, quando relacionada aos aspectos produtivos, principalmente nos setores da manufatura, vem sendo bem absorvida por meio de procedimentos inteligentes de gestão, que atuam com sistema *Assemble to Order* (ATO), aliado a diversas tecnologias incorporadas em máquinas e *softwares* que integram as atividades do projeto do produto (CAD), em conjunto com outras ferramentas, tais como manufatura assistida por computador (CAM), incluindo centros de usinagem e furação, *softwares* otimizadores de corte, seccionadoras digitais, dentre outros, que resultam em um alto desempenho na produtividade.

No entanto, diferente de outros produtos, os propósitos da customização dos móveis planejados não se limitam aos setores internos da manufatura e sim em atividades externas, por meio de visitas às residências para coleta e obtenção de informações dimensionais

necessárias para adequação da mobília ao ambiente. O objetivo do estudo se concentra especificamente nesta etapa, que é a primeira da cadeia, onde os processos são manuais, externos, requerentes de recurso onerosos e dependentes de mão de obra.

A proposta se baseia em técnicas de fotogrametria digital, também conhecidas como "captura de realidade" que permitem gerar modelos digitais em 3D através de fotografias, sem necessidade de equipamentos especiais e geralmente de custos elevados. De acordo com Leitch *et al.,* (2012) o modelo 3D resultante pode ser utilizado para determinar vários atributos dimensionais, permitindo calcular o volume, área de superfície e as distâncias.

A técnica, pouco difundida, é frequentemente descrita na literatura como alternativa para digitalização de esculturas, monumentos, patrimônios históricos, dentre outros, voltados para estudo e documentação nas áreas de cartografia e geologia. Assim, Leitch *et al.*, (2012); Brutto *et al.,* (2012); Chandler *et al*., (2013); Chodoronek, (2015), dentre outros benefícios, alegam que a facilidade da técnica permite que usuários inexperientes, sem habilidades específicas realizem todo processo.

Assim, aliado às inovações e atualizações de novos *softwares* (Saas) e aplicativos, agora impulsionados pela popularização das impressoras 3D, que requerem modelos 3D para o propósito, o método, com base em estudos comportamentais, propõe que o cliente realize a primeira etapa do processo, fotografando o ambiente destinado à mobília por meio de *smartphones* para que, posteriormente, no setor de desenvolvimento do produto, o projetista realize a segunda etapa, por meio destes *softwares*, que consiste na transformação das fotos do ambiente em geometria tridimensional para obtenção de informações geométricas necessárias para a configuração da mobília, estando disponíveis remotamente em todas as etapas do processo por meio de sistemas em nuvem.

Para assegurar a aplicabilidade do método e que os dados dimensionais obtidos sem contato com o ambiente, por meio da geometria em 3D estejam dentro das tolerâncias praticadas no setor, foram conduzidos experimentos que investigam sua viabilidade em diversas configurações de dormitórios.

1.1 OBJETIVO

Digitalização do processo de parametrização do ambiente por meio de *softwares* de captura de realidade, visando a integração desta etapa às demais do processo produtivo nas indústrias de móveis planejados, conceito fundamental da indústria 4.0.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

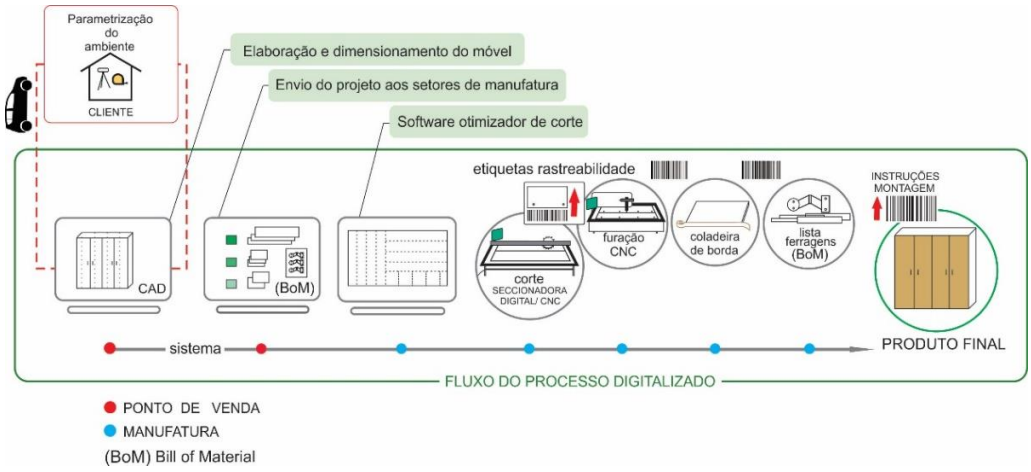
a) analisar a aplicabilidade do método por meio de *smartphones* e *software* de captura de realidade em diversas configurações de dormitórios;
b) analisar a precisão do método na obtenção de informações dimensionais por meio das geometrias em 3D, sem contato com o ambiente.

1.3 JUSTIFICATIVA

A motivação para a realização do estudo surgiu da constatação da possibilidade de utilizar *softwares* de captura de realidade com processamento em nuvem (SaaS) para substituir o processo de medição realizado por meio de visitas aos clientes para obtenção de informações dimensionais necessárias para configuração de mobília planejada.

A figura 1 ilustra o fluxo dos processos produtivos do setor, onde todas as etapas contam com procedimentos digitais, do desenvolvimento de produtos por meio de desenhos assistidos por computador até os setores de manufatura onde se finaliza o ciclo, exceto o primeiro estágio, objeto do presente estudo, onde, além de atividades onerosas e dependentes de mão de obra, observa-se efeitos secundários proveniente dos métodos físicos de medição como: disponibilidade dos clientes para receberem o funcionário responsável pela medição, dificuldade nos modelos de negócios *e-commerce,* cronogramas de manufatura corrompidos ocasionados por erros e dúvidas de medição.

Figura 1- Fluxo dos processos na indústria de móveis planejados



Fonte: Autor

Assim, o método proposto visa digitalizar a etapa “parametrização do ambiente” por meio de *softwares* de captura de realidade. Neste contexto, a contribuição do presente trabalho está relacionada às tendências da indústria 4.0 que tem como fundamento a digitalização integral dos processos.

1.4 PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo com Gil (2001), o problema de pesquisa deve ser formulado como uma pergunta, onde deve ser clara, precisa, empírica, ser suscetível de solução e limitada a uma dimensão viável. Assim, este estudo foi motivado pelo seguinte questionamento de pesquisa:

O levantamento de informações dimensionais sem contato com o ambiente, obtidos através da técnica de captura de realidade por meio de *smartphones* pode substituir os métodos manuais de medição e parametrização de ambientes utilizados pelas empresas de móveis planejados?

1.5 DELIMITAÇÕES

O presente trabalho limita-se a estudar através de experimentos a aplicabilidade da técnica exposta em diferentes configurações de dormitórios para obtenção de informações dimensionais sem contato com o ambiente.

Embora a técnica sugerida no presente estudo seja de baixo custo, não serão realizados estudos econômicos sobre a implantação das mesmas.

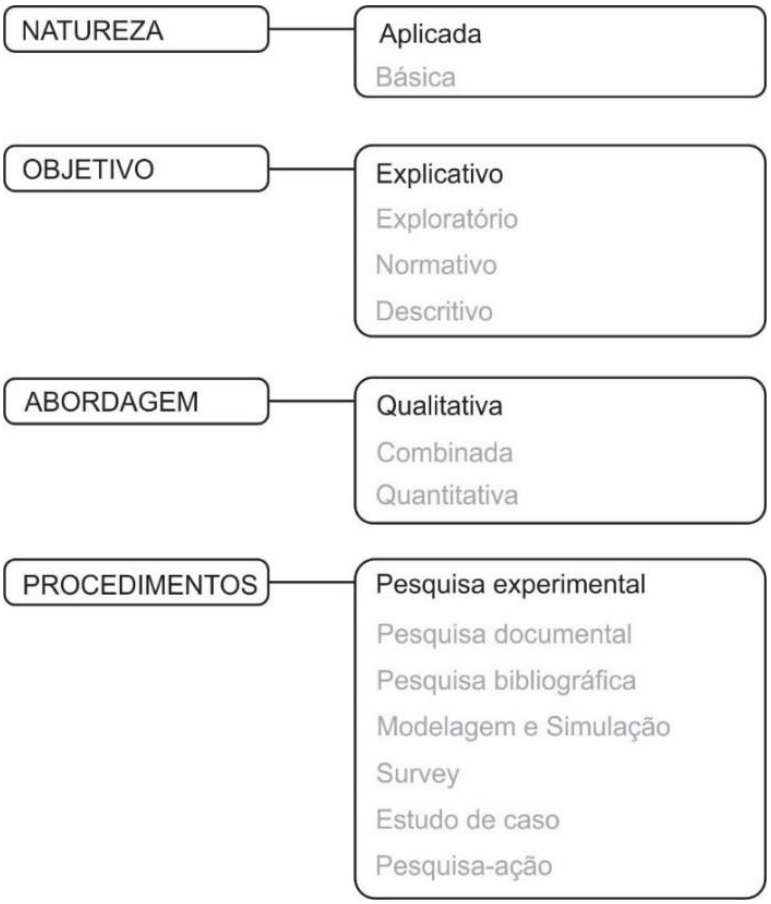
1.6 METODOLOGIA

O método científico consiste em um conjunto de processos sistemáticos e racionais para se obter de maneira confiável, soluções para um dado problema.

Assim, Silva e Menezes (2005) unem os termos metodologia e pesquisa resultando na metodologia de pesquisa, que tem a função de gerar um caminho a fim de atingir um propósito.

Deste modo, conforme ilustra a figura 2, esta pesquisa é de natureza aplicada visto que gera novos conhecimentos e processos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos.

Figura 2 – Metodologia de pesquisa



Fonte: Autor "adaptado de" Silva e Menezes, 2005

Do ponto de vista do objetivo geral, é explicativa. De acordo com Gil, (2002) este tipo de pesquisa é a que mais aprofunda o conhecimento da realidade, e por isso mesmo, está fortemente calcada em métodos experimentais.

Quanto a abordagem, Diehl (2004) ressalta que a escolha se dá pela natureza do problema, bem como de acordo com o nível de aprofundamento. Assim, de acordo com Perrone (1977) a pergunta fundamental sobre a escolha de um método, não é se, e quanto, ele é verdadeiro, mas se, e quanto, ele é útil para arar o terreno empírico que temos em frente. Em outras palavras, nosso juízo sobre o valor do método deve ser relacionado à sua fertilidade para nos aproximar da realidade estudada. Com base no exposto, o presente estudo utilizou a abordagem qualitativa. Para Silva e Menezes, (2001) a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave.

Para Minayo (1994) a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares, que se preocupa com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Mayring (2002 *apud* Günther, 2004) ressalta que o fato de qualificar experimentos com o adjetivo "qualitativo" reforça a constatação de que estes procedimentos, além da interpretação tradicional da pesquisa quantitativa, podem incluir uma abordagem qualitativa.

Utilizou-se como procedimento a pesquisa experimental. De acordo com Colemann e Montgomery (1993) os experimentos são amplamente utilizados na engenharia para: caracterização e otimização de processos, avaliação das propriedades dos materiais, desenho e desenvolvimento de produtos, determinação da tolerância de componente e sistemas.

A pesquisa experimental pode ser desenvolvida em laboratório (onde o meio ambiente criado é artificial) ou no campo (onde são criadas as condições de manipulação nas próprias organizações, comunidades ou grupos) (GERHARDT *et al.,* 2009).

Assim, este trabalho é experimental desenvolvido em laboratório.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Como forma de melhor compreender o estudo proposto, este documento é composto por 5 capítulos.

O capítulo 1, introdutório, busca prover informações para a compreensão do trabalho realizado, apresenta a evolução, bem como o atual cenário do setor de móveis, onde propõe uma nova tecnologia para a digitalização do sistema de parametrização de ambientes nas indústrias de móveis planejados. Define-se neste capítulo os objetivos a serem alcançados, a importância de se estudar o tema, a justificativa para sua realização, as questões a serem respondidas, a metodologia empregada, e por fim, a estruturação da dissertação.

O capítulo 2 contempla a fundamentação teórica onde se apresenta a revisão bibliográfica, e está dividido em cinco partes. Foram pesquisados assuntos voltados a Indústria Moveleira, a importância das Inovações Tecnológicas, *Cloud Computing,* Fotogrametria Digital e Comportamento digital.

O capítulo 3 inicia com uma abordagem sobre as entrevistas onde debate questões ligadas ao desenvolvimento do produto junto aos setores de manufatura. Neste é apresentado o fluxo dos processos destas indústrias, o método proposto para a digitalização, bem como o delineamento experimental, que dispõe das etapas necessárias para realização dos experimentos como: seleção dos dormitórios, construção das Unidades Experimentais,

determinação dos sujeitos, processamento fotográfico e os resultados das digitalizações das Unidades Experimentais onde são apresentadas as dimensões obtidas com o método proposto.

A análise, bem como as considerações sobre o método proposto, observadas nos experimentos estão expostas no capítulo 4 e por fim, no capítulo 5, expõem-se as conclusões, onde são sugeridos novos estudos que acercam o tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a revisão teórica sobre os assuntos que acercam o tema.

2.1 INDÚSTRIA DE MÓVEIS

A indústria moveleira do Brasil tem histórica especialização na produção de artigos confeccionados com madeira (GALINARI *et al*., 2013). Para Ferreira *et al*., (2008) pode ser considerada uma das mais antigas do mundo e sua evolução está fortemente ligada à revolução industrial onde os artesãos visando a economia de esforços e tempo passaram a utilizar máquinas e ferramentas na confecção dos móveis, permitindo assim a padronização e os ganhos de escala, de maneira que os móveis deixaram de ser produtos artesanais para se tornarem industrializados.

Diante disto, a indústria moveleira vem experimentando importantes transformações nas últimas décadas (GALINARI *et al*., 2013). De acordo com Cândido *et al.,* (2002) os avanços tecnológicos no Brasil acentuaram-se a partir de meados dos anos 70 e com força crescente a partir da década de 80. Na década de 90, de acordo com Sonaglio *et al.,* (2006) a indústria de móveis no Brasil passou por inovações nos processos com a modernização de plantas produtivas e substituição de máquinas e equipamentos. A autora ainda ressalta que é uma característica da indústria moveleira brasileira a importação de tecnologias de produção dos países europeus, especialmente da Itália.

No entanto, esta crescente automatização da produção, ainda é restrita a alguns segmentos específicos (FERREIRA *et al*., 2008). Isto se deve ao fato de que alguns tipos de produto admitem processos de fabricação com elevada automação, como os móveis retilíneos elaborados com (PMR) painéis de madeiras reconstituídas (MDF, MDP), enquanto outros demandam grande quantidade de trabalhos manuais, como os móveis artesanais de madeira maciça (GALINARI *et al.,* 2013). Vidal *et al*., (2014); Mattos *et al.,* (2008) ressaltam o crescimento acelerado, sobretudo do (MDF) *Medium Density Fiberboard* e em menor medida, o *Medium Density Particleboard* (MDP), devido suas características mecânicas e de usinabilidade. Além do exposto, estes painéis são fornecidos com revestimentos em ambas as faces ou apenas em uma, com padrões madeirados ou em cores, com texturas lisas ou rugosas semelhante às espécies naturais, reduzindo assim as etapas necessárias para tal.

De acordo com Galinari *et al.,* (2013) em estudo realizado pelo BNDES, a utilização destes painéis (PMR) na indústria moveleira foi um dos grandes responsáveis pelos avanços tecnológicos e automação no setor. A substituição dos equipamentos eletromecânicos por máquinas e equipamentos com dispositivos microeletrônicos, que diminuem a dependência de mão de obra aumentaram substancialmente a produtividade das empresas. Os maquinários com comando numérico computadorizado (CNC) para secção ou usinagem de chapas de madeira por meio de sistemas CAD/CAM, bem como os processos de planejamento do corte, por meio de *softwares* otimizadores que diminuem as perdas de material foram os grandes expoentes de modernização nas plantas fabris (MOTTA *et al*., 2009).

Inovações como estas geradas na indústria de bens de capital permitem ganhos de produtividade significativos, na medida em que racionalizam, aceleram e conferem maior versatilidade aos processos produtivos, otimizam o uso de materiais, oferecem novas possibilidades de design e melhoram o acabamento dos produtos finais (GALINARI *et al.,* 2013). Por fim, ainda de acordo com o autor, quando se observa a evolução do setor nas últimas décadas, as principais inovações dizem respeito à evolução dos equipamentos e à melhoria da qualidade das chapas utilizadas, tanto MDF quanto MDP. Assim, a indústria moveleira permaneceu como um elo que utiliza equipamentos cada vez mais automatizados para cortar e montar chapas cada vez melhores.

2.1.1 Setor de móveis planejados

Vidal *et al.,* (2014) classificam as empresas de acordo com os processos produtivos:

a) seriados: móveis padronizados, cujas características físicas não podem ser alteradas pelos consumidores. A maior parte é composta por móveis retilíneos, produzidos por empresas médias e grandes;

b) sob desenho: tudo é feito a partir do zero, de acordo com o projeto definido pelo cliente;

c) modulados: semelhantes ao seriado, mas produzidos em módulos adaptáveis a um determinado projeto;

d) planejados: são móveis modulados, porém com pequenas adaptações e ajustes de acordo com as necessidades do cliente.

Mudanças recentes no mercado imobiliário vêm implicando reduções das áreas úteis dos imóveis, o que valoriza as soluções que maximizam o aproveitamento de espaço, a possibilidade de personaliza-los está entre as grandes vantagens do setor de móveis planejados (GALINARI *et al*., 2013).

De acordo com o IEMI, o segmento de móveis planejados conseguiu se diferenciar dos demais, através de canais de vendas próprio, permitindo um elevado grau de customização e serviços aos produtos, proporcionando uma ótima experiência de compra aos consumidores. Para Ricardo Pastore, coordenador do Núcleo de Estudos do Varejo da ESPM, a geração de soluções customizadas ao consumidor passa por muita inovação, inclui ainda o uso intensivo de tecnologias tornando a loja um ambiente totalmente interativo.

Ainda segundo o IEMI, as lojas representam o principal canal de escoamento da produção e são responsáveis por 88,8% da distribuição da produção de planejados, em volume de peças, e por 91,0% do valor comercializado do produto no varejo. As lojas não especializadas, como as lojas de departamento e os *homecenters*, que até bem pouco tempo não trabalhavam com esta linha de produto, vêm tentando incorporar os móveis planejados em seus estabelecimentos, e já participam com 6,5% dos volumes e 5,5% dos valores em reais.

Assim, o número de empresas que prestam este serviço multiplicou-se consideravelmente. De acordo como o instituto de inteligência de mercado (IEMI) a indústria de móveis planejados é composta por 1,7 mil unidades produtivas, disseminadas por quase todo o território nacional. Em relação à totalidade de unidades produtoras de móveis em geral, as indústrias de móveis planejados correspondiam a 10,1% dos estabelecimentos em 2014.

É válido destacar o caso da empresa de móveis Bartira, com mais de 100 mil m² de área construída, a indústria produz dormitórios, cozinhas, estantes e *racks*, superando a casa dos 3 milhões de itens fabricados por ano, também passou a desenvolver móveis planejados, atuando no setor de cozinhas, salas e dormitórios. A empresa conta com atendimento diferenciado composto por vendedores especializados além de equipes responsáveis por medições nas residências (REVISTA EXAME, 2014).

O setor atua com o sistema *Assemble to Order* (ATO), neste sistema de produção as empresas conhecem os subconjuntos, mas o produto final é configurado pelo cliente. De acordo com Pires (2004), nesta estratégia, alguns componentes, geralmente itens de maior demanda são produzidos para um estoque intermediário até o fechamento de uma venda. Após o fechamento, realiza-se a segunda etapa do ciclo produtivo em que esses componentes são utilizados na produção de produtos com especificações próprias.

Ao final de 2014, conforme ilustra a tabela 1, este contingente entregou ao mercado uma produção de 38,7 milhões de peças, correspondente a R$ 13,4 bilhões de vendas.

Tabela 1 - Indicadores do setor moveleiro em 2014

Indicadores 2014	Móveis em geral	Móveis planejados	Participação Móveis planejados
Unidades produtoras	19.3mil unidades	1.7 mil unidades	8.8%
Pessoal ocupado (direto e indireto)	298.3 mil funcionários	28.3 mil funcionários	9.5%
Produção	471.7 milhões de peças	38.7 milhões de peças	8.2%
Valor da produção (na fábrica)	37.4 bilhões	R$ 8.7 bilhões	23.8%
Pontos de venda	43.9 PDVs	6.8 mil PDV's	15.4%
Valor de venda (no varejo)	63.8 bilhões	R$ 13.4 bilhões	21.6%

Fonte: IMEI, 2015

2.2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Confrontados com o ciclo de vida dos produtos mais curto, produtos a preços mais baixos, aliados à exigência contínua de qualidade, muitas empresas devem observar as inovações dos processos como um importante aspecto para a sobrevivência (BERGFORS, 2011). Davenport (1993) considera que estas inovações são um complemento de várias ideias que foram proferidas para ajudar as organizações a recuperar a sua competitividade através das melhorias contínuas dos mesmos. Destina-se a encontrar formas eficientes para melhorar a forma de como o trabalho atual é realizado.

Desta forma, para Berawi, (2016) inovação em produtos e processos pode ser a diferença entre sucesso e fracasso para vender produtos. Dentro desta perspectiva, à luz da globalização, a inovação foi determinada como uma estratégia para aumentar a vantagem competitiva.

De acordo com o Manual de Oslo (2005) inovação é a implementação de um produto ou processo novo ou significativamente melhorado, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas empresas, isto inclui alterações significativas nas técnicas, equipamento e/ou *softwares* com o intuito de diminuir os custos unitários de produção ou entrega, para aumentar a qualidade, ou para produzir produtos significativamente melhorados.

Suportado por Schumpeter em sua teoria da "destruição criativa", quando um novo e mais eficiente processo para a produção de uma mercadoria é criado, a empresa que primeiro

começa a usá-lo conquista uma parte do mercado frente aos concorrentes. Mohr (2015) complementa que o conceito de interromper os sistemas estabelecidos com ideias e tecnologias inovadoras tem sido predominante em toda a história.

Schumpeter (1939) diferencia os conceitos de inovação incremental e radical, onde a inovação incremental baseia-se em estender as tecnologias existentes, enfatizando a melhoria de custo ou características de produtos existentes, serviços ou processos. Já a inovação radical cria mudança dramática em tecnologia, produtos, processo ou serviço, apresenta características de desempenho sem precedentes que promovam melhoras significativas de desempenho ou custo, literalmente destroem mercados anteriores transformando e criando novos conceitos capazes de substitui-los (BETZ, 2003; SHUMPETER, 1939; LEIFER, 2002).

Nos tempos modernos, os casos de inovações radicais ou de ruptura tornaram-se mais frequentes com novas tecnologias, como a Internet de Coisas, máquinas autônomas e tecnologia de sensores sem fio sendo desenvolvido a um ritmo rápido e aplicado em uma ampla gama de setores (MOHR, 2015). Uma linha de abordagem comum deste conceito entende que a maior parte das inovações se relaciona com a descoberta de um modo melhor e/ou mais eficiente e menos dependente de mão de obra para executar uma função já existente (MILLER *et al*., 2005). A autora, em seu estudo "*The Critical Role of Information and Information Technology in Future Accelerated Radical Innovation"* ressalta que quando novas tecnologias se tornam disponíveis a novos segmentos do mercado, a maioria dos trabalhos são substituídos, dando lugar a inteligência artificial e robótica.

Desta forma, Mirshawka *et al*., (1993) defendem que a busca por métodos que auxiliam o aumento da produtividade deve se estender a todas as áreas da empresa, eliminando tudo que não agregue valor aos produtos, serviços, tarefas e pessoas, e quem quiser entender o que é produtividade deve associá-la à: eficiência, eficácia e efetividade.

2.3 FOTOGRAMETRIA DIGITAL

Etimologicamente, a palavra fotogrametria, cujos radicais vêm do grego: *photon* (luz), *graphos* (escrita) e *metron* (medições) significa medições executadas através de fotografias. Entretanto, o consenso geral define tal termo como a ciência e tecnologia de se obter medições e outros produtos geometricamente confiáveis a partir de fotografias.

Segundo Grimm (2007) as primeiras discussões de como utilizar imagens fotográficas para levantamento geométrico tiveram início em meados de 1830. O processo de Laussedat

foi chamado *iconometry,* onde *Ícone* (grego) significa imagem, e *metry* (grego), que é a arte, processo ou ciência da medição, de acordo com Luhmann *et al.,* (2006) o militar francês Laussedat realizou experimentos em 1849 para medição de vistas em perspectiva, trabalhando na imagem de uma fachada do *Hotel des Invalides*.

No entanto, conforme enuncia Coelho *et al*., (2007) a fotogrametria sofreu um grande impacto com a possibilidade de obtenção de imagens através de sensores digitais (como câmaras digitais e varredores a laser), implicando uma total reestruturação dos aparatos empregados para processá-las.

Na década de noventa, o advento das fotografias digitais levou à substituição de filme por imagens digitais Linder, (2006 *apud* CHODORONEK, 2015). Assim, Daí *et al*., (2014); Twomey, (2013); Leitch *et al*., (2012); Navarro (2011) alegam que com a popularização destas câmeras, os dados que antes eram mais difíceis de obter, agora podem ser coletados e processados em *softwares* de fotogrametria tornando possível a reconstrução de objetos em formato digital em 3 dimensões. Além do exposto, de acordo com Luhman *et al.,* (2006), o método pode ser aplicado em qualquer situação em que o objeto a ser medido pode ser registado fotograficamente. A técnica baseia-se no uso de imagens convencionais obtidas através de qualquer câmera fotográfica e de qualquer perspectiva (NAVARRO, 2011).

De acordo com Leitch *et al.*, (2012); Grussenmeyer *et al*., (2008); Brutto *et al.,* (2012); Chandler *et al*., (2005); Chodoronek, (2015); Chandler *et al.,* (2013), o elevado grau de automação também permite que os usuários não especialistas realizem o procedimento fotográfico e avaliação dos dados sem a necessidade de grandes investimentos em equipamentos. Chandler *et al.,* (2005) examinaram o potencial de precisão fotogramétrica entre três câmaras digitais de baixo custo (Sony DSC-P10, Olympus C 3030, Nikon Coolpix 3100) onde observaram vantagens significativas no modelo da Sony, avaliada em 35USS no site da *Amazon*. Para o autor, a difusão das técnicas digitais e a disponibilidade de pacotes de *softwares* fotogramétricos de baixo custo permitiram que um maior número de pessoas realizasse projetos de reconstrução tridimensional com alta precisão baseado em imagens. Estas imagens são inseridas no computador, e diante da tela, o operador insere pontos de referência necessários para o processo de orientação matemática (ACHILLE *et al*.,2007).

Assim, o modelo 3D resultante, pode ser utilizado para determinar vários atributos dimensionais, permitindo calcular o volume, área de superfície e a distância entre dois pontos quaisquer do modelo (LEITCH *et al.,* 2012).

Diante do exposto, a fotogrametria é por vezes referida como detecção remota, uma vez que é usada para medir objetos sem contato físico com eles (DAI et al., 2002).

Para Arias *et al.*, (2005) a velocidade que a fotogrametria permite realizar as medições é a característica mais importante desta técnica. Este método é um dos mais precisos, confiáveis, econômicos e rápidos. Em arquivamento fotogramétrico, é possível tomar medidas depois de um determinado período de tempo ou quando uma nova medição é necessária para consulta dos arquivos sem ter de ir a campo. Portanto a fotogrametria é muitas vezes a técnica de medição ideal.

Exemplo disto foi observado em Chodoronek, (2015) em um estudo de fotogrametria em recifes de corais no Alaska. Segundo o autor, apenas 5 minutos foram gastos para a realização do processo que resultou em modelos adequados de documentação. Os diferentes atributos do modelo, como os detalhes e capacidade de visualização em todas as direções permitem um exame de campo detalhado de uma maneira que não é possível com esboços e fotos estáticas. Assim o autor comprova através de experimentos que além da qualidade e versatilidade do modelo fornecido, a fotogrametria demonstrou superioridade em relação às outras abordagens para documentação de dimensões e volume.

Semelhante a esta observação, encontra-se Groetelaars *et al.,* (2008), onde relata o grande potencial dessas tecnologias para a documentação arquitetônica, superando as tradicionais técnicas de levantamento. Dai *et al*., (2014) analisou o desempenho da fotogrametria na construção civil para reconstruir objetos com distâncias de 5 a 50 m. Os resultados da pesquisa foram então comparados com os dados reais do objeto de estudo, onde permitiu afirmar com base nos resultados experimentais, particularmente no nível de precisão atingido, que a fotogrametria apresenta grande potencial para modelar geometrias em 3D, permitindo facilitar as funções de gestão da construção.

No que se refere à distância de ação, Luhmann *et al.,* (2006); Celani *et al.,* (2009) as agrupam em distâncias curtas, (*close range photogrametry*), médias, longas e muito longas. Sendo que, as de curto e médio alcance permitem a digitalização de objetos como elementos construtivos, detalhes arquitetônicos, esculturas e ornamentos, além de maquetes, já as técnicas de longa distância permitem o levantamento de edifícios inteiros e de conjuntos de edifícios, onde algumas vezes são combinadas a equipamentos de posicionamento geográfico, como as estações totais. As técnicas voltadas a distâncias muito longas possuem aplicações na área de planejamento urbano, permitindo a realização de levantamentos aéreos de grandes áreas urbanas.

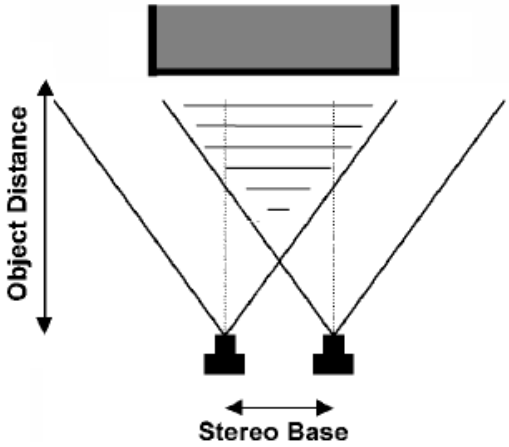
Salmon (2014) conceitua *close-range photogrammetry* (CRP) como a coleta de dados e processamento fotogramétrico em que a distância do objeto de estudo é inferior a 300 metros, onde os métodos de aquisicão de imagens podem ser tanto terrestre como aéreo.

Embora não haja nenhuma definição precisa, para Luhman *et al.,* (2006) *close range photogrammetry* se aplica a objetos que variam de 1m a 200m. Dentre as inúmeras técnicas para a digitalização de áreas e objetos, destaca se a *Dense Stereo Matching,* (DSM). Para Groetelaars *et al.,* (2012), (DSM) é um dos termos mais usados para tratar a técnica de obtenção de nuvens de pontos por processamento digital de imagens fotográficas. Esta tecnologia também é conhecida por *Structure from Motion* (SfM), *Dense Surface Modeling* e *Photo-based scanning,* dentre outras terminologias.

Segundo Kolecka (2011) a técnica teve sua evolução recente, especialmente na extração de informações de imagens digitais. Muitos algoritmos automáticos foram implementados nos *softwares*, onde melhorou e acelerou o processamento das imagens resultando em uma melhoria significativa na qualidade dos modelos em 3D.

A técnica SfM, utiliza os princípios da fotogrametria estereoscópica onde se utiliza uma série de imagens sobrepostas como ilustra a figura 03.

Figura 3 - Conceito de estereoscopia



Fonte: Grussenmeyer, 2002

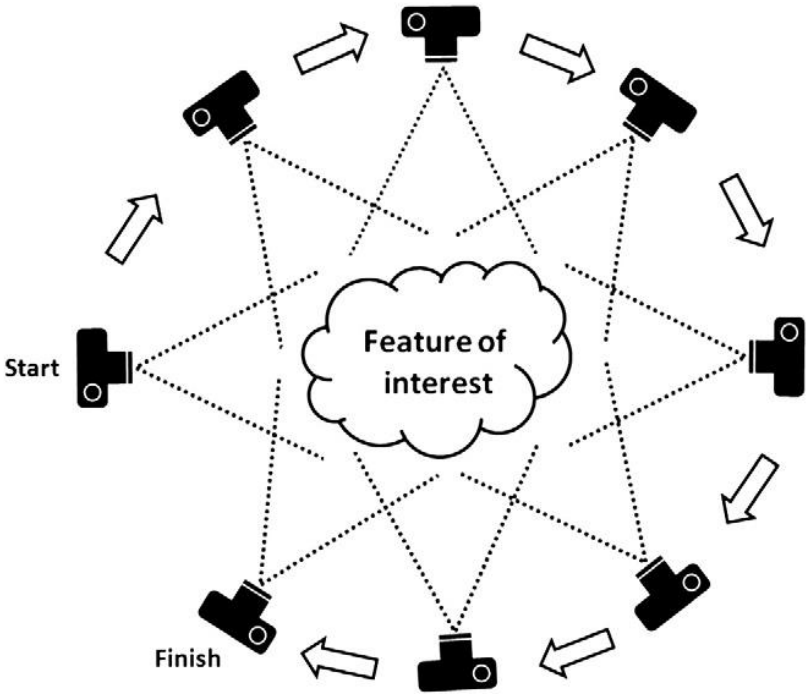
No processo (SfM) a geometria da cena, as posições e orientações da câmera são resolvidas automaticamente sem a necessidade de especificar e parametrizar posições diante do objeto de estudo, permitindo orientar um grande número de imagens sem qualquer conhecimento de parâmetros da câmara com a geometria (BARAZZETTI *et al*., 2010). Além

disso, todos os estágios de processamento desta técnica podem ser feitos usando computadores regulares, sem necessitar de aparelhos de mecânica óptica como no passado.

A grande motivação da técnica SfM nasceu da simplicidade do seu uso e ao baixo custo dos equipamentos utilizados, quando comparado aos demais métodos. A técnica consiste na tomada de várias fotos de uma cena a partir de pontos de vista diferentes conforme ilustra a figura 04. Desenvolvido na década de noventa, esta técnica teve suas origens na era da computação visual (ver Spetsakis e Aloimonos, 1991; Boufama *et al*., 1993; Szeliski e Kang, 1994) e como já citado anteriormente com o desenvolvimento automático de algoritmos da década anterior (ver Förstner, 1986; Harris e Stephens, 1988), (WESTOBY *et al*., 2012).

Visão computacional refere-se em geral aos termos de aquisição e análise de dados de imagem independentemente da finalidade ou aplicação. O melhor objetivo da visão computacional é modelar, replicar e eventualmente exceder a visão humana usando *hardwares* de computador, *softwares* e sensores de imagem. Ao longo das últimas décadas, a visão computacional tem sido usada em uma ampla variedade de aplicações, como análise celular, sensoriamento remoto por satélite, raios X, orientação de veículos, monitoramento de tráfego e aquisição de alvo e alcance (FREEDMAN, 2017).

Figura 4 - Estrutura de movimento (SfM)



Fonte: Westoby *et al*., 2012

Assim, inúmeros estudos validaram a precisão das técnicas de SfM de reconstrução em 3D de alta resolução e, em alguns casos, a técnica apresentou ser altamente comparável a técnicas LIDAR[1] substancialmente mais caras Delparte *et al*., (2014 *apud* BURNS 2015).

Skarlatos *et al.,* (2012) realizaram três ensaios: em uma esfera, uma fachada, e em uma estação de energia para comparar as técnicas de digitalização obtida através de varredura por *scanner* e modelagem baseada em imagens, como resultado, de acordo com o autor, as afirmações de Strecha *et al.,* (2008) que as precisões dos métodos baseados em imagem ainda estão longe daquelas alcançadas pelos métodos de *scanners*, não suportam mais.

Skarlatos *et al*., (2012) comprovam que nos casos de objetos de tamanho pequeno e médio, os métodos contemporâneos baseados em imagens podem competir e até mesmo substituir a solução por *scanner*, uma vez que imagens de alta resolução fornecem modelos precisos e algoritmos avançados de correspondência que oferecem alto grau de automação, por outro lado, ainda existem fatores que podem limitar a eficácia do método baseado em imagens.

Estudo semelhante foi encontrado em Radošević (2010) que comparou os resultados e os procedimentos na digitalização de uma lápide, onde criou modelos em 3D utilizando um *scanner* a laser Minolta 910 e a partir do método baseado em imagens, proveniente de fotografias.

Para o autor as vantagens da fotogrametria é o custo da operação e a realidade apresentada no modelo em 3D, no entanto o método laser, apesar do alto custo, fornece maior precisão, milimétrica. Diante do exposto, qualquer aplicação que não requeira a ultra-precisão do escaneamento a laser pode ser uma candidata para a tecnologia de *close range photogrammetry* (SALMON, 2014).

De acordo com Remondino *et al.,* (2006 *apud* SKARLATOS *et al.,* 2012) o método baseado em fotografias continua a ser o mais completo, econômico, portátil, flexível e amplamente utilizado. Assim Leitch *et al.,* (2012) realizaram fotogrametria baseada em imagens em três projetos, *First United Bank Center* (FUBC), um campus da *West Texas A & M University* (WTAMU) e uma escultura de aço de um vaqueiro chamado *Tex Randall* no Canyon e concluíram que a capacidade de capturar os dados com apenas uma câmera em

---

[1] LIDAR (da sigla inglesa *Light Detection And Ranging*) é uma tecnologia ótica de detecção remota que mede propriedades da luz refletida de modo a obter a distância e/ou outra informação a respeito um determinado objeto distante.

questão de minutos e sem treinamento técnico especializado ou equipamento necessário, a fotogrametria se apresenta como uma tecnologia vantajosa sobre todas as outras.

Celani *et al*., (2009) realizaram experimentos de digitalização de esculturas e também evidenciaram o baixo custo e os bons resultados obtidos com técnicas fotogramétricas.

Tolentino *et al*., (2014) compararam os métodos tradicionais de registro documental e aqueles baseados em tecnologias onde descrevem o levantamento cadastral através da medição direta e da fotogrametria digital, da Capela de Nossa Senhora do Vencimento, localizada no município de São Francisco do Conde, na Bahia e concluíram uma superioridade na captação de detalhes e elementos decorativos ao utilizar o *software Photomodeler* de captura de realidade frente às desenhadas a partir dos esboços feitos com medição direta, onde se utiliza instrumentos convencionais de medição.

Bastian *et al.,* (2015) utilizaram tecnologias digitais na documentação do patrimônio histórico onde aborda o uso da fotogrametria digital para obtenção de modelos geométricos da parte externa de edificações existentes, com ênfase na fotogrametria digital baseada em fotos convergentes e fotogrametria esférica.

Yakar (2011) em seu estudo de geologia realizado na Turquia descreve as técnicas de fotogrametria que podem ser usadas para obter informações quantitativas sobre os padrões de geometria e de deformação em um modelo físico e conclui que o processo de fotogrametria é rápido, preciso e seguro, permitindo analisar diferentes aspectos da profundidade, bem como largura, inclinação, rachaduras e detalhes importantes. Além disso, o autor ressalta que, as técnicas de fotogrametria podem ser usadas com segurança em locais perigosos como penhascos íngremes, áreas vulcânicas e propensas a deslizamentos, apresentando vantagens sobre as técnicas de medição convencional.

Por fim, para Dai *et al.,* (2014) o processo de medição realizado nos métodos convencionais com trenas ou fitas métricas é simples, mas lento, tedioso e impreciso. Os métodos que utilizam *scanners* ou estações totais são precisos e rápidos, no entanto essas tecnologias têm alto custo de equipamentos tornando impraticável em projetos pequenos, uma vez que os custos dificilmente justificam o emprego de tais dispositivos. Além disso, o equipamento não é facilmente transportado e o tempo gasto para levantamento de dados no local é outra questão que impede a aplicação dessas tecnologias.

Em contraste, a fotogrametria é uma tecnologia que utiliza câmeras ou filmadoras para coletar dados espaciais do ambiente sob a forma de nuvens de pontos ou representações de arame (*wireframe*). Possui as vantagens de baixo custo de equipamento, rápida aquisição de

dados no local e alta portabilidade, portanto, mantém um grande potencial que permite realizar com rapidez e precisão o levantamento dimensional de forma segura e econômica (DAI *et al*., 2014).

2.4 CLOUD COMPUTING

Dentre outras tecnologias, *Cloud Computing* foi identificado como tendência tecnológica-chave para as empresas em todo o mundo (PWC, 2016; RUßMANN *et al.,* 2015). De acordo com Albert (2016)*, Cloud computing* significa simplesmente que um aplicativo (um programa de *software* desenvolvido para uma finalidade específica) está sendo executado em processadores de computador localizado remotamente onde os usuários interagem na nuvem através de uma rede.

A computação em nuvem é um modelo que permite o acesso à rede sob demanda para um conjunto compartilhado de recursos de computação configuráveis, por exemplo, redes, servidores, armazenamento, aplicativos e serviços que podem ser rapidamente provisionados e lançados com o mínimo esforço de gerenciamento ou interação do prestador de serviços. Dentre outras características este modelo é composto por três modelos de serviço SaaS, PaaS, IaaS (*National Institute of Standards and Technology* –NIST, 2017; TODORAN *et al.*, 2014)

a) SaaS - Do inglês*, "software as a service"* (*Software* como Serviço) - Fornece uma solução de *software* completa que pode-se adquirir através de um regime pré-pago de um provedor de serviço de nuvem onde os usuários se conectam pela Internet, normalmente por um navegador da *Web*. O (SaaS) permite que sua organização entre em funcionamento rapidamente com um aplicativo por custo inicial;

b) PaaS - Do inglês*, "platform as a service"* (Plataforma como um serviço) **-** é um ambiente de desenvolvimento e implantação completo na nuvem, com recursos que permitem fornecer tudo, de aplicativos simples baseados em nuvem a sofisticados aplicativos empresariais habilitados para a nuvem. Assim, adquire-se os recursos necessários por meio de um provedor de serviços de nuvem em uma base pré-paga e os acessa por uma conexão com a Internet segura;

c) IaaS - Do inglês, "*Infrasctruture as a Service*" (Infraestrutura como serviço) - é uma infraestrutura de computação instantânea, provisionada e gerenciada pela Internet. (IaaS) ajuda a evitar gastos e complexidade de comprar e gerenciar seus próprios servidores físicos e outras infraestruturas do *datacenter* (MICROSOFT, 2017).

Outra vantagem, é que o processo em nuvem oferece aos usuários atualizações constantes, informações e tecnologia de comunicação em uma nova dimensão de conveniência de recursos como agilidade, resposta rápida e menor custo operacional permitindo acessos a documentos simultaneamente para integrantes da equipe, e alterações de projetos em tempo real, economizando tempo, reduzindo frustrações das equipes que precisam trabalhar juntos eficientemente (APOSTU *et al.*, 2013; GOWDA *et al.,* 2015; ZHANG *et al.*, 2015).

De acordo com Thames *et al.,* (2016) outro paradigma associado a *Cloud computing* que contribuirá significativamente para o sucesso da Indústria 4.0 é o (CBM) *Cloud based Manufacturing.* Para Dustdar *et al.,* (2014) o *design* e manufatura em nuvem refere-se a um modelo de desenvolvimento de produtos suportado por três tecnologias principais: computação em nuvem, Internet das Coisas (IoT) e engenharia colaborativa.

A fabricação baseada em nuvem (CBM), também conhecida como "fabricação em nuvem", é uma forma de produção descentralizada em rede que evolui de outros sistemas de fabricação. Para Dustdar (2014) o paradigma da computação em nuvem fornece recursos de virtualização nos dispositivos e recursos do chão de fábrica previstos na IoT. De acordo com Thames *et al*., (2016) o termo (CBDM) foi originalmente definido por Schaefer *et al*., (2012) como um modelo de desenvolvimento de produto que permite a inovação de forma coletiva no desenvolvimento rápido de produtos com custos mínimos através de redes sociais e plataformas de fornecimento, juntamente com recursos compartilhados e componentes de design e fabricação (SCHAEFER *et al*., 2012).

2.5 COMPORTAMENTO DIGITAL

O vocábulo vem estabelecendo, sendo comum, expressões como *smartphones, smart* TV´s etc. (PASSARELLI *et al*., 2014). Desde então, de acordo com o autor, as telas têm se tornado cada vez mais inteligentes ao passarem por processos de inovação que lhes conferem sistemas computacionais cada vez mais complexos permitindo a integração global e múltiplos

recursos. Como estratégia de marketing, o termo *smartphone* foi introduzido no mercado, referindo-se a uma nova classe de telefones móveis que fornece serviços integrados de comunicação, computação e mobilidade, mensagens, aplicativos de gerenciamento de informações (PIM) e capacidade de comunicação sem fio (ZHENG, *et al*., 2006). De acordo com Kaliyadan *et al.,* (2013); Markowetz, (2015) é uma das maiores revoluções na era da tecnologia da comunicação e já representa um papel importante na vida moderna, nos permite comunicar de qualquer lugar, acessar *internet*, verificar *e-mails* e redes sociais.

Assim, uma série de aplicações inovadoras têm surgido, os processadores mais rápidos resultam no aumento da memória, na dimensão das telas, nos sensores e na nitidez das imagens (CUERVO *et al*., 2010). Diante isto, o *smartphone* assumiu um lugar de destaque na rotina do consumidor brasileiro, tornando-se cada vez mais, sua principal ferramenta digital, realidade que traz oportunidades e desafios para o mercado, principalmente para os setores de tecnologia, mídia e telefonia (DELOITTE, 2015).

Segundo a pesquisa "*Global Mobile Consumer Survey*", conduzida pela Deloitte com 2.000 usuários no Brasil, 87% dos entrevistados possuem o equipamento, um aumento de 7% em relação à edição de 2016 do estudo. Os dados sobre a utilização destes dispositivos na pesquisa de 2017 estão ilustrados na figura 5.

Figura 5 - Dados sobre a utilização de smartphones.

Fonte: *Global Mobile Consumer Survey*- DELOITTE, 2017

Conforme pesquisa realizada pela FGV em 2016, a venda de *smartphones* vem crescendo graças a mudanças comportamentais, para Fernando Meirelles, "Quanto mais

jovem a pessoa, mais ela está fazendo tudo no *smart*", a projeção é que nos próximos anos o número de *smartphone* chegue a 236 milhões (FGV, 2016). Assim, de acordo com a Strategy &, (2010) os interesses desta geração ajudarão a impulsionar mudanças maciças na forma de como as pessoas em todo o mundo socializam, trabalham e se comunicam.

Benefícios por meio de fotografias obtidas de *smartphones* são frequentemente descritos na literatura em estudos de oftalmologia e outros campos da medicina. Em um estudo realizado na Índia, Kaliyadan *et al*., (2013) ressaltam os benefícios que a conectividade proporciona a médicos que atuam em áreas inacessíveis em capturar imagens e compartilha-las através de aplicativos como WhatsApp®, Tango® e Facebook® tornando possível a e-consulta e a tele dermatologia, além do exposto, discutiram questões importantes no uso de *smartphones* para fotografia clínica e também e fornecem sugestões para otimizar o uso de câmeras de *smartphone* em imagens clínica. Pohanka (2015) realizou estudo baseado em fotografias obtidas de *smartphones* que provou ser confiável e aplicável para diagnósticos de retina. Balykov *et al.,* (2014) utilizaram um *smartphone Sony Xperia* na observação de pacientes, que foram submetidos a correção de alinhamento com os suportes dentários para a detecção de manchas brancas. Além disso, os próprios pacientes foram instruídos a tirarem fotos de seus próprios dentes usando um *smartphone.* Na medicina, o uso de *smartphone* está alterando a relação entre médicos e pacientes. Uma reportagem do *Wall Street Journal* (2015) afirma que "o futuro da medicina está no *smartphone*". Chhablani *et al.,* (2012) descrevem em seus estudos várias ferramentas disponíveis em *smartphones,* em grande parte com foco no *IPhone,* para exames de oftalmologia e educação médica, além disso, o artigo discute como *smartphones* podem ser usados para fotografia oftálmica e gestão de imagem. Joseph *et al*., (2013) utilizaram *smartphones* em estudo sobre traumas em pacientes. Mukai *et al*., (2013) com o título "Técnica simples e barata para fotografia de alta qualidade de olhos humanos e animais em *smartphone*" relatam o uso de aplicativos que utilizam o sistema fotográfico do *smartphone* em exame de retinografia. Pinto *et al.,* (2012) exploraram o uso da realidade aumentada em *smartphone* na visualização e representação de dados do Censo e Banco de Nomes Geográficos do Brasil.

Uma Pesquisa nacional por amostra de domicílios (PNAD), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostra que os *smartphones* ultrapassaram os computadores e se tornaram os aparelhos preferidos do brasileiro para se conectar à internet em 2014. De fato, o mesmo foi observado pela PWC, um dos fatores que amplificam a nova onda tecnológica é nossa expectativa enquanto "seres humanos digitais". Cada vez mais as

pessoas gerenciam a vida por meio de interfaces digitais. Nos próximos anos, metade da receita obtida com acesso à internet virá do celular. O *smartphone* já é a interface digital para uma ampla gama de atividade empresariais e pessoais. (PWC, 2016)

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Assim como toda alteração de processo fabril, a implementação de um novo conceito possui aspectos que devem ser analisados, para tal, esta seção aborda os métodos, o processo fabril, bem como os conceitos de produção utilizados nas indústrias de mobília planejada.

3.1 ENTREVISTAS

Segundo Laville & Dionne (1999) as entrevistas podem ser classificadas em três tipos: entrevistas estruturadas, não estruturadas e semiestruturadas.

Na semiestruturada o pesquisador organiza um conjunto de questões (roteiro) sobre o tema que está sendo estudado, mas permite, e às vezes até incentiva, que o entrevistado fale livremente sobre assuntos que vão surgindo como desdobramentos do tema principal (GERHARDT *et al*., 2009). Diante do exposto, com o intuito de coletar informações sobre as técnicas utilizadas no sistema de medição bem como tolerâncias dimensionais estabelecidas por cada fabricante, configuração dos móveis e métodos de desenvolvimento do produto, o método de entrevista utilizada foi a semiestruturada e o questionário foi dividido em cabeçalho informativo e 23 questões que acercam o tema. (APÊNDICE A).

3.1.1 Empresas estudadas

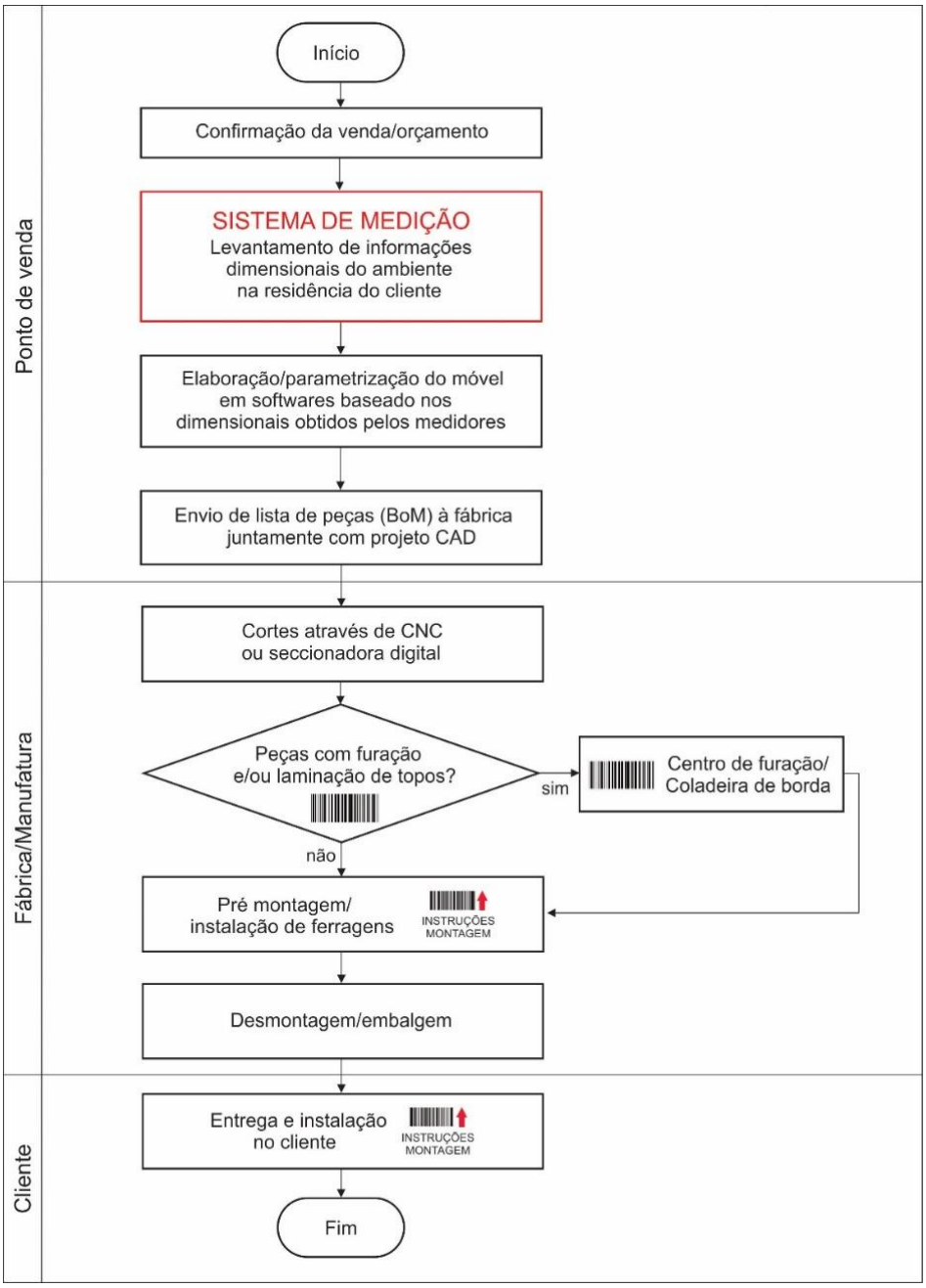
As quatro empresas pesquisadas possuem um *mix* de produtos composto por móveis e complementos planejados direcionados para residências, empresas e hotéis com lojas e franquias presentes em todo o Brasil. Para atender aos propósitos do presente estudo, todas empresas pesquisadas operam com recursos digitais de produção. Além do exposto, possuem certificados que lidam com aspectos de segurança, ambientais, e qualidade como OHSAS 18001, ISO 14001 e 9001.

3.1.2 Processo produtivo

De acordo com Hammer *et al*., (1994) processo é um grupo de atividades realizadas numa sequência lógica com o objetivo de produzir um bem, ou um serviço que tem valor para um grupo específico de clientes. Sua análise possibilita uma maior percepção das atividades

exercidas, permitindo entender etapas fundamentais, bem como desnecessárias, passíveis de substituição. De acordo com Slack (2009) os fluxogramas podem tornar claras as oportunidades de melhorias, esclarecendo a mecânica interna ou a forma de trabalhar de uma operação. A figura 6 ilustra as relações entre os estágios do processo produtivo desde a compra até a montagem da mobília nos respectivos clientes para posteriormente abordar-se as atividades, bem como os estágios que se relacionam ao tema proposto.

Figura 6 - Fluxograma do processo



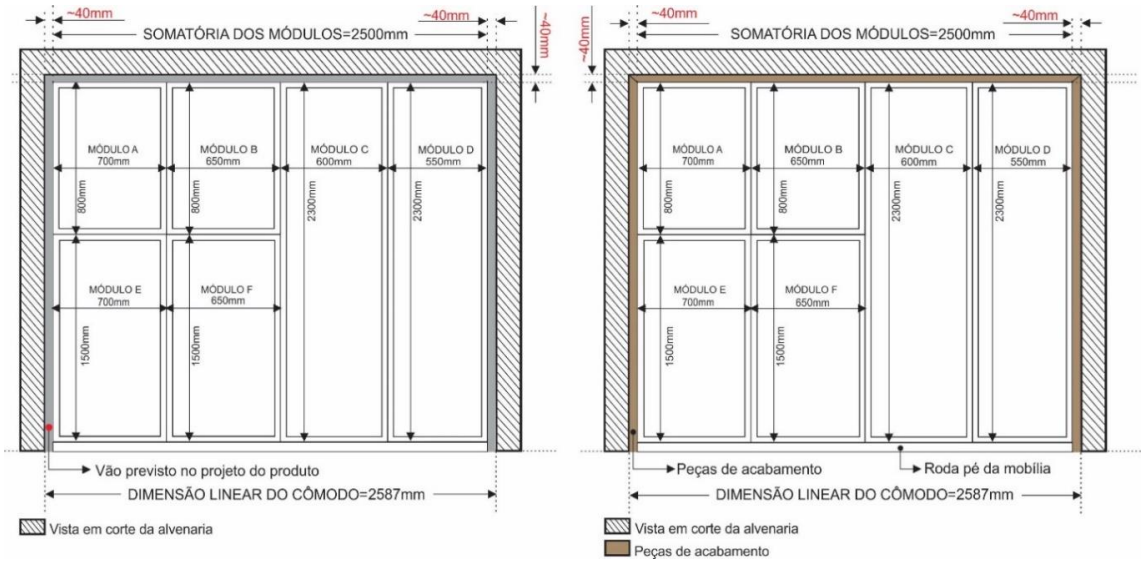
Fonte: Autor

3.1.3 Descrição do processo

Conforme exposto, a primeira etapa do desenvolvimento de mobília planejada é a parametrização do ambiente. Para tal função, os postos de venda (lojas ou franquias) disponibilizam um colaborador para visitar o cliente e realizar o levantamento de informações dimensionais como largura, altura e profundidade dos respectivos cômodos, dentre outros que possam ter influência no projeto da mobília, como pontos de luz, registros de água, estruturas e recuos. Assim, toda informação dimensional do cômodo é repassada aos projetistas em papeis específicos com auxílio de fotos para realização do projeto do móvel em conformidade com o ambiente em questão. Outro método, realizado por empresas terceirizadas também por meio de visitas ao cliente, utiliza o processo de medição com *scanners*, proposta utilizada por apenas uma das empresas pesquisadas.

Diferente dos móveis sob medida onde o projeto se inicia do zero, os móveis planejados são produzidos industrialmente, e possuem certas limitações quanto a sua geometria. Baseado na produtividade e em aspectos funcionais, os móveis planejados são compostos por diversos módulos padronizados, pré-determinados por cada fabricante onde o intervalo de dimensões entre eles, com base nas entrevistas, corresponde a ~50 mm e ~100 mm. Assim, conforme o exemplo apresentado na figura 7, em uma área cuja dimensão linear corresponde a 2587mm, a mobília é confeccionada com 2500 mm ou menos e para se adaptar ao espaço com precisão, os móveis recebem em suas extremidades peças de acabamento confeccionadas *in loco* pelos montadores.

Figura 7- Configuração da mobília em módulos

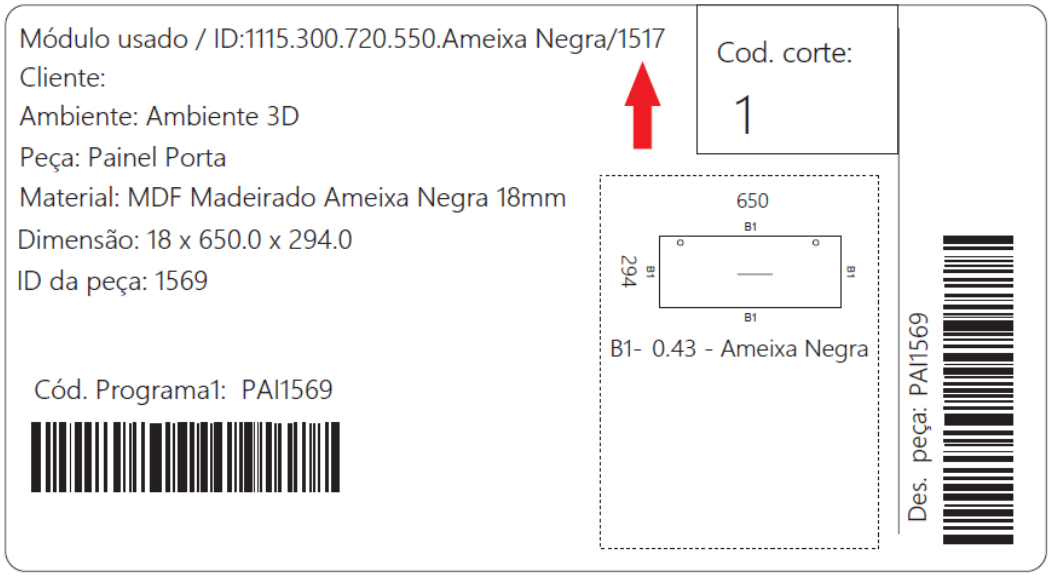


Fonte: Autor

Diante do alto nível de customização, principalmente relacionada às dimensões e formatos, os projetos são realizados em *softwares* 3D desenvolvidos especialmente para o setor moveleiro que, além da integração com os setores da manufatura, possuem biblioteca de módulos padronizados e bibliotecas compostas por itens de mercado, tais como ferragens, acessórios e diversas opções de revestimentos em painéis de madeiras. Além do exposto, estes *softwares* geram toda a documentação do projeto composto por desenhos técnicos, lista de materiais utilizados (BoM), que inclui acessórios, bem como lista precisa de peças (MDF, MDP) que compõem o móvel para serem utilizados por *softwares* otimizadores de corte que geram automaticamente os melhores agrupamentos.

Na terceira etapa, após o corte das chapas, todas as peças resultantes deste processo, agora fragmentada, são identificadas com etiquetas para rastreabilidade e identificação dentro da produção. Conforme ilustra a figura 8, nas etiquetas constam todas as informações de cada peça que compõe o móvel, bem como informações de processamento para as etapas posteriores como: tipo de laminação nos topos, instalações de cavilhas, dobradiças, corrediças e ferragens, por fim, as mesmas servem de auxílio na montagem dos conjuntos.

Figura 8 - Etiqueta de rastreabilidade



Fonte: Autor

Além do exposto, as etiquetas presentes em cada parte do móvel fornecem instruções de posição, bem como etapas de montagem para otimização do processo de instalação da mobília no cliente.

A quarta etapa, corresponde a pré-montagem do móvel onde são realizados testes de conformidade ainda na fábrica para finalmente serem desmontados e embalados para entrega e instalação. A instalação precisa do mobiliário no ambiente é auxiliada por peças de acabamento e guarnições confeccionadas *in loco* (ver figura 7) para eliminar os vãos previstos ainda no desenvolvimento, resultantes da diferença entre o móvel e o espaço destinado ao mesmo.

3.1.4 Estágios relacionados ao processo de medição do ambiente

Esta seção identifica os estágios que se relacionam com o propósito do trabalho onde elucida o processo produtivo na ocorrência de erros decorrentes do processo físico de medição.

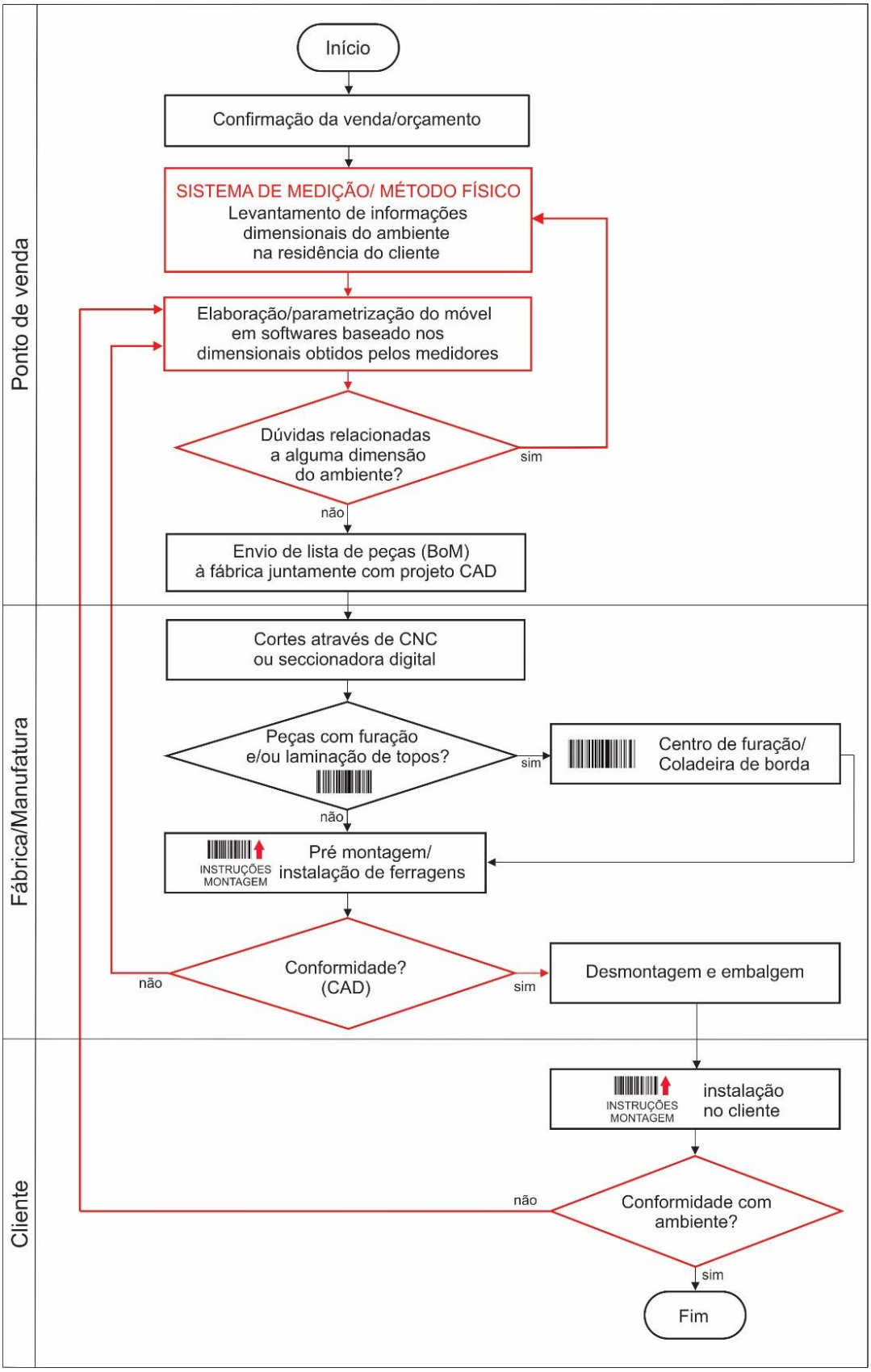
Shingo (1996) classifica os erros humanos em três tipos:

a) erros involuntários - Erros não intencionais, intrínsecos à limitação humana, resultantes de falta de atenção e que acontecem de forma aleatória;
b) erros de natureza técnica – Erros relacionados à falta de conhecimento, formação ou capacidade técnica para a execução das tarefas;
c) erros intencionais – Erros cometidos de forma premeditada, geralmente por problemas de relacionamento e cuja solução é de natureza psicológica e não técnica.

Assim, conforme ilustra a figura 9, fica evidente a responsabilidade do estágio de medição do ambiente, objeto do presente estudo. Por se tratar da etapa provedora de informações que decorrem todo o ciclo produtivo da mobília, qualquer falha de comunicação ou de interpretação nas informações do ambiente por parte dos projetistas pode vir a prejudicar toda a cadeia com retrabalhos, atividades em duplicidades e quebra de sequenciamento de produção.

Além do exposto, ocorrido nos estágios internos da empresa, o pior cenário atribuído às possíveis falhas de medição quando não detectadas precocemente, ocorre no último estágio, já na residência do cliente, quando os montadores detectam erros dimensionais no momento da instalação. Diante da situação, o processo volta para o primeiro estágio onde se inicia novamente o ciclo.

Figura 9 - Pontos críticos relacionados ao processo físico de medição

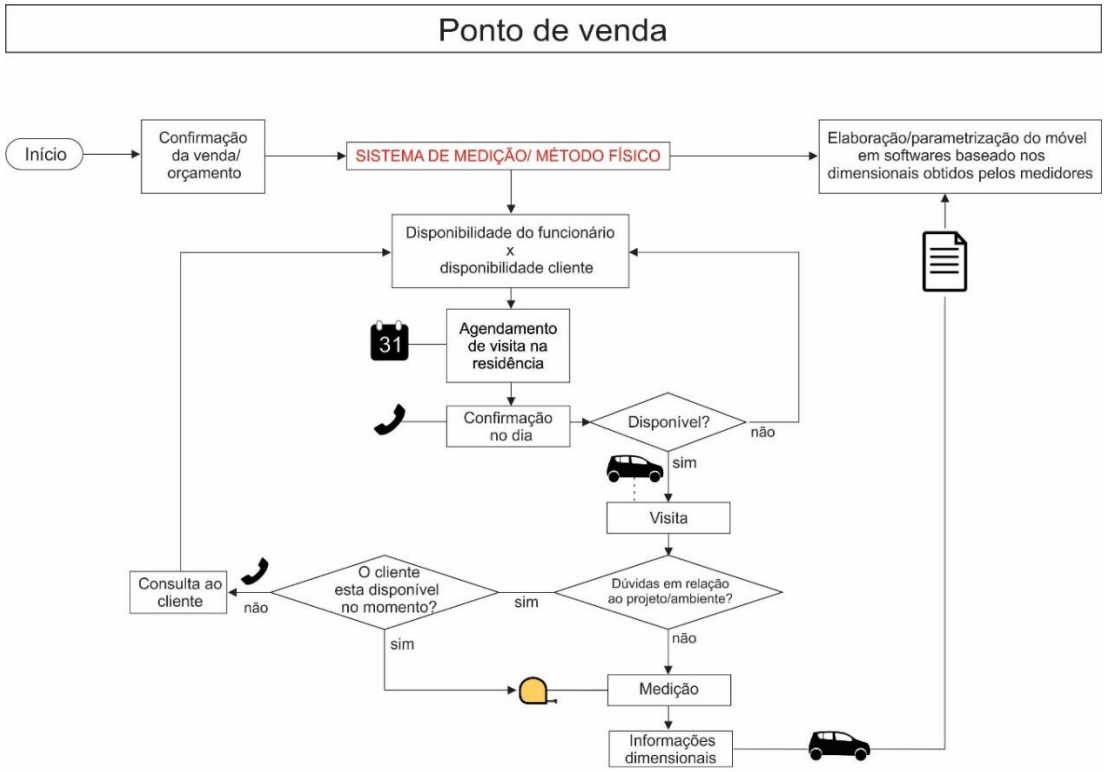


Fonte: Autor

3.1.5 Atividades do sistema de medição

Afim de tornarem visíveis as atividades que não agregam valor, dependentes de mão de obra, provenientes do processo físico de medição, a figura 10 ilustra as tarefas, bem como as atividades que compõem a etapa.

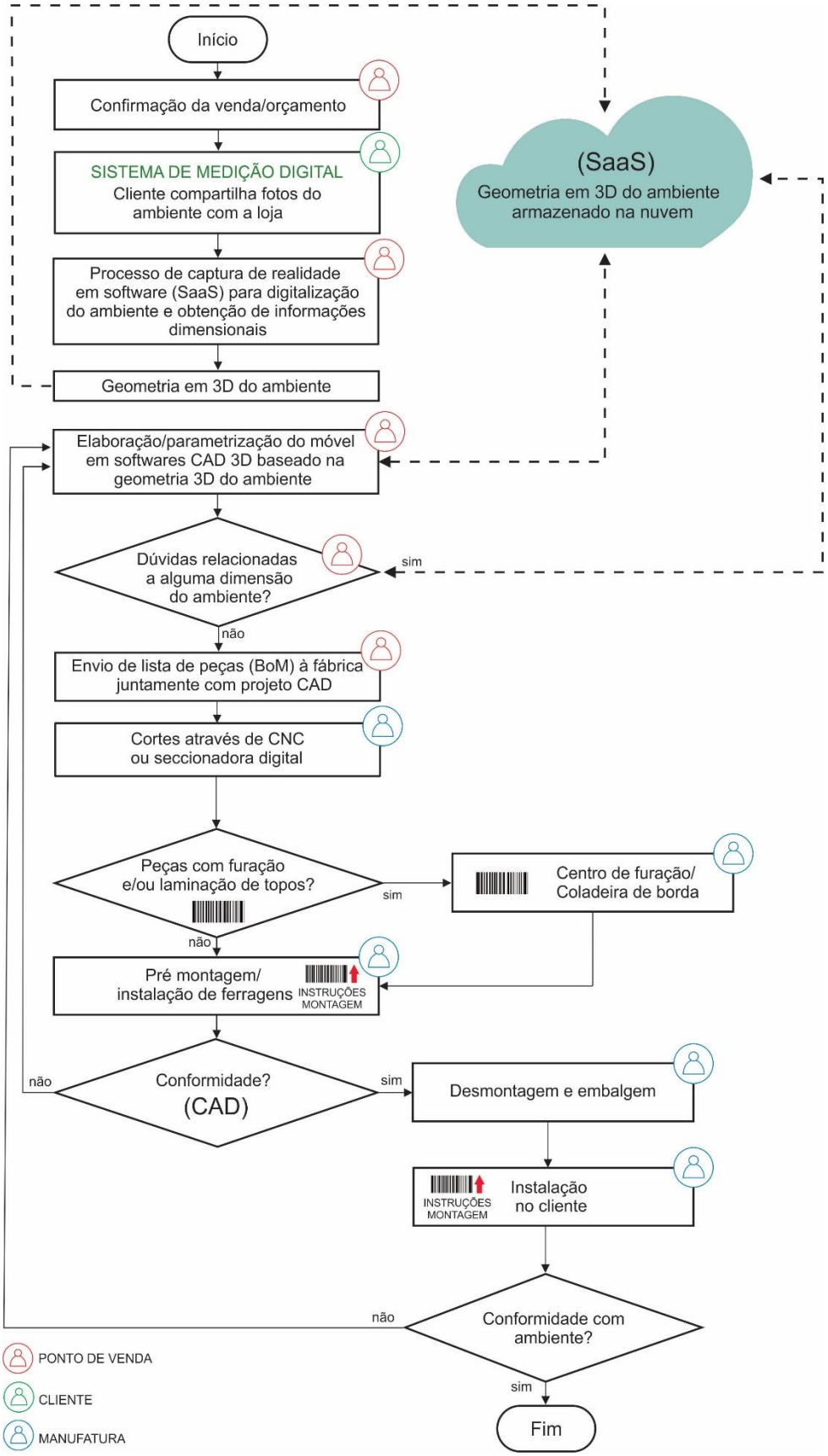
Figura 10- Atividades relacionadas ao sistema de medição



Fonte: Autor

Diante do exposto, nota-se, ainda no início do ciclo a primeira atividade responsável por atrasos: o agendamento da visita do medidor nas residências para coleta de informações dimensionais. Por necessitarem destas informações para a configuração bem como adequação da mobília, os projetistas aguardam a disponibilidade do cliente para que o medidor possa realizar a coleta *in loco*. Posterior a esta etapa, eventuais dúvidas por parte dos projetistas podem surgir, nestes casos, a fim de evitar transtornos na instalação, ocasionados por peças defeituosas, um novo agendamento de visita é necessário onde toda a operação descrita é refeita. Assim, dentre outros aspectos que afetam negativamente a produtividade, ficam evidentes atividades onerosas, sem contar com reprogramações em função de indisponibilidade dos clientes em receber o responsável.

3.2 FLUXOGRAMA COM MÉTODO PROPOSTO

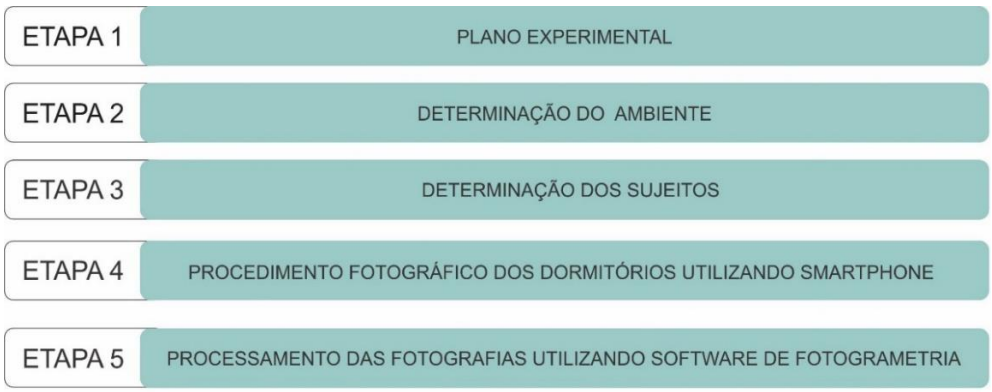


Diante do exposto, é possível observar mudanças significativas de desempenho e custo. Com o processo de medição digitalizado, onde o levantamento de informações dimensionais é realizado através da geometria em 3D, sem contato com o ambiente, as informações do cômodo são armazenadas, processadas e compartilhadas por meio de *softwares* e aplicativos em sistemas de nuvem, estando acessíveis a todos setores remotamente, proporcionando ganhos de custos e produtividade, eliminando atividades externas, bem como recursos dependentes de mão de obra. Dentre outros benefícios, tais mudanças permitem que as empresas concentrem seus esforços em atividades internas e estratégicas, voltadas às melhorias nos processos, na operação e nos produtos.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Buscando representar os aspectos mais relevantes ocorridos no processo de medição do ambiente, esta seção apresenta as delimitações experimentais, bem como as etapas que contextuam o experimento, consideradas essenciais para atender os objetivos propostos no presente estudo.

Figura 11 - Delineamento experimental



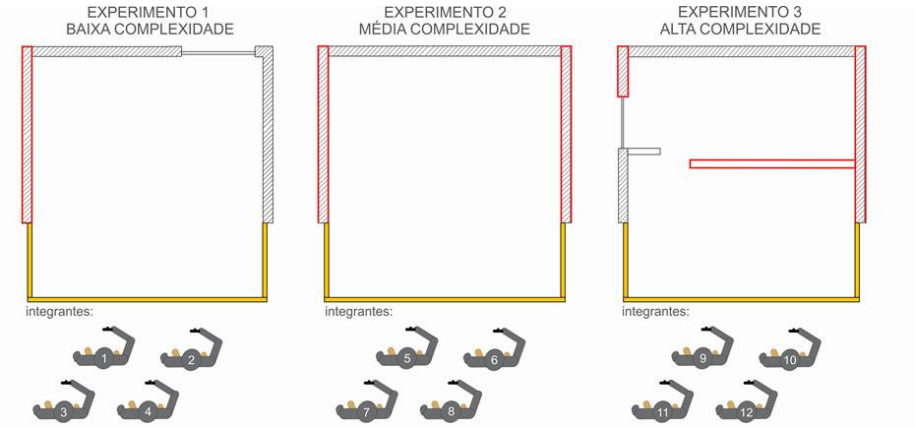
Fonte: Autor

3.3.1 Etapa 1- Plano experimental

Levando em conta que a proposta do presente estudo trata-se de uma nova aplicação no campo da fotogrametria, uma forma de qualificar o método foi estabelecida, para tal, foram selecionados através de plantas propostas pelas construtoras três diferentes níveis de complexidade relacionadas às dimensões, bem como configurações de dormitórios e uma

população composta por doze pessoas que representam o cliente realizando o processo fotográfico. Assim, conforme ilustra a figura 12, cada Unidade Experimental conta com quatro participantes onde cada um inicia o processo de digitalização através de fotografias com o próprio *smartphone.*

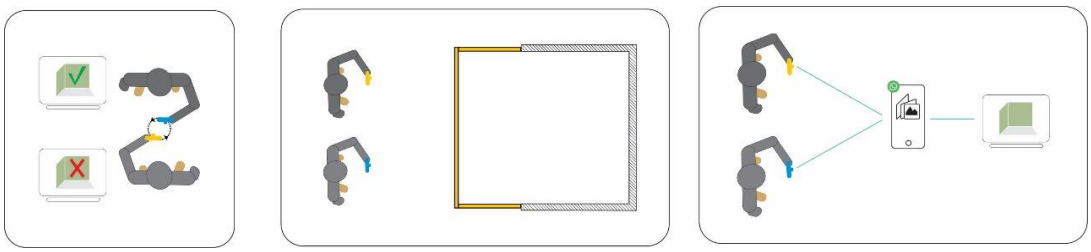
Figura 12 - Plano experimental



Fonte: Autor

Como forma de investigar as possíveis variáveis responsáveis por falhas na digitalização do ambiente resultantes do plano exposto em cada Unidade Experimental, criou-se um plano de análise, desta forma, o integrante que obtiver a melhor digitalização em cada Unidade Experimental realiza novamente o processamento fotográfico com o *smartphone* daquele que obteve a pior digitalização, com superfícies defeituosas ou distorcidas, que impeçam a análise dimensional e/ou gerem incertezas de medição, o mesmo ocorre com o responsável da pior digitalização, este realizará o novamente o processo com o dispositivo daquele que obteve o melhor resultado, como ilustra a figura 13, totalizando assim 12 experimentos e seus respectivos planos de análise.

Figura 13 - Plano de análise realizado em cada uma das Unidades Experimentais.

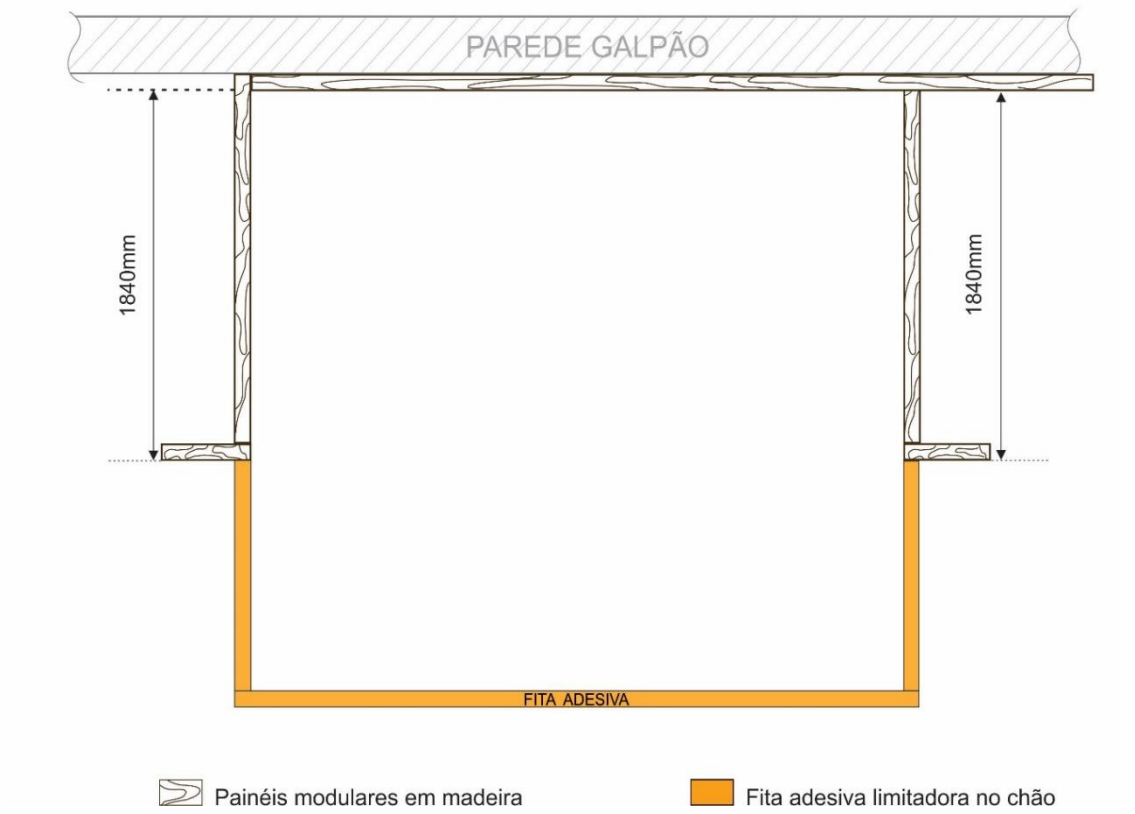


Fonte: Autor

Com o objetivo de testar o método proposto de forma realista, as unidades experimentais foram construídas com painéis de MDF de forma modular para que pudessem ser configuradas de acordo com as plantas selecionadas e suas respectivas medidas, estipuladas através das plantas pelas construtoras. No intuito de analisar a digitalização fornecida pelo *software*, principalmente da região destinada à mobília, bem como sua precisão dimensional, o ambiente de teste foi representado por três "paredes", sendo uma frontal, na qual utilizou-se a parede do imóvel revestida com painéis de MDF, designada a representar sempre a área da mobília e duas "paredes" laterais também confeccionadas em MDF com dimensões de 2700 mm na altura por 1840 mm de largura, conforme ilustra a figura 14.

Para representar as paredes do dormitório selecionado, quando estas possuírem dimensão superior a 1840 mm (medida padrão do painel de MDF retificado), utilizou-se fita adesiva no chão com o intuito de atingir a medida exata do cômodo em questão. O mesmo conceito foi utilizado para representar a "quarta parede" sendo esta a oposta à frontal, tendo apenas função limitadora da rota do processo fotográfico correspondente à área útil do cômodo em questão.

Figura 14 - Construção das Unidades Experimentais

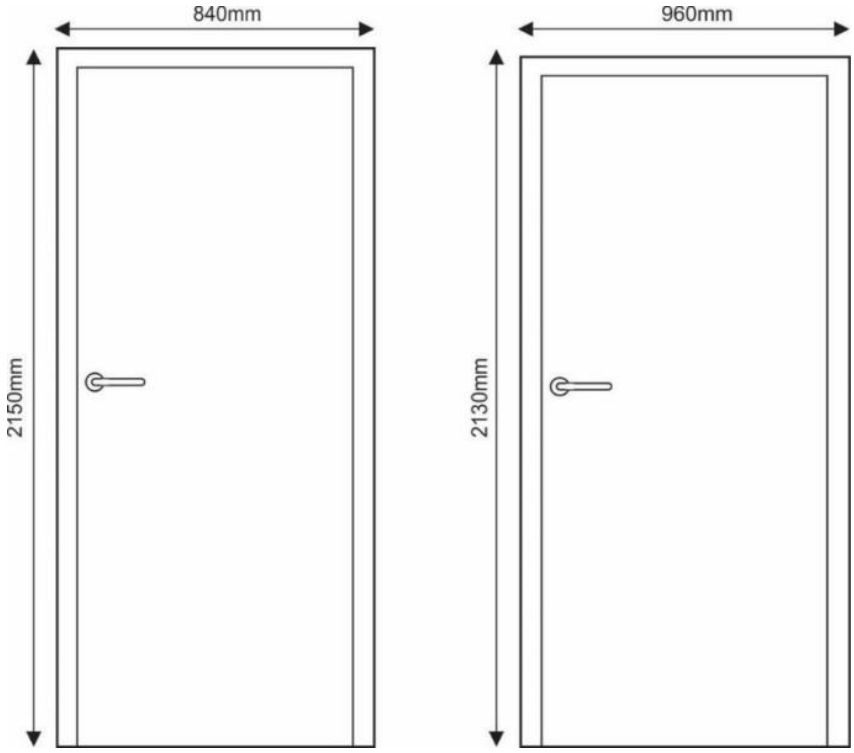


Fonte: Autor

Sabendo que o espaço destinado para a mobília é isento de interferências como quadros, eletrodomésticos, cortinas, e outros, as paredes que compõem os cenários receberam apenas acabamento de pintura, tomadas, interruptores, roda pés e roda teto na cor branco.

Quanto às portas, conforme ilustra a figura 15, foram confeccionadas dois modelos em MDF com dimensões distintas, sendo uma para dormitório e outra para banheiro, sendo a última um pouco menor. Por fim, para representar banheiros e corredores, quando estes fazem parte da região de interesse fotográfico (área da mobília) ou que possam causar interferências no processamento fotográfico, utilizou-se painéis semelhantes aos utilizados na construção do cômodo.

Figura 15 - Dimensões das portas utilizadas nos experimentos



Fonte: Autor

3.3.2 Etapa 02- Determinação do ambiente

Como forma de avaliar as tendências de configurações e dimensões de dormitórios, o presente trabalho, com o intuito de determinar o ambiente para os experimentos, analisou 390 dormitórios presentes nos 167 empreendimentos disponíveis para comercialização nos endereços eletrônicos de três grandes construtoras com áreas úteis que variam de 50 a 149m^2 de empreendimentos futuros, em obras, ou prontos para morar (VER APÊNDICE B). Assim,

para efeito de análise, os dormitórios foram classificados em três grupos: baixa, média e alta complexidade referenciados às suas dimensões e configurações.

3.3.2.1 Baixa complexidade

O dormitório caracterizado como baixa complexidade possui apenas uma parede lateral em contato direto com a mobília, fator que permite maior tolerância dimensional do móvel, no entanto, como forma de estabelecer uma dimensão quando a área destinada à mobília não possui limitações referenciadas por paredes nas plantas humanizadas das construtoras, utilizou-se um interruptor, item geralmente encontrado próximo às portas e camas, limitando assim as dimensões da mobília e intensificando a precisão nos experimentos.

A figura 16 ilustra o dormitório selecionado para o primeiro experimento, presente em um imóvel com 103 m^2 localizado na Zona Sul de São Paulo.

Figura 16 - Dormitório selecionado para a Unidade Experimental 01

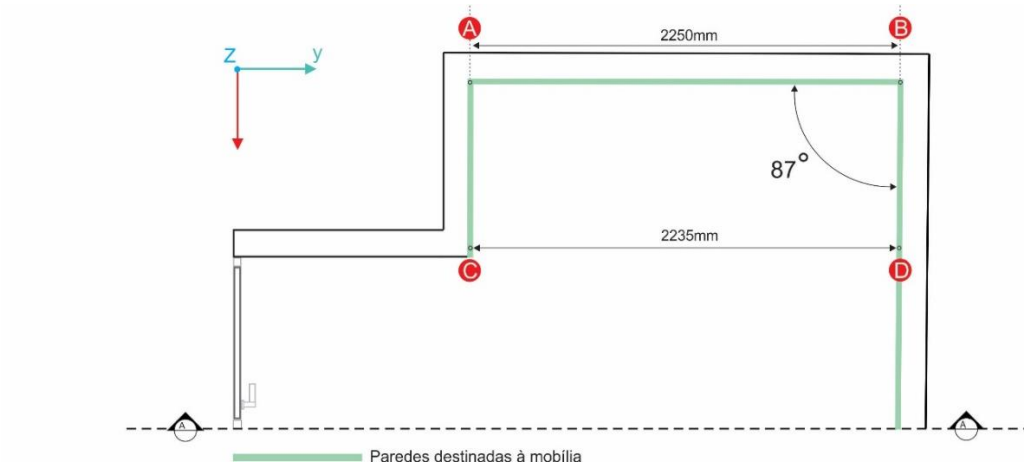
Fonte: Autor “adaptado de” Cyrela

3.3.2.2 Média complexidade

Nesta seleção, a dimensão da mobília tem como limitante duas paredes, desta forma a tolerância de erro se torna mais baixa, tendo como margem para erro apenas as dimensões das peças de acabamento e guarnições confeccionadas *in loco* pelos montadores, (ver figura 7) com medidas que variam de 80 a 100 mm no total. O dormitório selecionado neste grupo possui mobília em “L” onde necessita de uma digitalização integral em pelo menos três paredes conforme referenciado na figura 17. Ainda para análise de detalhamento, diferente do

proposto na planta, a Unidade Experimental 02 foi confeccionada propositalmente com uma das paredes fora de esquadro.

Figura 17 - Desenho da vista superior da Unidade Experimental 02



Fonte: Autor

A figura 18 ilustra o dormitório selecionado para o segundo experimento, presente em um imóvel com 68m^2 situado no bairro da Mooca com 3 dormitórios e uma suíte.

Figura 18- Dormitório selecionado para Unidade Experimental 02.

Fonte: Autor “adaptado de“Lavvi/Cyrela

3.3.2.3 Alta complexidade

O dormitório classificado com alta complexidade segue o mesmo conceito do modelo de média complexidade, no entanto, a região destinada a mobília está localizada em um corredor entre o banheiro e a saída do dormitório, numa área equivalente a 4 m ^{2} colocando

a prova o processamento fotográfico, uma vez que o enquadramento das imagens se torna bastante difícil. A figura 19 ilustra o dormitório selecionado, presente em um imóvel de 100 m^2 com 3 dormitórios.

Figura 19 - Dormitório selecionado para a Unidade Experimental 03

Fonte: Autor "adaptado de" Even

3.3.3 Etapa 3 - Determinação dos sujeitos

De acordo com Gil (2002), para que se efetive um experimento, torna-se necessário selecionar sujeitos. Para tal, determinou-se uma população composta por 12 pessoas com faixa etária de 25 até 45 anos, o quadro 4 expõe a amostra selecionada.

Quadro 4- Amostra da população experimental

integrantes	idade	dispositivo utilizado	integrantes	idade	dispositivo utilizado
INTEGRANTE 1	26	smartphone Apple iPhone 6	INTEGRANTE 7	37	smartphone Apple iPhone 5SE
INTEGRANTE 2	35	smartphone Apple iPhone 6S	INTEGRANTE 8	43	smartphone Apple iPhone 6
INTEGRANTE 3	41	smartphone Samsung Galaxy S7	INTEGRANTE 9	42	smartphone Apple iPhone 7
INTEGRANTE 4	38	smartphone Motorola Moto X Play	INTEGRANTE 10	21	smartphone Samsung Galaxy J2
INTEGRANTE 5	28	smartphone Apple iPhone 5	INTEGRANTE 11	26	smartphone Apple iPhone 6
INTEGRANTE 6	40	smartphone Samsung Galaxy J7 prime	INTEGRANTE 12	26	smartphone Samsung Galaxy J7

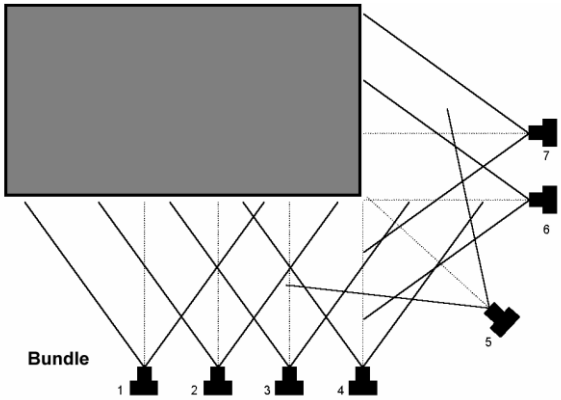
Fonte: Autor

3.3.4 Etapa 4 - Procedimento fotográfico

Os métodos fotogramétricos exigem sempre duas ou mais imagens obtidas por meio de pontos de vista diferentes e sobrepostas uma das outras, sempre referenciadas por um elemento. No entanto, o método utilizado para aquisição das imagens no presente estudo é

suportado por Grussenmeyer *et al.,* (2002) que afirma que para certos objetos, a utilização de um único par estéreo pode não ser suficiente para uma digitalização completa, assim, a técnica *Bundle restitution* que consiste em um número maior de imagens se mostra a mais adequada conforme ilustra a figura 20.

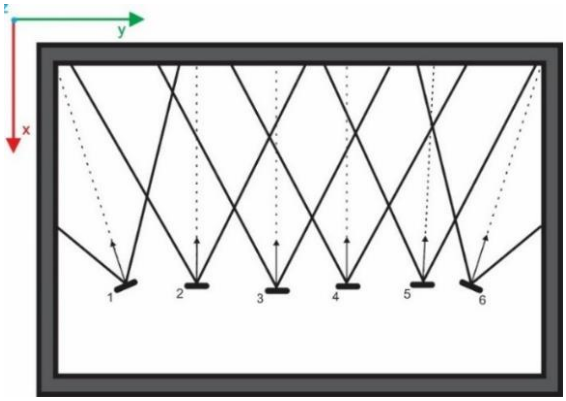
Figura 20 - Técnica *Bundle restitution*



Fonte: Grussenmeyer *et al.,* 2002

Desta forma, conforme ilustra a figura 21, determinou-se como eixo ótico a coordenada Z (altura), assim, as sobreposições fotográficas são realizadas entre as coordenadas X e Y (largura e profundidade).

Figura 21 - Percurso fotográfico proposto no estudo

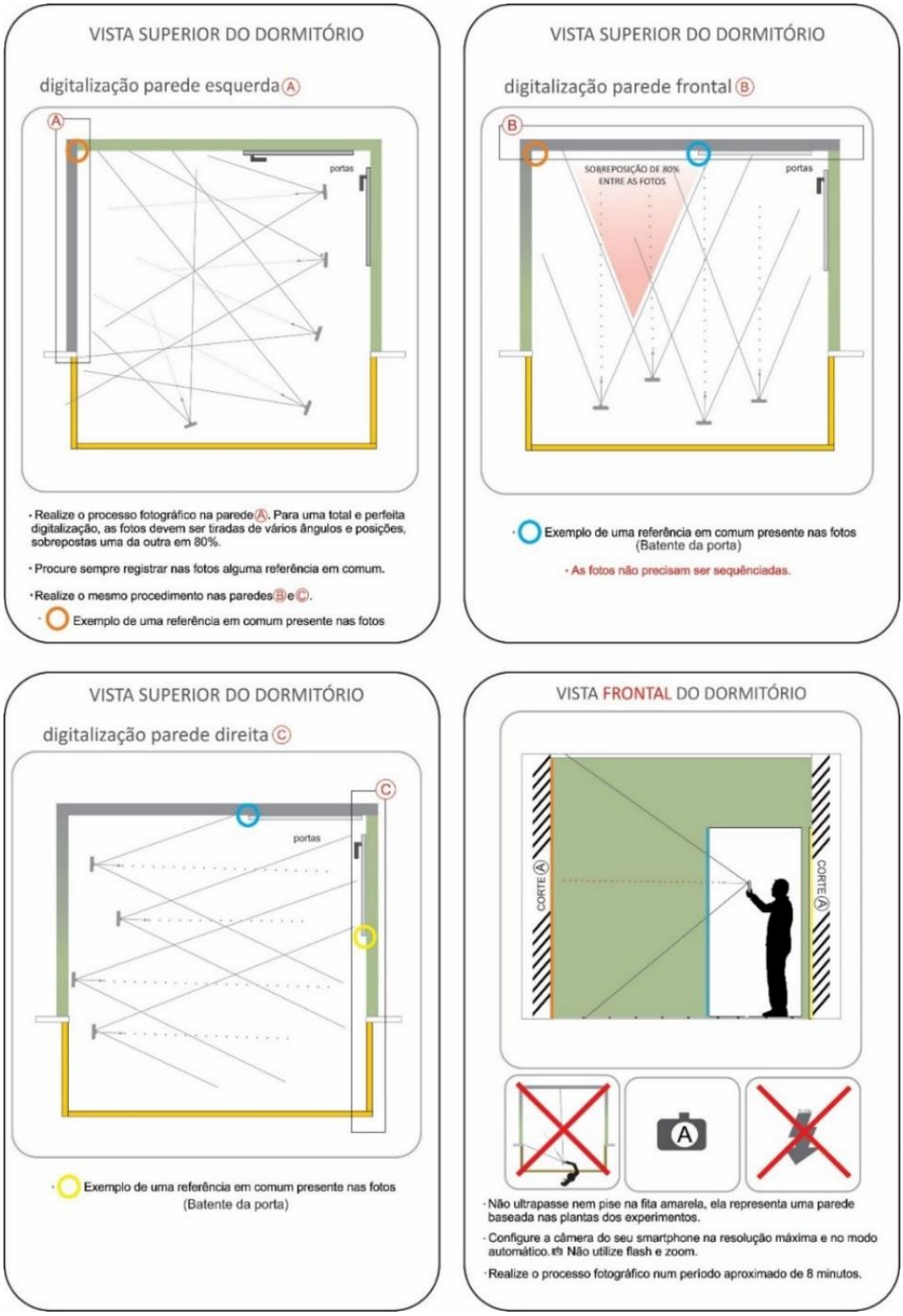


Fonte: Autor

Sustentado pelas tendências comportamentais expostas na seção 2.5, sobre a utilização de *smartphones* e pela facilidade do método que permite que usuários inexperientes realizem o procedimento fotográfico, frequentemente descrito na literatura, os integrantes do

experimento (representando os clientes da indústria de móveis planejados) foram convidados individualmente para realizarem o processo fotográfico onde receberam um manual via *Whatsapp*, ilustrado na figura 22, contendo as instruções para o procedimento.

Figura 22 - Manual fornecido aos integrantes do experimento



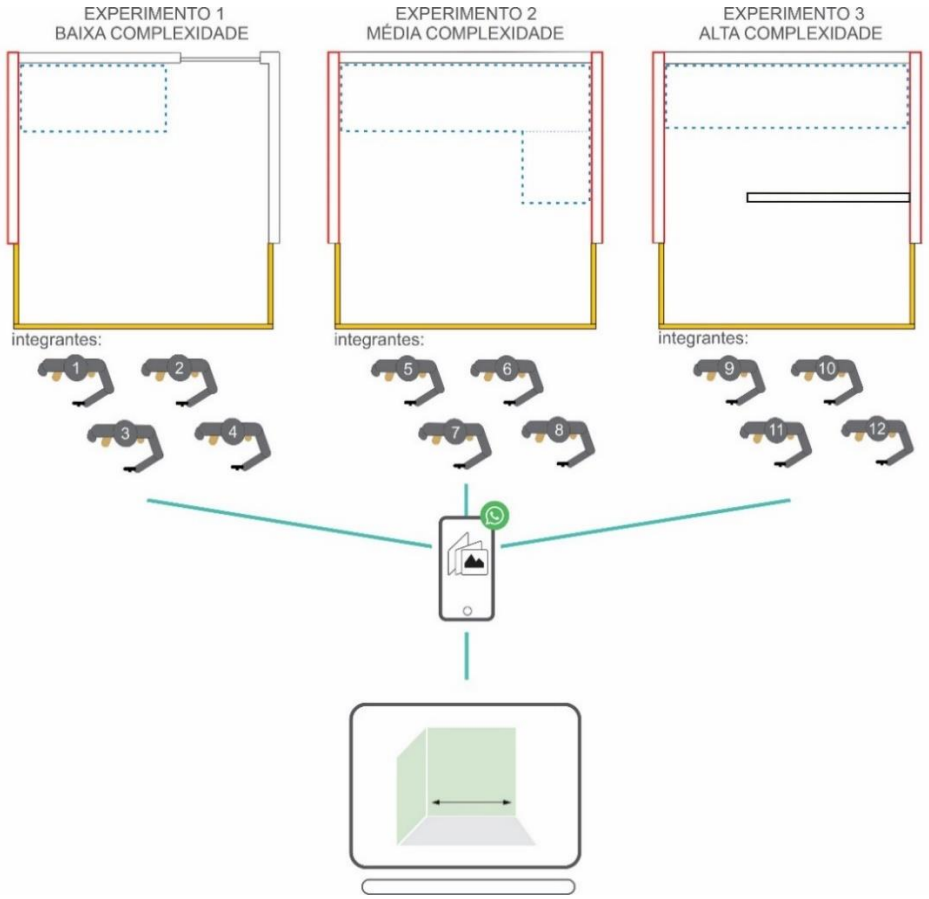
Fonte: Autor

Na fotogrametria, quando se utiliza uma câmera não-métrica, para se obter informações dimensionais de uma superfície ou objeto fotografado, é necessário um parâmetro conhecido, Rashidi *et al*., (2014) propõe um método para obtenção de um parâmetro conhecido utilizando uma folha de papel do tipo sulfite para fins de calibração na construção do modelo 3D fotorrealista.

3.3.5 Etapa 5 - Processamento das fotografias no software

No presente estudo, conforme ilustra a figura 23, após a realização do processo fotográfico, sugeriu-se que os integrantes dos experimentos enviassem o conjunto de imagens obtidas da unidade em questão via *Whatsapp*, para assim, por meio de *softwares*, iniciar o processo de digitalização do ambiente (função atribuída aos projetistas) para obtenção das geometrias em 3D, bem como suas informações dimensionais.

Figura 23 - Processo de transferência das fotos



Fonte: Autor

Para tal, utilizou-se os *softwares* Autodesk *ReCap e ReCap Photos.* Tratam-se do mesmo conceito, no entanto, diante das atualizações ocorridas durante a realização dos experimentos, o processo de transformação por fotos e obtenção de informações dimensionais passou a estar disponível apenas no *ReCap Photos,* sendo esta a versão mais atualizada dos *softwares* da Autodesk que convertem a realidade capturada através de fotos estáticas em geometria tridimensional de alta definição.

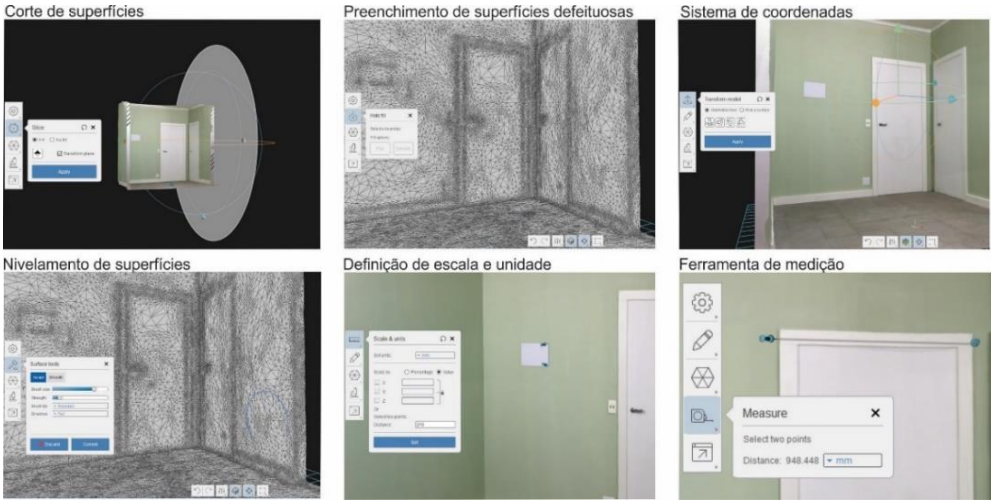
Estes *softwares* atuam de forma semelhante aos sistemas de engenharia reversa oferecendo suporte para design e engenharia, criação de ativos para Realidade Aumentada (RA) /Realidade Virtual (RV), fabricação digital, aditiva e publicação de experiências interativas na web. Conforme apresentado na figura 24, o processo para a geração da malha tridimensional é bem simples e intuitivo, desta forma, basta adicionar as fotos e o *software* realiza todo o processamento em nuvem através dos servidores da Autodesk, por fim, entrega a geometria em 3D no próprio *software*, via *e-mail* e nuvem do A360.

Figura 24 - Tela inicial do *software* ReCap

Fonte: Autodesk

Além do exposto, conforme ilustrado na figura 25, o *ReCap Photos* oferece ferramentas simples para ajustes de superfícies e medição onde define-se a unidade, escala, sistema de coordenadas para realização de medições, distâncias e volume.

Figura 25 - Ferramentas para ajustes de superfícies



Fonte: Autor

3.3.6 Delimitações experimentais

Baseado nos propósitos do estudo, foram introduzidas apenas variações nos cômodos, obedecendo as configurações, bem como as dimensões dos dormitórios selecionados, classificados como baixa, média e alta complexidade. Assim, o *software*, a luminosidade do ambiente, bem como a tonalidade de piso, portas e teto constituem parâmetros que não sofrem nenhuma alteração em todos os experimentos realizados. A quantidade de fotos, bem como a distância, perspectiva e ângulos das fotografias constituem parâmetros não mensuráveis e sofrem alterações naturais conforme necessidade dos integrantes dos experimentos.

3.4 RESULTADOS OBTIDOS

Buscando contextualizar os aspectos relevantes para se alcançar os objetivos propostos, esta seção descreve o procedimento de análise dos dados obtidos nos experimentos.

Sendo composto por duas partes, a primeira analisa a aplicabilidade do método por meio do conjunto de fotos compartilhados pelos integrantes. A segunda parte, sendo esta dependente das digitalizações aptas, realizadas na primeira etapa, compara a precisão dimensional dos cômodos em 3D gerados pelo *software* com as dimensões das Unidades Experimentais obtidas através das plantas propostas pelas construtoras. Para análise da precisão, com base nas práticas do setor, definiu-se como limite para a aplicabilidade e eficácia do método, desvios de até 40 mm por segmento.

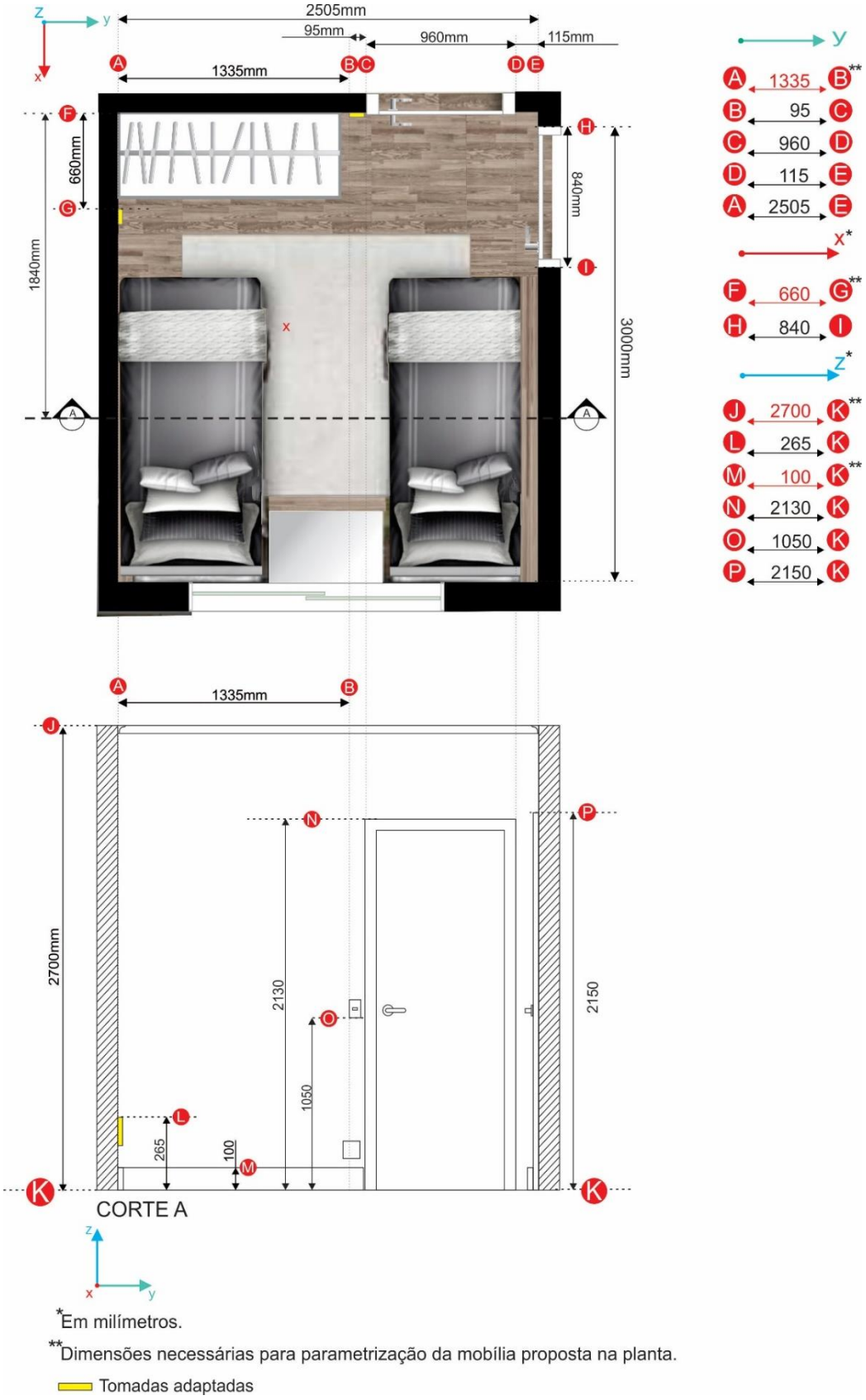
3.4.1 Experimentos referente a Unidade Experimental 01

Esta seção apresenta o ambiente de testes referente a Unidade Experimental 01, suas dimensões, bem como os resultados obtidos através do plano experimental apresentado na seção 3.3, onde expõe as digitalizações dos dormitórios proveniente dos conjuntos de fotografias compartilhados por cada integrante e as informações dimensionais obtidas em cada geometria digitalizada.

Figura 26 – Unidade Experimental 01

Fonte: Autor, “adaptado de” Cyrela

3.4.1.1 Dimensões da Unidade Experimental 01

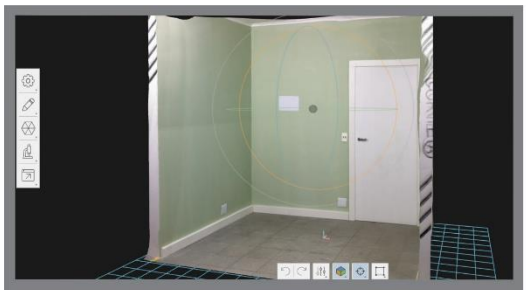


*Em milímetros.

**Dimensões necessárias para parametrização da mobília proposta na planta.

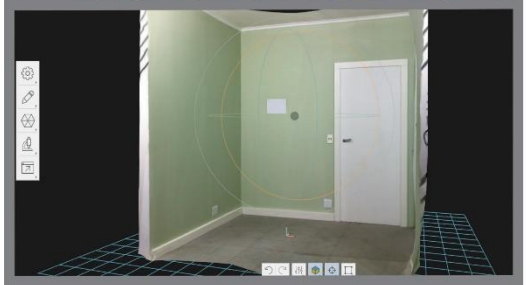
Tomadas adaptadas

3.4.1.2 Digitalizações da Unidade Experimental 01



Experimento 1 - Integrante 01

Dispositivo utilizado	*smartphone Apple iPhone 6*
Tempo de processo fotográfico	*9 minutos*
Quantidade de fotos obtidas	*106*
Fotos utilizadas pelo software	*67*



Experimento 1 - Integrante 02

Dispositivo utilizado	*smartphone Apple iPhone 6S*
Tempo de processo fotográfico	*10 minutos*
Quantidade de fotos obtidas	*103*
Fotos utilizadas pelo software	*84*

Experimento 1 - Integrante 03

Dispositivo utilizado	*smartphone Samsung Galaxy S7*
Tempo de processo fotográfico	*11 minutos*
Quantidade de fotos obtidas	*79*
Fotos utilizadas pelo software	*75*

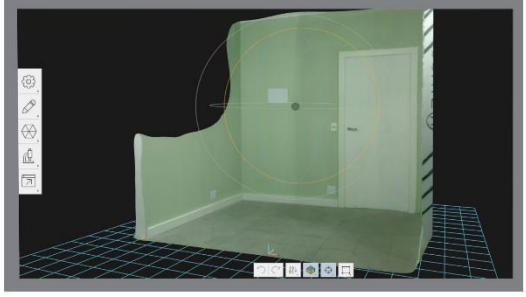
NA

Experimento 1 - Integrante 04

Dispositivo utilizado	*smartphone Motorola Moto x Play*
Tempo de processo fotográfico	*9 minutos*
Quantidade de fotos obtidas	*92*
Fotos utilizadas pelo software	*44*

Experimento 1 - Plano de análise 01 - (Integrante 04 - *smartphone* 2)

Dispositivo utilizado	*smartphone Apple iPhone 6S*
Tempo de processo fotográfico	*9 minutos*
Quantidade de fotos obtidas	*73*
Fotos utilizadas pelo software	*46*



Experimento 1 - Plano de análise 02 - (Integrante 02 - *smartphone* 4)

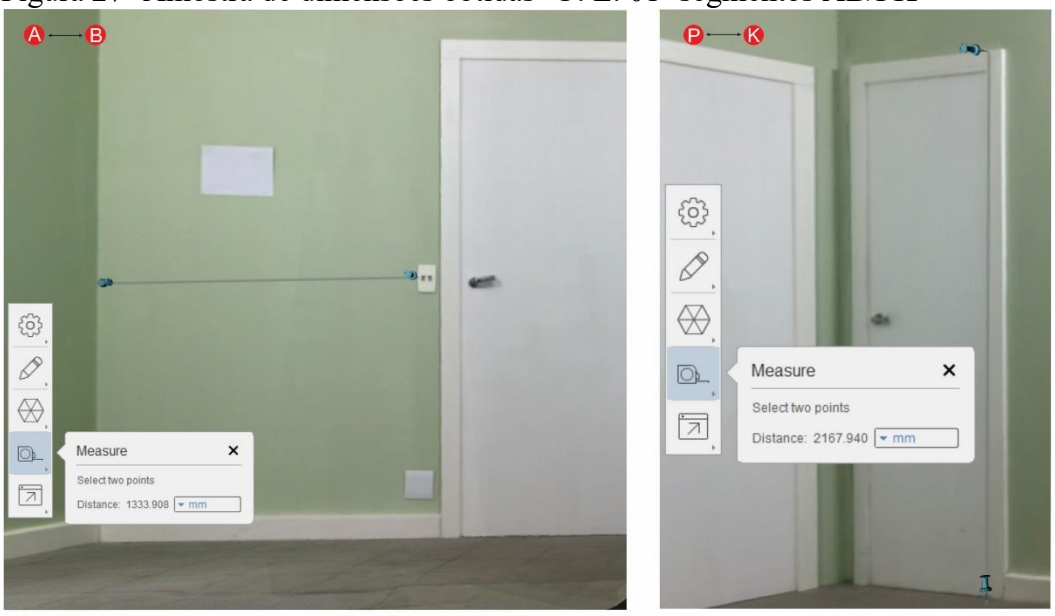
Dispositivo utilizado	*smartphone Motorola Moto x Play*
Tempo de processo fotográfico	*10 minutos*
Quantidade de fotos obtidas	*108*
Fotos utilizadas pelo software	*56*

NA-Não aplicado

3.4.1.3 Resultados dimensionais obtidos da Unidade Experimental 01

Esta seção expõe as dimensões obtidas através das digitalizações resultantes dos experimentos realizados na Unidade Experimental 01, as demais dimensões, referenciadas pelos segmentos expostos no desenho técnico do cômodo em questão, encontram-se no Apêndice C.

Figura 27- Amostra de dimensões obtidas- U. E. 01- segmentos AB/PK



Fonte: Autor

3.4.1.4 Dimensões obtidas através das digitalizações da Unidade Experimental 01

DIMENSÕES OBTIDAS SEM CONTATO COM O AMBIENTE*

DIMENSÕES UNIDADE EXPERIMENTAL 01	PLANO EXPERIMENTAL								1 PLANO DE ANÁLISE 2				MÉDIA DOS ERROS DIMENSIONAIS	DESVIO PADRÃO DOS ERROS
	Digitalização U.E. 01 Integrante 01 smartphone 01		Digitalização U.E. 01 Integrante 02 smartphone 02		Digitalização U.E. 01 Integrante 03 smartphone 03		Digitalização U.E. 01 Integrante 04 smartphone 04		Digitalização U.E. 01 Integrante 04 smartphone 02		Digitalização U.E. 01 Integrante 02 smartphone 04			
Segmentos	A	erro	A	erro	A	erro	NA	erro	A	erro	A	erro		
Ⓐ⟷Ⓑ 1335,00	1333,90	-1,10	1309,46	-25,54	1331,37	-3,63	—		1328,48	-6,52	1306,84	-28,16	-12,99	12,83
Ⓑ⟷Ⓒ 95,00	102,43	7,43	96,77	1,77	98,77	3,77	—		105,60	10,60	98,40	3,40	5,39	3,57
Ⓒ⟷Ⓓ 960,00	967,78	7,78	948,44	-11,56	965,65	5,65	—		962,77	2,77	963,40	3,40	1,61	7,62
Ⓓ⟷Ⓔ 115,00	110,13	-4,87	111,52	-3,48	100,14	-14,86	—		111,17	-3,83	104,27	-10,73	-7,55	5,02
Ⓐ⟷Ⓔ 2505,00	2502,84	-2,16	2497,45	-7,55	2511,49	6,49	—		2514,56	9,56	2500,90	-4,10	0,45	7,26
Ⓕ⟷Ⓖ 660,00	659,51	-0,49	664,57	4,57	669,80	9,80	—		661,65	1,65	649,15	-10,85	0,94	7,63
Ⓗ⟷Ⓘ 840,00	842,29	2,29	840,16	0,16	843,58	3,58	—		842,88	2,88	841,53	1,53	2,09	1,31
Ⓙ⟷Ⓚ 2700,00	2713,97	13,97	2719,23	19,23	2708,63	8,63	—		2713,00	13,00	2696,23	-3,77	10,21	8,67
Ⓛ⟷Ⓚ 265,00	270,00	5,00	268,40	3,40	262,79	-2,21	—		270,59	5,59	267,94	2,94	2,94	3,08
Ⓜ⟷Ⓚ 100,00	101,93	1,93	97,63	-2,37	98,04	-1,96	—		99,01	-0,99	100,46	0,46	-0,59	1,77
Ⓝ⟷Ⓚ 2130,00	2152,95	22,95	2136,41	6,41	2153,14	23,14	—		2132,03	2,03	2129,01	-0,99	10,71	11,56
Ⓞ⟷Ⓚ 1050,00	1062,73	12,73	1064,02	14,02	1061,57	11,57	—		1055,78	5,78	1048,51	-1,49	8,52	6,42
Ⓟ⟷Ⓚ 2150,00	2167,94	17,94	2156,96	6,96	2157,82	7,82	—		2152,18	2,18	2149,62	-0,38	6,90	7,03

*Em milímetros

○⟷○ Dimensões necessárias para a mobília

▭ - Maior erro

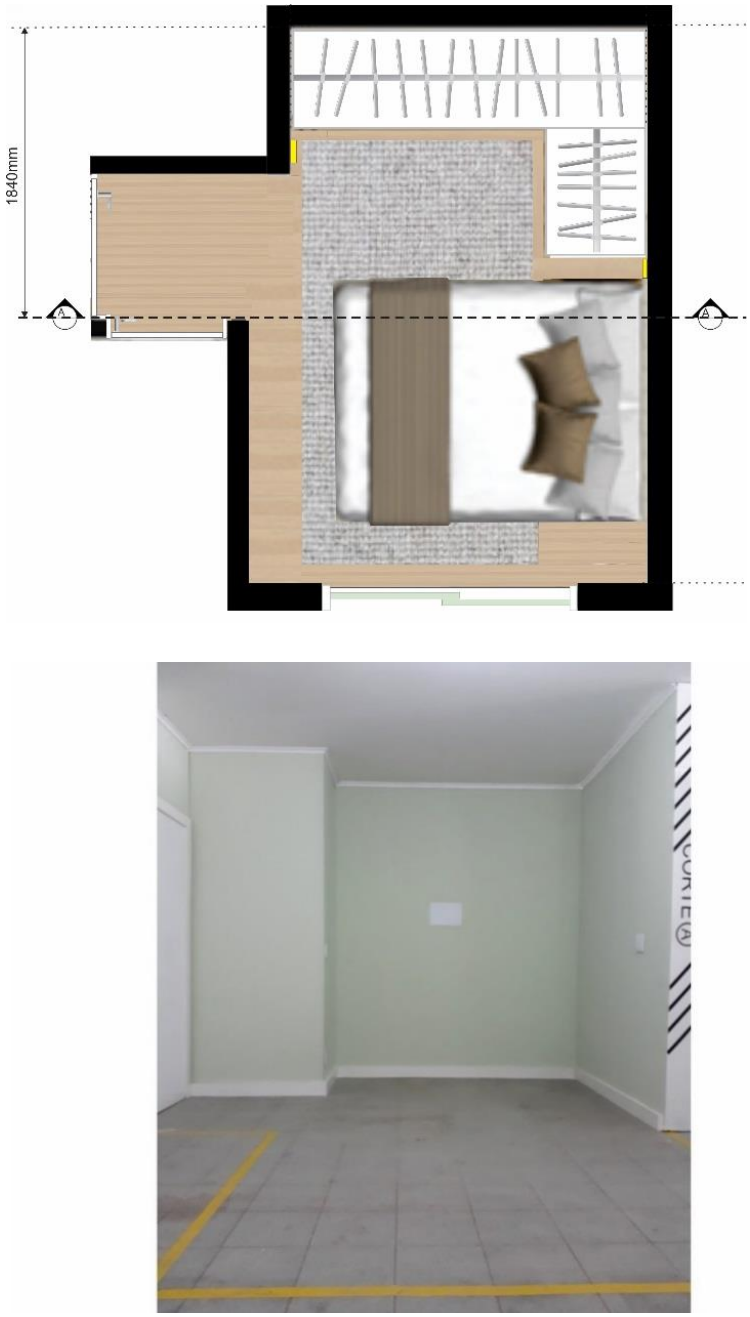
NA - Não aplicável

A - Aplicável

3.4.2 Experimentos referente a Unidade Experimental 02

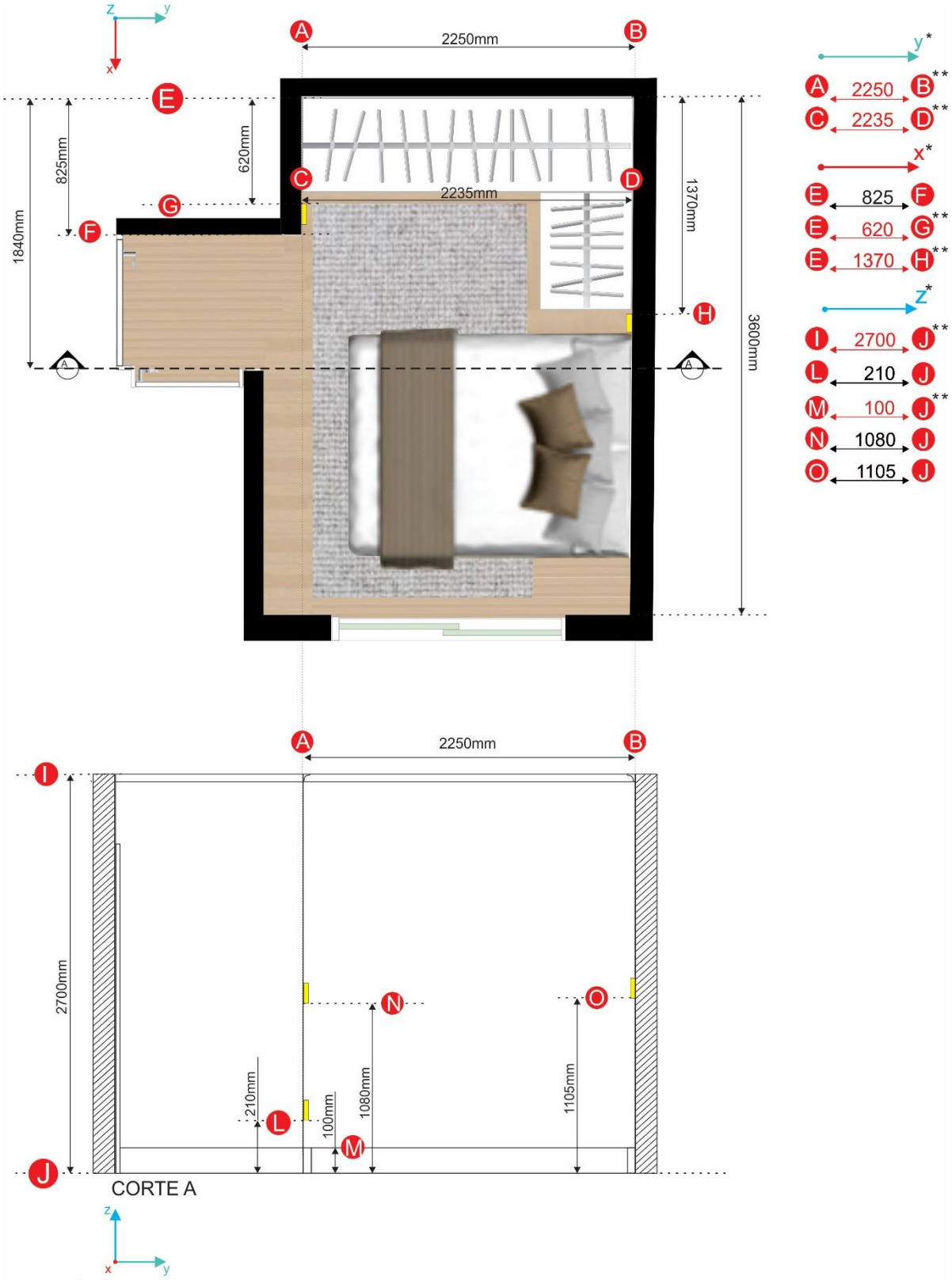
Esta seção apresenta o ambiente de testes referente a Unidade Experimental 02, suas dimensões, bem como os resultados obtidos através do plano experimental apresentado na seção 3.3, onde expõe as digitalizações dos dormitórios proveniente dos conjuntos de fotografias compartilhados por cada integrante e as informações dimensionais obtidas em cada geometria digitalizada.

Figura 28 - Unidade Experimental 02



Fonte: Autor, “adaptado de” Lavvi/Cyrela

3.4.2.1 Dimensões da Unidade Experimental 02



*Em milímetros.

**Dimensões necessárias para parametrização da mobília proposta na planta.

Tomadas adaptadas

3.4.2.2 Digitalizações da Unidade Experimental 02

NA	Experimento 2 - Integrante 05 Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 5* Tempo de processo fotográfico: *10 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *66* Fotos utilizadas pelo software: *47*
	Experimento 2 - Integrante 06 Dispositivo utilizado: *smart. Samsung Galaxy J7 Prime* Tempo de processo fotográfico: *12 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *99* Fotos utilizadas pelo software: *91*
	Experimento 2 - Integrante 07 Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 5SE* Tempo de processo fotográfico: *8 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *86* Fotos utilizadas pelo software: *47*
	Experimento 2 - Integrante 08 Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 6* Tempo de processo fotográfico: *10 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *72* Fotos utilizadas pelo software: *39*
	Experimento 2 - Plano de análise 01 - (integrante 07- *smartphone* 05) Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 5* Tempo de processo fotográfico: *10 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *75* Fotos utilizadas pelo software: *39*
	Experimento 2 - Plano de análise 02 - (Integrante 05 - *smartphone* 07) Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 5SE* Tempo de processo fotográfico: *10 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *98* Fotos utilizadas pelo software: *79*

NA-Não aplicado

3.4.2.3 Resultados dimensionais obtidos da Unidade Experimental 02

Esta seção expõe as dimensões obtidas através das digitalizações resultantes dos experimentos realizados na Unidade Experimental 02, as demais dimensões, referenciadas pelos segmentos expostos no desenho técnico do cômodo em questão, encontram-se no Apêndice C.

Figura 29- Amostra de dimensões obtidas-U.E.02-segmentos CD/IJ

3.4.2.4 Dimensões obtidas através das digitalizações da Unidade Experimental 02

DIMENSÕES OBTIDAS SEM CONTATO COM O AMBIENTE*

DIMENSÕES UNIDADE EXPERIMENTAL 02	PLANO EXPERIMENTAL								1 PLANO DE ANÁLISE 2				MÉDIA DOS ERROS DIMENSIONAIS	DESVIO PADRÃO DOS ERROS
	Digitalização U.E. 02		Digitalização U.E. 02		Digitalização U.E. 02		Digitalização U.E. 02		Digitalização U.E. 02		Digitalização U.E. 02			
	Integrante 05 smartphone 05		Integrante 06 smartphone 06		Integrante 07 smartphone 07		Integrante 08 smartphone 08		Integrante 07 smartphone 05		Integrante 05 smartphone 07			
Segmentos	NA	erro	A	erro	A	erro	A	erro	A	erro	A	erro		
Ⓐ⟷Ⓑ 2250,00	—		2273,00	23,00	2250,34	0,34	2262,00	12,00	2256,44	6,44	2270,83	20,83	12,52	9,54
Ⓒ⟷Ⓓ 2235,00	—		2259,31	24,31	2233,64	-1,36	2238,81	3,81	2245,60	10,60	2240,87	5,87	8,65	9,75
Ⓔ⟷Ⓕ 825,00	—		812,46	-12,54	809,31	-15,69	816,79	-8,21	814,11	-10,89	810,93	-14,07	-12,28	2,88
Ⓔ⟷Ⓖ 620,00	—		624,11	4,11	615,79	-4,21	616,62	-3,38	608,41	-11,59	634,50	14,50	-0,11	9,88
Ⓔ⟷Ⓗ 1370,00	—		1384,83	14,83	1355,59	-14,41	1350,46	-19,54	1359,04	-10,96	1364,31	-5,69	-7,15	13,28
Ⓘ⟷Ⓙ 2700,00	—		2702,64	2,64	2714,36	14,36	2695,04	-4,96	2720,13	20,13	2722,06	22,06	10,85	11,63
Ⓛ⟷Ⓙ 210,00	—		223,66	13,66	223,39	13,39	228,31	18,31	225,21	15,21	223,97	13,97	14,91	2,02
Ⓜ⟷Ⓙ 100,00	—		97,95	-2,05	94,83	-5,17	96,67	-3,33	103,01	3,01	103,83	3,83	-0,74	3,96
Ⓝ⟷Ⓙ 1080,00	—		1108,23	28,23	1077,70	-2,30	1099,81	19,81	1090,61	10,61	1095,58	15,58	14,39	11,34
Ⓞ⟷Ⓙ 1105,00	—		1112,72	7,72	1113,16	8,16	1130,72	25,72	1112,68	7,68	1108,39	3,39	10,53	8,70

*Em milímetros
○⟷○ Dimensões necessárias para a mobília
▭ - Maior erro
NA - Não aplicável
A- Aplicável

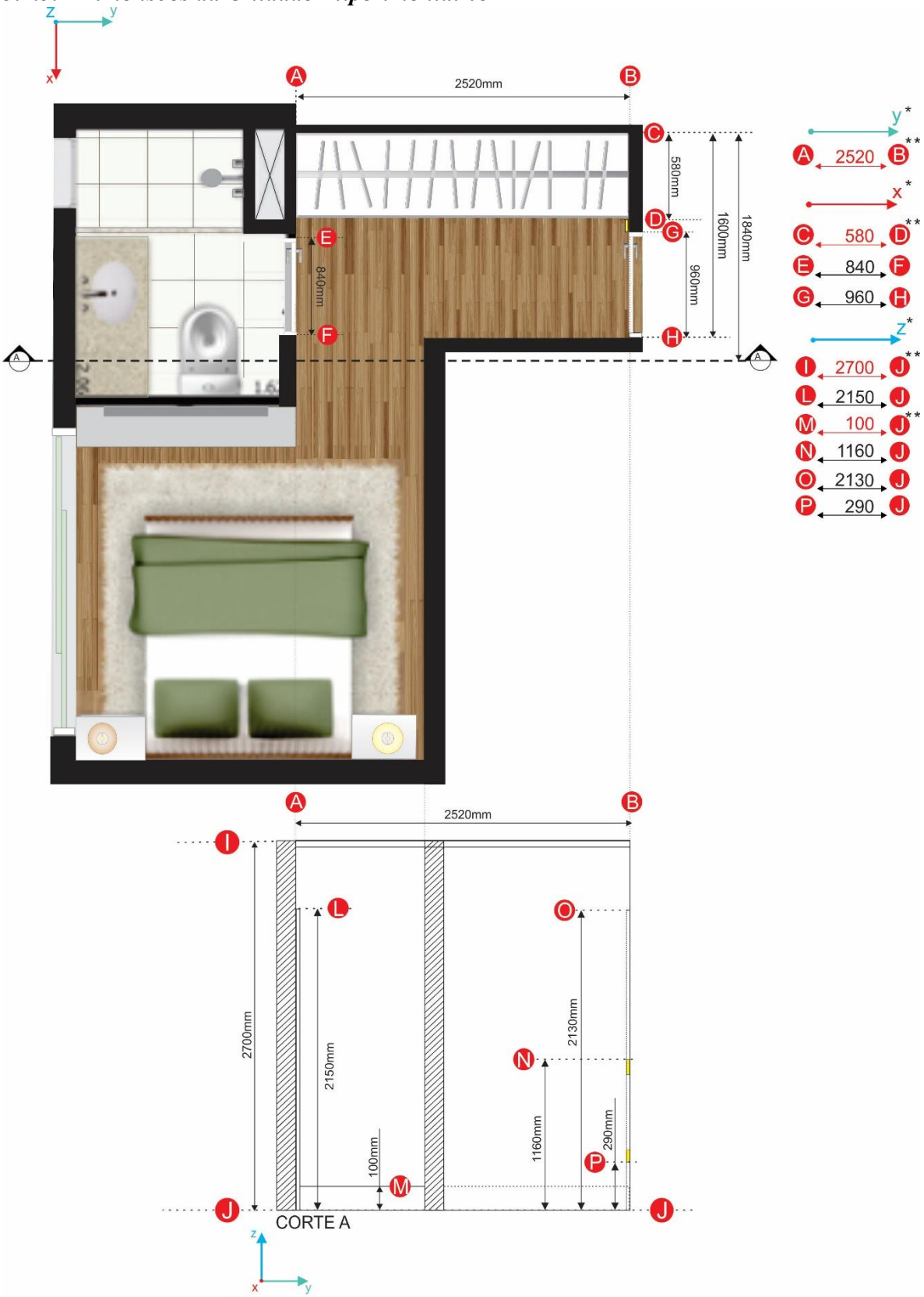
3.4.3 Experimentos referente a Unidade Experimental 03

Esta seção apresenta o ambiente de testes referente a Unidade Experimental 03, suas dimensões, bem como os resultados obtidos através do plano experimental apresentado na seção 3.3, onde expõe os resultados das digitalizações proveniente dos conjuntos de fotografias compartilhados por cada integrante.

Figura 30 - Unidade Experimental 03

Fonte: Autor, “adaptado de” Even

3.4.3.1 Dimensões da Unidade Experimental 03



*Em milímetros.

**Dimensões necessárias para parametrização da mobília proposta na planta.

Tomadas adaptadas

3.4.3.2 Digitalizações da Unidade Experimental 03

NA	Experimento 3 - Integrante 09 Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 7* Tempo de processo fotográfico: *7 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *57* Fotos utilizadas pelo software: *15*
NA	Experimento 3 - Integrante 10 Dispositivo utilizado: *smartphone Samsung J2* Tempo de processo fotográfico: *9 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *88* Fotos utilizadas pelo software: *13*
NA	Experimento 3 - Integrante 11 Dispositivo utilizado: *smartphone Apple iPhone 6* Tempo de processo fotográfico: *10 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *78* Fotos utilizadas pelo software: *11*
NA	Experimento 3 - Integrante 12 Dispositivo utilizado: *smartphone Samsung Galaxy J7* Tempo de processo fotográfico: *10 minutos* Quantidade de fotos obtidas: *85* Fotos utilizadas pelo software: *10*
NA	Experimento 3 - Plano de análise 01 - NA Dispositivo utilizado: Tempo de processo fotográfico: Quantidade de fotos obtidas: Fotos utilizadas pelo software:
NA	Experimento 3 - Plano de análise 02 - NA Dispositivo utilizado: Tempo de processo fotográfico: Quantidade de fotos obtidas: Fotos utilizadas pelo software:

NA-Não aplicado

As Digitalizações “não aplicáveis” referentes à Unidade Experimental 03 se encontram no apêndice D.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Diante dos resultados obtidos, apresentados no capítulo 3, pode-se observar que em determinadas configurações de dormitório a tecnologia proposta pode sim substituir o processo físico de medição, gerando ambientes em 3D capazes de prover informações dimensionais sem contato com o ambiente.

Quanto ao processamento fotográfico realizado na primeira, das duas etapas que compõem a analise, algumas implicações foram observadas. Atendendo o propósito do presente estudo onde o processamento fotográfico é realizado por usuários não experientes, (função que seria atribuída ao cliente), foi proposto, com base nos pré experimentos realizados pelo autor, um tempo médio de 8 minutos para a realização do procedimento fotográfico, que resultam em aproximadamente 80 fotos, considerando uma média de rejeição automática do *software* atribuída a fotos irrelevantes para a formação da geometria. De fato, como esperado, obteve-se esta média, no entanto, ao analisar o comportamento dos integrantes, pôde-se observar que durante o procedimento realizado em particular nas Unidades Experimentais 01 e 02, quatro dos oito integrantes destinados para os respectivos experimentos pareciam não saber mais o que fotografar aos 6 minutos. Já no terceiro experimento, representado por um "*closet*" com área útil de 4 m^2 classificado no presente estudo como alto nível de complexidade, onde o enquadramento das imagens é restrito devido ao espaço, notou-se o mesmo ocorrido nos experimentos 01 e 02, porém aos 3 minutos. Diante do ocorrido, em ambas seções, os integrantes foram orientados a continuar o procedimento com base nas recomendações do manual.

Vale destacar que a quantidade de fotos proposta se mostrou necessária para a digitalização integral das Unidades Experimentais, a partir do corte "A". Ainda com base na fase pré experimental, para a digitalização apenas da região destinada à mobília, calcula-se que em média 20 a 30 fotos sejam suficientes, reduzindo o tempo de processamento fotográfico para aproximadamente 4 minutos. Outro ponto observado por todos os integrantes dos experimentos, refere-se ao envio das fotos. Tendo como limite o envio de 30 fotos por mensagem, máximo permitido pelo aplicativo utilizado nos experimentos, o *Whatsapp*, o envio das fotos foi fragmentado em 3 e até 4 conjuntos, ocasionando em alguns casos duplicidade e até mesmo ausência de fotos, uma vez que, no final de cada experimento o número de fotos obtidas era contabilizado e nem sempre coincidia com o conjunto recebido. Diante da dificuldade, os integrantes 03 e 07 utilizaram outro método de envio do conjunto de

fotografias, onde o integrante 03 enviou seu conjunto via *Dropbox* e a integrante 07 transferiu o conjunto realizado no plano de análise pelo integrante 5, via cabo, no próprio computador utilizado para a realização dos experimentos.

Ainda assim, quanto ao comportamento dos integrantes, quando questionados sobre o procedimento, bem como o método proposto que substitui o processo físico de medição realizado por meio de visitas, apenas 3 dos 12 integrantes relataram um certo desconforto ao realizar o procedimento fotográfico, sendo um integrante da Unidade Experimental 01 e dois integrantes da Unidade Experimental 03. Dados como estes, reforçam as perspectivas das empresas sobre a nova demanda de clientes digitais, mostrando que algumas barreiras, principalmente as relacionadas à cultura das pessoas, se mostram bastante fragilizada.

Diante da segunda etapa do método, (função destinada aos projetistas das indústrias) o processo de obtenção da geometria em 3D por meio do *software* se apresentou de forma simples e rápida como descrito por (BARAZZETTI *et al*., 2010; DAI *et al*., 2014; LUHMANN *et al.,* 2006; ARIAS *et al.*, 2005; CHODORONEK, 2015; LEITCH *et al.,* 2012; YAKAR, 2011).

Assim, aliado ao sistema de processamento em nuvem, (SaaS) um dos pilares da indústria 4.0, disponível no *software* utilizado, após o recebimento das fotos obtidas pelos integrantes através dos experimentos, as mesmas foram selecionadas e adicionadas no ícone destinado para tal e em questão de minutos, recebeu-se um *e-mail* com os dizeres: "*Great News! Your 3D model is ready"*. Ao analisa-lo, pôde-se confirmar o exposto por Chodoronek, (2015) em seu estudo de arqueologia, "a capacidade de visualização do modelo em 3D permite um exame detalhado de uma maneira que não é possível com esboços e fotos estáticas". Com relação à coleta de informações dimensionais, por meio das geometrias entregues, pôde-se confirmar o descrito por Arias *et al.*, (2005) em seu estudo sobre conservação de edifícios monumentais, onde atribui a velocidade de se obter dimensões como a característica mais importante da técnica. De fato, o exposto foi observado, levando apenas segundos para se obter qualquer cota presente na geometria em 3D dos cômodos.

Em cumprimento aos objetivos propostos, ao analisar a aplicabilidade do método, bem como a qualidade das geometrias em 3D resultantes dos 12 experimentos e por consequência, seus planos de análise, o método proporcionou 10 digitalizações aptas para a obtenção de informações dimensionais, sendo estas, referentes às Unidades Experimentais 01 e 02. Devido às configurações, bem como as dimensões do dormitório classificado como "alta

complexidade", representado na Unidade Experimental 03, não se obteve êxito em nenhum dos experimentos.

Quanto a aplicação do método, quando relacionada aos 390 dormitórios presentes nos 167 empreendimentos analisados no estudo, 72,6%, mais precisamente, 283 dormitórios possuem características e configurações semelhantes às classificadas no presente estudo como baixa complexidade, representada pela Unidade Experimental 01 onde todos integrantes, por meio do plano de análise, onde há troca de *smartphones*, proporcionaram através de seus conjuntos de fotos, digitalizações aptas para obtenção de informações dimensionais.

Atrelado às dimensões e configurações, tanto dos cômodos como das mobílias propostas pelas construtoras por meio de plantas humanizadas, 17,4% seguem os conceitos da Unidade Experimental 02, (complexidade média) onde, também, por meio do plano de análise, todos integrantes proporcionaram digitalizações viáveis e aptas para obtenção de informações dimensionais.

Apenas 10% dos 390 dormitórios analisados possuem características geométricas semelhantes às representadas na Unidade Experimental 03 (complexidade alta) onde o método não se mostrou viável em nenhum experimento.

Quanto a precisão, diante das dimensões obtidas sem contato com o ambiente, por meio das geometrias em 3D das Unidades Experimentais 01 e 02 entregues pelo *software*, expostos na seção 3.4.1.4 e 3.4.2.4, o método, com base nas práticas utilizadas pelo setor de mobília planejada, que permite um desvio dimensional corrigido por peças de acabamento no momento da instalação, se mostrou viável e eficaz, onde o maior desvio apresentado foi de 28,23mm, referente ao segmento N-J da Unidade Experimental 02, inferior à tolerância de erro estipulada no presente estudo, correspondente a 40 mm.

Quanto as observações, relatadas neste capítulo, bem como os resultados obtidos na Unidade Experimental 03, onde a aplicação do método não se mostrou viável, pôde-se observar que os desenvolvedores de *softwares,* bem como de *smartphones,* estão atentos às tendências comportamentais e aos benefícios proporcionados pelo método e estão sistematicamente aprimorando seus produtos que devem viabilizar, em pouco tempo, uma amplitude de aplicações, não só destinada ao setor de móveis como em diversos segmentos que utilizam processos semelhantes.

Ressalta-se ainda que, com a popularização das tecnologias de Realidade Virtual, Aumentada e da Manufatura Aditiva, outro pilar da indústria 4.0, muitos avanços vêm ocorrendo no campo da Captura de Realidade. Exemplo disto, pôde ser visto no último

lançamento de *smartphones* da Sony, o XPERIA XZ1, que dispõe da mesma tecnologia de digitalização utilizada no estudo, denominada pela empresa como “3D CREATOR”. Não muito distante, os avanços relacionados à técnica, puderam ser observados diante das constantes atualizações do *software* no decorrer do estudo, com melhorias atreladas não só às ferramentas de medição, tempo de processamento da geometria, como também na forma de como os produtos digitalizados são entregues.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a tecnologia proposta se destaca como uma alternativa potencial de baixo custo para a digitalização do processo de medição da indústria de móveis planejados e como consequência a viabilização de sua integração aos demais processos.

Considerando o exposto e os resultados da pesquisa, conclui-se que as barreiras atreladas aos custos da transformação digital podem ser contornadas por meio de uma cultura voltada a inovação, adaptando tecnologias já existentes, capazes de impulsionar mudanças disruptivas nos processos, bem como nas experiências voltadas aos clientes, para, por fim, fornecer produtos de forma inteligente, oriundos de processos digitais e de baixo custo, conceitos básicos da indústria 4.0.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Diante da elaboração deste trabalho, surgiram ideias que podem ser elaboradas em futuras pesquisas como a análise da produtividade por meio de *softwares* de simulações na utilização do método proposto frente aos métodos manuais de medição nas indústrias de móveis planejados.

Sugere-se também, estudar a utilização da própria geometria em 3d do cômodo para configurar os módulos dos móveis planejados, uma vez que o sistema dispõe de extensões de saída aptas para *softwares* CAD, gerando ainda mais produtividade nos setores de desenvolvimento de produtos.

Ainda com base no método, sugere-se investigar sua utilização em diferentes setores que atuem com sistema de venda *e-commerce,* onde a necessidade de contato com o cliente para obtenção de informações inviabiliza a operação, bem como a logística envolvida para tal.

REFERÊNCIAS

ACHILLE, C. et al. Transportable 3d acquisition systems for cultural heritage: reverse engineering and rapid prototyping of the bronze lions of the saint Isidoro chapel in the basilica of san marco in venice. **XXI International CIPA Symposium**, Athenas, 2007.

ALBERT, M. -7 Things to Know about the Internet of Things and Industry 4.0-**Data-Driven Manufacturing**. November, 2016.

APOSTU, A. et al. **Study on advantages and disadvantages of Cloud Computing** – the advantages of Telemetry Applications in the Cloud. ISBN: 978-1-61804-179-1, 2013.
ARIAS et al. **Control of structural problems in cultural heritage monuments using close-range photogrammetry and computer methods**. 2005.

BALYKOV, V et al**.** Application of Mobile Photography with Smartphone Cameras for Monitoring of Early Caries Appearance in the Course of Orthodontic Correction with Dental Brackets. **Applied Medical Informatics.** 2014**.**

BARAZZETTI, L.; SCAIONI, M.; REMONDINO, F. Orientation and 3D modelling from markerless terrestrial images: combining accuracy with automation, ***The Photogrammetric Record,*** 25(132), pp 356–381. 2010.

BASTIAN, A. V. "Citygml e fotogrametria digital na documentação arquitetônica: potencialdiades e limitações", p. 562-575. In: **Anais do VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção** - ISSN 2357-7592, DOI 10.5151/engpro-tic2015-051T, 2015.

BAUER, W. S. et al. Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Berlin, Stuttgart: BITKOM, Fraunhofer IAO. 2014.

BERAWI, M. A. **Value-Based Innovation: Knowledge And Technology Transfer In The Triple Helix Model**. 2016.

BETZ, F. **Management of Technological Innovation: Competitive Advantage from Change**, 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, NY. 2003.

BOSTON CONSULTING GROUP. **Industry 4.0**-The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. 2015.

BRUTTO, M, P. MELI, P. **Computer vision tools for 3d modelling in archaeology** Dept. of Civil, Environmental, Aerospace and Materials Engineering University of Palermo, Italy. 2012.

BURNS, J. **Integrating Structure-From-Motion photogrammetry with geospatial software as a novel technique for quantifying 3D ecological characteristics of coral reefs**. 2015.

CÂNDIDO, G.A.; ABREU, A. F. **O processo de implantação de novas tecnologias e a busca da sinergia entre indivíduo e organização**. Revista de Ciências da Administração, vol. 4, núm. 8, julio-diciembre, 2002, pp. 1-13 Universidade Federal de Santa Catarina Santa Catarina, Brasil, 2002.

CELANI, G.; CANCHERINI, L. Digitalização tridimensional de objetos: um estudo de caso, São Paulo, p. 309-311, **Anais do Sigradi**, 2009.

CHANDLER J.H., FRYER J.G. Capacidades métricas de câmeras digitais de baixo custo para medição de superfície de curto alcance. Photogrammetry Rec. 20: 12-26. 2005.

CHANDLER J.H., FRYER J.G. Accuracy of Autodesk 123D CATCH? **Researchgate** Geomatics World. 2013.
CHHABLANI, J. KAJA, S. AND SHAH, V **"Smartphones in ophthalmology,"** *Indian Journal of Ophthalmology*, vol. 60, no. 2, pp. 127–131, 2012.

CHODORONEK, M.A. **The use and application of photogrammetry for the in-field documentation of archaeological features**: three case studies from the great plains and southeastern Alaska University of Nebraska, 2015.

CNI-Sondagem especial Indústria 4.0 https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/e0/aa/e0aabd52-53ee-4fd8-82ba-9a0ffd192db8/sondespecial_industria40_abril2016.pdf

CNI Indústria 4.0: **Novo desafio para a indústria brasileira -** Indicadores CNI ISSN 2317-7330 • Ano 17 • Número 2 • abril de 2016

COELHO, F.L.C.T.; BRITO, J. L. **Fotogrametria Digital**. Editora da Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil: 2007.

COLEMAN, D. E.; MONTGOMERY,D. C. *Technometrics* **A Systematic Approach to Planning for a Designed Industrial Experiment** Vol. 35, No. 1. 1993.

CUERVO, E *et al*. MAUI: Making Smartphones Last Longer with Code Offload **Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys '10).** 2010.

CYRELA- baixa complexidade. Disponível em https://www.cyrela.com.br/imovel/atmosfera-apartamento-bosque-da-saude-zona-sul-sao-paulo-sp - Acessado em 27/07/2017

DAVENPORT, T. H. ***Process innovation**:* reengineering work. Boston: Harvard Business School, 1993.

DAI, F.C.A; LEE, C.F. B.; NGAIB Y.Y a Institute of Geographical Sciences and Natural Resources, Chinese Academy of Sciences, The University of Hong Kong, 2002.

DAI, F; FENG, Y; HOUGH, R. **Fontes de erros fotogramétricos e impactos na modelagem e levantamento em aplicações de engenharia de construção,** 2014.

DELOITTE- **Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.** 2015

DELOITTE- Global Mobile Consumer Survey 2017. Disponível em: https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/mobile-survey.html - acessado em 13/01/ 2018

DIEHL, Astor Antônio. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas**: métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ESPM- A Customização do Atendimento no Varejo. Disponível em http://varejo.espm.br/a-customizacao-do-atendimento-no-varejo- Acessado em 19/02/2017

EVEN- alta complexidade. Disponível em https://www.even.com.br/marizvilamariana - Acessado em 12/08/2017.

FERREIRA, J.L. et al., **Relatório de acompanhamento setorial indústria moveleira**- Volume I - Unicamp ABDI, 2008.

FGV- 27ª Pesquisa Anual do Uso de TI, 2016 Disponível em http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19113/GVcia_Meirelles.%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf?sequence=1&isAllowed=y - acessado em 22/06/2017

FREEDMAN, B - The Opportunities and Challenges of the Industrial Internet of Things **Vision & Sensors**, 2017.

GALINARI, R et al. A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas. Bens de Consumo BNDES Setorial 37, p. 227-272 -2013.

GERHARDT, T. E.; SOUZA, A.C. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.

GIL, A.C. **Gestão de pessoas**: enfoque nos papeis Profissionais. São Paulo: Atlas. 2001.

Gil, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002 Bibliografia. ISBN 85-224-3169-8, 2002.

GOWDA, A. B.; SUBRAMANYA, K. N. An Analysis of the Benefits of Cloud Services for Supply Chain Using Analytic Hierarchy Process. **The IUP Journal of Computer Sciences**, Vol. IX, No. 4, October 2015, pp. 31-45, 2015.

GRIMM, A. Photogrammetric Week '07 Dieter Fritsch (Ed.) - The Origin of the Term Photogrammetry, Kreuztal, 2007.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM A.L. **A fotogrametria digital na documentação do patrimônio arquitetônico,** 2008.

GROETELAARS, N. J.; AMORIM A.L Dense Stereo Matching (DSM): conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias- SIGRADI 2012

GRUSSENMEYER, P.; HANKE, K.; STREILEIN, A. Architectural photogrammetry. In: Kasser, M.; Egels, Y. Digital Photogrammetry. Londo: **Taylor & Francis**, 2002.

GÜNTHER, H. **Pesquisa qualitativa v. pesquisa quantitativa**: Esta é a questão? Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 07. Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental. 2004.

HAMMER, M.; CHAMPY, J. Reengineering the Corporation; A Manifesto for Business Revolution. New York, 1994.

IEMI- Disponível em http://www.iemi.com.br/press-release-mercado-de-moveis-planejados-movimenta-r-14-bilhoes-no-brasil/ Acessado em 23/05/2016.

JOSEPH, B. et al. Telephotography in Trauma: A 2-Year Clinical Experience. 2013.

KALIYADAN, F. et al. **Mobile teledermatology--patient satisfaction, diagnostic and management concordance, and factors affecting patient refusal to participate in Saudi Arabia.** J Telemed Telecare 2013;19:315-9. 2013

KEMPER, H.; et al., **Industry 4.0-** Information Systems University of Stuttgart Keplerstr. 17 70174 Stuttgart Germany DOI 10.1007/s12599-014-0334-4 -2014.

KOLECKA, N. - **photo-based 3d scanning vs. laser scanning** – competitive data acquisition methods for digital terrain modelling of steep mountain slopes.2011.

LAGER, T.; BERGFORS, M. Innovation of process technology: exploring determinates for organizational design. **International Journal of Innovation**. https://doi.org/10.1142/S1363919611003635 (2011).

LAVILLE, C.; DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: **ARTMED**, 1999.

LAVVI/ CYRELA- média complexidade. Disponível em http://www.pracasdacidade.com/praca-mooca/ acessado em 02/09/2017.

LEIFER, R.; O'CONNOR G. C.; RICE, M. **A implementação de inovação radical em empresas maduras** *RAE* • v. 42 • n. 2 • Abr./Jun. 2002.

LEITCH K. R.; MALCOLM D. B.; COON, M.B. **Noncontact Modeling of Structures Using Close-Range Digital Photogrammetry**.2012.

LICHTBLAU, K. *et al* ***Industrie 4.0****-Readiness*. Frankfurt am Main: Impuls-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik, (2015).

LUHMANN, T. et al **Close range photogrammetry – principles, methods and applications.** 2006.

MADSEN, E. S. et al., The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions Digital. 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2013. **ScienceDirect**. 2014.

MICROSOFT- Disponível em https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-saas/ Acessado em 02/11/2017.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B C. **Painéis de madeira no Brasil**: panorama e perspectivas. Rio de Janeiro: BNDES setorial. n 27, p.126, 2008.

MILLER, L.; MILLER, R.; DISMUKES, J. **The Critical Role of Information and Information Technology in Future Accelerated Radical Innovation**, 2005.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social**: Teoria, método e criatividade. 23 ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

MIRSHAWKA, V.; BAEZ, V. E. **Produmetria**: a vez do Brasil. São Paulo: McGraw-Hill, 1993.

MOHR, S. **The Impact of 3D Printing on Future Supply Chains,** Masters thesis, Technical University of Denmark, Copenhagen. 2015.

MOTTA., F. et al., Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil, Produção sistema produtivo: bens salário - **Documento setorial**: móveis e artefatos plásticos.2009.

MUKAI, S.; HADDOCK, L.J., KIM, D.Y. Simple, Inexpensive Technique for High-Quality Smartphone Fundus Photography in Human and Animal Eyes. **Journal of Ophthalmology** Volume 2013 (2013), Article ID 518479, 2013.

NAVARRO, P.R. Automated Digital Photogrammetry versus the systems based on active 3D sensors - **La Fotogrametría Digital Automatizada frente a los sistemas basados en sensores 3D activos,** 2011.

NIST – Disponível em https://www.nist.gov/publications/nist-definition-cloud-computing - Acessado em 18/06/2017.

PASSARELLI, B.; JUNQUEIRA, A.H.; ANGELUCI, A.C.B. Digital natives in Brazil and their behavior in front of the screens. **MATRIZes**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 159-178, ISSN 1982-8160. 2014.

PERRONE, L. **Metodi Quantitativi della Ricerca Sociale**. Feltrinelli, Milão. 1977.

PINTO, F.S; CENTENO, J.A.S **A realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 18, no 2, p. 282-301, 2012.

PIRES, S. R. I. **Gestão de Cadeia de Suprimentos**: conceitos, estratégias e casos – Supply chain management - São Paulo: Atlas, 2004.

POHANKA, M. **Photography by Cameras Integrated in Smartphones as a Tool for Analytical Chemistry** Represented by an Butyrylcholinest erase Activity Assay Miroslav, 2015.

PUCHE, J. *et al*- A vision of industry 4.0 from an artificial intelligence point of view. **Int'l Conf. Artificial Intelligence (ICAI'16)** 2016.

PWC GLOBAL- **Industry 4.0**: Building the digital enterprise PWC Global Industry 4.0 Survey. 2016.

QANBARI, S.; LI, F; DUSTDAR, S. • Toward Portable Cloud Manufacturing Services. Vienna University Of Technology. **IEEE INTERNET COMPUTING**, 2014

RADOŠEVIĆ, G.; RIZVIC, S. **Laser Scanning Versus Photogrammetry Combined with Manual Post-modeling in Stecak Digitization**. Faculty of Electrical Engineering Sarajevo Bosnia and Herzegovina, 2010.

REVISTA EXAME. Disponível em: http://exame.abril.com.br/negocios/via-varejo-inaugura-setor-de-moveis-planejados/ Acesso em 22/05/2016.

RASHIDI, A., BRILAKIS, I. e VELA, P. **Generating Absolute-Scale Point Cloud Data of Built Infrastructure Scenes Using a Monocular Camera Setting.** *School of Civil and Environmental Engineering*, Georgia Institute of Technology, 2014.

RÜßMANN, M. et al, **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries,** 2015.

SALMON J. **State of**: Close-Range Photogrammetry, 2014. Disponível em: http://www.xyht.com/lidarimaging/state-of-close-range-photogrammetry/ Acessado em 12/02/2016

SCHAEFER, B. D. et al. Distributed collaborative design and manufacture in the cloud - motivation, infrastructure, and education- **American Society for Engineering Education,** 2012.

SCHUH, G. et al. Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0 **Science Direct**, Robust Manufacturing Conference (RoMaC 2014), 2014.

SHINGO, S. O sistema Toyota de produção, do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: **Artemed**. 1996.

SCHUMPETER, J. A. **Business Cycles**. New York, NY: McGraw-Hill. 1939.

SCHWAB, K. World Economic Forum - A Quarta Revolução Industrial-tradução: Daniel Moreira Miranda – São Paulo, Edipro, ISBN: 9788572839785 - 1ª edição, 2016

SILVA, E.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**3. ed. rev. atual. - Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC. 121p. 2001.

SILVA, E.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SLACK, N. et al**.** Administração da Produção. 3. Ed. São Paulo: **Atlas**, 2009

SKARLATOS, D. A.; KIPARISSI, S. A. Dept. of Civil Engineering and Geomatics, Cyprus University of Technology, 2012.

SONAGLIO, C.M. **A inovação tecnológica em arranjos produtivos locais:** a indústria de móveis retilíneos residenciais de Bento Gonçalves. 2006.

STRATEGY & -The rise of Generation C: Implications for the world of 2020- Disponível em: www.strategyand.pwc.com/reports/rise-generation-implications-world-2020- Acessado em 14/09/2017

THAMES, L.; SCHAEFER, B. D. Software-Defined Cloud Manufacturing for Industry 4.0, Procedia CIRP. **ScienceDirect**, Volume 52, Pages 12-17- 2016.

TODORAN, G. et al. Cloud computing and big data as convergent technologies for retail pricing strategies of SMES. 2014.

TOLENTINO, M.M.A.; FEITOSA, B.B.L. A utilização de tecnologias digitais na documentação do patrimônio arquitetônico. **III Seminário Internacional Sobre Documentação Do Patrimônio Arquitetônico Com o Uso De Tecnologias Digitais** | João Pessoa. PB, 2014.

TWOMEY, S. White Paper -**"Photo reality capture for preliminary infrasctructure design".** 2013.

VIDAL, A. C. F.; da HORA, A.B. **Panorama de mercado**: Painéis de madeira. BNDES, 2014.

WESTOBY, M.J. et al. **'Structure-from- Motion' photogrammetry**: a low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology.* 2012.

WALL STREET JOURNAL- Disponível em https://www.wsj.com/articles/the-future-of-medicine-is-in-your-smartphone-1420828632. Acessado em 2/05/2017

WORLD ECONOMIC FORUM- White Paper- **Digital Transformation of Industries**: In collaboration with Accenture Digital Enterprise January, 2016

YAKAR, M. **Using close range photogrammetry to measure the position of Inaccessible geological features.** 2011.

ZHANG, C. et al**. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0:** An Outlook *School of Mechanical and Automotive Engineering, South China UniSANDSsity of Technology, Guangzhou 510641, China,* 2015.

ZHENG, P.; NI, L. - Smart Phone and Next Generation Mobile Computing, 2006
Disponível em http://www.sciencedirect.com/science/book/9780120885602
Acesso em 03/ 09/2017

APÊNDICE A- ENTREVISTAS

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA / PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Eu, Gustavo Henrique Dalceno e Silva, estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção no Centro Universitário FEI, convido a participar da pesquisa voltada a digitalização dos processos produtivos da indústria de móveis planejados orientada pelo prof. Dr. Alexandre Augusto Massote.

1. Qual atividade você exerce?

2. Quem realiza o processo de desenvolvimento e design dos produtos na empresa?
   a) Os próprios vendedores
   b) Arquitetos/designers/ projetistas
   c) Empresas terceirizadas

3. Como é realizado o processo de desenvolvimento e design da mobília?
   a) Manualmente
   b) Manualmente para posteriormente utilizar softwares de desenho em 3D
   c) Softwares 3D

4. Qual software é utilizado no desenvolvimento da mobília?

5. Existe integração dos softwares utilizados no design do produto com os setores de manufatura?

6. Como os projetos são enviados para os responsáveis pela manufatura?

7. Qual a primeira etapa do ciclo produtivo

8. No primeiro contato, como o cliente fornece as medidas e a configuração do cômodo que deseja mobiliar?
   a) Planta baixa
   b) Planta fornecida pela construtora/ escritura
   c) Desenho manual
   d) Desenho realizado por arquitetos

9. Como é apresentado o projeto inicial ao cliente? E em que momento da negociação?

10. Nesta etapa o móvel está parametrizado?

Caso a última resposta foi “sim, na primeira apresentação a mobília já está parametrizada”

11. Os projetistas se baseiam nas dimensões contidas nos documentos fornecidos pelo cliente?

12. Caso o pedido seja fechado, há necessidade de medição *in loco* para assegurar as dimensões do ambiente?

Se a última resposta foi "sim, com o pedido fechado realiza-se uma medição *in loco*"

13. Como é realizado o processo de medição? Quais instrumentos são utilizados?

14. Quem realiza este processo?

15. Qual o meio de locomoção utilizado para esta tarefa?

16. Há dificuldade para agendar a visita para coleta de informações dimensionais nas residências dos clientes? Quanto tempo costuma demorar?

17. Após a etapa de medição no ambiente, para qual setor são repassadas estas informações?

18. Costuma haver dúvidas relacionadas a alguma medida por parte do setor que recebe estas informações? Se sim, como obter estas informações?

19. A empresa utiliza módulos padronizados na configuração das mobílias?

20. Qual o intervalo de medidas entre os módulos para dormitórios?

21. Costuma haver problemas relacionados às medidas na hora da instalação, já na residência do cliente? Se sim, como procedem os ajustes?

22. Em relação as guarnições de acabamento realizados na residência do cliente, aproximadamente, qual é a medida prevista por parte do responsável pelo projeto?

23. Quais áreas são mais impactadas em caso de erros na atividade de medição do ambiente? Por quê?

a) Projeto da mobília
b) Setor da manufatura
c) Montagem e instalação

FIM.
Obrigado.

APÊNDICE B- PLANTAS CONSIDERADAS NO ESTUDO

Classic Lapa 69m²

Classic Lapa 92m²

The Year Edition 68m²

The Year Edition 92m²

Andaluz 61m²

Misti 65m²

Nomad 52m²

Moou 50m²

Moou 82m²

Living Near 62m²

Living Near 94m²

Panamerica Brickell 68m²

Panamerica Brickell 92 m²

Varanda Tatuapé 102m²

Atmosfera 103m²

Atmosfera 133m²

Legacy 149m^2

Legacy 113m^2

Camino 65m^2

Camino 95m^2

Cipriani 955 85m^2

Cipriani 955 70m^2

Grand Cipriani 115m^2

Hereditá 64m^2

Hereditá 81m^2

Praças da Cidade 51m^2

Wish 67.75m^2 Planta meio

Praças da Cidade 61m^2

Wish 67.75 m^2

Like 68m^2

Scena Alto da Lapa 122m^2

Parque Maia 58m^2

Ipiranga Meu Orgulho 84m²

Ipiranga meu orgulho 140m²

Iporanga 106m²

Vision Pinheiros 72m²

Smart Gafisa 92m² duplex

Smart Gafisa 105m² duplex

Choice Santo Amaro 71m²

Easy Maraca 92m²

Easy Cidade Universitária 60m²

Energy Brooklin 51m²

Easy Cidade Universitária 80m²

Energy Brooklin 70m²

Follow 55m²

Follow 74m²

Hi centro 66m²

d.o.c. Quatá 66m²

Central Life Club 97 m^2

EQ Jardim Prudência 72m^2

EQ jardim prudência 103m^2

Felicitá 125m^2

Like Brooklin 93m^2

Mistral 58m^2

Mistral 98m^2

Like Saúde 73m^2

Go Maraca 73,5m^2

Go Maraca 76m^2

Hi Guacá 57m^2

Like Brooklin 134,96m^2- Duplex

Loaa 147m^2

Rios Miguel Yunes 58m^2

Martese Alto da Lapa 141m^2

Mirada Tatuapé 61m^2

Monumento São Paulo 129m²

Monumento São Paulo 87m²

Praça Butantã 50m²

Praça Butantã 67m²

Misti 110 m²

Parque Maia 75m²

Nomad 81 m²

Nomad 72 m²

Moou 79 m²

Quadra Greenwich 79 m²

Quadra Greenwich 113 m²

Misti 92 m²

Nomad 115 m²

Misti 125 m²

Home Boutique 125 m²

Varanda Tatuapé 67 m²

Cyrela by Pininfarina 96 m²

Living Near 94 m²

Praça da Cidade 55 m²

Window 52m²

Praça da Cidade 94 m²

Wish 83,47 m²

Bosque Marajoara 61 m²

Bosque Marajoara 81 m²

Living Wish 55m² Lapa

Living Wish 65m² Lapa

Living Wish 81m² Lapa

Andaluz 77,5 m²

Le Champ 68m²

Andaluz 47 m²

Like Alto da boa Vista 52m²

Like Alto da boa Vista 78m²

Square Choice 71m²

Easy Maracá 69m²

Square Choice 53 m²

Central Life Clube 97m²

Easy Maracá 69m²

Central Life Clube 69m²

Fantastique 56m²

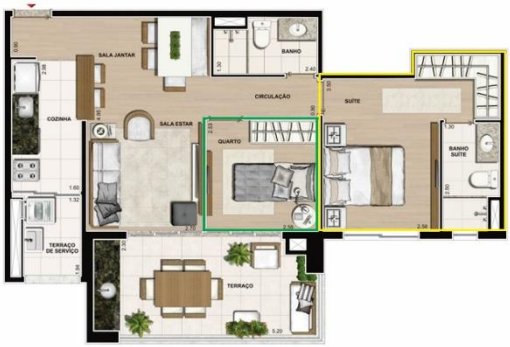
Fantastique 76 m²

Igloo 54m²

Jd. dos Girasois 70m²

Like Brooklin 93m²

Like Brooklin 72m²



Mistral 98m²

Mistral 58m²

Square Santo Amaro 65m²

Square Santo Amaro 85m²

Smart Alto de Santana 70m²

Smart Alto de Santana 95m²

Smart Maraca 76m²

Smart Maraca 53m²

Square Tatuapé 74m²

Square Tatuapé 116m²

Square Tatuapé 144m²

Boreal Santana 134 m²

Wide Vila Mariana 97m²

701 Arizona 92m²

Bella Anhaia Mello 70m²

701 Arizona 73m²

Bio Tatuapé 62m²

Autentico Mooca 59m²

Bio Tatuapé 86m²

Vernissagem Pinheiros 121m²

Bosques da Lapa 55m²

Bosques da Lapa 69m²

Club Park Remedios 60m²

Code Campo Belo 71m²

Clube Jaçanã 60m²

E Vila Madalena 149m²

Essencia Brooklin 105m²

Estações Mooca 59m²

Estilo Bom Retiro 61m²

Estilo Bom Retiro 52m²

Feel Cidade Universitária 64m²

Feel Cidade Universitária 69m²

Matriz Freguesia do Ó 69m²

Matriz Freguesia do Ó 64m²

Mosaico V Guilherme 52m²

Novitá Butantã 70m²

Novitá Butantã 64m²

Passione Duo 70m²

Parques da Lapa 96m²

Plenna V Prudente 60m²

Passione Duo 64m²

Praça Butantã 50m²

Praça Butantã 67m²

Praças da Lapa Condomínio Clube 87m²

Praças da Lapa Condomínio Clube 66m²

qu4tro Brooklin 116m²

Quadra Vila Mascote 64m²

Quintas da Lapa 134m²

Somma Brooklin 134m²

Story Jaguaré 60m²

SP Sumaré Perdizes 87m²

Tribeca 93m²

Tribeca 76m²

Spazzio Vitta Vila Ema 61m²

Vivaz 69m²

Window Belem 61m²

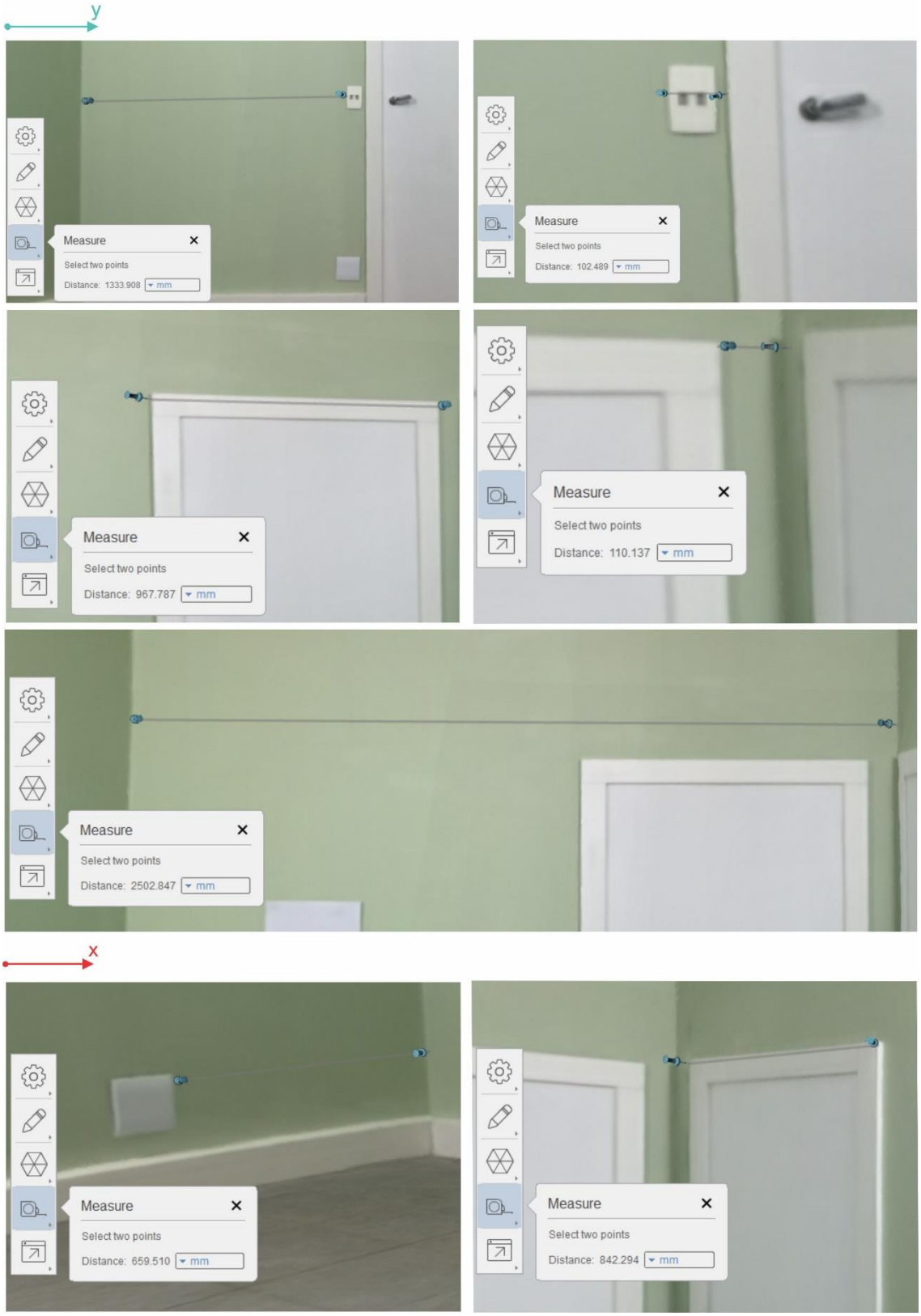
Verte 59m²

Window 52m²

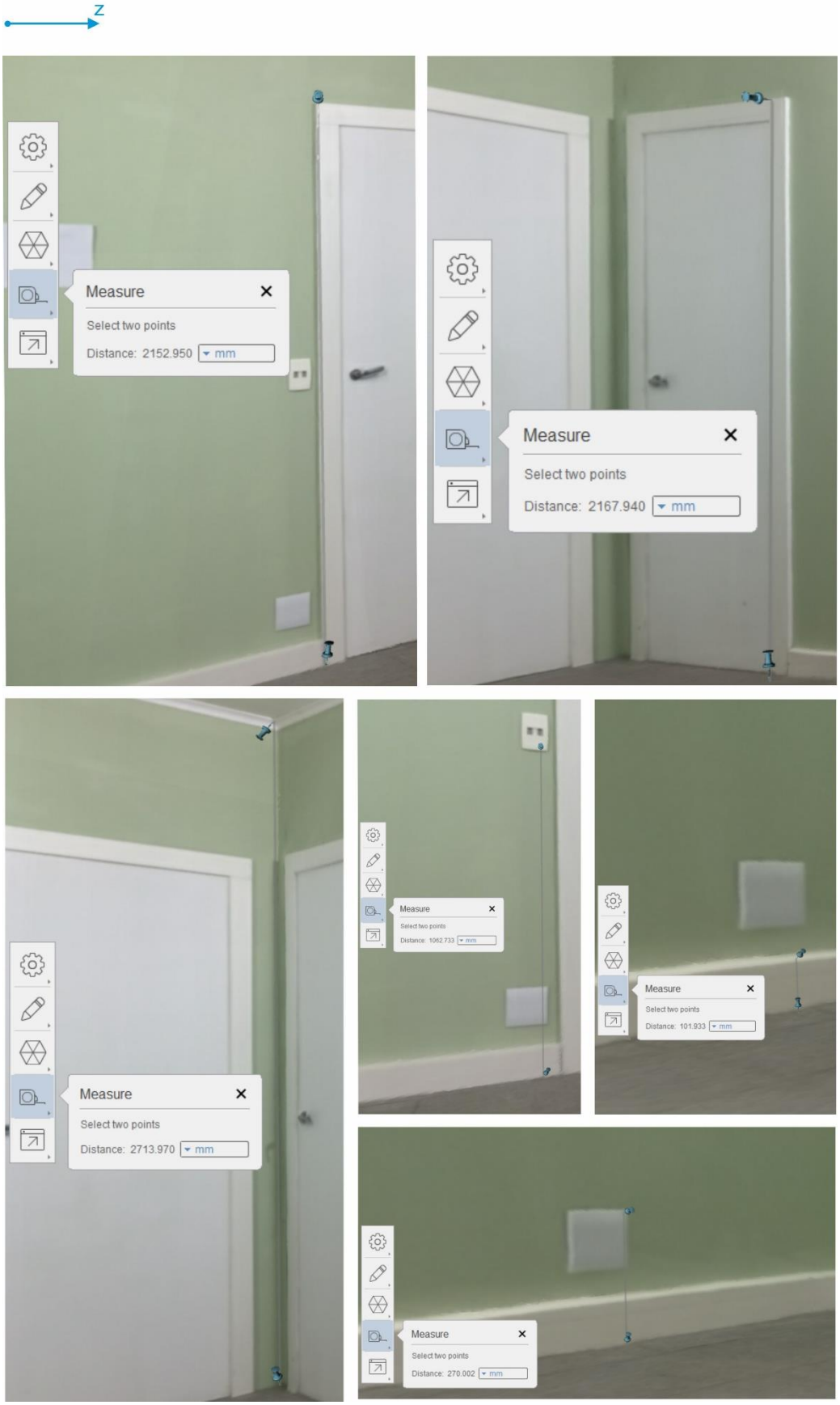
Vila Nova Ipiranga 51m²

APÊNDICE C- DIMENSÕES OBTIDAS NO *SOFTWARE*

INTEGRANTE 01 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 01



INTEGRANTE 01 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 02

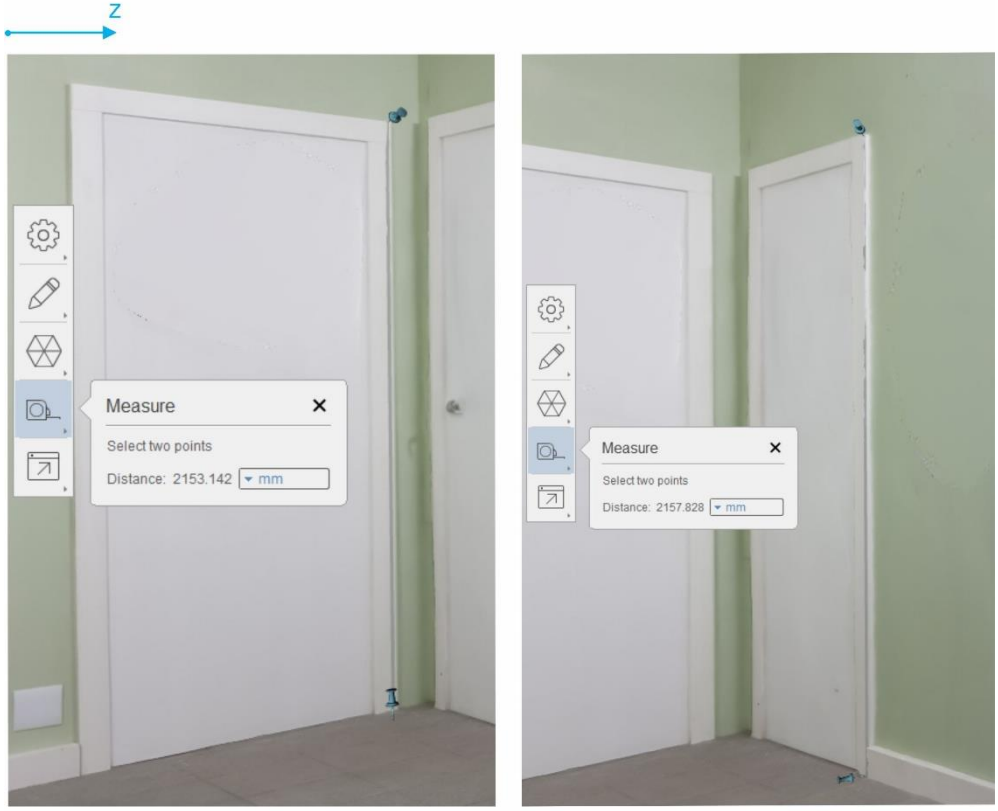


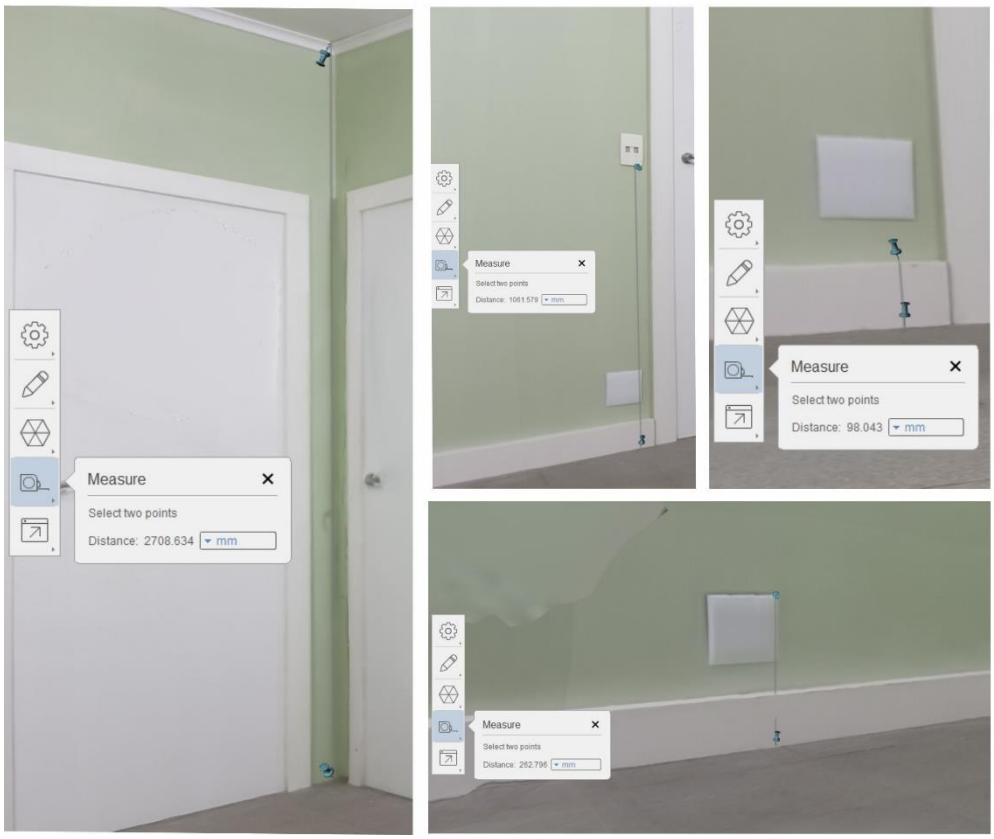
INTEGRANTE 02 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 01

INTEGRANTE 02 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 02

INTEGRANTE 03 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG -01

INTEGRANTE 03 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 02

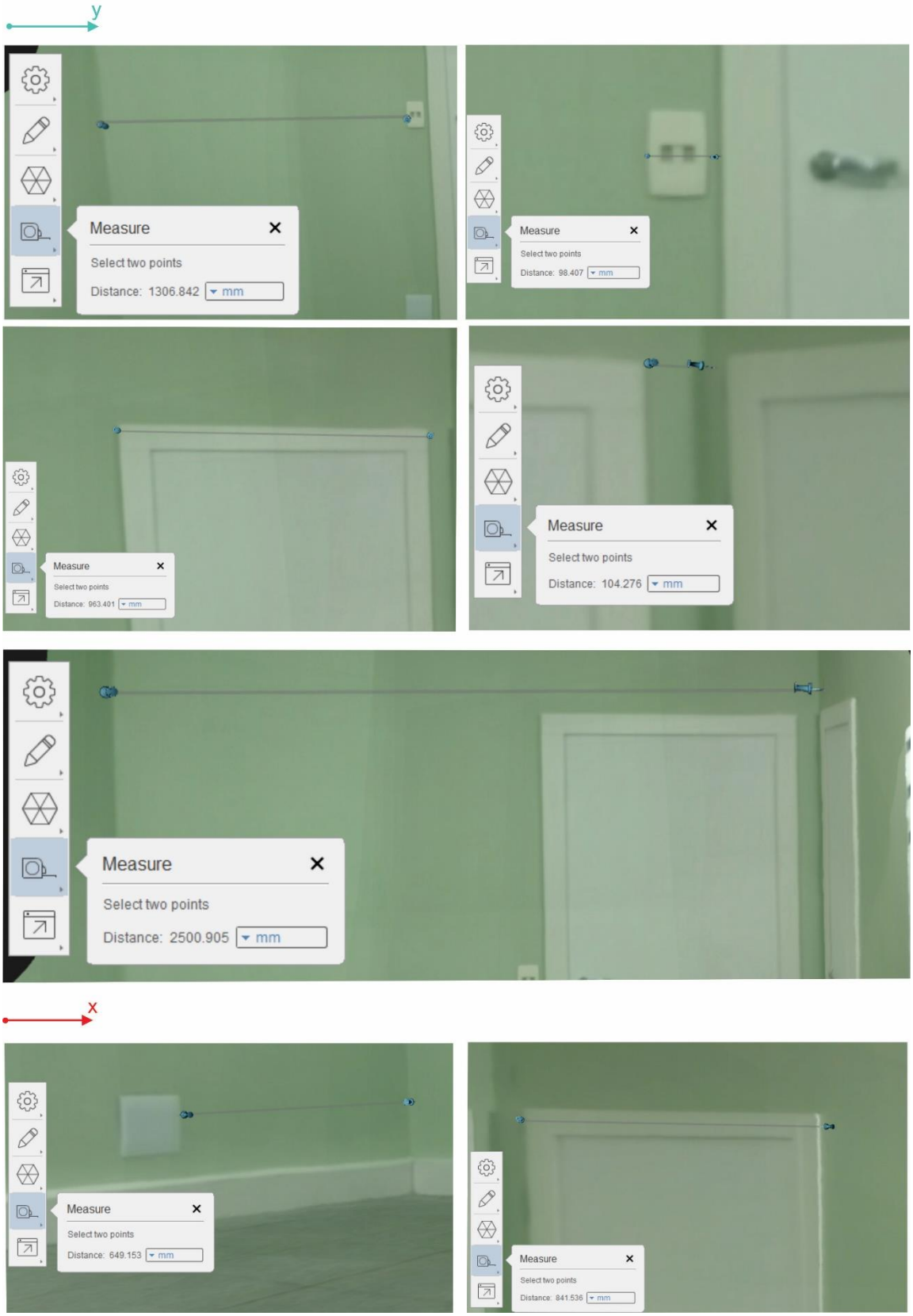




PLANO DE ANÁLISE 01- INTEGRANTE 04/SMARTPHONE 02 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 01

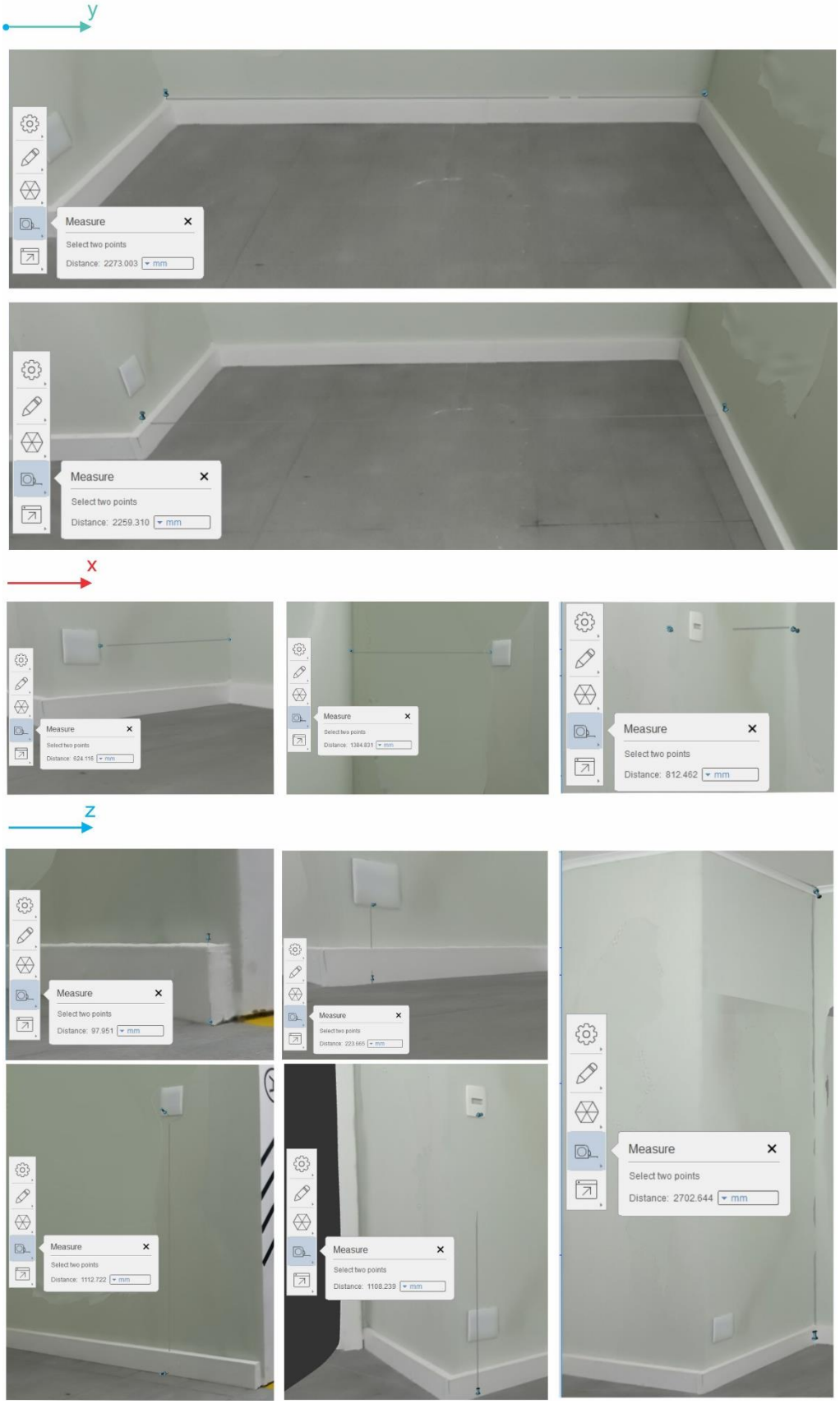
PLANO DE ANÁLISE 01 - INTEGRANTE 04/ SMARTPHONE 2 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 02

PLANO DE ANÁLISE 02 - INTEGRANTE 02/SMARTPHONE 04 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 01

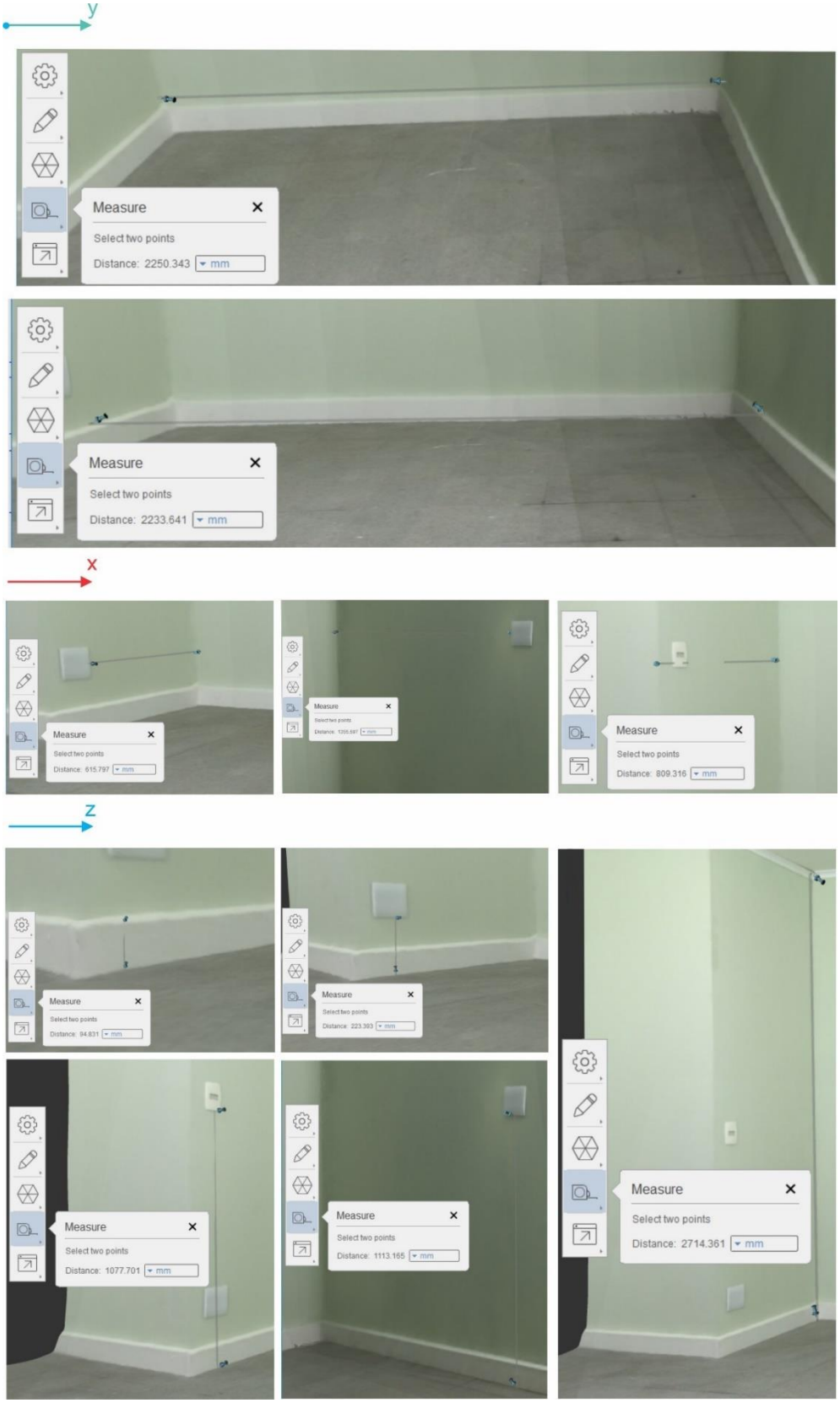


PLANO DE ANÁLISE 02 - INTEGRANTE 02/SMARTPHONE 04 - UNIDADE EXPERIMENTAL 01 PG - 02

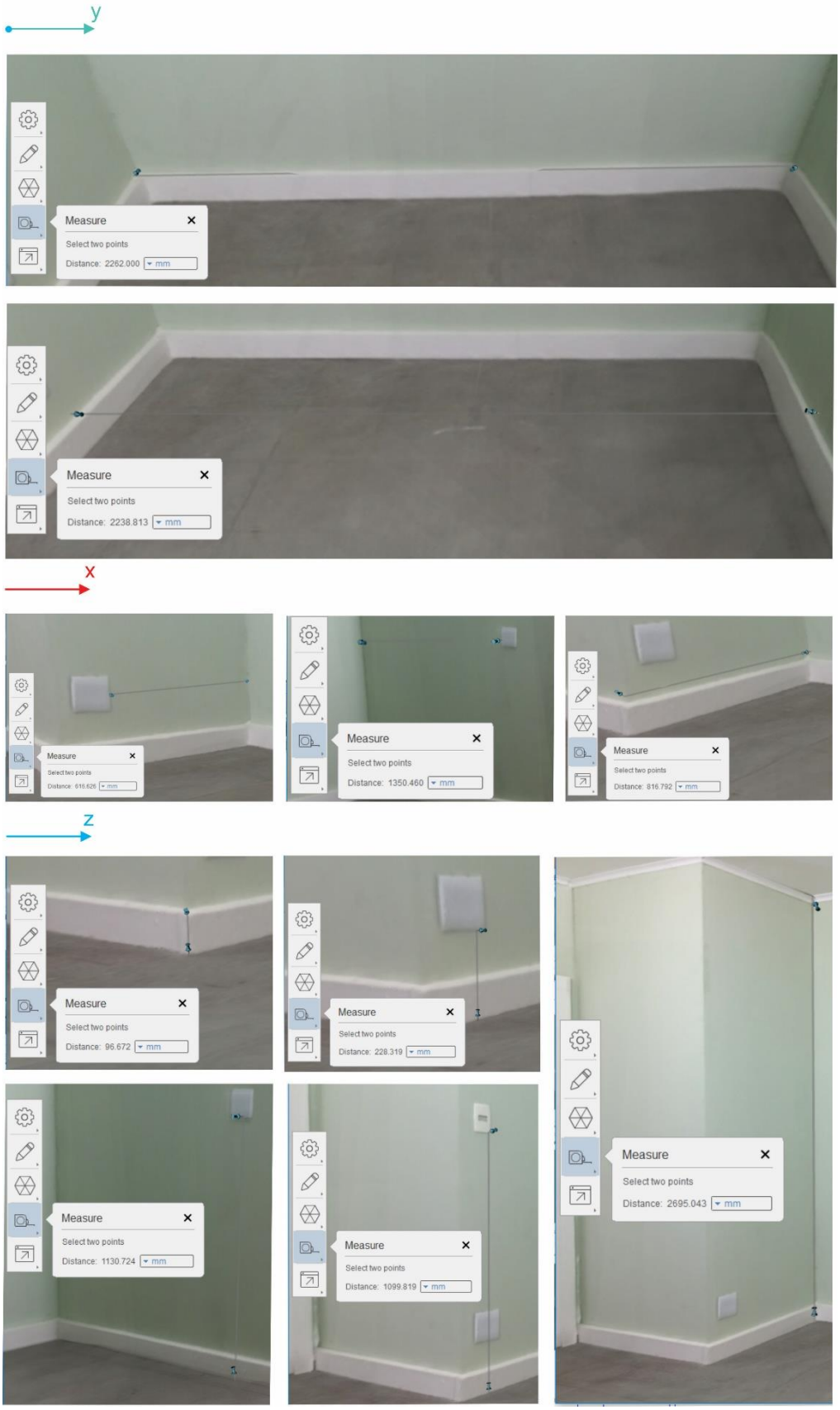
INTEGRANTE 06 - UNIDADE EXPERIMENTAL 02



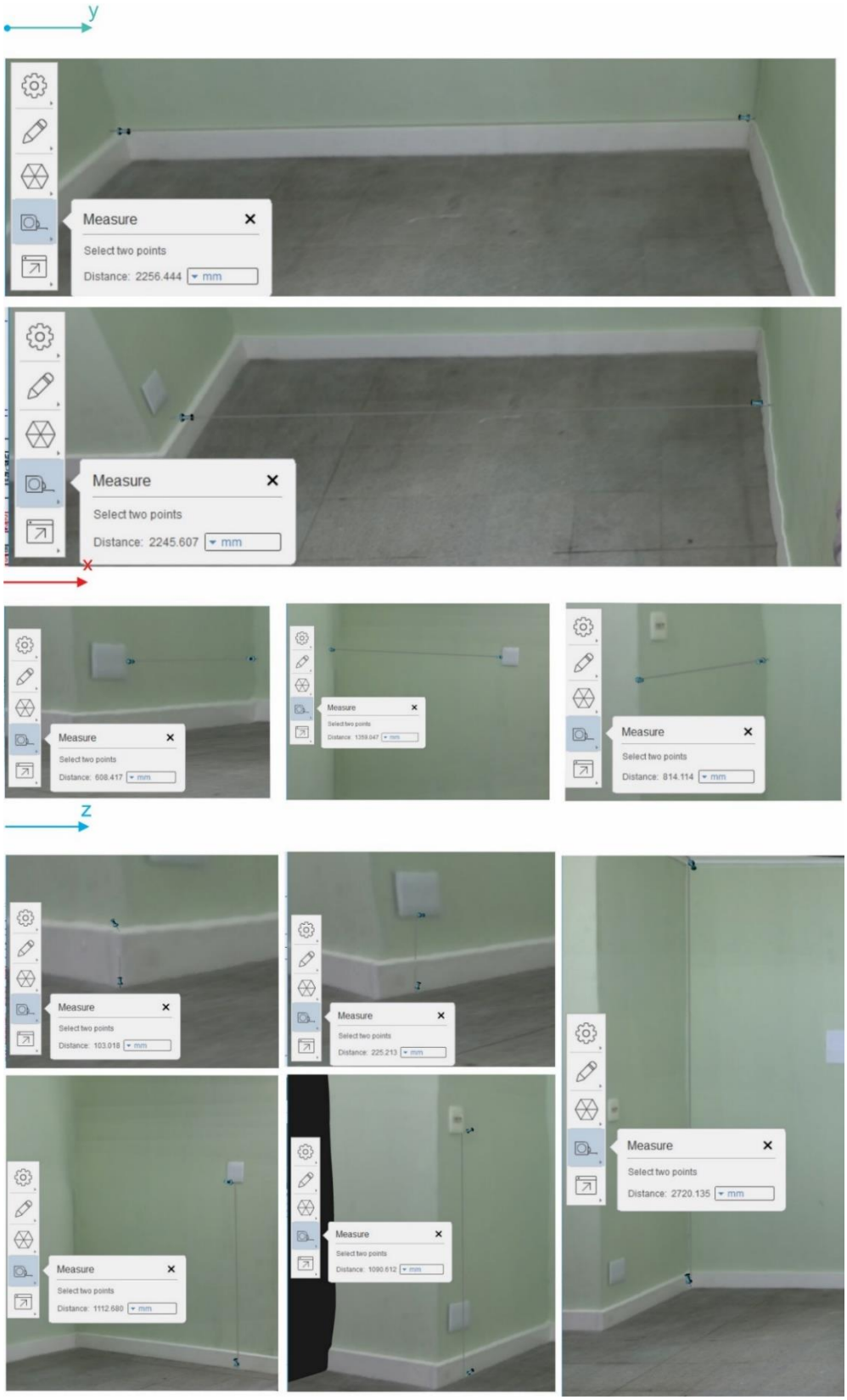
INTEGRANTE 07 - UNIDADE EXPERIMENTAL 02



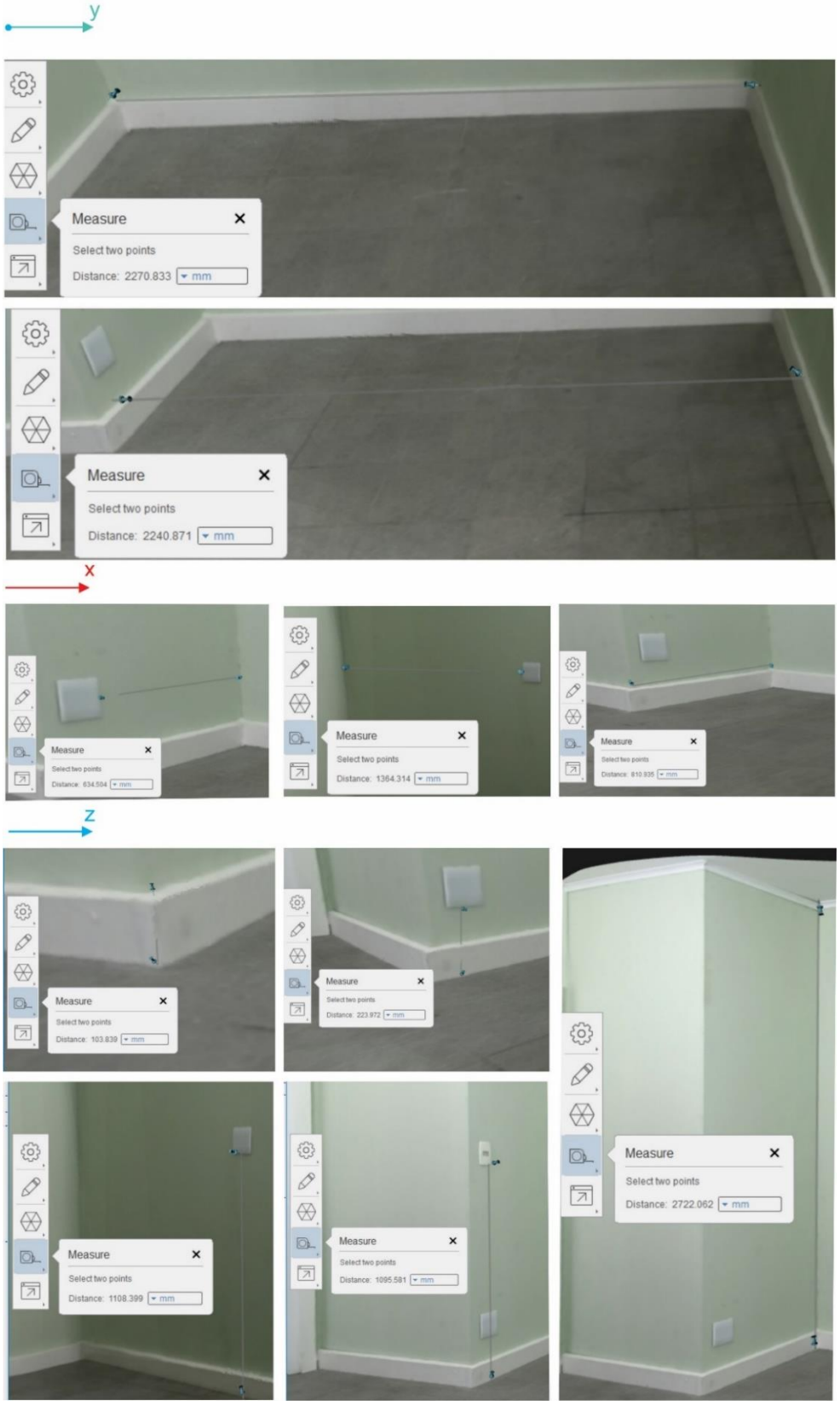
INTEGRANTE 08 - UNIDADE EXPERIMENTAL 02



PLANO DE ANÁLISE - INTEGRANTE 07/SMARTPHONE 05 - UNIDADE EXPERIMENTAL 02



PLANO DE ANÁLISE - INTEGRANTE 05/SMATPHONE 07 - UNIDADE EXPERIMENTAL 02



APÊNDICE D –DIGITALIZAÇÕES DA UNIDADE EXPERIMENTAL 03